



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y
CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

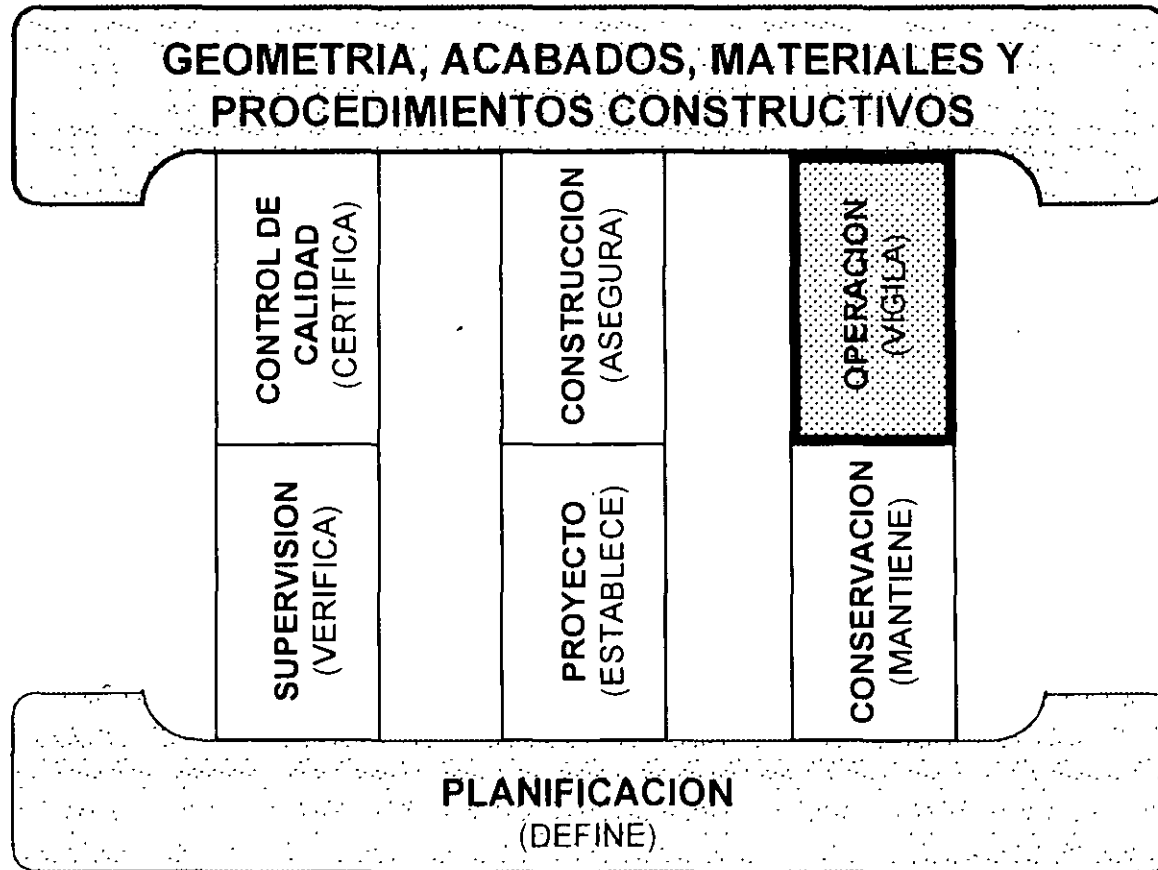
MÓDULO III: CONSERVACIÓN Y OPERACIÓN

TEMA

INTRODUCCIÓN

**EXPOSITOR: M. I. RAÚL VICENTE OROZCO SANTOYO
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

RESPONSABLES DEL NIVEL DE CALIDAD EN CARRETERAS





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN
Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

INTRODUCCIÓN

**EXPOSITOR: M. I. RAÚL VICENTE OROZCO SANTOYO
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

INTRODUCCION

M.I. RAUL VICENTE OROZCO SANTOYO

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

JULIO, 2000

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U N A M.

LEY DE OBRAS PUBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS; REGLAMENTO

M.I. HERBERTH CORDOVA CEBALLOS

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

JULIO, 2000

- VII Los trabajos de organización, informática, comunicaciones y cibernética aplicables a las materias de la Ley
- VIII Los estudios para incrementar la eficiencia de las instalaciones de un bien inmueble
- IX Los estudios de apoyo tecnológico
- X Todos aquellos de naturaleza análoga

En consecuencia **todos y cada uno de los ingenieros son objeto de la vigilancia y aplicación de esta Ley**, y cabe acotar que a quienes consideramos nosotros como sujetos de Ley, los administrativos, los del área financiera, los del área jurídica, los de operación, en ningún momento son objeto de regulación alguna de esta Ley, los únicos y verdaderos responsables son los ingenieros que estudian, conciben, planean, diseñan, presupuestan, contratan, ejecutan, vigilan, conservan y modernizan la infraestructura de este país. **El Contratista no es sujeto de esta Ley**, es el medio por el cual se ejecutan las obras, de ahí que no exista un capítulo dentro de la Ley para su definición y expresión de funciones y facultades.

Lo no previsto por la Ley será aplicable supletoriamente el Código Civil para el Distrito Federal en materia común y para toda la república en materia Federal, la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y el Código Federal de Procedimientos Civiles. Por lo tanto no existe punto de fuga alguno en el cual se puedan deslindar de la aplicación de la Ley.

PLANEACION, PROGRAMACION Y PRESUPUESTACION

La planeación de las obras no es a capricho, existe un marco jurídico que define prioridades entre ellos: la Ley General de Asentamientos Humanos, el Plan Nacional de Desarrollo y, los objetivos y metas establecidos en el Presupuesto de Egresos de la Federación. No es posible contratar sin antes contar con un estudio o proyecto que acredite su factibilidad, sea que fue ejecutado por la propia Entidad o por la cabeza de sector, para ello **se requiere un informe por escrito de la verificación de la existencia de los proyectos y factibilidad del mismo.**

Los Servicios relacionados solo pueden contratarse cuando no se disponga cuantitativa y cualitativamente de los elementos, instalaciones y personal para llevarlas a cabo.

La Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con las mismas no esta por encima de otras Leyes, cada Obra en el ámbito de su competencia tiene que observar las disposiciones que al respecto existen en los ámbitos, Federal, Estatal y Municipal y la autoridad **deben obtener y tramitar** los permisos o documentos correspondientes.

Así mismo la Ley obliga a considerar los efectos sobre el medio ambiente.

Según las características complejidad y magnitud, deben planearse programas anuales o multianuales incluyendo los presupuestos considerando:

- La factibilidad técnica económica ecológica y social
- Los objetivos y metas a corto media no y largo plazo
- **Las acciones previas y posteriores a la ejecución de la Obra**
- Las características ambientales climáticas y geográficas
- Las normas aplicables
- **Los resultados previsible**
- La coordinación para resolver interferencias, duplicidad o interrupción de servicios públicos
- La calendarización física y financiera
- Los responsables de su ejecución, incluyendo fechas de inicio y terminación
- Los servicios relacionados
- La tenencia de la tierra así como los permisos de construcción
- La ejecución
- El mantenimiento
- Licencias
- Los servicios
- **Las demás previsiones y características de los trabajos.**

La Obra pública tiene un carácter público y por lo tanto debe ser puesto a disposición de las autoridades correspondientes por los medios adecuados previstos por la Ley.

Solo se puede contratar cuando se disponga de autorización global o específica, no al arbitrio de los responsables de la contratación y en casos excepcionales solo con la autorización correspondiente. **Cada responsable de la entidad debe definir las políticas y procedimientos sobre los cuales se desarrollara la Obra pública correspondiente sea por contrato o por administración.**

PROCEDIMIENTO DE CONTRATACION

La Obra Pública en su licitación puede tener carácter nacional o internacional, conforme lo que determine la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y la opinión de la Contraloría, en atención al origen los recursos, la celebración de tratados, o la factibilidad de ejecución por empresas nacionales o la integración de componentes extranjeros.

Su contratación podrá ser: por medios **públicos**, donde concurren todos aquellos que se consideren capaces de ejecutarlos, por **invitación** cuando se preselecciona a quienes tienen capacidad o por **adjudicación directa**.

Establece la Ley que toda Obra se adjudica como regla general a través de licitaciones públicas, mediante convocatoria a quien acredite solvencia, por lo tanto las adjudicaciones por invitación y por adjudicación directa requieren de justificación escrita de los responsables de su implementación y ejecución.

Desde su origen, la Ley ha exigido un Dictamen Técnico, y éste se requiere para identificar plenamente las necesidades justificación y desde luego a cada uno de los responsables, para deslinde de las responsabilidades correspondientes.

En igualdad de condiciones deben de optarse por favorecer a las empresas que utilicen los recursos del país, sin perjuicio de lo dispuesto en los Tratados.

LICITACION PUBLICA

En cuanto a las modalidades de contratación destaca que podrá requerirse la incorporación de materiales, maquinaria y equipo de instalación permanente, de fabricación nacional, por el porcentaje de valor que determine la convocante.

Las convocatorias en general no sufren cambios, cabe destacar que **el costo de las bases es únicamente el de recuperación de la publicación y de su reproducción**, por lo tanto en invitaciones existe un costo de reproducción y por ende debe cobrarse, cualquier observación contraria, esta contraviniendo este principio y podrá ser sujeto de responsabilidad.

- III Los requisitos de las bases son claros, si la Ley determina que la asistencia a la junta de aclaraciones es optativa y deja ambiguo al de la visita al sitio de los trabajos, **no puede ser causa de desechamiento que las bases lo establezcan como requisito obligatorio, dicha disposición es contraria a la Ley y por lo tanto nula de pleno derecho.**
- IV las causas de desechamiento es sobre la base de los requisitos establecidos, por lo tanto **las bases deben ser específicas al indicar cuales requisitos son necesarios de satisfacer a juicio de la convocante, la resolución de desechamiento estará fundamnetada por el incumplimiento de dicha disposición, causa que no manifieste esta condición no es valida como razón de desechamiento.**
- VII **la falta de criterios claros por falta de la convocante da lugar a la aceptación de propuestas técnicas, en las cuales no existen parámetros de comparación y análisis y por lo tanto todos los licitantes son aceptados**, y en la parte económica resulta que tiene que adjudicarse a la propuesta más baja aún cuando en la realidad nunca fue ni será una propuesta solvente, **no es culpa de quién concursa sino de quién convoca, y esto es cierto en obras y con mucha mayor razón en servicios.**
- IX **los proyectos arquitectónicos y de ingeniería, normas especificaciones generales y particulares deben incluirse en el concurso, completas**, no en parcialidades la indicación que solo el licitante ganador tendrá acceso a la información completa es una omisión que denota o la existencia del proyecto o

la negligencia en su elaboración, documento que no se incluye en la licitación resulta en la liberación de responsabilidades para su cumplimiento, las marcas y características deben ser claramente especificadas e incluir la leyenda de presentar ofertas por estos productos u otros de calidad similar. **Dentro del proyecto deben hacerse valer los procedimientos y materiales que son de uso obligatorio, aún cuando existan materiales que puedan suplirlos.**

X en servicios deben detallarse las actividades a realizar, y recordar que en un **contrato por precio unitario y tiempo determinado, debe existir un análisis detallado de todos y cada uno de los requerimientos que deben cumplirse, es una clara omisión y negligencia el contratar únicamente por un periodo de tiempo, como si tratase de un contrato a precio alzado.**

XVII el plazo de ejecución en días naturales, indicando la fecha estimada de inicio, una Obra no tiene porque prolongarse mas allá del plazo fijado, los días festivos, puentes o cualquier otra circunstancia debe ser considerada, su inclusión para efectos de pago no implica el incluirlos en el programa de ejecución, como una forma de diferir la fecha de terminación estimada. Nuevamente toda disposición contraria a la Ley es nula de pleno derecho por lo tanto nunca existió ninguna consideración que contemplara trabajar en días festivos

XX **el responsable del proyecto tiene que firmar el catálogo de conceptos, cantidades y unidades de medición, esto es distinto del representante del licitante o del responsable de Obra en su caso, la entrega de los servicios debe también ser firmada en todas y cada una de sus hojas por quien es responsable de su presentación, ello no implica que en las bases el documento se requiera estar firmado por el representante, pero si define una responsabilidad de la modificación del proyecto después de ejecutado por parte de los responsables de la licitación.**

Los plazos de licitación son claros en licitaciones internacionales, entre la publicación y apertura no podrá ser menor de 20 días, y en nacionales de 15 días, **salvo razones justificadas, y aun nuevamente entre líneas, dichas razones justificadas deben de existir por escrito previo al proceso de licitación en función de la Ley Federal de Procedimiento y Trámite Administrativo, es causa de observación por parte de las auditoras la negligencia en la elaboración de este documento.**

Las bases pueden ser modificadas hasta el sexto día natural previo a la presentación de las propuestas, es una negligencia el modificar las bases el mismo día de la presentación, convocando a una nueva junta de aclaraciones, resulta conveniente en dicho caso cancelar la licitación y convocarla nuevamente bajo unas nuevas bases o proyecto, la Ley previene que no pueden existir cambios sustantivos o adición de otros distintos. Nuevamente la obligación de la convocante de notificar a todos y cada uno de los participantes de las actas, notificando y recabando la firma de recibido y ser de conocimiento por parte del representante o de quién en su caso recibió las bases, el comprobante de transmisión de fax no es prueba válida de la notificación de dicho documento ni mucho menos del conocimiento de los cambios, exceptúa este requisito la publicación en el Diario Oficial.

Las bases de prever los requisitos exigidos por la convocante para acreditar la asociación de dos o más proposiciones distintas formen una sola propuestas para la licitación. la limitación de participación por el requisito del capital contable son nulificadas por esta posibilidad prevista por la Ley, por lo tanto corresponde a la autoridad definir los requisitos jurídicos que deban satisfacer para garantizar debidamente la solvencia técnica y económica de los proponentes.

LICITACIÓN

Solo podrá desecharse durante la presentación las que hubieran omitido alguno de los requisitos exigidos. y dichos requisitos deben ser específicos dentro de las bases y el proyecto para determinar claramente como causa de desechamiento su omisión.

Corresponde a la convocante determinar cuales documentos deben ser rubricados para garantizar la transparencia, legalidad y solvencia de los licitantes, que permitan desechar con certeza a los licitantes no acreditan solvencia técnica.

El acta de la primera etapa **debe contener, las causas que motivaron el desechamiento expresando claramente el causal incurridas por le desechado, la referencia de ser causa de desechamiento y la cláusula que permite el desechamiento de la propuesta**, esta omisión de forma, permite la inconformidad del desechado aún cuando en muchas ocasiones la razón asiste al convocante.

El resultado del análisis técnico debe darse previo a la apertura de las propuestas económicas, no durante su apertura, dichas causas deben constar por escrito manifestando el motivo y fundamento y estar rubricado por los responsables de su dictamen (Ley Federal de Procedimiento y Trámite Administrativo).

Solo se dará lectura a las propuestas que cumplan los requisitos exigidos, la omisión de documentos o información es causa de desechamiento, por lo tanto no puede leerse el monto de quienes deben ser desechados, de hacerlo, el desechamiento posterior podría en su caso eliminar la propuesta más baja, el acta debe establecer que no acreditan la solvencia económica por la sola inclusión del monto en dicho documento.

Las actas hacen constar los actos de los funcionarios que la realizan, no las peticiones de los licitantes quienes carecen de autoridad para incluir sus observaciones pertinentes, fundamentadas o no, sobre el proceso llevado a cabo; toda manifestación de inconformidad durante el proceso de licitación debe presentarse en forma escrita por el representante legal autorizado ante la autoridad competente en los términos que la propia Ley previene al respecto.

Para la evaluación, solo podrán analizarse las propias condiciones establecidas en las bases de licitación, por ello se exigen requisitos claros y detallados, ningún requisito de presentación (foliado, separación, orden o presentación) será causa de desechamiento, puesto que ellos no acreditan ni la solvencia técnica ni económica

El fallo requiere de un dictamen que avale la revisión técnica y económica determinando cual es la propuesta solvente más baja, y aquí el término economía no implica

necesariamente el monto más bajo, las actas refieren a las cantidades como montos no como precios hasta probar la solvencia de su integración.

En el acta de fallo o adjunta debe establecerse por escrito las razones de desechamiento de quienes no acreditaron solvencia en su propuesta y en su caso porqué el monto más bajo no resulto ser el ganador.

Sobre la resolución no procederá recurso alguno, pero pueden inconformarse; si la convocante adjudica el contrato dicha Obra debe efectuarse por el adjudicado en razón del daño que ocasionan al Estado por el retraso en el inicio de los trabajos, en su caso debe pagarse al inconformado, que acredite tener razón de causas injustificadas, los daños y sancionar al servidor público responsable.

La suspensión solo podrá darse cuando el solicitante presente una fianza y aún así el adjudicado podrá presentar una contrafianza para nulificar dicha solicitud en el entendido que nunca resultará perjudicado por la actuación de los funcionarios, o bien podrá suspenderse cuando de continuar, y sea evidente la negligencia de los responsables, exista riesgo de daño o perjuicios a la dependencia.

Si la convocante retrasa el proceso de contratación, sin existir requerimiento por escrito por parte de la contraloría, incurre en una omisión deliberada en perjuicio de los intereses de la Entidad.

Solo podrá declararse desierta una licitación, cuando no existan propuestas solventes o los precios no sean aceptables

Solo podrá cancelarse por caso fortuito, fuerza mayor o existan circunstancias justificadas que provoquen la extinción de la necesidad de la licitación, que de hacerse ocasione un daño o perjuicio a la entidad.

EXCEPCIONES

Cuando la dependencia opte por no hacer una licitación pública **el responsable de los trabajos debe presentar un dictamen fundamentado y motivado, que acredite la solvencia técnica, económica y financiera de los invitados,** por lo tanto no aplica en este supuesto la necesidad de contar con el anticipo, de disponer de la maquinaria y equipo para la ejecución de los trabajos o cualquier otra circunstancia que requiera de la ampliación de la fecha de inicio, plazo de ejecución u otras contrarias a las razones que justifican la excepción. **Dicho documento debe acreditar las circunstancias de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado y ser firmadas por el responsable la ejecución de los trabajos.**

Dichas actuaciones tienen que ser notificadas por el responsable de la contratación ante la Contraloría incluyendo el dictamen correspondiente y el dictamen del análisis de las propuestas técnicas, económicas y fallo.

La omisión de la licitación pública podrá hacerse cuando:

- I solo pueda contratarse con una persona
- II como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales
- III **existan circunstancias que puedan provocar pérdidas o costos adicionales importantes**
- IV por seguridad nacional
- V Caso fortuito o fuerza mayor, sea necesario contratar antes de los plazos requeridos por la ley
- VI se rescinda el contrato, y la siguiente propuesta no exceda del 10% del monto del contrato
- VII se realicen dos licitaciones públicas, declaradas desiertas (lo cual es objetable pues quienes participaron en las licitaciones no reúnen los requisitos o sus precios no son aceptables, o no participaron, el dictamen nuevamente involucra directamente al funcionario involucrado)
- VIII **no sea posible determinar el catálogo de conceptos (no existe un proyecto determinado, se requiere de un dictamen que lo justifique por el funcionario responsable)**
- IX utiliza mano de obra, gente de la región directamente contratada a través de personas físicas o morales
- X se trate de servicios contratados a una persona física sin más ayuda que un especialista
- XI Se trate de trabajos a título de dación de pago

En todos los casos deben observarse los montos máximos autorizados para adjudicar directamente o a través de invitación restringida, sin rebasar el porcentaje máximo del presupuesto autorizado para cada modalidad de contratación.

Cuando en dos invitaciones restringidas sean declaradas desiertas, podrá adjudicarse directamente el contrato, nuevamente, previo dictamen que motive y fundamente dicha decisión

CONTRATOS

Los contratos pueden ser

A precios unitarios, cuyo pago es por **unidad de concepto terminado**

A precio alzado, cuyo pago total fijo es por los trabajos totalmente terminados y ejecutados en el plazo establecido

Mixto, cuando parte sea por precios unitarios y parte a precio alzado, es en este supuesto donde podrá pagarse parcialmente al contratista cuando exista un análisis de precios unitarios y un programa de ejecución. El contrato debe establecer en este supuesto la posibilidad de pagos parciales.

Las dependencias pueden incorporar las modalidades que garanticen las mejores condiciones para el estado

Los trabajos multianuales, son aquellos que rebasan mas de un ejercicio presupuestal, sea que en su ejecución tengan o no un periodo de ejecución mayor de un año calendario.

Los contratos deben contar con la siguiente información

- I autorización del presupuesto
- II modalidad de contratación
- III monto del contrato, incluyendo en contratos mixtos la parte que podrá pagarse sobre precio unitario y a precio alzado
- IV el plazo de ejecución en días naturales, incluyendo fecha de inicio y terminación
- V anticipos
- VI Las garantías
- VII forma lugar y pago de las estimaciones, y en su caso de los ajustes de costos
- VIII penas convencionales
- IX Términos para reintegrar los pagos en exceso
- X procedimiento de ajuste de costos
- XI causales de rescisión
- XII descripción pormenorizada de los trabajos a realizar.- documentos de las propuestas técnicas y económicas
- XII procedimiento de arbitraje

Para efectos de la Ley el contrato, sus anexos y la bitácora de los trabajos son los instrumentos que vinculan los derechos y las obligaciones, ni los oficios, ni los escritos, ni las juntas, ni los apercibimientos orales representan modo alguno de comunicación oficial, el contrato establece claramente quién es el responsable y

representante directo del Contratista en la Obra y la Ley obliga a nombrar al correspondiente por parte de la dependencia, todos los demás son espectadores con funciones y responsabilidades, pero no responsables directos de la ejecución de los trabajos aquí se requiere de una delegación efectiva de funciones y responsabilidades por parte de los funcionarios superiores, pues sus actos resultan en estos términos contrarios a la Ley y en consecuencia nulos de pleno derecho

No puede formalizarse un contrato mientras no este garantizado, si el Contratista no firma, en el plazo convenido pierde el derecho al contrato y procede la aplicación de su garantía de sostenimiento de oferta, si la dependencia no firma, el licitante ganador puede no ejecutar la Obra y solicitar el pago de gastos no recuperables

El Contratista no puede ceder la ejecución de la Obra, ni los derechos y obligaciones contraídos, podrá ceder parte a manera de subcontratación siempre y cuando disponga de autorización de la dependencia

El Contratista podrá ceder los derechos de cobro, previa autorización de la dependencia

Las garantías sobre los anticipos y cumplimiento del contrato tienen un plazo para su presentación, 15 días a partir de la fecha de fallo, por lo tanto debe observarse el cumplimiento de esta disposición para evitar incurrir en responsabilidades de no aplicar las garantías correspondientes. **Solo el servidor publico facultado para suscribir los contratos puede exceptuar la presentación de la fianza de cumplimiento, ésta facultad es indelegable.**

El anticipo será hasta un 30% del monto del contrato en obras y en un porcentaje definido por la propia convocante para los servicios, este anticipo podrá ser mayor previa autorización del titular de la dependencia, **nuevamente todos los procedimientos son por escrito.**

En obras multianuales debe tenerse especial consideración para el mecanismo de entrega de anticipos parcial conforme las asignaciones programadas para cada ejercicio presupuestal, en estos casos multianuales, la entrega del anticipo no es requisito para el inicio de los trabajos

En rescisiones la amortización del anticipo es inmediata, aquí resulta en favor del Contratista quién puede no devolver dicho monto en tanto no se realice el finiquito correspondiente y se determine si resulta el saldo del mismo a su favor o en su contra, los cargos financieros que **en su contra resulten serán a su cuenta y orden para ejecución de cobro por procedimientos judiciales.**

No pueden recibirse propuestas de licitantes y en su caso deberán ser desechadas, en los siguientes casos

- I Con quienes el servidor publico tenga alguna relación, lo cual solo es **comprobable sólo por denuncia**
- II de otros servidores públicos, o bien quienes forman parte de una sociedad sin autorización de la Contraloría, o bien son presentadas por personas

inhabilitadas. aquí los dos primeros casos son por denuncia. en el tercero la contraloría es copartícipe de notificar quienes son los funcionarios inhabilitados

- III quienes están en proceso de rescisión
- IV las personas o empresas inhabilitadas por resolución de la contraloría
- V aquellas declaradas en suspensión de pagos, estado de quiebra o sujetas a concurso de sus acreedores, **esta disposición requiere de la revisión y opinan de la Contraloría y del área jurídica en la competencia de la revisión de la documentación legal correspondiente.**
- VI quienes se encuentren asociados entre sí, en cuyo caso podrá desecharse a uno de ellos
- VII quienes por si o través de socios empresariales formen del proceso de proyecto-obra-supervisión-revisión e inclusive la elaboración de cualquier documento vinculado con el procedimiento de licitación.
- VIII semejante al anterior pero cuando los servicios son aplicados a los contratistas de obras asociados entre si
- IX quienes estén impedidas por disposición de Ley

EJECUCIÓN

Las obras deben iniciar en la fecha programada, salvo incumplimiento de la dependencia, lo cual obliga al diferimiento en igual plazo de la disposición del anticipo, lo cual deberá de constar por escrito.

EL establecer la Residencia de la Obra es con anterioridad al inicio de la misma, por lo cual la dependencia designará un representante y responsable directo, y además es quien autoriza las estimaciones, no existe en consecuencia disposición adicional que indique la necesidad de recabar autorizaciones adicionales, aún cuando se contrate la supervisión; es el Residente de Obra, quien autoriza los pagos, la supervisión es en consecuencia un aval de la revisión y constancia de los trabajos ejecutados.

Para el pago de las estimaciones la dependencia debe fijar en el contrato la fecha de corte de los trabajos, la cual es para fines prácticos y administrativos el día último de cada mes. sin embargo requiere de formalizarse, por lo tanto el Contratista dispone de seis días para la presentación de su estimación incluyendo los generadores correspondientes. La residencia debe revisar y autorizar en quince días naturales siguientes a su presentación, plazo en el cual deben corregirse las inconsistencias, los trabajos que no puedan conciliarse, deben incluirse en la siguiente estimación.

Las estimaciones deben pagarse en un plazo no mayor de 20 días naturales desde su autorización y cada estimación es independiente entre si.

En caso de incumplimiento de los pagos la dependencia a solicitud del contratista debe pagar gastos financieros, los cuales podrían ser fincados como responsabilidad hacia el servidor público que incurra en el retraso, en caso de pagos en exceso las cantidades deben reintegrarse igualmente con cargos financieros

Esta referencia de pagos en exceso y devoluciones se refiere obviamente a las aditivas y deductivas que se acostumbrar realizar en las estimaciones, práctica común, que solo cuando se realiza en la estimación inmediata no se considerara como pago en exceso. Por lo tanto se requiere de cuidado para no incurrir en negligencia de cobro cuando las devoluciones no se realicen en forma inmediata.

Los precios pueden ser ajustados en aumento y reducción, aplicable sobre el monto de trabajos no ejecutados conforme al programa pactado. Es claro que los ajustes deben ser analizados con relación al programa detallado de ejecución de los trabajos vigente, y no con relación a cómo se desarrollo el trabajo por el Contratista quien aún cuando erogó efectivamente los trabajos, los insumos deben corresponder efectivamente a su programa de ejecución.

La revisión solo podrá hacerse por alguno de los siguientes métodos:

- I Por el análisis de cada uno de los precios
- II Por la revisión de un grupo de precios, que representen al menos el 80% del importe faltante del contrato
- III Proporcionalmente al incremento de los insumos cuando se conozca la proporción en que intervienen en los trabajos. Lo cual resulte en una versión similar a la primera

Los contratos a precios unitarios (y mixtos en la parte correspondiente) podrán modificarse mediante convenios **cuando considerados conjunta o separadamente en monto o plazo pactados no rebase el 25%, ni impliquen variaciones sustanciales del proyecto original o eludan cualquier cumplimiento de la Ley.**

Si no existen variaciones del objeto del proyecto podrán modificarse en porcentaje mayor previa autorización del titular, mediante dictamen por escrito.

Los contratos a precio alzado no están sujetos a convenios en monto o plazo. Excepto cuando concurren circunstancias económicas de tipo general que afecten las condiciones de ejecución de los trabajos.

Todo convenio debe ser notificado a la Contraloría.

Los trabajos adicionales a los contratados podrán pagarse con cargo a las asignaciones en vigor siempre y cuando no agoten el monto de presupuesto asignado, con los mismos precios si el concepto existe o un nuevo precio conciliado si el concepto no existe, debe en su caso formalizarse con oportunidad,

puesto que la no disposición del pago de estimaciones es con cargo financiero hacia la dependencia.

Una Obra solo podrá suspenderse, por el funcionario público autorizado, debe revisarse si el Residente o la supervisión que acostumbran demostrar este tipo de autoridad disponen de facultades para hacer esta suspensión; así mismo la dependencia podrá dar por terminado anticipadamente los contratos cuando concurren circunstancias de interés general y existan causas justificadas que impidan la continuación de los trabajos en perjuicio del Estado, o bien la el periodo de suspensión no sea posible determinarlo

La dependencia tiene facultad para rescindir el contrato, por incumplimiento en las obligaciones del Contratista solo mediante procedimiento, basado en la notificación de la decisión de rescindir indicando las causas de incumplimiento, a lo cual el contratista deberá de contestar dentro de los 15 días hábiles siguientes lo que a su derecho convenga incluyendo la aportación de pruebas, presentadas y analizadas las pruebas se dictará la resolución correspondiente incluyendo las pruebas y argumentos que justifican la decisión lo cual se hará del conocimiento del Contratista en 15 días hábiles siguientes.-

Cuando existe la suspensión, rescisión o terminación anticipada del contrato:

Por causa imputable a la Entidad - deben pagarse los trabajos ejecutados y los gastos no recuperables

Por causa imputable al contratista, deben suspenderse los pagos, aún de estimaciones tramitadas y no cobradas, hasta la elaboración del finiquito correspondiente, dentro de los treinta días siguientes a efecto de hacer efectivas las garantías. El finiquito de prever el sobre costos, mismo que puede estimarse como el ajuste de costos de los trabajos pendientes de ejecutar como mínimo.

Por terminación anticipada, de mutuo acuerdo, deben pagarse los trabajos ejecutados y los gastos no recuperables

Por caso fortuito o fuerza mayor.- y a solicitud del Contratista deben pagarse los trabajos ejecutados y los gastos no recuperables, la Entidad debe resolver en este caso la continuidad o terminación de la Obra, en un plazo razonable en 15 días, plazo después del cual se dar por aceptada, el contratista puede requerir la contestación vía la autoridad judicial.

Resultado de la terminación anticipada, la Entidad tomara posesión inmediata de los trabajos y procederá al levantamiento de un acta circunstanciada donde conste el estado que guarda la Obra, aún sin la presencia del Contratista, en el caso de Entidades se requiere la presencia de un Fedatario Público. El contratista debe devolver en un plazo de seis días naturales, toda la documentación que hubiese recibido para la ejecución de los trabajos.

El Contratista debe avisar por escrito, en la bitácora por lo menos, y en oficio al servidor público facultado para suscribir el contrato, de la conclusión de los trabajos, acto que no debe ser posterior en 15 días de la fecha de aviso, concluido este plazo se da por recibido y posterior a este acto debe elaborarse el finiquito correspondiente, por ambas partes; si el Contratista no se presenta la Entidad debe elaborarlo en un plazo no mayor de 10 días y ponerlo a consideración del Contratista para que este conteste lo que a su derecho convenga en un plazo no mayor de 15 días para su reclamación transcurrido este plazo se dará por aceptado

Concluido el finiquito debe levantarse un acta administrativa que de por extinguidos los derechos y las obligaciones asumidos por ambas partes.

A la conclusión de las obras, deben registrarse en las oficinas de Catastro y Registro Público de la Propiedad y su inclusión el Catálogo e Inventario de Bienes y Recursos de la Nación

La garantía de vicios ocultos debe elaborarse previo a la recepción de los trabajos, el monto total de la fianza no es limitativo de exigir el pago de cantidades no cubiertas de la indemnización a en su caso corresponda.

El Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos, de ahí la importancia del Contratista de saber y administrar correctamente sus funciones y responsabilidades dentro de lo Obra.

El mantenimiento de los trabajos, una vez recibidos, es responsabilidad de las dependencias incluyendo su operación y mantenimiento en niveles adecuados de funcionamiento.

ADMINISTRACIÓN DIRECTA

La administración directa es quizá el área menos atendida de la Ley, puesto que rara vez se tiene una revisión y detalle como el asignado a la Obra por Contrato, se tiene la concepción de que la conservación es parte de la administración directa, lo cual es cierto, pero la construcción con cargo a la conservación si representa un desvío de recursos, el presupuesto de las obras por administración debiera estar dentro del presupuesto de Obra pública, sin embargo resulta que del suministro de materiales se construyen, se adecuan o se mejoran bienes inmuebles, sin que dichos trabajos se consideren necesarios de reportar como parte la Obra publica ejecutada, sea por su bajo monto aún cuando nunca se determino el costo real de los trabajos

Estos trabajos debieran tener una similitud con los trabajos de mantenimiento hacia los bienes muebles, iniciando desde la justificación del trabajo, la ejecución, costos, y aviso de entrega al responsable del bien inmueble. Todos estos tramites por escrito.

INFORMACION Y VERIFICACIÓN

Nuevamente y de manera reiterativa se insiste, los recursos no son dinero asignado para su gasta discrecional, son Recursos Federales, provenientes de impuestos, derechos, o prestamos por los cuales se construye y mantiene la infraestructura del país, por lo tanto el rendir cuenta ante la autoridad debe por lo menos justificado para acreditar los criterios de eficiencia, imparcialidad, eficacia y economía que pretende el Estado.

La Contraloría, debe en consecuencia verificar la información y cumplimiento de las metas físicas y financieras establecidas por los propios responsables de la ejecución de los trabajos.

La Contraloría puede determinar la nulidad de los actos del procedimiento de contratación por causa imputable al convocante, en cuyo caso podrá la dependencia ser obligada a pagar los gastos no recuperables

Contratista y Dependencia están obligadas a participar de la información disponible para efecto de llevar a cabo la verificación, incluyendo en su caso realizarlo a través de tercera personas, por lo cual debe emitir un dictamen para conocimiento de quienes intervienen, la falta de firma del Contratista en este dictamen y general de todos los documentos que se generen en la revisión de ninguna manera invalida el documento.

INFRACCIONES Y SANCIONES

La Contraloría podrá aplicar infracciones a los licitantes y contratistas que infrinjan la Ley por 50 y hasta 1000 veces el salario mínimo elevado al mes, bajo su propio criterio y discrecionalidad, aquí mucho cuidado con la expresión de elevado al mes. Además podrá inhabilitar para participar o contratar si:

- I no formalizaran el contrato adjudicado
- II se encuentra en proceso de rescisión, en dos o más Dependencias
- III no cumplan sus obligaciones contractuales y causen daños o perjuicios a la Dependencia
- IV quienes presenten información dolosa durante: la contratación, la vigencia del contrato, presentación o desahogo de pruebas en una conciliación o de una inconformidad.

La inhabilitación no será menor de tres meses ni mayor de un año, a partir de la publicación en el Diario Oficial-

Corresponde a las Dependencias notificar de los hechos a la Contraloría.

Las sanciones que aplique la Contraloría son tanto para los contratistas, como para los servidores públicos, considerando

- I los daños
- II El carácter intencional o no de la acción o de la omisión
- III La gravedad
- IV Las condiciones del infractor

La primera vez podrá justificarse el incurrir en una infracción, pero cuando esta se derive de auditorías, requerimientos, visitas, excitativas o cualquier otra gestión, su corrección no es espontánea, por que implica una responsabilidad.

INCONFORMIDADES Y PROCEDIMIENTO DE CONCILIACION

El contrato debe incluir un mecanismo mediante el cual las partes resolverán sus discrepancias futuras y previsibles, sea mediante cláusula compromisoria o mediante un convenio, por lo tanto la existencia de un proceso de arbitraje es una disposición legal aceptada y reconocida por ambas partes. sin embargo los licitantes y contratistas pueden inconformarse contra actos contrarios a las disposiciones de la Ley cometidas por los servidores públicos, dentro de un plazo en el cual puede declarar la nulidad de los actos, a favor del inconformante, pero aún después de concluido si bien no le favorece la resolución, ello no libera a los servidores de las responsabilidades y sanciones

La Contraloría podrá de oficio o mediante reclamación documental realizar las investigaciones que considere convenientes, dando conocimiento incluso a terceros afectados quienes de no contestar tendrán por precluido su derecho de reclamación.

La Contraloría podrá suspender el procedimiento de contratación cuando:

Existen actos contrarios a la Ley o bien pueden ocasionar daños al Estado

No se cause perjuicio al interés social

El inconformante solicite la suspensión y garantice los daños que pudiera ocasionar, en cuyo caso el tercero perjudicado, si lo hubiere, podrá presentar una contrafianza

La Contraloría podrá en todos los casos declarar la nulidad del acto, del procedimiento o infundada la inconformidad, contra su resolución podrán aplicarse recursos o impugnaciones ante las instancias jurisdiccionales correspondiente.

PROCEDIMIENTO DE CONCILIACIÓN

La Contraloría podrá hacer las veces de mediador, sin prejuzgar sobre el conflicto planteado, si no se llegase a un acuerdo antes de 30 días la reclamación en controversia podrá ser desahogado vía Tribunales Federales correspondientes.

Tanto la Secretaría como las Dependencias o Entidades podrán emitir sus propias políticas y lineamientos para llevar a cabo un proceso de conciliación, sin que necesariamente la única vía resulte la Contraloría.

CONCLUSION

Revisada la Ley y analizadas sus consecuencias, resulta en una disposición para ser observada, cumplida y sancionada por Ingenieros que contratan con Ingenieros en el ámbito de sus conocimientos, y atribuciones de perito que como tal les confiere la Ley para efectos de patente, bajo la supervisión y revisión de una auditoría continua.

La falta de responsabilidad y observación de estas disposiciones semejantes a las que guarda cualquier otro reglamento de construcción, que es base de nuestro trabajo técnico, ha dado lugar al crecimiento de cada vez más y más sofisticadas Auditorias de Obra para lograr el cabal cumplimiento de las disposiciones administrativas. La queja constante de ser más administrativos que técnicos han demostrado que no somos capaces de resolver la parte técnica y con mucha mayor razón la parte administrativa, queda entonces la necesidad de estudiar y aplicar correctamente estas disposiciones para evitar que el día de mañana se requiera de otra persona que funja como Administrador de Obra, en lugar del Residente, para cumplir las disposiciones que esta Ley establece para salvaguardar la correcta aplicación de los Recursos Públicos que se invierten en la infraestructura del país al servicio de la comunidad.

Ing. Herberth Rolando Córdova Ceballos

Tel / fax (01-7) 320-32-65

México, D.F: 24 de julio del 2000

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos - Presidencia de la República

ERNESTO ZEDILLO PONCE DE LEON, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes sabe:

Que el Honorable Congreso de la Unión, se ha servido dirigirme el siguiente

DECRETO

DEL CONGRESO GENERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, DECRETA

LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS

TÍTULO PRIMERO DISPOSICIONES GENERALES

CAPÍTULO ÚNICO

ARTÍCULO 1 - La presente Ley es de orden público y tiene por objeto regular las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, contratación, gasto, ejecución y control de las obras públicas, así como de los servicios relacionados con las mismas, que realicen:

- I. Las unidades administrativas de la Presidencia de la República;
- II. Las Secretarías de Estado, Departamentos Administrativos y la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal;
- III. La Procuraduría General de la República;
- IV. Los organismos descentralizados;
- V. Las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos en los que el fideicomitente sea el Gobierno Federal o una entidad paraestatal, y
- VI. Las entidades federativas, con cargo total o parcial a fondos federales, conforme a los convenios que celebren con el Ejecutivo Federal, con la participación que, en su caso, corresponda a los municipios interesados. No quedan comprendidos los fondos previstos en el capítulo V de la Ley de Coordinación Fiscal

Las personas de derecho público de carácter federal con autonomía derivada de la Constitución, aplicarán los criterios y procedimientos previstos en esta Ley, en lo que no se contraponga a los ordenamientos legales que los rigen, sujetándose a sus propios órganos de control.

Los contratos que celebren las dependencias con las entidades, o entre entidades y los actos jurídicos que se celebren entre dependencias, o bien, los que se lleven a cabo entre alguna dependencia o entidad de la Administración Pública Federal con alguna perteneciente a la administración pública de una entidad federativa, no estarán dentro del ámbito de aplicación de esta Ley. Cuando la dependencia o entidad obligada a realizar los trabajos no tenga la capacidad para hacerlo por sí misma y contrate a un tercero para llevarlos a cabo, este acto quedará sujeto a este ordenamiento.

No estarán sujetas a las disposiciones de esta Ley, las obras que deban ejecutarse para crear la infraestructura necesaria en la prestación de servicios públicos que los particulares tengan concesionados, en los términos de la legislación aplicable, cuando estos las lleven a cabo.

Los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo se realizarán conforme a lo dispuesto por los artículos 18 de la Ley General de Deuda Pública y 30 de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal, y estarán regidos por esta Ley únicamente en lo que se refiere a los procedimientos de contratación y ejecución de obra pública.

Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades emitirán, bajo su responsabilidad y de conformidad con este mismo ordenamiento, las políticas, bases y lineamientos para las materias a que se refiere este artículo.

Las dependencias y entidades se abstendrán de crear fideicomisos, otorgar mandatos o celebrar actos o cualquier tipo de contratos, que evadan lo previsto en este ordenamiento

ARTICULO 2.- Para los efectos de la presente Ley, se entenderá por:

- I. Secretaría: la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;
- II. Contraloría: la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo;
- III. Dependencias: las señaladas en las fracciones I a III del artículo 1.
- IV. Entidades: las mencionadas en las fracciones IV y V del artículo 1;
- V. Tratados: los convenios regidos por el derecho internacional público, celebrados por escrito entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y uno o varios sujetos de Derecho Internacional Público, ya sea que para su aplicación requiera o no la celebración de acuerdos en materias específicas, cualquiera que sea su denominación, mediante los cuales los Estados Unidos Mexicanos asumen compromisos;
- VI. Contratista: la persona que celebre contratos de obras públicas o de servicios relacionados con las mismas, y
- VII. Licitante: la persona que participe en cualquier procedimiento de licitación pública, o bien de invitación a cuando menos tres personas.

ARTÍCULO 3.- Para los efectos de esta Ley, se consideran obras públicas los trabajos que tengan por objeto construir, instalar, ampliar, adecuar, remodelar, restaurar, conservar, mantener, modificar y demoler bienes inmuebles. Asimismo, quedan comprendidos dentro de las obras públicas los siguientes conceptos:

- I. El mantenimiento y la restauración de bienes muebles incorporados o adheridos a un inmueble, cuando implique modificación al propio inmueble;
- II. Los trabajos de exploración, geotécnica, localización y perforación que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos petroleros y gas que se encuentren en el subsuelo y la plataforma marina,
- III. Los proyectos integrales o llave en mano, en los cuales el contratista se obliga desde el diseño de la obra hasta su terminación total, incluyéndose, cuando se requiera, la transferencia de tecnología;
- IV. Los trabajos de exploración, localización y perforación distintos a los de extracción de petróleo y gas; mejoramiento del suelo y subsuelo; desmontes; extracción y aquellos similares, que tengan por objeto la explotación y desarrollo de los recursos naturales que se encuentren en el suelo o en el subsuelo;
- V. Instalación de islas artificiales y plataformas utilizadas directa o indirectamente en la explotación de recursos naturales;
- VI. Los trabajos de infraestructura agropecuaria;
- VII. La instalación, montaje, colocación o aplicación, incluyendo las pruebas de operación de bienes muebles que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, siempre y cuando dichos bienes sean proporcionados por la convocante al contratista; o bien, cuando incluyan la adquisición y su precio sea menor al de los trabajos que se contraten, y
- VIII. Todos aquellos de naturaleza análoga.

ARTÍCULO 4.- Para los efectos de esta Ley, se consideran como servicios relacionados con las obras públicas, los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar y calcular los elementos que integran un proyecto de obra pública; las investigaciones, estudios, asesorías y consultorías que se vinculen con las acciones que regula esta Ley; la dirección o supervisión de la ejecución de las obras y los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir o incrementar la eficiencia de las instalaciones. Asimismo, quedan comprendidos dentro de los servicios relacionados con las obras públicas los siguientes conceptos:

- I La planeación y el diseño, incluyendo los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto de ingeniería básica, estructural, de instalaciones, de infraestructura, industrial, electromecánica y de cualquier otra especialidad de la ingeniería que se requiera para integrar un proyecto ejecutivo de obra pública.
- II La planeación y el diseño, incluyendo los trabajos que tengan por objeto concebir, diseñar, proyectar y calcular los elementos que integran un proyecto urbano, arquitectónico, de diseño gráfico o artístico y de cualquier otra especialidad del diseño, la arquitectura y el urbanismo, que se requiera para integrar un proyecto ejecutivo de obra pública.
- III. Los estudios técnicos de agrología y desarrollo pecuario, hidrología, mecánica de suelos, sismología, topografía, geología, geodesia, geotécnica, geofísica, geotermia, oceanografía, meteorología, aerofotogrametría, ambientales, ecológicos y de ingeniería de tránsito.
- IV Los estudios económicos y de planeación de preinversión, factibilidad técnico económica, ecológica o social, de evaluación, adaptación, tenencia de la tierra, financieros, de desarrollo y restitución de la eficiencia de las instalaciones.
- V Los trabajos de coordinación, supervisión y control de obra, de laboratorio de análisis y control de calidad; de laboratorio de geotécnica, de resistencia de materiales y radiografías industriales, de preparación de especificaciones de construcción, presupuestación o la elaboración de cualquier otro documento o trabajo para la adjudicación del contrato de obra correspondiente.
- VI. Los trabajos de organización, informática, comunicaciones, cibernética y sistemas aplicados a las materias que regula esta Ley;
- VII Los dictámenes, peritajes, avalúos y auditorías técnico normativas, y estudios aplicables a las materias que regula esta Ley.
- VIII Los estudios que tengan por objeto rehabilitar, corregir, sustituir o incrementar la eficiencia de las instalaciones en un bien inmueble,
- IX. Los estudios de apoyo tecnológico, incluyendo los de desarrollo y transferencia de tecnología entre otros, y
- X. Todos aquéllos de naturaleza análoga.

ARTÍCULO 5.- La aplicación de esta Ley será sin perjuicio de lo dispuesto en los tratados

ARTÍCULO 6.- Será responsabilidad de las dependencias y entidades mantener adecuada y satisfactoriamente aseguradas las obras públicas a partir del momento de su recepción.

ARTÍCULO 7.- El gasto para las obras públicas y servicios relacionados con las mismas se sujetará, en su caso, a las disposiciones específicas del Presupuesto de Egresos de la Federación, así como a lo previsto en la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 8.- La Secretaría, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y la Contraloría, en el ámbito de sus respectivas competencias, estarán facultadas para interpretar esta Ley para efectos administrativos.

La Contraloría dictará las disposiciones administrativas que sean estrictamente necesarias para el adecuado cumplimiento de esta Ley, tomando en cuenta la opinión de la Secretaría y, cuando corresponda, la de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Tales disposiciones se publicarán en el **Diario Oficial de la Federación**

ARTÍCULO 9.- Atendiendo a las disposiciones de esta Ley y a las demás que de ella emanen, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial dictará las reglas que deban observar las dependencias y entidades, derivadas de programas que tengan por objeto promover la participación de las empresas nacionales, especialmente de las micro, pequeñas y medianas

Para la expedición de las reglas a que se refiere el párrafo anterior, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial tomará en cuenta la opinión de la Secretaría y de la Contraloría.

ARTICULO 10.- En materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades serán los responsables de que, en la adopción e instrumentación de las acciones que deban llevar a cabo en cumplimiento de esta Ley, se observen criterios que promuevan la modernización y desarrollo administrativo, la descentralización de funciones y la efectiva delegación de facultades.

Las facultades conferidas por esta Ley a los titulares de las dependencias podrán ser ejercidas por los titulares de sus órganos desconcentrados, previo acuerdo delegatorio.

ARTÍCULO 11 - Corresponde a las dependencias y entidades llevar a cabo los procedimientos para contratar y ejecutar las obras públicas y servicios relacionados con las mismas, por lo que en ningún caso se podrán contratar servicios para que por su cuenta y orden se contraten las obras o servicios de que se trate.

ARTICULO 12.- En los casos de obras públicas y servicios relacionados con las mismas financiados con créditos externos otorgados al Gobierno Federal, o con su aval, los procedimientos, requisitos y demás disposiciones para su contratación serán establecidos por la Contraloría aplicando en lo procedente lo dispuesto por esta Ley y deberán precisarse en las convocatorias, invitaciones, bases y contratos correspondientes.

ARTÍCULO 13.- En lo no previsto por esta Ley y demás disposiciones que de ella se deriven, serán aplicables supletoriamente el Código Civil para el Distrito Federal en materia común y para toda la República en materia federal, la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y el Código Federal de Procedimientos Civiles.

ARTÍCULO 14.- Cuando por las condiciones especiales de las obras públicas o de los servicios relacionados con las mismas se requiera la intervención de dos o más dependencias o entidades, cada una de ellas será responsable de la ejecución de la parte de los trabajos que le corresponda, sin perjuicio de la responsabilidad que, en razón de sus respectivas atribuciones, tenga la encargada de la planeación y programación del conjunto.

En los convenios a que se refiere la fracción VI del artículo 1 de esta Ley, se establecerán los términos para la coordinación de las acciones entre las entidades federativas que correspondan y las dependencias y entidades.

ARTÍCULO 15.- Las controversias que se susciten con motivo de la interpretación o aplicación de esta Ley o de los contratos celebrados con base en ella, serán resueltas por los tribunales federales.

Sólo podrá convenirse compromiso arbitral respecto de aquellas controversias que determine la Contraloría mediante reglas de carácter general, previa opinión de la Secretaría y de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, ya sea en cláusula compromisoria incluida en el contrato o en convenio independiente.

Lo previsto en los dos párrafos anteriores es sin perjuicio de lo establecido en los tratados de que México sea parte, o de que en el ámbito administrativo la Contraloría conozca de las inconformidades que presenten los particulares en relación con los procedimientos de contratación, o bien, de las quejas que en audiencia de conciliación conozca sobre el incumplimiento de lo pactado en los contratos.

Lo dispuesto por este artículo se aplicará a los organismos descentralizados sólo cuando sus leyes no regulen de manera expresa la forma en que podrán resolver controversias.

Los actos, contratos y convenios que las dependencias y entidades realicen o celebren en contravención a lo dispuesto por esta Ley, serán nulos previa determinación de la autoridad competente.

ARTÍCULO 16.- Los contratos celebrados en el extranjero respecto de obras públicas o servicios relacionados con las mismas que deban ser ejecutados o prestados fuera del territorio nacional, se registrarán por la legislación del lugar donde se formalice el acto, aplicando en lo procedente lo dispuesto por esta Ley.

Cuando las obras y servicios hubieren de ser ejecutados o prestados en el país, tratándose exclusivamente de licitaciones públicas, su procedimiento y los contratos que deriven de ellas deberán realizarse dentro del territorio nacional.

TITULO SEGUNDO
DE LA PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN
CAPÍTULO ÚNICO

ARTÍCULO 17.- En la planeación de las obras públicas y de los servicios relacionados con las mismas, las dependencias y entidades deberán ajustarse a

- I. Lo dispuesto por la Ley General de Asentamientos Humanos;
- II. Los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales institucionales, regionales y especiales que correspondan, así como a las previsiones contenidas en sus programas anuales, y
- III. Los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los presupuestos de egresos de la Federación o de las entidades respectivas

ARTÍCULO 18.- Las dependencias o entidades que requieran contratar o realizar estudios o proyectos, previamente verificarán si en sus archivos o, en su caso, en los de la coordinadora del sector correspondiente, existen estudios o proyectos sobre la materia de que se trate. En el supuesto de que se advierta su existencia y se compruebe que los mismos satisfacen los requerimientos de la entidad o dependencia, no procederá la contratación, con excepción de aquellos trabajos que sean necesarios para su adecuación, actualización o complemento

A fin de complementar lo anterior, las entidades deberán remitir a su coordinadora de sector una descripción sucinta del objeto de los contratos que en estas materias celebren, así como de sus productos

Los contratos de servicios relacionados con las obras públicas sólo se podrán celebrar cuando las áreas responsables de su ejecución no dispongan cuantitativa o cualitativamente de los elementos, instalaciones y personal para llevarlos a cabo, lo cual deberá justificarse a través del dictamen que para tal efecto emita el titular del área responsable de los trabajos.

ARTÍCULO 19.- Las dependencias y entidades que realicen obras públicas y servicios relacionados con las mismas, sea por contrato o por administración directa, así como los contratistas con quienes aquellas contraten, observarán las disposiciones que en materia de asentamientos humanos, desarrollo urbano y construcción rijan en el ámbito federal, estatal y municipal.

Las dependencias y entidades, cuando sea el caso, previamente a la realización de los trabajos, deberán tramitar y obtener de las autoridades competentes los dictámenes, permisos, licencias, derechos de bancos de materiales, así como la propiedad o los derechos de propiedad incluyendo derechos de vía y expropiación de inmuebles sobre los cuales se ejecutaran las obras públicas. En las bases de licitación se precisarán, en su caso, aquellos trámites que corresponderá realizar al contratista.

ARTÍCULO 20.- Las dependencias y entidades estarán obligadas a considerar los efectos sobre el medio ambiente que pueda causar la ejecución de las obras públicas con sustento en la evaluación de impacto ambiental prevista por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Los proyectos deberán incluir las obras necesarias para que se preserven o restituyan en forma equivalente las condiciones ambientales cuando éstas pudieren deteriorarse y se dará la intervención que corresponda a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, y a las dependencias y entidades que tengan atribuciones en la materia

ARTÍCULO 21.- Las dependencias y entidades según las características, complejidad y magnitud de los trabajos formularán sus programas anuales de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas y los que abarquen más de un ejercicio presupuestal, así como sus respectivos presupuestos, considerando:

- I. Los estudios de preinversión que se requieran para definir la factibilidad técnica, económica, ecológica y social de los trabajos,
- II. Los objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo,

- III. Las acciones previas, durante y posteriores a la ejecución de las obras públicas incluyendo cuando corresponda, las obras principales, las de infraestructura, las complementarias y accesorias así como las acciones para poner aquéllas en servicio.
- IV. Las características ambientales, climáticas y geográficas de la región donde deba realizarse la obra pública.
- V. Las normas aplicables conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización o, a falta de estas, las normas internacionales.
- VI. Los resultados previsibles.
- VII. La coordinación que sea necesaria para resolver posibles interferencias y evitar duplicidad de trabajos o interrupción de servicios públicos.
- VIII. La calendarización física y financiera de los recursos necesarios para la realización de estudios y proyectos, la ejecución de los trabajos, así como los gastos de operación.
- IX. Las unidades responsables de su ejecución, así como las fechas previstas de iniciación y terminación de los trabajos.
- X. Las investigaciones, asesorías, consultorías y estudios que se requieran, incluyendo los proyectos arquitectónicos y de ingeniería necesarios.
- XI. La adquisición y regularización de la tenencia de la tierra, así como la obtención de los permisos de construcción necesarios.
- XII. La ejecución, que deberá incluir el costo estimado de las obras públicas y servicios relacionados con las mismas que se realicen por contrato y, en caso de realizarse por administración directa, los costos de los recursos necesarios; las condiciones de suministro de materiales, de maquinaria, de equipos o de cualquier otro accesorio relacionado con los trabajos; los cargos para pruebas y funcionamiento, así como los indirectos de los trabajos.
- XIII. Los trabajos de mantenimiento de los bienes inmuebles a su cargo.
- XIV. Los permisos, autorizaciones y licencias que se requieran.
- XV. Toda instalación pública deberá asegurar la accesibilidad, evacuación, libre tránsito sin barreras arquitectónicas, para todas las personas; y deberán cumplir con las normas de diseño y de señalización que se emitan, en instalaciones, circulaciones, servicios sanitarios y demás instalaciones análogas para las personas con discapacidad, y
- XVI. Las demás previsiones y características de los trabajos.

ARTÍCULO 22.- Las dependencias y entidades pondrán a disposición de los interesados y remitirán a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, a más tardar el 31 de marzo de cada año, su programa anual de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, con excepción de aquella información que, de conformidad con las disposiciones aplicables, sea de naturaleza confidencial.

El citado programa será de carácter informativo, no implicará compromiso alguno de contratación y podrá ser adicionado, modificado, suspendido o cancelado, sin responsabilidad alguna para la dependencia o entidad de que se trate.

Para efectos informativos, la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial integrará y difundirá los programas anuales de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, para lo cual podrá requerir a las dependencias y entidades la información que sea necesaria respecto de las modificaciones a dichos programas.

ARTÍCULO 23.- En las obras públicas y los servicios relacionados con las mismas, cuya ejecución rebase un ejercicio presupuestal, las dependencias o entidades deberán determinar tanto el presupuesto total, como

el relativo a los ejercicios de que se trate, en la formulación de los presupuestos de los ejercicios subsecuentes, además de considerar los costos que, en su momento se encuentren vigentes se deberán tomar en cuenta las previsiones necesarias para los ajustes de costos y convenios que aseguren la continuidad de los trabajos

El presupuesto actualizado será la base para solicitar la asignación de cada ejercicio presupuestal subsecuente

La asignación presupuestal aprobada para cada contrato servirá de base para otorgar, en su caso, el porcentaje pactado por concepto de anticipo.

Para los efectos de este artículo las dependencias y entidades observarán lo dispuesto en el artículo 37 de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal.

ARTÍCULO 24.- Las dependencias y entidades podrán convocar, adjudicar o contratar obras públicas y servicios relacionados con las mismas, solamente cuando cuenten con la autorización global o específica por parte de la Secretaría, del presupuesto de inversión y de gasto corriente, conforme a los cuales deberán elaborarse los programas de ejecución y pagos correspondientes

En casos excepcionales y previa aprobación de la Secretaría, las dependencias y entidades podrán convocar sin contar con dicha autorización.

Para la realización de obras públicas se requerirá contar con los estudios y proyectos, especificaciones de construcción, normas de calidad y el programa de ejecución totalmente terminados, o bien, con un avance en su desarrollo que permita a los licitantes preparar una propuesta solvente y ejecutar ininterrumpidamente los trabajos hasta su conclusión

ARTÍCULO 25.- Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades, atendiendo a la cantidad de obras públicas y servicios relacionados con las mismas que realicen, podrán establecer comités de obras públicas, los cuales tendrán como mínimo las siguientes funciones:

- I. Revisar los programas y presupuestos de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, así como formular las observaciones y recomendaciones convenientes,
- II. Proponer las políticas, bases y lineamientos en materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, así como autorizar los supuestos no previstos en estos, sometiendo a consideración del titular de la dependencia o al órgano de gobierno en el caso de las entidades;
- III. Dictaminar, previamente a la iniciación del procedimiento, sobre la procedencia de no celebrar licitaciones públicas por encontrarse en alguno de los supuestos de excepción previstos en el artículo 42 de esta Ley,
- IV. Autorizar, cuando se justifique, la creación de subcomités de obras públicas, así como aprobar la integración y funcionamiento de los mismos;
- V. Elaborar y aprobar el manual de integración y funcionamiento del comité, conforme a las bases que expida la Contraloría, y
- VI. Coadyuvar al cumplimiento de esta Ley y demás disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 26.- Las dependencias y entidades podrán realizar las obras públicas y servicios relacionados con las mismas por alguna de las dos formas siguientes:

- I. Por contrato, o
- II. Por administración directa

TÍTULO TERCERO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CONTRATACIÓN

CAPÍTULO PRIMERO GENERALIDADES

ARTICULO 27.- Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar obras públicas y servicios relacionados con las mismas, mediante los procedimientos de contratación que a continuación se señalan:

- I. Licitación pública
- II. Invitación a cuando menos tres personas, o
- III. Adjudicación directa

En los procedimientos de contratación deberán establecerse los mismos requisitos y condiciones para todos los participantes, especialmente por lo que se refiere a tiempo y lugar de entrega, plazos de ejecución, normalización aplicable en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, forma y tiempo de pago, penas convencionales, anticipos y garantías, debiendo las dependencias y entidades proporcionar a todos los interesados igual acceso a la información relacionada con dichos procedimientos, a fin de evitar favorecer a algún participante.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, tomando en cuenta la opinión de la Contraloría, determinará de acuerdo con lo establecido en el artículo 30 de esta Ley el carácter nacional o internacional de los procedimientos de contratación y los criterios para determinar el contenido nacional de los trabajos a contratar, en razón de las reservas, medidas de transición u otros supuestos establecidos en los tratados.

La Contraloría pondrá a disposición pública, a través de los medios de difusión electrónica que establezca, la información que obre en su base de datos correspondiente a las convocatorias y bases de las licitaciones y, en su caso, sus modificaciones; las actas de las juntas de aclaraciones y de visita a instalaciones, los fallos de dichas licitaciones o las cancelaciones de estas, y los datos relevantes de los contratos adjudicados, sean por licitación, invitación o adjudicación directa.

ARTÍCULO 28.- Los contratos de obras públicas y los de servicios relacionados con las mismas se adjudicarán, por regla general, a través de licitaciones públicas, mediante convocatoria pública, para que libremente se presenten proposiciones solventes en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar al Estado las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes, de acuerdo con lo que establece la presente Ley.

El sobre a que hace referencia este artículo podrá entregarse, a elección del licitante, en el lugar de celebración del acto de presentación y apertura de proposiciones; o bien, si así lo establece la convocante, enviarlo a través del servicio postal o de mensajería, o por medios remotos de comunicación electrónica, conforme a las disposiciones administrativas que establezca la Contraloría.

En el caso de las proposiciones presentadas por medios remotos de comunicación electrónica el sobre será generado mediante el uso de tecnologías que resguarden la confidencialidad de la información de tal forma que sea inviolable, conforme a las disposiciones técnicas que al efecto establezca la Contraloría.

Las proposiciones presentadas deberán ser firmadas autógrafamente por los licitantes o sus apoderados; en el caso de que éstas sean enviadas a través de medios remotos de comunicación electrónica, en sustitución de la firma autógrafa, se emplearán medios de identificación electrónica, los cuales producirán los mismos efectos que las leyes otorgan a los documentos correspondientes y, en consecuencia, tendrán el mismo valor probatorio.

La Contraloría operará y se encargará del sistema de certificación de los medios de identificación electrónica que utilicen los licitantes y será responsable de ejercer el control de estos medios, salvaguardando la confidencialidad de la información que se remita por esta vía.

ARTÍCULO 29.- En los procedimientos de contratación de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas, las dependencias y entidades optarán, en igualdad de condiciones, por el empleo de los recursos humanos del país y por la utilización de bienes o servicios de procedencia nacional y los propios de la región, sin perjuicio de lo dispuesto en los tratados.

CAPÍTULO SEGUNDO DE LA LICITACIÓN PÚBLICA

ARTÍCULO 30.- Las licitaciones públicas podrán ser:

- I Nacionales, cuando únicamente puedan participar personas de nacionalidad mexicana o
- II Internacionales, cuando puedan participar tanto personas de nacionalidad mexicana como extranjera

Solamente se deberán llevar a cabo licitaciones internacionales en los siguientes casos:

- a) Cuando resulte obligatorio conforme a lo establecido en los tratados,
- b) Cuando, previa investigación que realice la dependencia o entidad convocante, los contratistas nacionales no cuenten con la capacidad para la ejecución de los trabajos o sea conveniente en términos de precio,
- c) Cuando habiéndose realizado una de carácter nacional, no se presenten propuestas, y
- d) Cuando así se estipule para las contrataciones financiadas con créditos externos otorgados al Gobierno Federal o con su aval.

Podrá negarse la participación a extranjeros en licitaciones internacionales, cuando con el país del cual sean nacionales no se tenga celebrado un tratado y ese país no conceda un trato recíproco a los licitantes, contratistas, bienes o servicios mexicanos.

En las licitaciones públicas, podrá requerirse la incorporación de materiales, maquinaria y equipo de instalación permanente, de fabricación nacional, por el porcentaje del valor de los trabajos que determine la convocante.

ARTÍCULO 31.- Las convocatorias podrán referirse a una o más obras públicas o servicios relacionados con las mismas, y contendrán:

- I. El nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante;
- II. La forma en que los licitantes deberán acreditar su existencia legal, la experiencia y capacidad técnica y financiera que se requiera para participar en la licitación, -de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos;
- III. La indicación de los lugares, fechas y horarios en que los interesados podrán obtener las bases de la licitación y, en su caso, el costo y forma de pago de las mismas. Cuando las bases impliquen un costo, éste será fijado sólo en razón de la recuperación de las erogaciones por publicación de la convocatoria y de la reproducción de los documentos que se entreguen; los interesados podrán revisarlas previamente a su pago, el cual será requisito para participar en la licitación. Igualmente, los interesados podrán consultar y adquirir las bases de las licitaciones por los medios de difusión electrónica que establezca la Contraloría,
- IV. La fecha, hora y lugar de celebración de las dos etapas del acto de presentación y apertura de proposiciones y de la visita al sitio de realización de los trabajos;
- V. La indicación de si la licitación es nacional o internacional, y en caso de ser internacional, si se realizará o no bajo la cobertura del capítulo de compras del sector público de algún tratado, y el idioma o idiomas, además del español, en que podrán presentarse las proposiciones;
- VI. La indicación de que ninguna de las condiciones contenidas en las bases de la licitación, así como en las proposiciones presentadas por los licitantes, podrán ser negociadas,
- VII. La descripción general de la obra o del servicio y el lugar en donde se llevarán a cabo los trabajos, así como, en su caso, la indicación de que podrán subcontratarse partes de los mismos,
- VIII. Plazo de ejecución de los trabajos determinado en días naturales, indicando la fecha estimada de inicio de los mismos,
- IX. Los porcentajes de los anticipos que, en su caso, se otorgarían;
- X. La indicación de que no podrán participar las personas que se encuentren en los supuestos del artículo 51 de esta Ley,

- XI. Determinación en su caso, del porcentaje de contenido nacional, y
- XII. Los demás requisitos generales que deberán cumplir los interesados, según las características, complejidad y magnitud de los trabajos

ARTÍCULO 32.- Las convocatorias se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

ARTÍCULO 33.- Las bases que emitan las dependencias y entidades para las licitaciones públicas se pondrán a disposición de los interesados, tanto en el domicilio señalado por la convocante como en los medios de difusión electrónica que establezca la Contraloría, a partir del día en que se publique la convocatoria y hasta, inclusive, el sexto día natural previo al acto de presentación y apertura de proposiciones, siendo responsabilidad exclusiva de los interesados adquirirlas oportunamente durante este periodo, y contendrán en lo aplicable como mínimo, lo siguiente:

- I. Nombre, denominación o razón social de la dependencia o entidad convocante,
- II. Forma en que deberá acreditar la existencia y personalidad jurídica el licitante,
- III. Fecha, hora y lugar de la junta de aclaraciones a las bases de la licitación, siendo optativa la asistencia a las reuniones que, en su caso, se realicen; fecha, hora y lugar de celebración de las dos etapas del acto de la presentación y apertura de proposiciones; comunicación del fallo y firma del contrato,
- IV. Señalamiento de que será causa de descalificación el incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en las bases de la licitación, así como la comprobación de que algún licitante ha acordado con otro u otros elevar el costo de los trabajos, o cualquier otro acuerdo que tenga como fin obtener una ventaja sobre los demás licitantes;
- V. Idioma o idiomas, además del español, en que podrán presentarse las proposiciones;
- VI. Moneda o monedas en que podrán presentarse las proposiciones. En los casos en que se permita hacer la cotización en moneda extranjera se deberá establecer que el pago que se realice en el territorio nacional se hará en moneda nacional y al tipo de cambio de la fecha en que se haga dicho pago;
- VII. La indicación de que ninguna de las condiciones contenidas en las bases de la licitación, así como en las proposiciones presentadas por los licitantes podrán ser negociadas;
- VIII. Criterios claros y detallados para la adjudicación de los contratos, de conformidad con lo establecido por el artículo 38 de esta Ley,
- IX. Proyectos arquitectónicos y de ingeniería que se requieran para preparar la proposición; normas de calidad de los materiales y especificaciones generales y particulares de construcción aplicables, en el caso de las especificaciones particulares, deberán ser firmadas por el responsable del proyecto;
- X. Tratándose de servicios relacionados con las obras públicas, los términos de referencia que deberán precisar el objeto y alcances del servicio; las especificaciones generales y particulares; el producto esperado y la forma de presentación;
- XI. Relación de materiales y equipo de instalación permanente que, en su caso, proporcione la convocante, debiendo acompañar los programas de suministro correspondientes,
- XII. En su caso, el señalamiento del porcentaje de contenido nacional del valor de la obra que deberán cumplir los licitantes en materiales, maquinaria y equipo de instalación permanente, que serían utilizados en la ejecución de los trabajos.
- XIII. Experiencia, capacidad técnica y financiera necesaria de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos;
- XIV. Datos sobre las garantías; porcentajes, forma y términos de los anticipos que se concedan,

- XV. Cuando proceda, lugar, fecha y hora para la visita al sitio de realización de los trabajos la que deberá llevarse a cabo dentro del período comprendido entre el cuarto día natural siguiente a aquel en que se publique la convocatoria y el sexto día natural previo al acto de presentación y apertura de proposiciones.
- XVI. Información específica sobre las partes de los trabajos que podrán subcontratarse
- XVII. Plazo de ejecución de los trabajos determinado en días naturales indicando la fecha estimada de inicio de los mismos .
- XVIII. Modelo de contrato al que se sujetaran las partes.
- XIX. Tratándose de contratos a precio alzado o mixtos en su parte correspondiente, a las condiciones de pago.
- XX. Tratándose de contratos a precios unitarios o mixtos en su parte correspondiente, el procedimiento de ajuste de costos que deberá aplicarse, así como el catálogo de conceptos, cantidades y unidades de medición, debe ser firmado por el responsable del proyecto, y la relación de conceptos de trabajo más significativos, de los cuales deberán presentar análisis y relación de los costos básicos de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción que intervienen en dichos análisis. En todos los casos se deberá prever que cada concepto de trabajo este debidamente integrado y soportado, preferentemente, en las especificaciones de construcción y normas de calidad solicitadas, procurando que estos conceptos sean congruentes con las cantidades de trabajo requeridos por el proyecto;
- XXI. La indicación de que el licitante que no firme el contrato por causas imputables al mismo será sancionado en los términos del artículo 78 de esta Ley;
- XXII. En su caso, términos y condiciones a que deberá ajustarse la participación de los licitantes cuando las proposiciones sean enviadas a través del servicio postal o de mensajería, o por medios remotos de comunicación electrónica. El que los licitantes opten por utilizar alguno de estos medios para enviar sus proposiciones no limita, en ningún caso, que asistan a los diferentes actos derivados de una licitación, y
- XXIII. Los demás requisitos generales que, por las características, complejidad y magnitud de los trabajos, deberán cumplir los interesados, los que no deberán limitar la libre participación de estos

Para la participación, contratación o adjudicación en obras públicas o servicios relacionados con las mismas no se le podrá exigir al particular requisitos distintos a los señalados por esta Ley.

ARTÍCULO 34.- El plazo para la presentación y apertura de proposiciones de las licitaciones internacionales no podrá ser inferior a veinte días naturales, contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria

En licitaciones nacionales, el plazo para la presentación y apertura de proposiciones será, cuando menos, de quince días naturales contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria

Cuando no puedan observarse los plazos indicados en este artículo porque existan razones justificadas del área solicitante de los trabajos siempre que ello no tenga por objeto limitar el número de participantes, el titular del área responsable de la contratación podrá reducir los plazos a no menos de diez días naturales, contados a partir de la fecha de publicación de la convocatoria.

ARTÍCULO 35.- Las dependencias y entidades, siempre que ello no tenga por objeto limitar el número de licitantes, podrán modificar los plazos u otros aspectos establecidos en la convocatoria o en las bases de licitación, a partir de la fecha en que sea publicada la convocatoria y hasta, inclusive, el sexto día natural previo al acto de presentación y apertura de proposiciones, siempre que

- I. Tratándose de la convocatoria, las modificaciones se hagan del conocimiento de los interesados a través de los mismos medios utilizados para su publicación, y

- II. En el caso de las bases de la licitación, se publique un aviso en el **Diario Oficial de la Federación** a fin de que los interesados concurren ante la propia dependencia o entidad para conocer de manera específica, las modificaciones respectivas

No será necesario hacer la publicación del aviso a que se refiere esta fracción, cuando las modificaciones deriven de las juntas de aclaraciones, siempre que a más tardar en el plazo señalado en este artículo, se entregue copia del acta respectiva a cada uno de los licitantes que hayan adquirido las bases de la correspondiente licitación

Las modificaciones de que trata este artículo en ningún caso podrán consistir en la sustitución o variación sustancial de los trabajos convocados originalmente, o bien, en la adición de otros distintos

Cualquier modificación a las bases de la licitación, derivada del resultado de la o las juntas de aclaraciones, será considerada como parte integrante de las propias bases de licitación

ARTÍCULO 36.- La entrega de proposiciones se hará en dos sobres cerrados que contendrán, por separado, la propuesta técnica y la propuesta económica. La documentación distinta a las propuestas podrá entregarse, a elección del licitante, dentro o fuera del sobre que contenga la técnica.

Dos o más personas podrán presentar conjuntamente proposiciones en las licitaciones sin necesidad de constituir una sociedad, o nueva sociedad en caso de personas morales, siempre que, para tales efectos, en la propuesta y en el contrato se establezcan con precisión y a satisfacción de la dependencia o entidad, las partes de los trabajos que cada persona se obligará a ejecutar, así como la manera en que se exigirá el cumplimiento de las obligaciones. En este supuesto la propuesta deberá ser firmada por el representante común que para ese acto haya sido designado por el grupo de personas.

Previo al acto de presentación y apertura de proposiciones, las convocantes podrán efectuar el registro de participantes, así como realizar revisiones preliminares a la documentación distinta a la propuesta técnica y económica. Lo anterior será optativo para los licitantes, por lo que no se podrá impedir el acceso a quienes hayan cubierto el costo de las bases y decidan presentar su documentación y proposiciones durante el propio acto.

ARTÍCULO 37.- El acto de presentación y apertura de proposiciones se llevará a cabo en dos etapas, conforme a lo siguiente:

- I. En la primera etapa, una vez recibidas las proposiciones en sobres cerrados; se procederá a la apertura de la propuesta técnica exclusivamente y se desecharán las que hubieren omitido alguno de los requisitos exigidos;
- II. Por lo menos un licitante, si asistiere alguno, y dos servidores públicos de la dependencia o entidad presentes, rubricarán las partes de las propuestas técnicas presentadas que previamente haya determinado la convocante en las bases de licitación, las que para estos efectos constarán documentalente, así como los correspondientes sobres cerrados que contengan las propuestas económicas de los licitantes, incluidos los de aquéllos cuyas propuestas técnicas hubieren sido desechadas, quedando en custodia de la propia convocante, quien de estimarlo necesario podrá señalar nueva fecha, lugar y hora en que se dará apertura a las propuestas económicas;
- III. Se levantará acta de la primera etapa, en la que se harán constar las propuestas técnicas aceptadas para su análisis, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron; el acta será firmada por los asistentes y se pondrá a su disposición o se les entregará copia de la misma, la falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos, poniéndose a partir de esa fecha a disposición de los que no hayan asistido, para efecto de su notificación;
- IV. La convocante procederá a realizar el análisis de las propuestas técnicas aceptadas, debiendo dar a conocer el resultado a los licitantes en la segunda etapa, previo a la apertura de las propuestas económicas;
- V. En la segunda etapa, una vez conocido el resultado técnico, se procederá a la apertura de las propuestas económicas de los licitantes cuyas propuestas técnicas no hubieren sido desechadas, y

se dará lectura al importe total de las propuestas que cubran los requisitos exigidos. Por lo menos un licitante, si asistiere alguno, y dos servidores públicos presentes rubricarán el catálogo de conceptos, en el que se consignen los precios y el importe total de los trabajos objeto de la licitación.

Se señalarán lugar, fecha y hora en que se dará a conocer el fallo de la licitación, esta fecha deberá quedar comprendida dentro de los cuarenta días naturales siguientes a la fecha de inicio de la primera etapa, y podrá diferirse, siempre que el nuevo plazo fijado no exceda de veinte días naturales contados a partir del plazo establecido originalmente para el fallo y

- 4) Se levantará acta de la segunda etapa en la que se hará constar el resultado técnico, las propuestas económicas aceptadas para su análisis, sus importes, así como las que hubieren sido desechadas y las causas que lo motivaron, el acta será firmada por los asistentes y se pondrá a su disposición o se les entregará copia de la misma, la falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos, poniéndose a partir de esa fecha a disposición de los que no hayan asistido, para efecto de su notificación.

ARTÍCULO 38.- Las dependencias y entidades para hacer la evaluación de las proposiciones, deberán verificar que las mismas cumplan con los requisitos solicitados en las bases de licitación, para tal efecto, la convocante deberá establecer los procedimientos y los criterios claros y detallados para determinar la solvencia de las propuestas, dependiendo de las características, complejidad y magnitud de los trabajos por realizar.

Tratándose de obras públicas, deberá verificar, entre otros aspectos, el cumplimiento de las condiciones legales exigidas al licitante, que los recursos propuestos por el licitante sean los necesarios para ejecutar satisfactoriamente, conforme al programa de ejecución, las cantidades de trabajo establecidas, que el análisis, cálculo e integración de los precios sean acordes con las condiciones de costos vigentes en la zona o región donde se ejecuten los trabajos. En ningún caso podrán utilizarse mecanismos de puntos y porcentajes en su evaluación.

Tratándose de servicios relacionados con las obras públicas, deberá verificar, entre otros aspectos, el cumplimiento de las condiciones legales exigidas al licitante, que el personal propuesto por el licitante cuente con la experiencia, capacidad y recursos necesarios para la realización de los trabajos solicitados por la convocante en los respectivos términos de referencia; que los tabuladores de sueldos, la integración de las plantillas y el tiempo de ejecución correspondan al servicio ofertado. Atendiendo a las características propias de cada servicio y siempre y cuando se demuestre su conveniencia se utilizarán mecanismos de puntos y porcentajes para evaluar las propuestas, salvo en los casos de asesorías y consultorías donde invariablemente deberán utilizarse estos mecanismos, de acuerdo con los lineamientos que para tal efecto emita la Contraloría.

No serán objeto de evaluación las condiciones establecidas por las convocantes que tengan como propósito facilitar la presentación de las proposiciones y agilizar la conducción de los actos de la licitación, así como cualquier otro requisito, cuyo incumplimiento por sí mismo, no afecte la solvencia de las propuestas. La inobservancia por parte de los licitantes respecto a dichas condiciones o requisitos no será motivo para desechar sus propuestas.

Una vez hecha la evaluación de las proposiciones, el contrato se adjudicará de entre los licitantes, a aquél cuya propuesta resulte solvente porque reúne, conforme a los criterios de adjudicación establecidos en las bases de licitación, las condiciones legales, técnicas y económicas requeridas por la convocante, y garantice satisfactoriamente el cumplimiento de las obligaciones respectivas.

Si resultare que dos o más proposiciones son solventes porque satisfacen la totalidad de los requerimientos solicitados por la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la proposición cuyo precio sea el más bajo.

La convocante emitirá un dictamen que servirá como base para el fallo, en el que se hará constar una reseña cronológica de los actos del procedimiento, el análisis de las proposiciones y las razones para admitirlas o desecharlas.

ARTICULO 39.- En junta pública se dará a conocer el fallo de la licitación, a la que libremente podrán asistir los licitantes que hubieren participado en el acto de presentación y apertura de proposiciones, levantándose el acta respectiva, que firmarán los asistentes, a quienes se entregará copia de la misma. La falta de firma de algún licitante no invalidará su contenido y efectos, poniéndose a partir de esa fecha a disposición de los que no hayan asistido, para efecto de su notificación. En sustitución de esa junta, las dependencias y entidades podrán optar por notificar el fallo de la licitación por escrito a cada uno de los licitantes dentro de los cinco días naturales siguientes a su emisión.

En el mismo acto de fallo o adjunta a la comunicación referida, las dependencias y entidades proporcionarán por escrito a los licitantes la información acerca de las razones por las cuales su propuesta no resultó ganadora.

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno, sin embargo, procederá la inconformidad que se interponga por los licitantes en los términos del artículo 83 de esta Ley.

ARTÍCULO 40.- Las dependencias y entidades procederán a declarar desierta una licitación cuando las propuestas presentadas no reúnan los requisitos de las bases de la licitación o sus precios no fueren aceptables, y expedirán una segunda convocatoria.

Las dependencias y entidades podrán cancelar una licitación por caso fortuito o fuerza mayor. De igual manera, podrán cancelar cuando existan circunstancias, debidamente justificadas, que provoquen la extinción de la necesidad de contratar los trabajos y que de continuarse con el procedimiento de contratación se pudiera ocasionar un daño o perjuicio a la propia dependencia o entidad.

CAPÍTULO TERCERO DE LAS EXCEPCIONES A LA LICITACIÓN PÚBLICA

ARTICULO 41.- En los supuestos que prevé el siguiente artículo, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán optar por no llevar a cabo el procedimiento de licitación pública y celebrar contratos a través de los procedimientos de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa.

La selección que realicen las dependencias y entidades deberá fundarse y motivarse, según las circunstancias que concurren en cada caso, en criterios de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado. El acreditamiento de los criterios mencionados y la justificación para el ejercicio de la opción, deberá constar por escrito y ser firmado por el titular del área responsable de la ejecución de los trabajos.

En cualquier supuesto se invitará a personas que cuenten con capacidad de respuesta inmediata, así como con los recursos técnicos, financieros y demás que sean necesarios, de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos a ejecutar.

En estos casos, el titular del área responsable de la contratación de los trabajos, a más tardar el último día hábil de cada mes, enviará al órgano interno de control en la dependencia o entidad de que se trate, un informe relativo a los contratos formalizados durante el mes calendario inmediato anterior, acompañando copia del escrito aludido en este artículo y de un dictamen en el que se hará constar el análisis de la o las propuestas y las razones para la adjudicación del contrato. No será necesario rendir este informe en las operaciones que se realicen al amparo del artículo 42, fracción IV, de esta Ley.

ARTÍCULO 42.- Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar obras públicas o servicios relacionados con las mismas, sin sujetarse al procedimiento de licitación pública, a través de los procedimientos de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa, cuando.

- I El contrato sólo pueda celebrarse con una determinada persona por tratarse de obras de arte, titularidad de patentes, derechos de autor u otros derechos exclusivos;

- II. Peligre o se altere el orden social, la economía, los servicios públicos, la salubridad, la seguridad o el ambiente de alguna zona o región del país como consecuencia de desastres producidos por fenómenos naturales;
- III. Existan circunstancias que puedan provocar pérdidas o costos adicionales importantes, debidamente justificados.
- IV. Se realicen con fines exclusivamente militares o para la Armada, sean necesarios para garantizar la seguridad interior de la Nación o comprometan información de naturaleza confidencial para el Gobierno Federal.
- V. Derivado de caso fortuito o fuerza mayor, no sea posible ejecutar los trabajos mediante el procedimiento de licitación pública en el tiempo requerido para atender la eventualidad de que se trate, en este supuesto deberán limitarse a lo estrictamente necesario para afrontarla;
- VI. Se hubiere rescindido el contrato respectivo por causas imputables al contratista que hubiere resultado ganador en una licitación. En estos casos la dependencia o entidad podrá adjudicar el contrato al licitante que haya presentado la siguiente proposición solvente más baja, siempre que la diferencia en precio con respecto a la propuesta que inicialmente hubiere resultado ganadora no sea superior al diez por ciento;
- VII. Se realicen dos licitaciones públicas que hayan sido declaradas desiertas;
- VIII. Se trate de trabajos de mantenimiento, restauración, reparación y demolición de inmuebles, en los que no sea posible precisar su alcance, establecer el catálogo de conceptos, cantidades de trabajo, determinar las especificaciones correspondientes o elaborar el programa de ejecución.
- IX. Se trate de trabajos que requieran fundamentalmente de mano de obra campesina o urbana marginada, y que la dependencia o entidad contrate directamente con los habitantes beneficiarios de la localidad o del lugar donde deban realizarse los trabajos, ya sea como personas físicas o morales.
- X. Se trate de servicios relacionados con las obras públicas prestados por una persona física, siempre que éstos sean realizados por ella misma, sin requerir de la utilización de más de un especialista o técnico, o
- XI. Se acepte la ejecución de los trabajos a título de dación en pago, en los términos de la Ley del Servicio de Tesorería de la Federación.

ARTÍCULO 43.- Sin perjuicio de lo señalado en el artículo anterior, las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán contratar obras públicas o servicios relacionados con las mismas, sin sujetarse al procedimiento de licitación pública, a través de los de invitación a cuando menos tres personas o de adjudicación directa, cuando el importe de cada contrato no exceda de los montos máximos que al efecto se establecerán en el Presupuesto de Egresos de la Federación, siempre que los contratos no se fraccionen para quedar comprendidas en los supuestos de excepción a la licitación pública a que se refiere este artículo.

Cuando diversas áreas de las dependencias o entidades sean las que por sí mismas realicen las contrataciones, los montos a que se refiere este artículo se calcularán de acuerdo con el presupuesto que a cada una de ellas le corresponda ejercer.

La suma de los montos de los contratos que se realicen al amparo de este artículo no podrá exceder del veinte por ciento del presupuesto autorizado a las dependencias y entidades para realizar obras públicas y servicios relacionados con las mismas en cada ejercicio presupuestal.

En casos excepcionales, el titular de la dependencia o el órgano de gobierno de la entidad, de manera indelegable y bajo su responsabilidad, podrá fijar un porcentaje mayor al indicado en este artículo, debiéndolo hacer del conocimiento del órgano interno de control

En el supuesto de que dos procedimientos de invitación a cuando menos tres personas hayan sido declarados desiertos, el titular del área responsable de la contratación de los trabajos en la dependencia o entidad podrá adjudicar directamente el contrato.

ARTÍCULO 44.- El procedimiento de invitación a cuando menos tres personas se sujetara a lo siguiente:

- I El acto presentación y apertura de proposiciones se llevará a cabo en dos etapas, para lo cual la apertura de los sobres podrá hacerse sin la presencia de los correspondientes licitantes, pero invariablemente se invitara a un representante del órgano interno de control en la dependencia o entidad.
- II Para llevar a cabo la adjudicación correspondiente, se deberá contar con un mínimo de tres propuestas susceptibles de analizarse técnicamente.
- III En las bases se indicarán, según las características, complejidad y magnitud de los trabajos, aquellos aspectos que correspondan al artículo 33 de esta Ley.
- IV Los plazos para la presentación de las proposiciones se fijaran para cada contrato, atendiendo a las características, complejidad y magnitud de los trabajos;
- V. El carácter nacional o internacional en los términos del artículo 30 de esta Ley, y
- VI A las demás disposiciones de esta Ley que resulten aplicables.

**TÍTULO CUARTO
DE LOS CONTRATOS
CAPÍTULO PRIMERO
DE LA CONTRATACIÓN**

ARTÍCULO 45.- Para los efectos de esta Ley, los contratos de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas podrán ser de tres tipos:

- I. Sobre la base de precios unitarios, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total que deba cubrirse al contratista se hará por unidad de concepto de trabajo terminado;
- II A precio alzado, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total fijo que deba cubrirse al contratista será por los trabajos totalmente terminados y ejecutados en el plazo establecido
Las proposiciones que presenten los contratistas para la celebración de estos contratos, tanto en sus aspectos técnicos como económicos, deberán estar desglosadas por lo menos en cinco actividades principales, y
- III. Mixtos, cuando contengan una parte de los trabajos sobre la base de precios unitarios y otra, a precio alzado.

Las dependencias y entidades podrán incorporar en las bases de licitación las modalidades de contratación que tiendan a garantizar al Estado las mejores condiciones en la ejecución de los trabajos, siempre que con ello no desvirtuen el tipo de contrato que se haya licitado

Los trabajos cuya ejecución comprendan más de un ejercicio presupuestal deberán formularse en un solo contrato, por la vigencia que resulte necesaria para la ejecución de los trabajos, quedando únicamente sujetos a la autorización presupuestal para cada ejercicio, en los términos del artículo 30 de la Ley de Presupuesto Contabilidad y Gasto Público Federal.

ARTÍCULO 46 - Los contratos de obras públicas y servicios relacionados con las mismas contendrán, como mínimo, lo siguiente:

- I. La autorización del presupuesto para cubrir el compromiso derivado del contrato y sus anexos,
- II. La indicación del procedimiento conforme al cual se llevó a cabo la adjudicación del contrato;
- III. El precio a pagar por los trabajos objeto del contrato. En el caso de contratos mixtos, la parte y su monto que será sobre la base de precios unitarios y la que corresponda a precio alzado,

- IV. El plazo de ejecución de los trabajos determinado en días naturales, indicando la fecha de inicio y conclusión de los mismos, así como los plazos para verificar la terminación de los trabajos y la elaboración del finiquito referido en el artículo 64 de esta Ley, los cuales deben ser establecidos de acuerdo con las características, complejidad y magnitud de los trabajos.
- V. Porcentajes, número y fechas de las exhibiciones y amortización de los anticipos que se otorguen.
- VI. Forma y términos de garantizar la correcta inversión de los anticipos y el cumplimiento del contrato.
- VII. Plazos, forma y lugar de pago de las estimaciones de trabajos ejecutados y, cuando corresponda, de los ajustes de costos.
- VIII. Penas convencionales por atraso en la ejecución de los trabajos por causas imputables a los contratistas, determinadas únicamente en función de los trabajos no ejecutados conforme al programa convenido, las que en ningún caso podrán ser superiores en su conjunto, al monto de la garantía de cumplimiento. Las dependencias y entidades deberán fijar los términos, forma y porcentajes para aplicar las penas convencionales.
- IX. Términos en que el contratista, en su caso, reintegrará las cantidades que, en cualquier forma, hubiere recibido en exceso por la contratación o durante la ejecución de los trabajos, para lo cual se utilizará el procedimiento establecido en el artículo 55 de este ordenamiento.
- X. Procedimiento de ajuste de costos que deberá ser el determinado desde las bases de la licitación por la dependencia o entidad, el cual deberá regir durante la vigencia del contrato.
- XI. Causales y procedimiento mediante los cuales la dependencia o entidad podrá dar por rescindido el contrato en los términos del artículo 61 de esta Ley.
- XII. La descripción pormenorizada de los trabajos que se deban ejecutar, debiendo acompañar como parte integrante del contrato, en el caso de las obras, los proyectos, planos, especificaciones, programas y presupuestos; tratándose de servicios, los términos de referencia, y
- XIII. Los procedimientos mediante los cuales las partes, entre sí, resolverán las discrepancias futuras y previsibles, exclusivamente sobre problemas específicos de carácter técnico y administrativo que, de ninguna manera, impliquen una audiencia de conciliación.

Para los efectos de esta Ley, el contrato, sus anexos y la bitácora de los trabajos son los instrumentos que vinculan a las partes en sus derechos y obligaciones.

ARTICULO 47.- La adjudicación del contrato obligará a la dependencia o entidad y a la persona en quien hubiere recaído, a formalizar el documento relativo dentro de los treinta días naturales siguientes al de la notificación del fallo. No podrá formalizarse contrato alguno que no se encuentre garantizado de acuerdo con lo dispuesto en la fracción II del artículo 48 de esta Ley.

Si el interesado no firmare el contrato por causas imputables al mismo, dentro del plazo a que se refiere el párrafo anterior la dependencia o entidad podrá, sin necesidad de un nuevo procedimiento, adjudicar el contrato al participante que haya presentado la siguiente proposición solvente mas baja, de conformidad con lo asentado en el dictamen a que se refiere el artículo 38 de esta Ley, y así sucesivamente en caso de que este último no acepte la adjudicación, siempre que la diferencia en precio con respecto a la propuesta que inicialmente hubiere resultado ganadora, no sea superior al diez por ciento.

Si la dependencia o entidad no firmare el contrato respectivo, el licitante ganador, sin recurrir en responsabilidad, no estará obligado a ejecutar los trabajos. En este supuesto, la dependencia o entidad, a solicitud escrita del licitante, cubrirá los gastos no recuperables en que hubiere incurrido para preparar y elaborar su propuesta, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la licitación de que se trate.

El contratista a quien se adjudique el contrato, no podrá hacerlo ejecutar por otro, pero, con autorización previa del titular del área responsable de la ejecución de los trabajos en la dependencia o entidad de que se trate, podrá hacerlo respecto de partes del contrato o cuando adquiera materiales o equipos que incluyan su

instalación en las obras. Esta autorización previa no se requerirá cuando la dependencia o entidad señale, específicamente en las bases de la licitación, las partes de los trabajos que podrán ser objeto de subcontratación. En todo caso, el contratista seguirá siendo el único responsable de la ejecución de los trabajos ante la dependencia o entidad.

Los derechos y obligaciones que se deriven de los contratos no podrán cederse en forma parcial o total en favor de cualesquiera otra persona, con excepción de los derechos de cobro sobre las estimaciones por trabajos ejecutados, en cuyo caso se deberá contar con el consentimiento de la dependencia o entidad de que se trate.

ARTÍCULO 48.- Los contratistas que celebren los contratos a que se refiere esta Ley deberán garantizar

- I. Los anticipos que, en su caso, reciban. Estas garantías deberán constituirse dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha de notificación del fallo y por la totalidad del monto de los anticipos, y
- II. El cumplimiento de los contratos. Esta garantía deberá constituirse dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha de notificación del fallo.

Para los efectos de este artículo, los titulares de las dependencias o los órganos de gobierno de la entidades fijarán las bases, la forma y el porcentaje a los que deberán sujetarse las garantías que deban constituirse. En los casos señalados en los artículos 42, fracciones IX y X, y 43 de esta Ley, el servidor público facultado para firmar el contrato, bajo su responsabilidad, podrá exceptuar a los contratistas de presentar la garantía del cumplimiento.

ARTÍCULO 49.- Las garantías que deban otorgarse conforme a esta Ley se constituirán en favor de:

- I. La Tesorería de la Federación, por actos o contratos que se celebren con las dependencias,
- II. Las entidades, cuando los actos o contratos se celebren con ellas, y
- III. Las Tesorerías de los Estados y Municipios, en los casos de los contratos celebrados al amparo de la fracción VI del artículo 1 de esta Ley.

ARTÍCULO 50.- El otorgamiento del anticipo se deberá pactar en los contratos y se sujetará a lo siguiente:

- I. El importe del anticipo concedido será puesto a disposición del contratista con antelación a la fecha pactada para el inicio de los trabajos; el atraso en la entrega del anticipo será motivo para diferir en igual plazo el programa de ejecución pactado. Cuando el contratista no entregue la garantía de anticipo dentro del plazo señalado en el artículo 48 de esta Ley, no procederá el diferimiento y, por lo tanto, deberá iniciar los trabajos en la fecha establecida originalmente;
- II. Las dependencias y entidades podrán otorgar hasta un treinta por ciento de la asignación presupuestal aprobada al contrato en el ejercicio de que se trate para que el contratista realice en el sitio de los trabajos la construcción de sus oficinas, almacenes, bodegas e instalaciones y, en su caso, para los gastos de traslado de la maquinaria y equipo de construcción e inicio de los trabajos; así como, para la compra y producción de materiales de construcción, la adquisición de equipos que se instalen permanentemente y demás insumos que deberán otorgar.

Tratándose de servicios relacionados con las obras públicas, el otorgamiento del anticipo será determinado por la convocante atendiendo a las características, complejidad y magnitud del servicio; en el supuesto de que la dependencia o entidad decida otorgarlo, deberá ajustarse a lo previsto en este artículo;

- III. El importe del anticipo deberá ser considerado obligatoriamente por los licitantes para la determinación del costo financiero de su propuesta;
- IV. Cuando las condiciones de los trabajos lo requieran, el porcentaje de anticipo podrá ser mayor, en cuyo caso será necesaria la autorización escrita del titular de la dependencia o entidad o de la persona en quien éste haya delegado tal facultad;

V. Cuando los trabajos rebasen más de un ejercicio presupuestal, y se inicien en el último trimestre del primer ejercicio y el anticipo resulte insuficiente, las dependencias o entidades podrán, bajo su responsabilidad, otorgar como anticipo hasta el monto total de la asignación autorizada al contrato respectivo durante el primer ejercicio, vigilando que se cuente con la suficiencia presupuestal para el pago de la obra por ejecutar en el ejercicio de que se trate

En ejercicios subsecuentes, la entrega del anticipo deberá hacerse dentro de los tres meses siguientes al inicio de cada ejercicio, previa entrega de la garantía correspondiente. El atraso en la entrega de los anticipos será motivo para ajustar el costo financiero pactado en el contrato, y

VI. No se otorgaran anticipos para los convenios que se celebren en términos del artículo 59 de esta Ley, salvo para aquéllos que alude el último párrafo del mismo; ni para los importes resultantes de los ajustes de costos del contrato o convenios que se generen durante el ejercicio presupuestal de que se trate

Para la amortización del anticipo en el supuesto de que sea rescindido el contrato, el saldo por amortizar se reintegrará a la dependencia o entidad en un plazo no mayor de diez días naturales, contados a partir de la fecha en que le sea comunicada al contratista la determinación de dar por rescindido el contrato

El contratista que no reintegre el saldo por amortizar en el plazo señalado cubrirá los cargos que resulten conforme con lo indicado en el párrafo primero del artículo 55 de esta Ley.

ARTÍCULO 51.- Las dependencias y entidades se abstendrán de recibir propuestas o celebrar contrato alguno en las materias a que se refiere esta Ley, con las personas siguientes:

- I. Aquéllas en que el servidor público que intervenga en cualquier etapa del procedimiento de contratación tenga interés personal, familiar o de negocios, incluyendo aquellas de las que pueda resultar algún beneficio para él, su cónyuge o sus parientes consanguíneos hasta el cuarto grado, por afinidad o civiles, o para terceros con los que tenga relaciones profesionales, laborales o de negocios, o para socios o sociedades de las que el servidor público o las personas antes referidas formen o hayan formado parte;
- II. Las que desempeñen un empleo, cargo o comisión en el servicio público, o bien, las sociedades de las que dichas personas formen parte, sin la autorización previa y específica de la Contraloría conforme a la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos; así como las inhabilitadas para desempeñar un empleo, cargo o comisión en el servicio público,
- III. Aquellos contratistas que, por causas imputables a ellos mismos, la dependencia o entidad convocante les hubiere rescindido administrativamente un contrato dentro de un lapso de un año calendario contado a partir de la notificación de la rescisión. Dicho impedimento prevalecerá ante la propia dependencia o entidad convocante durante un año calendario contado a partir de la notificación de la rescisión;
- IV. Las que se encuentren inhabilitadas por resolución de la Contraloría, en los términos del Título Séptimo de este ordenamiento y Título Sexto de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público,
- V. Aquéllas que hayan sido declaradas en suspensión de pagos, estado de quiebra o sujetas a concurso de acreedores;
- VI. Los licitantes que participen en un mismo procedimiento de contratación, que se encuentren vinculados entre sí por algún socio o asociado común,
- VII. Las que pretendan participar en un procedimiento de contratación y previamente, hayan realizado o se encuentren realizando por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial, en virtud de otro contrato, el proyecto; trabajos de dirección, coordinación, supervisión y control de obra e instalaciones; laboratorio de análisis y control de calidad, geotecnia, mecánica de suelos y de resistencia de materiales, radiografías industriales; preparación de especificaciones de construcción, presupuesto de los trabajos; selección o aprobación de materiales, equipos y procesos, o la elaboración de cualquier otro documento vinculado con el procedimiento, en que se encuentran interesadas en participar;

- VIII Aquéllas que por sí o a través de empresas que formen parte del mismo grupo empresarial pretendan ser contratadas para la elaboración de dictámenes, peritajes y avalúos, cuando estos hayan de ser utilizados para resolver discrepancias derivadas de los contratos en los que dichas personas o empresas sean partes, y
- IX Las demás que por cualquier causa se encuentren impedidas para ello por disposición de ley

CAPÍTULO SEGUNDO DE LA EJECUCIÓN

ARTÍCULO 52 - La ejecución de los trabajos deberá iniciarse en la fecha señalada en el contrato respectivo, y la dependencia o entidad contratante oportunamente pondrá a disposición del contratista el o los inmuebles en que deban llevarse a cabo. El incumplimiento de la dependencia o entidad prorrogará en igual plazo la fecha originalmente pactada para la conclusión de los trabajos. La entrega deberá constar por escrito.

ARTÍCULO 53.- Las dependencias y entidades establecerán la residencia de obra con anterioridad a la iniciación de las mismas, la cual deberá recaer en un servidor público designado por la dependencia o entidad, quien fungirá como su representante ante el contratista y será el responsable directo de la supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos, incluyendo la aprobación de las estimaciones presentadas por los contratistas. La residencia de obra deberá estar ubicada en el sitio de ejecución de los trabajos.

· Cuando la supervisión sea realizada por contrato, la aprobación de las estimaciones para efectos de pago deberá ser autorizada por la residencia de obra de la dependencia o entidad.

ARTÍCULO 54.- Las estimaciones de los trabajos ejecutados se deberán formular con una periodicidad no mayor de un mes. El contratista deberá presentarlas a la residencia de obra dentro de los seis días naturales siguientes a la fecha de corte para el pago de las estimaciones que hubiere fijado la dependencia o entidad en el contrato, acompañadas de la documentación que acredite la procedencia de su pago, la residencia de obra para realizar la revisión y autorización de las estimaciones contará con un plazo no mayor de quince días naturales siguientes a su presentación. En el supuesto de que surjan diferencias técnicas o numéricas que no puedan ser autorizadas dentro de dicho plazo, éstas se resolverán e incorporarán en la siguiente estimación.

Las estimaciones por trabajos ejecutados deberán pagarse por parte de la dependencia o entidad, bajo su responsabilidad, en un plazo no mayor a veinte días naturales, contados a partir de la fecha en que hayan sido autorizadas por la residencia de la obra de que se trate.

Los pagos de cada una de las estimaciones por trabajos ejecutados son independientes entre sí y, por lo tanto, cualquier tipo y secuencia será sólo para efecto de control administrativo.

En los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, la forma de estimar los trabajos y los plazos para su pago deberán establecerse en las bases de licitación y en el contrato correspondiente.

ARTÍCULO 55 - En caso de incumplimiento en los pagos de estimaciones y de ajustes de costos, la dependencia o entidad, a solicitud del contratista, deberá pagar gastos financieros conforme al procedimiento establecido en el Código Fiscal de la Federación, como si se tratara del supuesto de prórroga para el pago de créditos fiscales. Dichos gastos se calcularán sobre las cantidades no pagadas y se computarán por días naturales desde que se venció el plazo hasta la fecha en que se ponga efectivamente las cantidades a disposición del contratista.

Tratándose de pagos en exceso que haya recibido el contratista, éste deberá reintegrar las cantidades pagadas en exceso más los intereses correspondientes, conforme a lo señalado en el párrafo anterior. Los cargos se calcularán sobre las cantidades pagadas en exceso en cada caso y se computarán por días naturales, desde la fecha del pago hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición de la dependencia o entidad.

No se considerará pago en exceso cuando las diferencias que resulten a cargo del contratista sean compensadas en la estimación siguiente.

ARTÍCULO 56.- Cuando a partir de la presentación de propuestas ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato que determinen un aumento o reducción de los costos de los trabajos aún no ejecutados conforme al programa pactado, dichos costos, cuando procedan, deberán ser ajustados atendiendo al procedimiento de ajuste de costos acordado por las partes en el contrato, de acuerdo con lo establecido por el artículo 57 de esta Ley. El aumento o reducción correspondientes deberá constar por escrito

No darán lugar a ajuste de costos, las cuotas compensatorias a que, conforme a la ley de la materia, pudiera estar sujeta la importación de bienes contemplados en la realización de los trabajos

ARTÍCULO 57.- EL ajuste de costos podrá llevarse a cabo mediante cualesquiera de los siguientes procedimientos:

- I La revisión de cada uno de los precios del contrato para obtener el ajuste;
- II La revisión por grupo de precios, que multiplicados por sus correspondientes cantidades de trabajo por ejecutar, representen cuando menos el ochenta por ciento del importe total faltante del contrato, y
- III En el caso de trabajos en los que se tenga establecida la proporción en que intervienen los insumos en el total del costo directo de los mismos, el ajuste respectivo podrá determinarse mediante la actualización de los costos de los insumos que intervienen en dichas proporciones

ARTÍCULO 58.- La aplicación de los procedimientos de ajuste de costos a que se refiere el artículo anterior se sujetará a lo siguiente

- I Los ajustes se calcularán a partir de la fecha en que se haya producido el incremento o decremento en el costo de los insumos, respecto de los trabajos pendientes de ejecutar, conforme al programa de ejecución pactado en el contrato o, en caso de existir atraso no imputable al contratista, con respecto al programa que se hubiere convenido

Quando el atraso sea por causa imputable al contratista, procederá el ajuste de costos exclusivamente para los trabajos pendientes de ejecutar conforme al programa que se hubiere convenido.

Para efectos de la revisión y ajuste de los costos, la fecha de origen de los precios será la del acto de presentación y apertura de proposiciones.

- II Los incrementos o decrementos de los costos de los insumos serán calculados con base en los índices nacionales de precios productor con servicios que determine el Banco de México. Cuando los índices que requiera el contratista y la dependencia o entidad no se encuentren dentro de los publicados por el Banco de México, las dependencias y entidades procederán a calcularlos conforme a los precios que investiguen, utilizando los lineamientos y metodología que expida el Banco de México;
- III. Los precios originales del contrato permanecerán fijos hasta la terminación de los trabajos contratados. El ajuste se aplicará a los costos directos, conservando constantes los porcentajes de indirectos y utilidad originales durante el ejercicio del contrato; el costo por financiamiento estará sujeto a las variaciones de la tasa de interés que el contratista haya considerado en su propuesta, y
- IV. A los demás lineamientos que para tal efecto emita la Contraloría.

ARTÍCULO 59.- Las dependencias y entidades podrán, dentro de su presupuesto autorizado, bajo su responsabilidad y por razones fundadas y explícitas, modificar los contratos sobre la base de precios unitarios y mixtos en la parte correspondiente, mediante convenios, siempre y cuando éstos, considerados conjunta o separadamente, no rebasen el veinticinco por ciento del monto o del plazo pactados en el contrato, ni impliquen variaciones sustanciales al proyecto original, ni se celebren para eludir en cualquier forma el cumplimiento de la Ley o los tratados.

Si las modificaciones exceden el porcentaje indicado pero no varían el objeto del proyecto, se podrán celebrar convenios adicionales entre las partes respecto de las nuevas condiciones. Estos convenios deberán ser autorizados bajo la responsabilidad de titular del área responsable de la contratación de los trabajos. Dichas modificaciones no podrán, en modo alguno, afectar las condiciones que se refieran a la naturaleza y características esenciales del objeto del contrato original, ni convenirse para eludir en cualquier forma el cumplimiento de esta Ley o de los tratados.

Los contratos a precio alzado o la parte de los mixtos de esta naturaleza no podrán ser modificados en monto o en plazo, ni estarán sujetos a ajustes de costos.

Sin embargo, cuando con posterioridad a la adjudicación de un contrato a precio alzado o la parte de los mixtos de esta naturaleza, se presenten circunstancias económicas de tipo general que sean ajenas a la responsabilidad de las partes y que por tal razón no pudieron haber sido objeto de consideración en la propuesta que sirvió de base para la adjudicación del contrato correspondiente, como son, entre otras, variaciones en la paridad cambiaria de la moneda o cambios en los precios nacionales o internacionales que provoquen directamente un aumento o reducción en los costos de los insumos de los trabajos no ejecutados conforme al programa originalmente pactado; las dependencias y entidades deberán reconocer incrementos o requerir reducciones.

Lo dispuesto en el párrafo anterior, se regirá por los lineamientos que expida la Contraloría; los cuales deberán considerar, entre otros aspectos, los mecanismos con que cuentan las partes para hacer frente a estas situaciones.

Una vez que se tengan determinadas las posibles modificaciones al contrato respectivo, la celebración oportuna de los convenios será responsabilidad de la dependencia o entidad de que se trate.

De las autorizaciones a que se refiere este artículo, el titular del área responsable de la contratación de los trabajos informará al órgano interno de control en la dependencia o entidad que se trate. Al efecto, a más tardar el último día hábil de cada mes, deberá presentarse un informe que se referrá a las autorizaciones otorgadas en el mes calendario inmediato anterior.

Cuando durante la ejecución de los trabajos se requiera la realización de cantidades o conceptos de trabajo adicionales a los previstos originalmente, las dependencias y entidades podrán autorizar el pago de las estimaciones de los trabajos ejecutados, previamente a la celebración de los convenios respectivos, vigilando que dichos incrementos no rebasen el presupuesto autorizado en el contrato. Tratándose de cantidades adicionales, éstas se pagarán a los precios unitarios pactados originalmente; tratándose de los conceptos no previstos en el catálogo de conceptos del contrato, sus precios unitarios deberán ser conciliados y autorizados, previamente a su pago.

No será aplicable el porcentaje que se establece en el primer párrafo de este artículo, cuando se trate de contratos cuyos trabajos se refieran al mantenimiento o restauración de los inmuebles a que hace mención el artículo 5o. de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, en los que no sea posible determinar el catálogo de conceptos, las cantidades de trabajo, las especificaciones correspondientes o el programa de ejecución.

ARTÍCULO 60.- Las dependencias y entidades podrán suspender temporalmente, en todo o en parte, los trabajos contratados por cualquier causa justificada. Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades designarán a los servidores públicos que podrán ordenar la suspensión y determinar, en su caso, la temporalidad de ésta, la que no podrá prorrogarse o ser indefinida.

Asimismo, podrán dar por terminados anticipadamente los contratos cuando concurren razones de interés general; existan causas justificadas que le impidan la continuación de los trabajos, y se demuestre que de continuar con las obligaciones pactadas se ocasionaría un daño o perjuicio grave al Estado, o bien, no sea posible determinar la temporalidad de la suspensión de los trabajos a que se refiere este artículo.

ARTÍCULO 61.- Las dependencias y entidades podrán rescindir administrativamente los contratos en caso de incumplimiento de las obligaciones a cargo del contratista.

El procedimiento de rescisión se llevará a cabo conforme a lo siguiente.

- I Se iniciará a partir de que al contratista le sea comunicado el incumplimiento en que haya incurrido, para que en un término de quince días hábiles exponga lo que a su derecho convenga y aporte, en su caso, las pruebas que estime pertinentes.
- II Transcurrido el término a que se refiere la fracción anterior, se resolverá considerando los argumentos y pruebas que hubiere hecho valer, y
- III La determinación de dar o no por rescindido el contrato deberá ser debidamente fundada, motivada y comunicada al contratista dentro de los quince días hábiles siguientes a lo señalado por la fracción I de este artículo.

ARTÍCULO 62.- En la suspensión, rescisión administrativa o terminación anticipada de los contratos deberá observarse lo siguiente:

- I. Cuando se determine la suspensión de los trabajos o se rescinda el contrato por causas imputables a la dependencia o entidad, ésta pagará los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables, siempre que estos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato de que se trate;
- II En caso de rescisión del contrato por causas imputables al contratista, una vez emitida la determinación respectiva, la dependencia o entidad precautoriamente y desde el inicio de la misma, se abstendrá de cubrir los importes resultantes de trabajos ejecutados aún no liquidados, hasta que se otorgue el finiquito que proceda, lo que deberá efectuarse dentro de los treinta días naturales siguientes a la fecha de la comunicación de dicha determinación, a fin de proceder a hacer efectivas las garantías. En el finiquito deberá preverse el sobrecosto de los trabajos aún no ejecutados que se encuentren atrasados conforme al programa vigente, así como lo relativo a la recuperación de los materiales y equipos que, en su caso, le hayan sido entregados;
- III. Cuando se den por terminados anticipadamente los contratos, la dependencia o entidad pagará al contratista los trabajos ejecutados, así como los gastos no recuperables, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato de que se trate, y
- IV. Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se imposibilite la continuación de los trabajos, el contratista podrá optar por no ejecutarlos. En este supuesto, si opta por la terminación anticipada del contrato, deberá solicitarla a la dependencia o entidad, quien determinará lo conducente dentro de los quince días naturales siguientes a la presentación del escrito respectivo; en caso de negativa, será necesario que el contratista obtenga de la autoridad judicial la declaratoria correspondiente, pero si la dependencia o entidad no contesta en dicho plazo, se tendrá por aceptada la petición del contratista.

Una vez comunicada por la dependencia o entidad la terminación anticipada de los contratos o el inicio del procedimiento de rescisión de los mismos, éstas procederán a tomar inmediata posesión de los trabajos ejecutados para hacerse cargo del inmueble y de las instalaciones respectivas, levantando, con o sin la comparecencia del contratista, acta circunstanciada del estado en que se encuentre la obra. En el caso de entidades, el acta circunstanciada se levantará ante la presencia de fedatario público.

El contratista estará obligado a devolver a la dependencia o entidad, en un plazo de diez días naturales, contados a partir del inicio del procedimiento respectivo, toda la documentación que ésta le hubiere entregado para la realización de los trabajos.

ARTÍCULO 63 - De ocurrir los supuestos establecidos en el artículo anterior, las dependencias y entidades comunicarán la suspensión, rescisión o terminación anticipada del contrato al contratista; posteriormente, lo harán del conocimiento de su órgano interno de control, a más tardar el último día hábil de cada mes, mediante un informe en el que se referirá los supuestos ocurridos en el mes calendario inmediato anterior.

ARTÍCULO 64.- El contratista comunicara a la dependencia o entidad la conclusión de los trabajos que le fueron encomendados, para que esta, dentro del plazo pactado, verifique la debida terminación de los mismos conforme a las condiciones establecidas en el contrato. Al finalizar la verificación de los trabajos, la dependencia o entidad contará con un plazo de quince días naturales para proceder a su recepción física, mediante el levantamiento del acta correspondiente, quedando los trabajos bajo su responsabilidad.

Recibidos físicamente los trabajos, las partes deberán elaborar dentro del término estipulado en el contrato, el finiquito de los trabajos, en el que se harán constar los créditos a favor y en contra que resulten para cada uno de ellos, describiendo el concepto general que les dio origen y el saldo resultante.

De existir desacuerdo entre las partes respecto al finiquito, o bien, el contratista no acuda con la dependencia o entidad para su elaboración dentro del plazo señalado en el contrato, esta procederá a elaborarlo, debiendo comunicar su resultado al contratista dentro de un plazo de diez días naturales, contado a partir de su emisión, una vez notificado el resultado de dicho finiquito al contratista, éste tendrá un plazo de quince días naturales para alegar lo que a su derecho corresponda, si transcurrido este plazo no realiza alguna gestión, se dará por aceptado.

Determinado el saldo total, la dependencia o entidad pondrá a disposición del contratista el pago correspondiente, mediante su ofrecimiento o la consignación respectiva, o bien, solicitará el reintegro de los importes resultantes; debiendo, en forma simultánea, levantar el acta administrativa que dé por extinguidos los derechos y obligaciones asumidos por ambas partes en el contrato.

ARTÍCULO 65.- A la conclusión de las obras públicas, las dependencias y, en su caso, las entidades, deberán registrar en las oficinas de Catastro y del Registro Público de la Propiedad de las entidades federativas, los títulos de propiedad correspondientes de aquellos inmuebles que se hayan adquirido con motivo de la construcción de las obras públicas, y en su caso deberán remitir a la Contraloría los títulos de propiedad para su inscripción en el Registro Público de la Propiedad Federal y su inclusión en el Catálogo e Inventario de los Bienes y Recursos de la Nación.

ARTÍCULO 66.- Concluidos los trabajos, el contratista quedará obligado a responder de los defectos que resultaren en los mismos, de los vicios ocultos y de cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido, en los términos señalados en el contrato respectivo y en la legislación aplicable.

Los trabajos se garantizarán durante un plazo de doce meses por el cumplimiento de las obligaciones a que se refiere el párrafo anterior, por lo que previamente a la recepción de los trabajos, los contratistas, a su elección, deberán constituir fianza por el equivalente al diez por ciento del monto total ejercido de los trabajos; presentar una carta de crédito irrevocable por el equivalente al cinco por ciento del monto total ejercido de los trabajos, o bien, aportar recursos líquidos por una cantidad equivalente al cinco por ciento del mismo monto en fideicomisos especialmente constituidos para ello.

Los recursos aportados en fideicomiso deberán invertirse en instrumentos de renta fija.

Los contratistas, en su caso, podrán retirar sus aportaciones en fideicomiso y los respectivos rendimientos, transcurridos doce meses a partir de la fecha de recepción de los trabajos. En igual plazo quedará automáticamente cancelada la fianza o carta de crédito irrevocable, según sea el caso.

Quedarán a salvo los derechos de las dependencias y entidades para exigir el pago de las cantidades no cubiertas de la indemnización que a su juicio corresponda, una vez que se hagan efectivas las garantías constituidas conforme a este artículo.

En los casos señalados en los artículos 42, fracciones IX y X, y 43 de esta Ley, el servidor público que haya firmado el contrato, bajo su responsabilidad, podrá exceptuar a los contratistas de presentar la garantía a que se refiere este artículo.

ARTÍCULO 67.- El contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos y deberá sujetarse a todos los reglamentos y ordenamientos de las autoridades competentes en materia de construcción, seguridad, uso de la vía pública, protección ecológica y de medio ambiente que rijan en el ámbito federal, estatal o municipal, así como a las instrucciones que al efecto le señale la dependencia o entidad. Las responsabilidades y los daños y perjuicios que resultaren por su inobservancia serán a cargo del contratista,

ARTÍCULO 68 - Una vez concluida la obra o parte utilizable de la misma, las dependencias o entidades vigilarán que la unidad que debe operarla reciba oportunamente de la responsable de su realización, el inmueble en condiciones de operación, los planos correspondientes a la construcción final, las normas y especificaciones que fueron aplicadas durante su ejecución, así como los manuales e instructivos de operación y mantenimiento correspondientes y los certificados de garantía de calidad y funcionamiento de los bienes instalados.

ARTÍCULO 69.- Las dependencias y entidades bajo cuya responsabilidad quede una obra pública concluida, estarán obligadas, por conducto del área responsable de su operación, a mantenerla en niveles apropiados de funcionamiento. Los órganos internos de control vigilarán que su uso, operación y mantenimiento se realice conforme a los objetivos y acciones para las que fueron originalmente diseñadas.

TÍTULO QUINTO DE LA ADMINISTRACIÓN DIRECTA

CAPÍTULO ÚNICO

ARTÍCULO 70.- Cumplidos los requisitos establecidos en el artículo 24 de esta Ley, las dependencias y entidades podrán realizar trabajos por administración directa, siempre que posean la capacidad técnica y los elementos necesarios para tal efecto, consistentes en maquinaria y equipo de construcción y personal técnico, según el caso, que se requieran para el desarrollo de los trabajos respectivos y podrán:

- I. Utilizar la mano de obra local que se requiera, lo que invariablemente deberá llevarse a cabo por obra determinada;
- II. Alquilar el equipo y maquinaria de construcción complementario,
- III. Utilizar preferentemente los materiales de la región, y
- IV. Utilizar los servicios de fletes y acarreos complementarios que se requieran.

En la ejecución de los trabajos por administración directa, bajo ninguna circunstancia podrán participar terceros como contratistas, sean cuales fueren las condiciones particulares, naturaleza jurídica o modalidades que éstos adopten.

Cuando se requieran equipos, instrumentos, elementos prefabricados terminados, materiales u otros bienes que deban ser instalados, montados, colocados o aplicados, su adquisición se regirá por las disposiciones correspondientes a tal materia.

ARTÍCULO 71.- Previamente a la realización de los trabajos por administración directa, el titular del área responsable de la ejecución de los trabajos emitirá el acuerdo respectivo, del cual formarán parte, entre otros aspectos, la descripción pormenorizada de los trabajos que se deban ejecutar, los proyectos, planos, especificaciones, programas de ejecución y suministro y el presupuesto correspondiente.

Los órganos internos de control en las dependencias y entidades, previamente a la ejecución de los trabajos por administración directa, verificarán que se cuente con el presupuesto correspondiente y los programas de ejecución, de utilización de recursos humanos y, en su caso, de utilización de maquinaria y equipo de construcción.

ARTÍCULO 72.- La ejecución de los trabajos estará a cargo de la dependencia o entidad a través de la residencia de obra, una vez concluidos los trabajos por administración directa, deberá entregarse al área responsable de su operación o mantenimiento. La entrega deberá constar por escrito.

ARTÍCULO 73.- La dependencia o entidad deberá prever y proveer todos los recursos humanos, técnicos, materiales y económicos necesarios para que la ejecución de los trabajos se realice de conformidad con lo previsto en los proyectos, planos y especificaciones técnicas; los programas de ejecución y suministro y los procedimientos para llevarlos a cabo.

En la ejecución de los trabajos por administración directa serán aplicables, en lo procedente, las disposiciones de esta Ley.

TÍTULO SEXTO
DE LA INFORMACIÓN Y VERIFICACION

CAPÍTULO ÚNICO

ARTÍCULO 74.- La forma y términos en que las dependencias y entidades deberán remitir a la Contraloría, a la Secretaría y a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial la información relativa a los actos y contratos materia de esta Ley, serán establecidos por dichas Secretarías, en el ámbito de sus respectivas atribuciones.

La información a que se refiere el último párrafo del artículo 27 de esta Ley deberá remitirse por las dependencias y entidades a la Contraloría, a través de medios magnéticos o remotos de comunicación electrónica, conforme a las disposiciones administrativas que para tal efecto establezca la propia Contraloría.

Las dependencias y entidades conservarán en forma ordenada y sistemática toda la documentación comprobatoria de los actos y contratos materia de este ordenamiento, cuando menos por un lapso de tres años, contados a partir de la fecha de su recepción, excepto la documentación contable, en cuyo caso se estará a lo previsto en las disposiciones aplicables.

ARTÍCULO 75.- La Contraloría, en el ejercicio de sus facultades, podrá verificar, en cualquier tiempo, que las obras públicas y servicios relacionados con las mismas se realicen conforme a lo establecido en esta Ley o en otras disposiciones aplicables. Si la Contraloría determina la nulidad total del procedimiento de contratación por causas imputables a la convocante, la dependencia o entidad reembolsará a los licitantes los gastos no recuperables en que hayan incurrido, siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con la operación correspondiente.

La Contraloría podrá realizar las visitas e inspecciones que estime pertinentes a las dependencias y entidades que realicen obras públicas y servicios relacionados con las mismas, e igualmente podrá solicitar a los servidores públicos y a los contratistas que participen en ellos todos los datos e informes relacionados con los actos de que se trate.

ARTÍCULO 76.- La Contraloría podrá verificar la calidad de los trabajos a través de los laboratorios, instituciones educativas y de investigación o con las personas que determine, en los términos que establece la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y que podrán ser aquellos con los que cuente la dependencia o entidad de que se trate.

El resultado de las comprobaciones se hará constar en un dictamen que será firmado por quien haya hecho la comprobación, así como por el contratista y el representante de la dependencia o entidad respectiva, si hubieren intervenido. La falta de firma del contratista no invalidará dicho dictamen.

TÍTULO SÉPTIMO
DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES

CAPÍTULO ÚNICO

ARTÍCULO 77.- Los licitantes o contratistas que infrinjan las disposiciones de esta Ley, serán sancionados por la Contraloría con multa equivalente a la cantidad de cincuenta hasta mil veces el salario mínimo general vigente en el Distrito Federal elevado al mes, en la fecha de la infracción.

ARTÍCULO 78.- La Contraloría, además de la sanción a que se refiere el artículo anterior, inhabilitará temporalmente para participar en procedimientos de contratación o celebrar contratos regulados por esta Ley al licitante o contratista que se encuentre en alguno de los supuestos siguientes:

- I. Los licitantes que injustificadamente y por causas imputables a los mismos no formalicen el contrato adjudicado por la convocante;
- II. Los contratistas que se encuentren en la fracción III del artículo 51 de este ordenamiento, respecto de dos o más dependencias o entidades;

- III Los contratistas que no cumplieron con sus obligaciones contractuales por causas imputables a ellos y que, como consecuencia, causen daños o perjuicios graves a la dependencia o entidad de que se trate, y
- IV Los licitantes o contratistas que proporcionen información falsa, o que actúen con dolo o mala fe en algún procedimiento de contratación, en la celebración del contrato o durante su vigencia, o bien, en la presentación o desahogo de una queja en una audiencia de conciliación o de una inconformidad

La inhabilitación que imponga no será menor de tres meses ni mayor de cinco años, plazo que comenzará a contarse a partir del día siguiente a la fecha en que la Contraloría la haga del conocimiento de las dependencias y entidades, mediante la publicación de la circular respectiva en el **Diario Oficial de la Federación**

Las dependencias y entidades, dentro de los quince días siguientes a la fecha en que tengan conocimiento de alguna infracción a las disposiciones de esta Ley, remitirán a la Contraloría la documentación comprobatoria de los hechos presumiblemente constitutivos de la infracción

ARTÍCULO 79.- La Contraloría impondrá las sanciones considerando:

- I. Los daños o perjuicios que se hubieren producido o puedan producirse;
- II. El carácter intencional o no de la acción u omisión constitutiva de la infracción;
- III. La gravedad de la infracción, y
- IV. Las condiciones del infractor.

La Contraloría impondrá las sanciones administrativas de que trata este Título, con base en las disposiciones relativas de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo

ARTÍCULO 80.- La Contraloría aplicará las sanciones que procedan, conforme a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, a los servidores públicos que infrinjan las disposiciones de este ordenamiento.

ARTÍCULO 81.- Las responsabilidades a que se refiere la presente Ley serán independientes de las de orden civil o penal que puedan derivar de la comisión de los mismos hechos

ARTÍCULO 82.- Cuando se haya incurrido en infracción por causa de fuerza mayor o de caso fortuito, o cuando se observe en forma espontánea el precepto que se hubiese dejado de cumplir, no se impondrán sanciones. No se considerará que el cumplimiento es espontáneo cuando la omisión sea descubierta por las autoridades o medie requerimiento, visita, excitativa o cualquier otra gestión efectuada por las mismas.

TÍTULO OCTAVO

DE LAS INCONFORMIDADES Y DEL PROCEDIMIENTO DE CONCILIACIÓN

CAPÍTULO PRIMERO

DE LAS INCONFORMIDADES

ARTÍCULO 83.- Las personas interesadas podrán inconformarse ante la Contraloría por cualquier acto del procedimiento de contratación que contravenga las disposiciones que rigen las materias objeto de esta Ley

La inconformidad será presentada, a elección del promovente, por escrito o a través de medios remotos de comunicación electrónica que al efecto establezca la Contraloría, dentro de los diez días hábiles siguientes a aquél en que ocurra el acto o el inconforme tenga conocimiento de este.

Transcurrido el plazo establecido en este artículo, precluye para los interesados el derecho a inconformarse, sin perjuicio de que la Contraloría pueda actuar en cualquier tiempo en términos de ley

Lo anterior, sin perjuicio de que las personas interesadas previamente manifiesten a la Contraloría las irregularidades que a su juicio se hayan cometido en el procedimiento de contratación, a fin de que las mismas se corrijan.

La falta de acreditamiento de la personalidad del promovente será causa de desechamiento.

ARTÍCULO 84.- En la inconformidad que se presente en los términos a que se refiere este Capítulo el promovente deberá manifestar, bajo protesta de decir verdad, los hechos que le consten relativos al acto o actos que aduce son irregulares y acompañar la documentación que sustente su petición. La falta de protesta indicada será causa de desechamiento de la inconformidad.

La manifestación de hechos falsos se sancionará conforme a las disposiciones de esta Ley y a las demás que resulten aplicables.

Cuando una inconformidad se resuelva como no favorable al promovente por resultar notoriamente improcedente y se advierta que se hizo con el único propósito de retrasar y entorpecer la continuación del procedimiento de contratación; se le impondrá multa conforme lo establece el artículo 77 de esta Ley.

ARTÍCULO 85.- En las inconformidades que se presenten a través de medios remotos de comunicación electrónica, deberán utilizarse medios de identificación electrónica en sustitución de la firma autógrafa.

Dichas inconformidades, la documentación que las acompañe y la manera de acreditar la personalidad del promovente, se sujetarán a las disposiciones técnicas que para efectos de la transmisión expida la Contraloría, en cuyo caso producirán los mismos efectos que las leyes otorgan a los medios de identificación y documentos correspondientes.

ARTÍCULO 86.- La Contraloría podrá de oficio o en atención a las inconformidades a que se refiere el artículo 83 del presente ordenamiento, realizar las investigaciones que resulten pertinentes, a fin de verificar que los actos de cualquier procedimiento de contratación se ajustan a las disposiciones de esta Ley, dentro de un plazo que no excederá de treinta días hábiles contados a partir de la fecha en que tenga conocimiento del acto irregular. Transcurrido dicho plazo, deberá emitir la resolución correspondiente dentro de los treinta días hábiles siguientes.

La Contraloría podrá requerir información a las dependencias o entidades correspondientes, quienes deberán remitirla dentro de los diez días naturales siguientes a la recepción del requerimiento respectivo.

Una vez admitida la inconformidad o iniciadas las investigaciones, la Contraloría deberá hacerlo del conocimiento de terceros que pudieran resultar perjudicados, para que dentro del término a que alude el párrafo anterior manifieste lo que a su interés convenga. Transcurrido dicho plazo sin que el tercero perjudicado haga manifestación alguna, se tendrá por precluido su derecho.

Durante la investigación de los hechos a que se refiere este artículo, la Contraloría podrá suspender el procedimiento de contratación, cuando,

- I. Se advierta que existan o pudieren existir actos contrarios a las disposiciones de esta Ley o a las que de ella deriven, o bien, que de continuarse con el procedimiento de contratación pudiera producirse daños o perjuicios a la dependencia o entidad de que se trate, y
- II. Con la suspensión no se cause perjuicio al interés social y no se contravengan disposiciones de orden público. La dependencia o entidad deberá informar dentro de los tres días hábiles siguientes a la notificación de la suspensión, aportando la justificación del caso, si con la misma no se causa perjuicio al interés social o bien, se contravienen disposiciones de orden público, para que la Contraloría resuelva lo que proceda.

Cuando sea el inconforme quien solicite la suspensión, este deberá garantizar los daños y perjuicios que pudiera ocasionar, mediante fianza por el monto que fije la Contraloría, de conformidad con los lineamientos que al efecto expida, sin embargo, el tercero perjudicado podrá dar contrafianza equivalente a la que corresponda a la fianza, en cuyo caso quedará sin efecto la suspensión.

ARTÍCULO 87 - La resolución que emita la Contraloría tendrá por consecuencia:

- I La nulidad del acto o actos irregulares estableciendo, cuando proceda, las directrices necesarias para que el mismo se reponga conforme a esta Ley;
- II La nulidad total del procedimiento, o
- III La declaración relativa a lo infundado de la inconformidad.

ARTÍCULO 88 - En contra de la resolución de inconformidad que dicte la Contraloría, se podrá interponer el recurso que establece la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, o bien, impugnarla ante las instancias jurisdiccionales competentes.

CAPÍTULO SEGUNDO DEL PROCEDIMIENTO DE CONCILIACIÓN

ARTÍCULO 89.- Los contratistas podrán presentar quejas ante la Contraloría, con motivo del incumplimiento de los términos y condiciones pactados en los contratos que tengan celebrados con las dependencias y entidades.

Una vez recibida la queja respectiva, la Contraloría señalará día y hora para que tenga verificativo la audiencia de conciliación y citará a las partes. Dicha audiencia se deberá celebrar dentro de los quince días hábiles siguientes a la fecha de recepción de la queja.

La asistencia a la audiencia de conciliación será obligatoria para ambas partes, por lo que la inasistencia por parte del contratista traerá como consecuencia el tenerlo por desistido de su queja.

ARTÍCULO 90.- En la audiencia de conciliación, la Contraloría tomando en cuenta los hechos manifestados en la queja y los argumentos que hiciere valer la dependencia o entidad respectiva, determinará los elementos comunes y los puntos de controversia y exhortará a las partes para conciliar sus intereses, conforme a las disposiciones de esta Ley, sin prejuzgar sobre el conflicto planteado.

En caso de que sea necesario, la audiencia se podrá realizar en varias sesiones. Para ello, la Contraloría señalará los días y horas para que tengan verificativo. El procedimiento de conciliación deberá agotarse en un plazo no mayor de sesenta días hábiles contados a partir de la fecha en que se haya celebrado la primera sesión.

De toda diligencia deberá levantarse acta circunstanciada en la que consten los resultados de las actuaciones.

ARTÍCULO 91.- En el supuesto de que las partes lleguen a una conciliación, el convenio respectivo obligará a las mismas, y su cumplimiento podrá ser demandado por la vía judicial correspondiente. En caso contrario, quedarán a salvo sus derechos, para que los hagan valer ante los tribunales federales.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- La presente Ley entrará en vigor sesenta días después al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- Se deroga la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, en lo relativo a las disposiciones en materia de obra pública.

TERCERO.- Las disposiciones administrativas expedidas en esta materia, vigentes al momento de la publicación de este ordenamiento, se seguirán aplicando en todo lo que no se opongan a la presente Ley, en tanto se expiden las que deban sustituirlas.

CUARTO.- El Ejecutivo Federal expedirá el Reglamento de esta Ley en un plazo no mayor a 120 días naturales, contados a partir del día siguiente al en que entre en vigor el presente ordenamiento

QUINTO - Los procedimientos de contratación; de aplicación de sanciones y de inconformidades, así como los demás asuntos que se encuentren en trámite o pendiente de resolución se tramitarán y resolverán conforme a las disposiciones vigentes al momento en que se iniciaron.

Los contratos de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas que se encuentren vigentes al entrar en vigor esta Ley, continuarán rigiéndose por las disposiciones vigentes en el momento en que se celebraron

Las rescisiones administrativas que por causas imputables al contratista se hayan determinado de acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, se continuarán considerando para los efectos de los artículos 51, fracción III, y 78, fracción II de esta Ley.

México, D.F., a 30 de noviembre de 1999.- Sen. **Dionisio Pérez Jácome**, Vicepresidente en funciones.- Dip. **Francisco José Paoli Bolio**, Presidente.- Sen. **Raúl Juárez Valencia**, Secretario.- Dip. **Francisco J. Loyo Ramos**, Secretario - Rúbricas".

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintinueve días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y nueve.- **Ernesto Zedillo Ponce de León**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Diódoro Carrasco Altamirano**.- Rúbrica.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS**

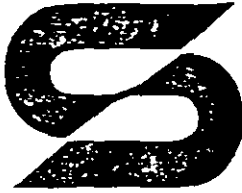
**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y
CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

**ANTEPROYECTO: REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y
SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS**

**EXPOSITOR: M. I. HERBERTH CORDOVA CEVALLOS
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**



SECRETARIA DE CONTRALORIA
Y DESARROLLO ADMINISTRATIVO
SUBSECRETARIA DE NORMATIVIDAD
Y CONTROL DE LA GESTION PUBLICA
UNIDAD DE NORMATIVIDAD DE ADQUISICIONES,
OBRAS PUBLICAS, SERVICIOS Y PATRIMONIO FEDERAL

ANTEPROYECTO

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS

8 de mayo de 20

TITULO PRIMERO

DISPOSICIONES GENERALES

De las referencias

Artículo .- En todos los casos en que este Reglamento haga referencia a la Ley se entenderá que se trata de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas; cuando se haga referencia a la Contraloría, Secretaría, Dependencias, Entidades, Tratados, Contratista y Licitante, serán las que se consideran como tales en la Ley.

Del objeto del Reglamento

El presente Reglamento tiene por objeto establecer los procedimientos a los que deben ajustarse las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de conformidad con la Ley, tomando en cuenta las actividades que integran los procesos relativos a la planeación, programación, presupuestación, contratación, gasto, ejecución y control de las obras públicas con el fin de simplificar su realización.

De la aplicación e interpretación del Reglamento

La Secretaría, la Contraloría y la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, en el ámbito de sus respectivas competencias, estarán facultadas para interpretar este Reglamento para efectos administrativos, debiendo considerar los criterios enunciados en la Ley.

Glosario

Artículo.- Para los efectos de este Reglamento se entenderá por:

- I. **Obras:** Obra pública en los términos del artículo 3 de la Ley;
- II. **Servicios:** Servicio relacionado con la obra pública en los términos del artículo 4 de la Ley;
- III. **Insumos:** Los materiales, equipo de instalación permanente, mano de obra, herramientas, maquinaria y equipo de construcción necesarios para la ejecución de los trabajos;
- IV. **Términos de referencia:** Es el documento en el que se plasman las condiciones que precisan el objeto del servicio y que debe contener al menos la descripción detallada del alcance o información sobre las partes de que consta el servicio, así como las especificaciones generales y particulares, los servicios y suministros proporcionados en su caso, por la contratante; características del producto esperado, forma de presentación y los servicios y suministros proporcionados por el contratista;
- V. **Especificaciones generales de construcción:** Es el conjunto de disposiciones y requisitos generales establecidos por las dependencias y entidades que deben aplicarse a la realización de estudios, proyectos, ejecución y equipamiento de las obras, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de estos trabajos, comprendiendo la forma de medición y base de pago de los conceptos de trabajo;
- VI. **Especificaciones particulares de construcción:** Es el conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones particulares que modifican, adicionan o sustituyen a las

especificaciones generales o normas correspondientes, y que deben aplicarse para realizar los estudios, proyectos y para la ejecución y equipamiento de obras determinadas, así como la puesta en servicio, conservación o mantenimiento y la supervisión de estos trabajos. Estos prevalecerán sobre las generales;

- VII **Procedimiento constructivo:** Es el conjunto de normas y especificaciones que determinan la forma de llevar a cabo las obras en lo referente a los procesos y secuencias de la ejecución de los trabajos.
- VIII. **Proyecto arquitectónico:** Es el que define la forma, estilo, distribución y el diseño funcional de una obra. Se expresará por medio de planos, maquetas, perspectivas, dibujos artísticos, entre otros.;
- IX. **Proyecto de Ingeniería:** Es el que comprende los planos constructivos memorias de cálculo y descriptivas, especificaciones generales aplicables y particulares que permiten hacer la construcción de una obra civil, eléctrica, mecánica o de cualquier otra especialidad;
- X. **Estimación:** Es la valuación de los trabajos ejecutados en el periodo pactado, aplicando a los conceptos de trabajo realizados los precios unitarios pactados. En contratos a precio alzado, el porcentaje del precio alzado pactado, correspondiente al avance en el periodo señalado de la parte de obra establecido. Por extensión, el documento en el que se consignan las valuaciones antes mencionadas, para efecto de pago;
- XI. **Caso Fortuito o Fuerza Mayor.** Fuerza de la naturaleza o del hombre, insuperable, imprevisible que imposibilita a las partes para cumplir con sus obligaciones en materia de obras y servicios
- XII **Costos básicos de materiales:** Son los precios de mercado por unidad del material de que se trate, puestos en el sitio de su utilización, sin considerar cargos por utilidad ni indirectos, y
- XIII. **Costos básicos de mano de obra:** Son los salarios del personal que intervienen en la ejecución de los trabajos por jornada de trabajo, sin considerar prestaciones, indirectos ni utilidad.

***Obligaciones de los titulares de las dependencias
y de los órganos de gobierno de entidades***

Artículo.- Los titulares de las dependencias y los órganos de gobierno de las entidades, en la contratación de obras y servicios, serán responsables del cumplimiento estricto de lo establecido en la Ley, este Reglamento y las demás disposiciones administrativas que sobre la materia se expidan.

También serán responsables de que, en la adopción e instrumentación de los sistemas para la realización de las acciones, actos, contratos y convenios que deban llevar a cabo en cumplimiento de la Ley, este Reglamento y demás disposiciones administrativas, se observen los criterios que promuevan la modernización y desarrollo administrativo, la descentralización de funciones y la efectiva delegación de facultades y que además consideren:

- I. La aplicación de los preceptos que marca la Ley, procurando todos los recursos humanos, materiales, financieros y normativos, que les permitan cumplir con las disposiciones y fines derivados de la misma;

- II. La racionalización, simplificación y utilización de la estructura con que cuenten, a efecto de utilizar los recursos humanos, materiales y financieros estrictamente indispensables para llevar a cabo sus operaciones y programas;
- III. Promover la modernización administrativa, con una efectiva reducción, agilización y transparencia de los procedimientos y trámites;
- IV. Ejecutar las acciones tendientes a descentralizar las funciones que se realicen, con el objeto de procurar que los trámites se lleven a cabo y resuelvan en el menor lapso posible y en los lugares en donde se originen las operaciones;
- V. Promover la efectiva delegación de facultades en servidores públicos subalternos, a efecto de garantizar mayor oportunidad en la toma de decisiones y flexibilidad en la atención de los asuntos, considerando importes, complejidad, ocasionalidad y mayor o menor vinculación con las prioridades nacionales, lo que deberá quedar considerado en el documento de políticas, bases y lineamientos internos;
- VI. Fortalecer las operaciones, estructura y niveles de decisión de las delegaciones o los órganos regionales o de cualquier otra estructura que se tenga contemplada;
- VII. Los procedimientos que permitan la adecuada planeación, programación y presupuestación de las obras públicas, estableciéndose los criterios que habrán de adoptarse para la realización de las acciones, actos y contratos que se lleven a cabo;
- VIII. Las acciones que se han de seguir en todas y cada una de las etapas de los procedimientos de contratación y ejecución de obras y servicios que regule la Ley, procurando las medidas necesarias para que éstos sean eficientes, modernos, oportunos y transparentes;
- IX. Para la contratación de seguros de las obras públicas que se reciban, deberán observar lo establecido en la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y demás disposiciones aplicables, y
- X. Observar todas las acciones que la Ley, este Reglamento y demás disposiciones administrativas expresamente señalen.

***De la constancia de registro y de los requisitos
para acreditar la personalidad jurídica***

Artículo.- De conformidad con el último párrafo del artículo 36 de la Ley y con el propósito de agilizar los procedimientos de adjudicación de los contratos, de evitar gastos innecesarios a los contratistas y de impedir la inútil acumulación de iguales o repetidos documentos en sus archivos, las dependencias y entidades podrán efectuar un registro de la documentación de los contratistas que voluntariamente decidan inscribirse para obtener la constancia respectiva.

Estos registros, en ningún caso, podrán utilizarse para hacer la preselección o precalificación de contratistas.

En los registros internos se asentará el nombre del contratista que a satisfacción de la dependencia o entidad, entregue los siguientes documentos:

- I. Acta constitutiva de la empresa y testimonios de modificaciones a la misma en el caso de personas morales, o acta de nacimiento e identificación en el caso de personas físicas;
- II. Comprobante de domicilio;
- III. Poder notarial del representante legal de la empresa, con facultades para firmar la proposición;
- IV. Declaración, bajo protesta de decir verdad, de no encontrarse en los supuestos del artículo 51 de la Ley;
- V. Curriculum de la persona moral o física, identificando las principales obras ejecutadas, anotando el nombre de la contratante, descripción de la obra e importe total, y

Artículo.- Las dependencias y entidades expedirán una constancia a los contratistas que entreguen la totalidad de la documentación, a fin de que sea utilizada en todos los procedimientos de contratación, en que participen en lo futuro ante la propia dependencia o entidad, ya sea en el Distrito Federal o en el interior de la República.

Los oficiales mayores de las dependencias y sus homólogos de las entidades designarán, previamente y por escrito, a los servidores públicos que estarán facultados para expedir las constancias.

Las dependencias y entidades deberán dar un trato igual a todas las solicitudes que, para la obtención de constancias, les formulen los contratistas.

Las constancias expedidas permanecerán vigentes mientras no se modifique la documentación que haya sustentado su expedición, por lo que será obligación de los contratistas, bajo su exclusiva responsabilidad, mantener debidamente actualizada la documentación proporcionada.

Los contratistas que, para efectos del registro interno de las dependencias y entidades, presenten documentación falsa o actúen con dolo o mala fe, o que como consecuencia de ello se rescinda el contrato celebrado, serán sancionados en los términos de lo previsto en el Título Séptimo de la Ley, sin perjuicio de las responsabilidades de orden civil o penal que puedan derivar de los mismos hechos.

En ningún caso, el trámite para obtener la constancia dará derecho a los contratistas de exigir o solicitar el diferimiento de los plazos establecidos por la dependencia o entidad relacionados con cualquier procedimiento de adjudicación.

Artículo.- Para la presentación de propuestas, los licitantes deberán entregar fotocopia de su constancia, acompañada de un escrito en el que, bajo protesta de decir verdad, manifiesten que la documentación legal presentada para la expedición de la constancia no ha sufrido modificaciones.

Sin perjuicio del tiempo requerido para revisar la documentación legal presentada y expedir la constancia respectiva, la posibilidad de inscripción en los registros internos de las dependencias y entidades será permanente, en días y horas hábiles, por lo que éstas se abstendrán de fijar calendarios o plazos durante cada ejercicio fiscal para hacer las gestiones correspondientes.

Las dependencias y entidades no podrán exigir como requisito para participar en una licitación o adjudicar un contrato, contar con la constancia que acredite su inscripción en los registros internos mencionados.

El contratista que no se encuentre interesado en contar con la constancia, tendrá derecho a presentar su proposición siempre que satisfaga los requisitos que se establezcan en la convocatoria y en las bases de la licitación.

Las dependencias y entidades, sin perjuicio de las facultades de la Secretaría y de la Contraloría, en cualquier momento podrán solicitar a los contratistas que acrediten la vigencia de la documentación legal presentada para la expedición de la constancia.

Prescripción de las obligaciones

Artículo.- En las materias que regula la Ley y este Reglamento, todos los derechos y obligaciones que deriven de los mismos prescribirán en un término de cinco años, contados a partir del momento en que sea generado el derecho o exigible la obligación.

Importes sin impuestos

Artículo.- Para los efectos de la Ley y este Reglamento, todos los importes que se analicen y calculen no deberán considerar ningún tipo de impuestos o derechos, los cuales en todo caso serán adicionados, en los términos de las leyes fiscales, una vez que estén debidamente integrados.

Compranet

Artículo.- Para los efectos de los artículos 27, 28, 33 fracción XXII, 74 y 83 de la Ley, el uso de los medios remotos de comunicación electrónica en los procedimientos de contratación de obras y servicios, se regirá por los lineamientos y disposiciones que para tal efecto dicte la Contraloría, debiendo publicarlos en el Diario Oficial de la Federación para su validez y efecto.

TITULO SEGUNDO

PLANEACION DE LAS OBRAS PUBLICAS Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS

CAPITULO PRIMERO GENERALIDADES

De las acciones en la planeación

Artículo.- De conformidad con lo establecido en los artículos 14, 17 y 21 de la Ley, en la planeación de obras y servicios, las dependencias y entidades según las características, complejidad y magnitud de los trabajos deberán prever y considerar:

- I. La coordinación con otras dependencias y entidades que realicen trabajos en el lugar de ejecución, identificando aquellas obras que pudieran ocasionar daños, interferencias o suspensiones de los servicios públicos, delimitando los alcances de los trabajos que cada una de ellas deba realizar, estableciendo el programa de ejecución respectivo que contemple una secuencia lógica de actividades, de forma tal que se evite la duplicidad o repetición de conceptos de trabajo;
- II. Los efectos y consecuencias que sobre las condiciones ambientales cause la ejecución de la obra;
- III. La elaboración de proyectos, especificaciones generales y particulares de construcción y normas de calidad de los materiales donde se establezca el uso de materiales propios de la zona o región donde se lleven a cabo los trabajos, así como la utilización de la mano de obra local, con el propósito de fomentar y contribuir al desarrollo de la economía regional y en la generación de empleos;
- IV. Los avances tecnológicos en función de la naturaleza de las obras y servicios y la selección de aquellos procedimientos de construcción, materiales, productos y equipos que satisfagan los requerimientos técnicos y económicos del proyecto;
- V. Análisis de factibilidad de acuerdo a un estudio de costo beneficio, y
- VI. En las obras por administración directa, además de las anteriores, la disponibilidad real del personal adscrito a las áreas de proyectos y construcción, así como los recursos, maquinaria y equipo de su propiedad, conforme a los términos señalados en el artículo 70 de la Ley.

De las prioridades en las obras públicas

Artículo.- Las dependencias y entidades al formular sus programas y ejercer sus presupuestos anuales, deberán dar prioridad a la continuación de las obras y servicios en proceso.

Para aquellos casos donde la ejecución de la obra rebase un ejercicio presupuestal, se deberán prever, los recursos económicos suficientes para la ejecución de los trabajos y servicios programados en cada ejercicio, considerando los ajustes de costos y las modificaciones contractuales.

Los contratos celebrados al amparo de la Ley y este Reglamento, en todos los casos y sin excepción, deberán contar por lo menos con el programa de ejecución de trabajos y el presupuesto respectivo.

La dependencia encargada de la planeación de una obra o un conjunto de obras, en cuyo estudio, proyecto o construcción intervengan dos o más dependencias o entidades, será responsable de proponer y promover ante éstas, la adecuada coordinación de las actividades.

En la elaboración de los programas anuales de obras, las dependencias y entidades vigilarán que se incluyan, entre otros conceptos, los siguientes:

- I. Los trabajos de conservación y mantenimiento de bienes inmuebles;
- II. Las obras que deban realizarse por requerimiento de otras dependencias o entidades, así como las correspondientes al desarrollo regional a través de los convenios que celebren el Ejecutivo Federal y los gobiernos estatales, cuando sea el caso, y
- III. Las demás previsiones a considerar según las características, magnitud y complejidad de las obras o servicios que se vayan a desarrollar, de conformidad con los planes previstos.

De la responsabilidad y acciones en la programación de obras públicas

Artículo.- Los servidores públicos que decidan y aprueben la realización de obras públicas, serán responsables de vigilar que las acciones, planes y programas se lleven al cabo conforme a lo previsto y autorizado en el programa institucional de la dependencia o entidad y acorde con el Plan Nacional de Desarrollo. El incumplimiento los sujetará a las sanciones previstas en la Ley, sin perjuicio de las responsabilidades que se generen en el orden civil, penal o administrativo por la comisión de los hechos.

Las dependencias y entidades al determinar el programa de realización de cada obra o servicio, deberán prever, al nivel de contrato, los periodos necesarios para la elaboración de los estudios y proyectos específicos en ingeniería, arquitectura y de instalaciones, en su caso periodos de prueba, normas de calidad y especificaciones de construcción; bases de licitación y modelos de contratos necesarios para la realización de los trabajos, así como los requeridos para realizar las acciones de convocar, contratar y ejecutar los trabajos conforme a lo dispuesto en la Ley y este Reglamento.

El programa de ejecución de los trabajos indicará las fechas previstas de comienzo y terminación de todas sus fases, considerando las acciones previas a su iniciación y las condiciones climáticas, geográficas y demás características ambientales esperadas de la zona o región donde deban realizarse.

De la elaboración de los presupuestos de la obra

Artículo.- Las dependencias y entidades vigilarán que, dentro de su programa anual de obra, se incluyan los presupuestos correspondientes, distinguiéndose los que han de ejecutarse por contrato de los que se harán por administración directa. Los presupuestos incluirán, según sea el caso, los costos correspondientes a:

- I. Las investigaciones, asesorías, consultorías y supervisión de los trabajos que se requieran;
- II. Los estudios y proyectos arquitectónicos y de ingeniería necesarios;

- III. La adquisición y regularización de la tenencia de la tierra, o pagos por derechos de paso;
- IV. Las obras de infraestructura complementarias;
- V. La ejecución de la obra, en los términos de la fracción **XXX** del artículo **XXX** de la Ley;
- VI. Las obras relativas a la preservación, restauración y mejoramiento de las condiciones ambientales, y
- VII. Las demás previsiones que deban tomarse en consideración según las características, complejidad y magnitud de las obras o servicios que se requieran acorde a sus planes.

De los requisitos para iniciar la obra

Artículo.- Para que las dependencias y entidades puedan iniciar obras públicas o servicios, ya sea por administración directa o por contrato, será necesario que se verifique lo siguiente:

- I. Que estén incluidos en el programa de inversiones autorizado, salvo en los casos excepcionales donde se cuente con la autorización previa de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;
- II. Dependiendo del tipo y forma de contratación, que se cuente, al nivel de contrato, con los estudios y proyectos de arquitectura e ingeniería; las especificaciones técnicas generales y particulares y las normas de calidad correspondientes; el presupuesto de obra total o de cada ejercicio, según sea el caso; el programa de ejecución, los programas de suministro de materiales, mano de obra y maquinaria y equipo y, en su caso, de equipo de instalación permanente, ya sea que éstos sean a cargo de la convocante o los contratistas. Tratándose de servicios se deberá contar con los términos de referencia, la plantilla y organigrama de personal y presupuesto de los trabajos;
- III. Que se cumplan los trámites o gestiones complementarias que se relacionen con la ejecución de los trabajos y las que deban realizarse conforme a las disposiciones estatales y municipales;
- IV. Que se tenga disponible el inmueble o acordado el derecho de paso del lugar en donde se realizarán los trabajos;
- V. Que se tenga debidamente formalizado y garantizado el contrato o el acuerdo de ejecución por administración directa, y
- VI. Que se haya designado a las personas que se encargarán de la residencia de obra y de la superintendencia de construcción.

En la realización de estos trabajos, se deberán prever los impactos económicos, sociales y ecológicos que se originen con su ejecución; de realizarse dentro de un centro de población o cerca de él, deberán ser acordes con los programas de desarrollo urbano que determine la ley de la materia, debiendo constar para ello con las autorizaciones correspondientes.

CAPITULO SEGUNDO COMITES DE OBRAS PUBLICAS

De la integración.

Artículo.- Los comités de obras públicas que las dependencias instauren, se integrarán con los miembros siguientes:

A. Con derecho a voz y voto:

- I. El Oficial Mayor, quien lo presidirá;
- II. El titular del área responsable de la administración de los recursos materiales, quien fungirá como secretario ejecutivo, y
- III. Los vocales siguientes:
 - a. El titular del área financiera;
 - b. El titular del área de programación y presupuesto;
 - c. El titular del área responsable de la contratación de Obras y Servicios, y
 - d. Los titulares de otras áreas que el comité considere estrictamente necesario formen parte del mismo, cuando tengan relación con la generalidad de los asuntos materia del comité.

B. Sin derecho a voto, pero con voz, los asesores siguientes:

- I. Un servidor público designado por el área jurídica;
- II. Un servidor público designado por el órgano interno de control de la dependencia;
- III. En su caso, un servidor público designado por el área normativa de la Contraloría, y
- IV. Especialistas en una rama de la ingeniería o arquitectura. Para la designación de estas personas, las dependencias y entidades deberán considerar que las características, magnitud o complejidad de los trabajos que vayan a ser tratados en el Comité así lo justifique.

Los comités en las entidades se integrarán con los miembros que tengan las categorías equivalentes a las citadas en este artículo, o bien, de acuerdo con la estructura orgánica que se derive de las características, magnitud y complejidad de las obras a realizar.

Artículo.- Para efectos de la integración del comité, así como para la realización de sus reuniones, se deberá considerar lo siguiente:

- I. Los integrantes titulares del comité con derecho a voz y voto podrán designar por escrito a sus respectivos suplentes, los que deberán contar con un nivel jerárquico inmediato inferior al del titular, de lo anterior se informará al comité dando vista del escrito referido en donde se señalará sólo un suplente;
- II. Quedará a elección de los asesores y de los invitados que asistan para orientar o aclarar la información de los asuntos a tratar, firmar el formato en que se contenga el acuerdo respectivo. Sin embargo, deberán firmar el acta de la reunión como constancia de su

participación, en la que deberá señalarse el sentido del acuerdo tomado por los miembros con derecho a voz y voto, y los comentarios relevantes de cada caso:

- III. El formato del asunto que se someta a la consideración del comité, deberá estar firmado por el secretario ejecutivo, responsabilizándose de que la información contenida en el mismo, corresponda a la proporcionada por las áreas respectivas;
- IV. Las especificaciones y justificaciones técnicas deberán ser firmadas por el titular del área responsable;
- V. La responsabilidad de cada integrante del comité quedará limitada al voto o comentario que emita u omita, en lo particular, respecto al asunto sometido a su consideración, con base en la documentación que le sea presentada;

En este sentido las determinaciones y opiniones de los miembros del comité, no comprenden las acciones u omisiones que posteriormente se generen durante el desarrollo de los procedimientos de contratación o en el cumplimiento de los contratos;

- VI. No se requerirá someter a consideración del comité, los procedimientos de contratación cuya adjudicación se fundamente en el artículo 43 de la Ley, y
- VII. La Contraloría, tomando en cuenta las características y necesidades de las dependencias y entidades previa solicitud, podrá autorizar que los comités se integren en forma distinta a la establecida en este Reglamento.

De las reuniones

Artículo.- Las reuniones de los comités se celebrarán en los términos siguientes:

- I. Las ordinarias tendrán verificativo por lo menos una vez al mes, salvo que no existan asuntos a tratar, en cuyo caso deberá darse aviso oportunamente a los miembros del comité, cuando menos con veinticuatro horas de anticipación a la que se tenía prevista para su celebración;

Sólo en casos debidamente justificados y a través de convocatoria emitida por el presidente del comité, se podrán realizar reuniones extraordinarias;

- II. Se llevarán a cabo cuando asistan como mínimo la mitad más uno de los miembros con derecho a voto, y las decisiones se tomarán por mayoría de votos, debiendo indicarse en el acta de la reunión quienes emiten el voto y el sentido de éste, excepto en los casos en que la decisión sea unánime. En caso de empate, quien presida tendrá voto de calidad para tomar la determinación correspondiente;
- III. En ausencia del presidente del comité o de su suplente, las reuniones no podrán llevarse a cabo;
- IV. El orden del día, junto con los documentos correspondientes de cada reunión, se entregarán a los integrantes del comité, cuando menos con dos días hábiles de anticipación al día de las reuniones ordinarias y con un día hábil para las extraordinarias. En caso de inobservarse estos plazos, la sesión no podrá llevarse a cabo;

- V. Los asuntos que se sometan a consideración del comité, podrán presentarse a través de un formato, cualquiera que sea la forma que adopte, éste invariablemente deberá contener, como mínimo los datos siguientes:
- a. La información resumida del asunto que se propone sea analizado, o bien, la descripción genérica de las obras o servicios que pretendan contratar, así como su monto estimado;
 - b. La justificación y la fundamentación legal para llevar a cabo el procedimiento de contratación, debiendo realizar una breve descripción de los motivos por los que se considera necesaria la su aprobación;
 - c. La indicación de la documentación soporte que se adjunte para cada asunto, dentro de la cual deberá considerarse, entre otras, la que acredite la existencia de suficiencia presupuestal, y
 - d. Las características relevantes de la operación, tales como: El carácter nacional o internacional del procedimiento de contratación, si se encuentra o no cubierto por los Tratados de Libre Comercio; en su caso, si se cuenta con la autorización de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial para reservar de la aplicación de los tratados de libre comercio el procedimiento de contratación respectivo, entre otros.
- VI. Una vez que el asunto sea analizado y dictaminado por el comité, el formato a que se refiere la fracción anterior, deberá ser firmado antes de concluir la reunión, por cada asistente con derecho a voto;
- VII. De cada reunión se levantará acta que será firmada por todos los que hubieran intervenido en ella, misma que se aprobará, a más tardar, en la reunión ordinaria inmediata posterior;
- VIII. Invariablemente deberá incluirse en el orden del día, un apartado correspondiente al seguimiento de acuerdos emitidos en las reuniones anteriores. En el punto correspondiente a asuntos generales, sólo podrán incluirse asuntos de carácter informativo, y
-
- IX. En la primera reunión del ejercicio fiscal de que se trate deberá presentarse, a consideración, el calendario de reuniones ordinarias; el Presupuesto autorizado para realizar obras públicas y servicios relacionados y los montos máximos a que alude el artículo 43 de la Ley.

De las funciones

Artículo.- Los comités de las dependencias y entidades tendrán las siguientes funciones:

- I. Las establecidas en el artículo 25 de la Ley;
- II. Establecer subcomités cuando se justifique, determinando su integración, operación y funciones, así como la forma y términos en que deberán informar al propio comité en forma trimestral de cada asunto que dictaminen, a más tardar dentro de los quince días siguientes al término de cada trimestre, debiendo señalar los límites de responsabilidad respecto de los asuntos que puedan resolver dentro de sus áreas de influencia;
- III. Constituir el subcomité encargado de la revisión de bases de licitaciones;

El titular del área correspondiente hará la designación de los servidores públicos, quienes deberán contar, cuando menos, con el nivel de subdirector de área en el caso

de las dependencias o de su equivalente, cuando se trate de las entidades. A las reuniones respectivas se invitará a un servidor público del órgano interno de control en la dependencia o entidad, y

- IV Autorizar las reducciones del plazo que debe transcurrir entre la fecha de publicación de la convocatoria y el acto de presentación y apertura de proposiciones de las licitaciones públicas.

Artículo.- El Secretario Ejecutivo informará trimestralmente al comité, o antes si lo considera necesario lo siguiente:

- I. El señalamiento de los contratos en los que el contratista haya incurrido en atraso en el cumplimiento de sus obligaciones, así como los casos en que haya autorizado el diferimiento de los plazos, precisando aquellos en los que se haya aplicado la penalización respectiva;
- II. La referencia de las inconformidades recibidas, a fin de que el comité cuente con elementos para proponer medidas tendientes a subsanar las deficiencias que, en su caso, estuvieren ocurriendo en las áreas contratantes, con el propósito de evitar se susciten de nueva cuenta las deficiencias que generaron dichas inconformidades. Para ello, será necesario precisar el acto en contra del cual se presenta la inconformidad, las áreas involucradas, los motivos que la generaron, y el sentido de la resolución, y
- III. La indicación del estado que guarden los procedimientos de aplicación de las garantías, por la rescisión de los contratos, por el no reintegro de anticipos y por defectos o vicios ocultos.

Artículo.- Los integrantes de los comités tendrán las siguientes funciones:

- I. Presidente: autorizar las órdenes del día de las reuniones ordinarias y extraordinarias; coordinar y dirigir las reuniones del comité y convocar a sus miembros cuando sea necesario;
- II. Secretario ejecutivo: vigilar la expedición correcta de las órdenes del día y de los listados de los asuntos que se tratarán, incluyendo los soportes documentales necesarios; así como remitir a cada integrante del comité, el expediente de la reunión a celebrarse;

Cuidar que los acuerdos del comité se asienten en los formatos respectivos, y se levante el acta de cada una de las sesiones, vigilando que el archivo de documentos esté completo y se mantenga actualizado, cuidando su conservación por el tiempo mínimo que marca la ley;

Asimismo, podrán designar un secretario técnico quien lo auxiliará en las tareas indicadas;

- III. Vocales: en su caso, enviar al secretario ejecutivo antes de la reunión, los documentos de los asuntos que se deban someter a la consideración del comité; analizar el orden del día y los documentos sobre los asuntos a tratar, así como pronunciar los comentarios que estime pertinentes y emitir el voto respectivo;

- IV. Asesores: proporcionar la orientación necesaria en torno a los asuntos que se traten, de acuerdo con las facultades que tenga conferidas el área que lo haya designado, e

- V. Invitados: únicamente tendrán participación en los casos en que el secretario ejecutivo considere necesaria su intervención, para aclarar aspectos técnicos o administrativos, relacionados con los asuntos sometidos a la consideración del comité.

TITULO TERCERO
OBRAS POR CONTRATO
CAPITULO PRIMERO
CONTRATACION MEDIANTE EL
PROCEDIMIENTO DE LICITACION PUBLICA
SECCION I
GENERALIDADES

Del procedimiento de contratación

Artículo.- Para los efectos de la Ley y este Reglamento, el procedimiento de contratación iniciará con la publicación de la convocatoria y terminará con la firma del contrato, debiendo la dependencia o entidad programar las acciones y precisar la calendanzación de las mismas.

Requisitos de las bases

Artículo.- Las dependencias y entidades al elaborar sus bases de licitación de obras y servicios, deberán considerar lo siguiente:

- I. Que contengan los elementos necesarios para que la presentación de propuestas, por parte de los licitantes, sea completa, uniforme y ordenada, debiendo utilizar los formatos e instructivos necesarios para ello, los cuales deberán ser elaborados por las dependencias o entidades.
- II. Atendiendo a las características, magnitud y complejidad de los trabajos a realizar, las bases de licitación deberán contener los requisitos mínimos necesarios para que los licitantes presenten su propuesta en la forma prevista en la Ley y este Reglamento;
- III. Dividir el catálogo de conceptos en las partidas y subpartidas que se requieran para su realización de acuerdo a las características, complejidad y magnitud de los trabajos, tratándose de precio alzado, se deberán indicar las actividades y en su caso las subactividades en que se dividirán los mismos, y
- IV. Que los requisitos y documentos estén particularizados para cada obra o servicio que se va a realizar.

De las bases, su costo y forma de pago

Artículo.- Las bases podrán ser entregadas a los interesados a título gratuito y en el caso, de implicar un pago su obtención, el costo de venta deberá determinarse dividiendo entre el número mínimo estimado de los interesados que las adquierán, el monto de los gastos en que haya incurrido la dependencia o entidad exclusivamente por concepto de publicación de la convocatoria en el Diario Oficial de la Federación y de reproducción de los documentos que integran las bases, por lo cual entre esos gastos no habrán de considerarse los correspondientes a los costos derivados de los

estudios, proyectos, asesorías, materiales de oficina, servicios de mensajería y cualquiera otros originados con motivo de la preparación de las bases.

El pago se hará en la forma y en el lugar indicado en la convocatoria y a todo interesado que las adquiera deberá entregársele un comprobante, pues sólo quienes hayan adquirido las bases, tendrán derecho a participar en la licitación, esta situación no será aplicable en el caso de que la documentación se entregue a título gratuito, debiéndose extender la constancia que le permita participar.

De la visita al sitio de los trabajos

Artículo.- La visita al sitio de los trabajos será optativa para los interesados, pero en su propuesta deberán incluir un escrito bajo protesta de decir verdad de conocer el sitio de realización de los trabajos y sus condiciones ambientales por lo que no podrán alegar desconocimiento o solicitar cambios por este motivo.

En el caso de que así se requiera, la visita al sitio de realización de los trabajos, deberá llevarse a cabo en el lugar, fecha y hora señaladas en las bases, debiendo hacerse dentro del plazo señalado en la fracción XV del artículo 33 de la Ley, y sólo podrán asistir los interesados que hayan obtenido las bases. Si la visita se realiza antes de que concluya el período de venta de las bases, a quienes las adquieran después de haberse efectuado la visita, debe permitírseles el acceso al sitio de los trabajos, siempre y cuando lo soliciten con anticipación de por lo menos 48 horas, aunque no será obligatorio para la dependencia o entidad designar a un técnico que guíe la visita.

De la junta de aclaraciones

Artículo.- La junta de aclaraciones se llevará a cabo en el lugar, fecha y hora señaladas en las bases, pero invariablemente deberá ser posterior a la visita al sitio de realización de los trabajos y a más tardar el sexto día natural anterior al del acto de presentación y apertura de proposiciones.

Las dependencias y entidades podrán celebrar tantas juntas de aclaraciones como se consideren necesarias, atendiendo a las características, complejidad y magnitud de los trabajos a realizar.

Tanto las preguntas como las respuestas que se deriven de las juntas de aclaraciones deberán constar por escrito.

En las juntas de aclaraciones los licitantes podrán proponer aclaraciones, modificaciones o cambios a las bases de licitación y sus anexos y a las cláusulas del modelo de contrato, quedando a juicio de las dependencias y entidades su resolución, debiendo en todo momento considerar lo dispuesto en la Ley y este Reglamento.

De toda junta de aclaraciones se levantará un acta, que contendrá la firma de los asistentes y las preguntas formuladas por los interesados y las respuestas de la dependencia o entidad, debiendo entregárseles copia a los presentes y ponerse a disposición de aquellos que se encuentren ausentes.

De la preparación de las propuestas

Artículo.- Los interesados, que hayan adquirido las bases de la licitación, prepararán sus propuestas apegándose a lo dispuesto en las bases y a las modificaciones y aclaraciones que en su caso se hubieran generado. La propuesta se dividirá en dos partes, una referida a los aspectos técnicos y la otra a los aspectos económicos, para ser entregadas en sobres por separado, claramente identificados completamente cerrados. El representante legal de la empresa, cuyo poder

deberá haber sido acreditado ante la convocante, deberá firmar ambos sobres en su parte exterior, al igual que todas y cada una de las fojas que integren la proposición.

Requisitos legales de los licitantes

Artículo.- Los requisitos legales que deben acreditar los licitantes deberá integrarse con los siguientes documentos, en original o en copia con certificación notarial original y en copia fotostática simple:

- I. Acta constitutiva de la empresa y testimonios de modificaciones a la misma, en el caso de personas morales o acta de nacimiento e identificación oficial con fotografía en el caso de personas físicas;
- II. Comprobante de domicilio. El domicilio consignado será el lugar donde el licitante y en su caso el contratista recibirá toda clase de notificaciones que resulten de los actos, contratos, convenios y procedimientos que emanen de la Ley y este Reglamento; mientras no se señale otro distinto, el primeramente fijado será el domicilio legal para practicar toda clase de notificaciones aún las de carácter personal, las que surtirán todos sus efectos legales como si fuesen hechas personalmente;
- III. Poder notarial del representante legal de la empresa, con facultades para firmar la proposición;
- IV. Declaración, bajo protesta de decir verdad de no encontrarse en los supuestos del artículo 51 de la Ley;
- V. Curriculum de la persona moral o física, relacionando las principales obras ejecutadas y en proceso, anotando el nombre de la contratante, descripción de la obra e importe total, anexando las constancias correspondientes, y
- VI. Última declaración fiscal o balance general de la empresa, donde se acredite el capital contable requerido por la convocante.

Si el interesado cuenta con la constancia de registro de documentos otorgada por la convocante, a que hace referencia el artículo XXX de este Reglamento, podrá presentar una copia de la misma en sustitución de los documentos señalados, además de presentar un escrito, bajo protesta de decir verdad, de que los documentos a que se refiere la constancia no han sufrido modificación a la fecha de adquisición de bases, debiendo anexar el documento mencionado en la última fracción.

La sola presentación de estos documentos servirá para constatar que la persona cumple con los requisitos legales necesarios, sin perjuicio de su análisis detallado.

Una vez llevado a cabo el cotejo, la convocante devolverá al interesado los documentos originales o con certificación original, conservando las copias fotostáticas simples.

Para los interesados que decidan agruparse para presentar una propuesta, deberán acreditar los requisitos señalados por cada uno de ellos en forma individual además de entregar una copia del convenio a que se refiere el artículo XXX de este Reglamento. La presentación de los documentos de los integrantes de la agrupación y la del convenio, deberá hacerse en forma conjunta.

Artículo.- La propuesta técnica estará integrada por los siguientes documentos, en ninguno de los cuales deberán anotarse costos o importes.

- I. Relación de maquinaria y equipo de construcción indicando si son de su propiedad o rentados, su ubicación física y su vida económica actual;
 - II. Programa calendarizado de ejecución general de los trabajos, indicando por mes las cantidades de los trabajos de los conceptos más significativos de la propuesta; tratándose de precio alzado este programa se presentará en el sobre económico;
 - III. Descripción de la planeación conceptual concebida por el concursante para realizar los trabajos, incluyendo el procedimiento constructivo de ejecución de la obra;
 - IV. Curriculum de los profesionales técnicos a su servicio, identificando a los que se encargarán de la administración de la obra en caso de obtener la adjudicación del contrato, los que deben tener experiencia en obras similares;
 - V. Identificación de las obras realizadas que guarden similitud con la que se licita o de aquellas que se encuentre ejecutando a la fecha de la licitación, anotando el nombre de la contratante, descripción de la obra, importe total, importe ejercido y por ejercer y fecha prevista de su terminación, según el caso;
 - VI. Manifestación expresa y por escrito de conocer los proyectos arquitectónicos y de ingeniería; las normas de calidad de los materiales y las especificaciones generales y particulares de construcción que la dependencia o entidad les hubiere proporcionado; las Leyes y Reglamentos aplicables y su conformidad, en caso de resultar ganador, de ajustarse a sus términos;
-
- VII. Manifestación expresa y por escrito de las partes de los trabajos que subcontratará, en caso de haberse previsto tal posibilidad en las bases de la licitación;
 - VIII. Manifestación expresa y por escrito de conocer y haber considerado en la integración de su propuesta, los materiales y equipos de instalación permanente que, en su caso, le proporcionará la convocante, así como el programa de suministro correspondiente;
 - IX. Manifestación expresa y por escrito de conocer el sitio de la obra y sus condiciones ambientales, así como en su caso, haber considerado las modificaciones hechas a las bases de licitación emitidas por la convocante y que cumplen con los requisitos establecidos en las mismas;
 - X. Manifestación expresa y por escrito de conocer el contenido del modelo del contrato y su conformidad, en caso de resultar ganador, de ajustarse a sus términos, y
 - XI. Manifestación expresa y por escrito, bajo protesta de decir verdad, que cuenta con la capacidad para realizar los trabajos.

Artículo.- La propuesta económica estará integrada por los siguientes documentos; los cuales atendiendo a las características, complejidad y magnitud de los trabajos, podrán, ajustarse a juicio de las dependencias y entidades.

A. Tratándose de propuestas que consideren precios unitarios:

- I. Carta compromiso de la proposición;
- II. Análisis de los precios unitarios de los conceptos que representen al menos el 80% del monto de la propuesta, determinados y estructurados de acuerdo con lo previsto en este Reglamento, para la integración de los precios unitarios;

Los conceptos que en conjunto representen al menos el 80% del monto de la propuesta, serán definidos por el contratista, o bien, atendiendo a las características, magnitud y complejidad de los trabajos, las dependencias o entidades los definirán en las bases de licitación.

El licitante ganador dentro de los quince días naturales siguientes a la emisión del fallo, deberá entregar el complemento de los análisis de los precios unitarios, los cuales deberán ser congruentes con el presupuesto presentado;

- III. Relación y análisis de los costos básicos de los materiales que se requieran para la ejecución de los trabajos;
- IV. Tabulador de los salarios base de la mano de obra por jornada de ocho horas;
- V. Análisis, cálculo e integración del factor de salario real conforme a lo previsto en este Reglamento;
- VI. Análisis, cálculo e integración de los costos horarios de la maquinaria y equipo de construcción a utilizar;
- VII. Análisis, cálculo e integración de los costos indirectos, identificando los correspondientes a los de administración de oficinas de campo y los de oficinas centrales;
- VIII. Análisis, cálculo e integración del costo de financiamiento;
- IX. Utilidad propuesta por el licitante;
- X. Programa general de erogaciones de ejecución de los trabajos, calendarizado y cuantificado mensualmente, dividido en partidas, debiendo existir congruencia con los programas que se mencionan en la fracción siguiente.

El licitante ganador dentro de los quince días naturales siguientes a la emisión del fallo, deberá entregar el programa de ejecución general de los trabajos que considere todos y cada uno de los conceptos que integran la propuesta, utilizando preferentemente redes de actividades con ruta crítica y diagramas de barras. Con base en este programa y cuando la magnitud de los trabajos lo requiera, la residencia de obra y el superintendente de construcción procederán a elaborar, dentro de un plazo no mayor de cuarenta y cinco días naturales siguientes al inicio de los trabajos, el programa detallado que se aplicará al contrato.

- XI. Programas de erogaciones calendarizados y cuantificados en partidas y subpartidas de utilización mensual para los siguientes rubros:
 - a. De la mano de obra;
 - b. De la maquinaria y equipo de construcción, identificando su tipo y características, y
 - c. De los equipos de instalación permanente y de los materiales preponderantes.
- XII. Programa de erogaciones calendarizado, jerarquizado y cuantificado de utilización mensual del personal técnico, administrativo y de servicios encargado de la dirección, supervisión y administración de los trabajos;
- XIII. Catálogo de conceptos, conteniendo descripción, unidades de medición, cantidades de trabajo, precios unitarios con número y letra e importes por partida, subpartida y concepto y del total de la propuesta. Este documento formará el presupuesto de la obra que servirá para formalizar el contrato correspondiente, y
- XIV. Documentos que acrediten la capacidad financiera. Los cuales deberán integrarse al menos por los Estados Financieros de los dos años anteriores y el Comparativo de razones financieras básicas, salvo en el caso de empresas de reciente creación, las cuales deberán presentar los más actualizados en la fecha de presentación de la propuesta.

B. Tratándose de propuestas a precio alzado:

- I. Carta compromiso de la proposición;
- II. Red de actividades con ruta crítica;
- III. Programa de ejecución general de los trabajos, representando cada actividad mediante diagrama de barras, calendarizando mensualmente las erogaciones;

- IV. Cédula de avances y pagos programados, calendarizados y cuantificados mensualmente por actividades a ejecutar;
- V. Programas calendarizados de erogaciones, describiendo las actividades de la obra, así como la cuantificación de la utilización mensual de los siguientes rubros:
 - a. De la mano de obra;
 - b. De la maquinaria y equipo de construcción, identificando su tipo y características, y
 - c. De los materiales y equipo de instalación permanente.
- VI. Programa de erogaciones calendarizado, jerarquizado y cuantificado de utilización mensual del personal técnico, administrativo y de servicio encargado de la dirección, supervisión y administración de los trabajos;
- VII. Documentos que acrediten la capacidad financiera, los que deberán integrarse al menos por los Estados Financieros de los dos años anteriores y el Comparativo de razones financieras básicas, salvo en el caso de empresas de reciente creación, las cuales deberán presentar los más actualizados en la fecha de presentación de la propuesta;
- VIII. Presupuesto total de los trabajos, el cual deberá dividirse en actividades de obra, indicando con número y letra sus importes así como el total de la propuesta, y

- IX. Relación de los materiales y equipos de instalación permanente mas significativos, tratándose de proyectos integrales o llave en mano, el licitante indicará las normas de calidad y especificaciones técnicas a que se sujetará.

De la presentación conjunta de proposiciones

Artículo.- Para participar en una licitación, los interesados podrán agruparse para presentar una proposición, cumpliendo los siguientes requisitos:

- a. Bastará con la adquisición de un sólo juego de bases;
 - b. Se podrán asociar en la forma y los términos que estimen convenientes, sin necesidad de constituir una nueva persona moral;
 - c. Deberán celebrar entre sí un convenio privado en el que establecerán con toda precisión:
 - d. Los nombres de los integrantes de la agrupación;
 - e. Los nombres de los representantes de cada una de las personas agrupadas, identificando los datos del poder con que cuentan para obligarse en nombre de su representada, en su caso;
 - f. La participación que cada persona tiene en la agrupación para efectos de la licitación;
 - g. La designación de un representante común, otorgándole poder amplio y suficiente, para resolver todo lo relacionado con la propuesta y en caso de que su propuesta resultare ganadora, lo derivado del contrato;
 - h. La estipulación expresa de que cada uno de los firmantes quedará como aval y obligado en forma solidaria para comprometerse por cualquier responsabilidad que se genere del incumplimiento, por parte de alguno de los firmantes, de las obligaciones que surjan durante el desarrollo de la licitación y en caso de resultar ganadora, de las derivadas del contrato que se firme, renunciando al derecho de orden y excusión;
 - i. Lugar y fecha de la celebración del convenio y firma de los representantes, y
 - j. En el acto de presentación y apertura de propuestas, al entregar la proposición el representante común deberá señalar que es presentada conjuntamente y los nombres de los integrantes. La convocante deberá revisar que el convenio cumpla con los requisitos exigidos.
- V. En el sobre que contenga la propuesta técnica deberá incluirse la documentación señalada en la fracción III de este artículo, y
- VI. Para cumplir con el capital contable mínimo requerido por la convocante, se podrán sumar los correspondientes a cada una de las personas que presenten conjuntamente la proposición.

SECCION II

ACTO DE PRESENTACION Y APERTURA DE PROPOSICIONES

De los actos de presentación y apertura de proposiciones

Artículo.- Cada una de las etapas que integran el acto de presentación de propuestas y apertura de proposiciones se llevarán a cabo en el lugar, fecha y hora señaladas en la convocatoria y en las bases, cualquier modificación deberá constar por escrito y hacerse del conocimiento de los licitantes por el mismo medio.

Cada etapa debe de analizarse a su vez en dos formas, una cuantitativa donde para la recepción de las propuestas sólo basta con la presentación de los documentos sin entrar a la revisión de su contenido y otra cualitativa donde se realiza el estudio detallado de las propuestas presentadas, a efecto de que las dependencias y entidades tengan los elementos necesarios para determinar la solvencia técnica y económica, de cada propuesta, en el caso de que alguna sea desechada se deberá proporcionar a los participantes en forma clara y explícita las razones y fundamentos que motivaron el desechamiento.

Del presidente del concurso

Artículo.- Cada etapa deberá ser presidida por el servidor público designado por la convocante, quien será la única persona facultada para aceptar o desechar las propuestas y en general para tomar todas las decisiones durante la realización del acto.

Todo servidor público que presida cada uno de los actos deberá contar con el debido nombramiento expedido por la convocante asentando cual es su calidad, debiendo en todo momento estar presente durante su desarrollo y contar con los conocimientos y experiencia necesaria para dirigirlos.

Previo al inicio de cualquiera de las etapas, el presidente deberá constatar que se cuenta con los dictámenes, oficios y demás elementos necesarios que permitan que los actos se desarrollen sin interrupción alguna.

De la presentación de proposiciones y apertura de las propuestas técnicas

Artículo.- La presentación de proposiciones y apertura de las propuestas técnicas, dará comienzo previo cierre del recinto, tras lo cual no se admitirá ninguna otra proposición ni persona, nombrando a los interesados que hayan adquirido las bases, cuyo representante, al escuchar su nombre entregará al servidor público presidente del acto, los dos sobres cerrados conteniendo su proposición; a continuación, quien presida el acto hará saber a los presentes los nombres de los participantes que hayan enviado su proposición por correo o por servicio de mensajería, mostrando los dos sobres cerrados de cada uno.

Artículo.- Al concluir esta primera etapa, se levantará un acta en la que como mínimo debe constar lo siguiente:

- I. Nombre de los participantes y la fecha, lugar y hora en que se llevó a cabo dicha etapa;

- II. Los nombres de los participantes cuyas propuestas fueron desechadas y las razones para ello, indicándose además que serán devueltas, junto con sus respectivos sobres cerrados de las propuestas económicas, una vez transcurridos quince días naturales contados a partir de la fecha en que se dé a conocer el fallo de la licitación;
- III. Los nombres de los participantes cuyas propuestas fueron aceptadas y de las cuales se procederá a su análisis cualitativo. Las propuestas técnicas no desechadas durante el acto de presentación de proposiciones serán analizadas detalladamente por la convocante, y
- IV. El lugar, fecha y hora de celebración del acto en donde se dará a conocer el resultado del análisis detallado de las propuestas técnicas no desechadas y se hará la apertura de las propuestas económicas.

De la apertura de las propuestas económicas

Artículo.- La apertura de las propuestas económicas se llevará a cabo en el lugar, fecha y hora señaladas para tal efecto, siendo presidido por el servidor público designado por la convocante.

Comenzará con la lectura de la resolución que contiene la evaluación de las propuestas técnicas, haciéndose saber a los participantes cuales fueron calificadas como solventes legal y técnicamente; así como cuales fueron desechadas y los motivos para ello.

Terminada la apertura de los sobres y la revisión cuantitativa, se pedirá al menos a un licitante y dos servidores públicos de la dependencia o entidad que firmen el catálogo de conceptos que conforma el presupuesto de obra, debiéndose firmar inclusive, aquéllas que se hayan desechado durante la celebración del acto.

Tratándose de contratos a precio alzado se firmará el presupuesto de obra y en caso de contratos mixtos tanto el catálogo de conceptos de la parte a precios unitarios como el presupuesto de obra de la parte del precio alzado, siguiendo el procedimiento antes descrito.

Artículo.- Para concluir la segunda etapa, se levantará un acta en la que se hará constar:

- I. Nombre de los participantes y la fecha, lugar y hora en que se llevó a cabo dicha etapa;
- II. Los nombres de los participantes cuyas propuestas técnicas hayan sido desechadas como resultado del análisis detallado de las mismas y las razones para ello, indicándose además que serán devueltas, junto con sus respectivos sobres cerrados de las propuestas económicas, una vez transcurridos quince días naturales contados a partir de la fecha en que se dé a conocer el fallo;
- III. Los nombres de los participantes cuyas propuestas económicas fueron desechadas y las razones para ello, indicándose además que serán devueltas en igual plazo al señalado en el párrafo anterior;
- IV. Los nombres de los participantes cuyas propuestas económicas fueron aceptadas y de las cuales se procederá a su análisis detallado, y

- V. El lugar, fecha y hora del acto en donde se dará a conocer el resultado del análisis detallado de las propuestas económicas no desechadas y se dará el fallo de la licitación o en su defecto, si la convocante opta por no realizar dicho acto, el lugar y fecha a partir de la cual los participantes podrán acudir a obtener el escrito en el que se dé a conocer el fallo, independientemente de la obligación de la convocante de enviar una comunicación al domicilio de cada participante, haciéndoles saber del resultado final de la licitación.

SECCION III

EVALUACION DE LAS PROPUESTAS

De la evaluación de los requisitos legales

Artículo.- Para realizar el análisis de los documentos legales presentados por el licitante, las dependencias y entidades deberán considerar las condiciones particulares de los trabajos en cuanto a las características, complejidad, magnitud que guarden; el tiempo de ejecución de los mismos y el tipo de contrato a celebrar, así como prever que el personal que realice esta evaluación cuente con los conocimientos y experiencia necesaria para ello.

En la evaluación de las propuestas se deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- I. Del acta constitutiva:
 - a. Que el objeto social le permita celebrar el contrato de que se trate;
 - b. Que la denominación o razón social sea coincidente con la del licitante, y
 - c. Que se encuentre inscrita en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio que corresponda.

- II. De los poderes:
 - a. Que haya sido otorgado por la persona que tenga facultades para ello, de acuerdo con el acta constitutiva;
 - b. Que el representante cuente con las facultades necesarias para obligar a la mandante, y
 - c. Que se encuentre inscrito en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio que corresponda.

- III. Que cuente con el capital contable requerido por la convocante, para poder participar en la licitación.

Las dependencias y entidades para determinar el capital contable mínimo que deberá solicitar para participar en las licitaciones podrán considerar lo siguiente:

 - a. Para las obras en las que se contemple el suministro de equipo de instalación permanente o que el contratista deba fincar pedidos de insumos especiales, el capital contable para participar en el proceso de contratación de obra o servicios, será similar al monto que considere necesario para fincar los pedidos, en su caso, en el primer ejercicio, y
 - b. En el caso de las obras que no requieran el suministro de equipo de instalación permanente o insumos especiales por los que tengan que fincarse pedidos, la dependencia o entidad contratante para determinar el capital contable mínimo requerido para participar en el procedimiento de contratación, deberá tomar en cuenta las características, complejidad y magnitud de los trabajos a realizar, en cualquier caso, el capital contable mínimo requerido, no podrá ser inferior al quince por ciento del monto a ejercer en el primer ejercicio.

- IV. Que el licitante no esté impedido, legal o judicialmente, para celebrar contratos con las dependencias y entidades, y

- V. Tratándose de empresas extranjeras, se deberá verificar que los documentos cuenten con la validación correspondiente.

Las dependencias y entidades deberán indicar en el documento a que hace referencia el artículo XXX de este Reglamento, las razones legales por las cuales se aceptan o desechan las propuestas presentadas por los licitantes. Cuando exista desechamiento de alguna propuesta, se deberán exponer en forma clara y explícita los fundamentos jurídicos que lo soportan.

De la evaluación de las propuestas técnicas

Artículo.- Para realizar el análisis de la propuesta técnica, las dependencias y entidades deberán tomar en cuenta los documentos presentados por los licitantes conforme a las bases de licitación, evaluando exclusivamente en esta etapa, la capacidad y experiencia técnica de los mismos, debiendo considerar las condiciones particulares de los trabajos en cuanto a sus características, complejidad y magnitud; el tiempo de ejecución de los mismos y el tipo de contrato a celebrar, así como prever que el personal que realice esta evaluación cuente con los conocimientos y experiencia necesaria para ello.

En la evaluación de las propuestas se deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- I. Que los documentos contengan toda la información solicitada, ya que su presentación incompleta será motivo suficiente para desecharlas;
- II. Tratándose de precios unitarios, que el programa de ejecución de la obra no exceda el plazo máximo establecido por la convocante;
- III. Tratándose de precios unitarios, que el procedimiento constructivo sea acorde con el programa de ejecución de los trabajos considerado por el licitante en su propuesta;
- IV. Que los profesionales técnicos que se encargarán de la dirección de los trabajos, cuenten con la experiencia y capacidad necesaria para llevar la adecuada administración de la obra.

Para la evaluación de los aspectos referentes a la experiencia y capacidad técnica que deban cumplir los interesados, se deberá considerar, entre otros, el grado académico de preparación profesional, la experiencia laboral específica en obras similares y la capacidad técnica de las personas físicas como tales, o bien de éstas como parte de una sociedad, y

- V. Que las empresas cuenten con la maquinaria y equipo de construcción suficiente y necesario, sea o no propio, para desarrollar los trabajos que se convocan y que su personal técnico y obrero cuente con la experiencia en obras similares.

Al finalizar esta evaluación, las dependencias y entidades deberán emitir un documento donde se expongan las razones técnicas que demuestren que los licitantes cuentan con la experiencia y capacidad técnica para realizar los trabajos y que su propuesta es susceptible de ser evaluada en la segunda etapa. Cuando exista desechamiento de alguna propuesta, se deberán exponer en forma clara y explícita las causas y fundamentos que lo soportan.

De la evaluación de las propuestas económicas

Artículo.- Para determinar la solvencia económica de las propuestas, las dependencias y entidades deberán tomar en cuenta los documentos presentados por el licitante, realizando su análisis detallado y evaluación técnico-económica mediante la utilización de cuadros comparativos, debiendo considerar las condiciones particulares de los trabajos que prevalezcan en cuanto a sus características, complejidad y magnitud, el tiempo de ejecución de los mismos y el tipo de contrato a celebrar, así como prever que el personal que realice esta evaluación cuente con los conocimientos y experiencia necesaria para ello.

A. Tratándose de propuestas que consideren precios unitarios, las dependencias y entidades deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- I. Que los documentos contengan toda la información solicitada, ya que su presentación incompleta será motivo suficiente para desecharlas;
- II. De la carta compromiso:
 - a. Que el monto y plazo de ejecución consignados en este documento sean coincidentes con el monto total anotado en el presupuesto de obra y con el programa de ejecución de los trabajos, y
 - b. Que el licitante se obligue satisfactoria e incondicionalmente a cumplir con los términos de su propuesta.
- III. Que los programas específicos de erogaciones sean congruentes con el programa general de ejecución de los trabajos;

Las dependencias y entidades deberán considerar además lo siguiente:

- a. Que los programas de utilización de materiales, mano de obra y maquinaria y equipo de construcción sean congruentes con los consumos y rendimientos considerado en los análisis de precios unitarios y procedimientos constructivos a realizar;
 - b. Cuando se requiera del suministro de equipo de instalación permanente, deberá considerarse que los suministros sean congruentes con el programa de ejecución general, y
 - c. Que los materiales, mano de obra y maquinaria y equipo propuestos por el licitante sean utilizados con oportunidad en los periodos presentados en los programas.
- IV. De la maquinaria y equipo:
- a. Que la maquinaria y el equipo de construcción sean los necesarios y suficientes para ejecutar los trabajos objeto de la licitación, y que los datos coincidan con el listado de maquinaria y equipo presentado por el licitante;
 - b. Que las características y capacidad de la maquinaria y equipo de construcción consideradas por el licitante, sean las adecuadas para desarrollar el trabajo en las condiciones particulares donde deberá ejecutarse y que sean congruentes con el procedimiento de construcción, concebido por el contratista, o cuando la dependencia o entidad fije un procedimiento, atendiendo a restricciones técnicas, y
 - c. Que los rendimientos de la maquinaria y equipo de construcción sean los correspondientes a máquinas y equipos propuestos por el contratista, para lo cual se podrán apoyar en los rendimientos que determine la experiencia, las características ambientales de la zona donde vayan a realizarse los trabajos, o las que consignan los manuales de los fabricantes respectivos.

V. De los materiales:

- a. Que en el consumo del material por unidad de medida, determinado por el licitante para el concepto de trabajo en que intervienen, se consideren los desperdicios, y mermas, y en su caso los usos, de acuerdo a la vida útil del material de que se trate, y
- b. Que las características, especificaciones y calidad de los materiales y equipos de instalación permanente, sean las requeridas por la dependencia y entidad en sus normas de calidad y especificaciones generales y particulares de construcción.

VI. De la mano de obra:

- a. Que el personal administrativo, técnico y de obra sea el adecuado y suficiente para ejecutar la obra;
- b. Que los rendimientos considerados en los análisis de precios unitarios, se encuentren dentro de los márgenes razonables aceptables, considerando los rendimientos observados de experiencias anteriores; así como las condiciones ambientales de la zona y las características particulares bajo las cuales deben realizarse los trabajos, y
- c. Que se hayan considerado trabajadores de la especialidad requerida para la ejecución del concepto de obra de que se trate.

VII. Del presupuesto de obra:

- a. Que en todos y cada uno de los conceptos que lo integran se establezca el importe del precio unitario;
- b. Que los importes de los precios unitarios sean anotados con número y con letra, los cuales deben ser coincidentes; en caso de diferencia, deberá prevalecer el que se consigna en el análisis de precio unitario correspondiente o el consignado con letra cuando no se tenga dicho análisis, y
- c. Verificar que las operaciones aritméticas se hayan ejecutado correctamente; en el caso de que una o más tengan errores, se efectuarán las correcciones correspondientes; el monto correcto, será el que se considerará para el análisis comparativo de las proposiciones.

VIII. Verificar que el análisis, cálculo e integración de los precios unitarios, se haya realizado de acuerdo con lo previsto en las reglas para la integración de los precios unitarios, establecidas en este Reglamento, debiendo revisar:

- a. Que los análisis de los precios unitarios estén estructurados con costos directos, indirectos, de financiamiento, cargo por utilidad y cargos adicionales;
- b. Que los costos directos se integren con los correspondientes a materiales, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción y que éstos sean congruentes con el presupuesto;
- c. Que los precios básicos de adquisición de los materiales considerados en los análisis correspondientes, se encuentren dentro de los parámetros de precio vigentes en el mercado;
- d. Que los costos básicos de la mano de obra se hayan obtenido aplicando los factores de salario real a los sueldos y salarios de los técnicos y trabajadores, conforme a lo previsto en este Reglamento;
- e. Que el cargo por el uso de herramienta menor, se encuentre incluido, bastando para tal efecto que se haya determinado aplicando un porcentaje sobre el monto

- de la mano de obra requerida para la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, y
- f. Que los costos horarios por la utilización de la maquinaria y equipo de construcción se hayan determinado por hora efectiva de trabajo, debiendo analizarse para cada máquina incluyendo, cuando sea el caso, los aditamentos o equipos que tenga integrados, y que se hayan estructurado conforme a lo previsto en este Reglamento.
- IX. Verificar que los análisis de costos directos se hayan estructurado y determinado de acuerdo con lo previsto en este Reglamento, debiendo además considerar:
- a. Que los costos de los materiales, considerados por el licitante, sean congruentes con la relación de los costos básicos y con las normas de calidad especificadas en las bases de la licitación, así como el considerar que éstos sean acordes a los costos reales que prevalecen en la zona donde se ejecutarán los trabajos;
 - b. Que los costos de la mano de obra considerados por el licitante, sean congruentes con el tabulador de los salarios y con los costos reales que prevalezcan en la zona donde se ejecutarán los trabajos, y
 - c. Que los costos de maquinaria y equipo de construcción se hayan determinado con base en el precio y rendimiento de éstos, y acorde con las condiciones de la ejecución del concepto de trabajo correspondiente;
- X. Verificar que los análisis de costos indirectos se hayan estructurado y determinado de acuerdo con lo previsto en este Reglamento, debiendo además considerar:
- a. Que el análisis se haya valorizado y desglosado por conceptos, con su importe correspondiente, calendarizado mensualmente, anotando el monto total y su equivalente porcentual sobre el monto del costo directo;
 - b. Constatar que para el análisis de los costos indirectos se hayan considerado adecuadamente los correspondientes a las oficinas centrales del contratista, los que comprenderán únicamente los necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la superintendencia del contratista encargado directamente de los trabajos y los de campo necesarios para la dirección, supervisión y administración de la obra, y
 - c. Que no se haya incluido algún cargo que conforme a las bases de la licitación, su pago debería efectuarse aplicando un precio unitario.
- XI. Verificar que en el análisis y cálculo del costo financiero se haya estructurado y determinado considerando lo siguiente:
- a. Que los ingresos por concepto del o los anticipos que le serán otorgados al contratista, durante el ejercicio del contrato y del pago de las estimaciones, consideren la periodicidad de su elaboración y su plazo de trámite y pago deduciendo del monto de éstas la amortización de los anticipos;
 - b. Que el costo del financiamiento esté representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos;
 - c. Que la tasa de interés aplicable esté definida con base en un indicador económico específico;
 - d. Que el costo del financiamiento sea congruente con el programa de ejecución valorizado con montos mensuales, y
 - e. Que la mecánica para el análisis y cálculo del costo financiero empleada por el licitante sea congruente con lo que se establezca en las bases de la licitación;

- XII. Verificar que el análisis, cálculo e integración del cargo por utilidad, se haya estructurado y determinado considerando que dentro de su monto, queden incluidas la ganancia que el contratista estima que debe percibir por la ejecución de los trabajos, así como las deducciones e impuestos correspondientes;
- XIII. Verificar que el importe total de la propuesta sea congruente con todos los documentos que la integran;
- XIV. Que los precios propuestos por el licitante sean aceptables, es decir que estén dentro de lo razonable en el mercado internacional, nacional o de la zona o región en donde se ejecutarán los trabajos, vistos individualmente o conformando la propuesta total, y
- XV. Del análisis de los estados financieros verificar:
 - a. Que el capital neto de trabajo del licitante sea suficiente para el financiamiento a corto plazo de los trabajos a realizar;
 - b. Que tenga revolvencia y, en su caso, capacidad de allegarse de recursos a través de agentes financieros, proveedores y otros entes;
 - c. Que el licitante tenga capacidad suficiente de acuerdo con las características, magnitud y complejidad de los trabajos a realizar para generar recursos, cumplir sus obligaciones y en su caso anticipar la necesidad de obtener financiamiento, y
 - d. Que el licitante tenga capacidad para pagar sus obligaciones corrientes, que sean eficientes en la gestión de sus activos, el grado en que depende del endeudamiento y la rentabilidad propia del licitante.

B. Tratándose de propuestas a precio alzado, las dependencias y entidades deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- I. Que al revisar las propuestas, los documentos contengan toda la información solicitada, ya que su presentación incompleta será motivo suficiente para desecharlas;

II. De la carta compromiso:

- a. Que el monto y plazo de ejecución consignados en este documento sean coincidentes con el monto total anotado en el presupuesto de obra y con el programa de ejecución de los trabajos, y
 - b. Que el licitante se obligue satisfactoriamente a cumplir con los términos de su propuesta.
- III. Que exista congruencia entre la red de actividades, la cédula de avances y pagos programados y el programa de ejecución de los trabajos y que éstos sean coherentes con el procedimiento constructivo;
 - IV. Que exista consistencia lógica de las actividades descritas en la red, cédula de avances y pagos programados y programa de ejecución;
 - V. Que los suministros y utilización de los insumos sean acordes con el proceso constructivo, de tal forma que su entrega o empleo se realice con oportunidad para su correcto uso, aprovechamiento o aplicación;

- VI. Que los programas específicos de erogaciones sean congruentes con el programa general de ejecución de los trabajos y que los insumos propuestos por el licitante sean utilizados con oportunidad en los periodos presentados en los programas;
- VII. De la maquinaria y equipo:
- a. Que la maquinaria y el equipo de construcción sean los necesarios y suficientes para ejecutar los trabajos objeto de la licitación, y que los datos coincidan con el listado de maquinaria y equipo presentado por el licitante, y
 - b. Que las características y capacidad de la maquinaria y equipo de construcción considerada por el licitante, sea el adecuado para desarrollar el trabajo en las condiciones particulares donde deberá ejecutarse y que sea congruente con el procedimiento de construcción, concebido por el contratista.
- VIII. Que las características, especificaciones y calidad de los materiales y equipos de instalación permanente, sean las requeridas para cumplir con los trabajos;
- IX. Que el personal administrativo, técnico y de obra sea el adecuado y suficiente para ejecutar la obra y que se hayan considerado trabajadores de la especialidad requerida para la ejecución del concepto de obra de que se trate;
- X. Del presupuesto de la obra:
- a. Que en todas y cada una de las actividades que integran el presupuesto, se establezca su importe;
 - b. Que los importes estén anotados con número y con letra, los cuales deben ser coincidentes; en caso de diferencia, deberá prevalecer el que se consigna con letra, aunque el importe total de la propuesta no se modificará, y
 - c. Verificar que el importe total de la propuesta sea congruente con todos los documentos que la integran.
- XI. Que los precios propuestos por el licitante sean aceptables, es decir que estén dentro de lo razonable en el mercado internacional, nacional o de la zona o región en donde se ejecutarán los trabajos, vistos individualmente o conformando la propuesta total, y
- XII. Del análisis de los estados financieros verificar:
- a. Que el capital neto de trabajo del licitante sea suficiente para el financiamiento a corto plazo de los trabajos a realizar,
 - b. Que tenga capacidad de allegarse de recursos a través de agentes financieros, proveedores y otros entes;
 - c. Que el licitante tenga capacidad suficiente de acuerdo con las características, magnitud y complejidad de los trabajos a realizar para generar recursos, cumplir sus obligaciones y en su caso anticipar la necesidad de obtener financiamiento, y
 - d. Que los licitantes tengan capacidad para pagar sus obligaciones corrientes, que sean eficientes en la gestión de sus activos, el grado en que depende del endeudamiento y la rentabilidad propia del licitante.

SECCION IV

FALLO PARA LA ADJUDICACION

Del dictamen para el fallo

Artículo.- De la evaluación a las propuestas, las dependencias y entidades deberán emitir un dictamen que cumpla con las formalidades señaladas en el último párrafo del artículo 38 de la Ley. En este dictamen se harán constar.

- I. Los criterios utilizados para la evaluación de las propuestas;
- II. La reseña cronológica de los actos del procedimiento;
- III. Los nombres de los licitantes cuyas propuestas económicas hayan sido desechadas como resultado del análisis detallado de las mismas y las razones para ello;
- IV. Las razones técnicas o económicas por las cuales se aceptan o desechan las propuestas presentadas por los licitantes;
- V. Los nombres de los participantes cuyas propuestas fueron aceptadas por haber cumplido con todos los requerimientos exigidos y, por lo tanto, se consideran solventes;
- VI. Los lugares que ocupan los participantes cuyas propuestas se calificaron como solventes, de menor a mayor, de acuerdo con los montos de su propuesta;
- VII. Cuando exista desechamiento de alguna propuesta, se deberán exponer en forma clara y explícita las causas y fundamentos que lo soportan;
- VIII. La fecha y lugar de elaboración, y
- IX. El nombre, firma y cargo de las personas responsables de su elaboración y aprobación.

De la comunicación del fallo en junta pública

Artículo.- El fallo se dará a conocer en el lugar, fecha y hora señalados para tal efecto. La junta pública comenzará con la lectura del dictamen que sirvió de base para determinar el fallo y se dará a conocer el nombre del participante ganador.

Artículo.- Para concluir, se levantará un acta que será firmada por los asistentes, a quienes se entregará una copia de la misma, sin que la falta de firma de alguno de ellos invalide su contenido y efectos. En el acta se harán constar:

- I. Los nombres de los participantes cuyas propuestas económicas fueron desechadas como resultado del análisis detallado de las mismas y las razones para ello, indicándose además que serán devueltas una vez transcurridos quince días naturales contados a partir de la fecha del acta;
- II. Los nombres de los participantes cuyas propuestas fueron calificadas como solventes por haber cumplido con todos los requisitos exigidos. Se ordenarán conforme al monto

total de sus propuestas, de menor a mayor, que será el lugar que ocupen para los efectos procedentes;

- III. La indicación de que todas aquellas propuestas calificadas como solventes, pero cuyo monto total sobrepase en más de un diez por ciento al de la propuesta declarada como ganadora, serán devueltas una vez transcurridos el mismo plazo fijado para la devolución de las propuestas desechadas como resultado de su análisis económico detallado;

Si transcurridos noventa días naturales desde la fecha en que se dio a conocer el fallo aún existen propuestas cuya devolución no haya sido reclamada, la dependencia o entidad podrá proceder a su destrucción.

- IV. El nombre del participante ganador y el monto total de su propuesta;
- V. La forma, lugar y plazo para la presentación de las garantías;
- VI. El lugar y plazo para la entrega de los anticipos;
- VII. El lugar y fecha para la firma del contrato, y
- VIII. La fecha de comienzo de la obra y el plazo de ejecución.

En el supuesto de que el licitante ganador no asista a la junta, la convocante le comunicará por escrito, el resultado de la licitación, adjuntando a ese escrito una copia del acta de fallo.

Con acta y el modelo de contrato, el licitante ganador podrá tramitar las garantías a que a que hace referencia la Ley y este Reglamento.

De la comunicación del fallo mediante escrito

Artículo.- La convocante podrá decidir no celebrar una junta pública para informar del fallo, en cuyo caso deberá hacerlo del conocimiento de todos los participantes de la licitación, enviándoles un escrito a cada uno de ellos, adjuntando una copia del acta a que se refiere el artículo anterior.

SECCION V

DESECHAMIENTO DE PROPUESTAS, CANCELACION, NULIDAD TOTAL Y LICITACIONES DESIERTAS

Del desechamiento de las propuestas

Artículo.- Se consideran causas para el desechamiento de las propuestas las siguientes:

- I. La presentación incompleta u omisión de un documento requerido en las bases;
- II. No cumplir con los requisitos necesarios para ser declarada solvente legal, técnica y económicamente;
- III. Consignar datos sobre costos en alguno de los documentos de la propuesta técnica;
- IV. Si se comprueba que dos o más propuestas, son presentadas por la misma persona o grupo de personas, así sea con diferentes nombres;
- V. Si se comprueba que las propuestas son presentadas por participantes que se hayan coludido para cualquier objeto que pudiera desvirtuar la licitación;
- VI. Si se comprueba que el licitante está en uno de los supuestos señalados en el artículo 51 de la Ley, y
- VII. Las demás que de acuerdo a las características, magnitud y complejidad de los trabajos a realizar, sean consideradas, expresamente en las bases de licitación, por las dependencias y entidades.

De la cancelación

Artículo.- La dependencia o entidad únicamente podrá cancelar una licitación en los casos que prevé el artículo 40, párrafo segundo, de la Ley.

Cuando se presente un caso fortuito o fuerza mayor se deberán abstener de realizar pago alguno por este concepto.

Cuando se extinga la necesidad de contratar los trabajos y que de continuarse con el procedimiento de contratación se pudiera ocasionar un daño o perjuicio, se pagarán a los licitantes gastos no recuperables en los términos del siguiente artículo, debiendo cumplir las formalidades que establece la Ley.

Nulidad total

Artículo.- Cuando la Contraloría determine la nulidad total del procedimiento de contratación, por causas imputables a la convocante, el pago de los gastos no recuperables se debe ajustar a las formalidades previstas en el artículo 75 de la Ley, los cuales se deberán limitar a los siguientes conceptos:

- I. Costo de las bases de licitación;
- II. Costo derivado por la visita al sitio de los trabajos y por la asistencia a la junta de aclaraciones, exclusivamente pasajes y viáticos, y

- III. Costo de la preparación de la proposición que exclusivamente correspondiera al pago de honorarios del personal técnico, profesional y administrativo que participo en forma directa en la preparación de la propuesta; los materiales de oficina utilizados y el pago por la utilización del equipo de oficina y fotocopiado.

De la declaración de licitación desierta

Artículo.- En los términos de lo que establece el primer párrafo del artículo 40 de la Ley, la convocante podrá declarar desierta una licitación cuando:

- I. Los precios de las propuestas presentadas por los licitantes no son aceptables, al considerar importes que no puedan ser pagados por las dependencias y entidades;
- II. Ninguna persona adquiera las bases;
- III. No se reciba ninguna propuesta en el acto de presentación y apertura de proposiciones.
y
- IV. Todas las propuestas sean desechadas.

En estos casos, se emitirá una nueva convocatoria, permitiendo la participación a todo interesado, incluso a quienes participaron en la licitación declarada desierta..

CAPITULO SEGUNDO

CONTRATACION SIN MEDIAR EL PROCEDIMIENTO DE LICITACION PUBLICA

SECCION I

GENERALIDADES

De la contratación sin mediar el procedimiento de licitación pública

Artículo.- En los términos de lo señalado en el artículo 41 de la Ley, las dependencias y entidades podrán adjudicar contratos sin mediar una licitación pública, por alguno de los siguientes procedimientos:

- I. Invitación a cuando menos tres personas, y
- II. Adjudicación directa.

Las dependencias y entidades, preferentemente, deberán utilizar el primero de éstos, salvo que por las condiciones particulares de los trabajos no sea posible.

Artículo.- En los términos del artículo 41 de la Ley, el procedimiento de adjudicación por el que se opte, se sustentará en un escrito, el cual deberá ser elaborado por el titular del área responsable de contratación y en el que se hará constar lo siguiente:

- I. La descripción general de los trabajos;
- II. El plazo de ejecución e importe de los trabajos;
- III. El nombre del contratista a quien se le adjudicó el contrato;
- IV. El procedimiento de adjudicación utilizado y el fundamento legal para ello;
- V. En su caso, la aprobación por parte del Comité;
- VI. Tratándose del procedimiento de invitación a cuando menos tres personas se deberá anexar un dictamen que cumpla con los requisitos a que hacen referencia los artículos 38 de la Ley y XXX de este Reglamento;
- VII. Cuando sea una adjudicación directa, se deberán explicar en forma explícita las razones justificadas y comprobables que dan lugar al ejercicio de la opción;
- VIII. El nombre y firma de los titulares de las áreas responsables de la contratación y ejecución de los trabajos, y
- IX. El lugar y fecha de su celebración.

El contrato una vez adjudicado y atendiendo a su tipo, se sujetará a las demás disposiciones establecidas en la Ley y en este Reglamento.

Artículo.- Los contratos que rebasen los montos máximos de adjudicación establecidos en el Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación, solo podrán adjudicarse por alguno de los procedimientos de excepción a la licitación pública cuando se esté, efectivamente, ante alguno de los supuestos señalados en el artículo 42 de la Ley.

Artículo.- Para los efectos de la fracción IV del artículo 42 de la Ley, se considerarán fines militares aquellos que por su naturaleza estén destinados a realizar actividades que tengan íntima relación con las misiones generales del ejército, fuerza aérea y armada nacionales, de conformidad con lo dispuesto en sus respectivas leyes orgánicas, quedando excluidas aquellas cuya naturaleza no tenga relación directa con los fines antes mencionados.

Artículo.- Para los efectos de la fracción VIII del artículo 42 de la Ley, las dependencias y entidades deberán celebrar contratos a precio alzado.

Artículo.- Para los efectos de la fracción XI del artículo 42 de la Ley, las dependencias y entidades, previamente deberán contar con la autorización de la Tesorería de la Federación.

Artículo.- El importe del contrato a considerar para determinar los montos máximos a que hace referencia el artículo 43 de la Ley, será el que conste en la autorización global emitida por la Secretaría para la realización de las obras y servicios a cada dependencia o entidad; debiéndose, en su caso, sumar aquellas autorizaciones especiales que se otorguen para estos conceptos.

Cuando los trabajos sean realizados por ~~entidades federativas~~ con cargo total o parcial a fondos federales, el importe a considerar será la suma del monto autorizado por el Congreso de la entidad federativa de que se trate, más la parte proporcional de la transferencia federal.

Artículo.- Para los efectos del penúltimo párrafo del artículo 43 de la Ley, el ejercicio de la facultad deberá fundarse y motivarse, según las circunstancias que concurren en cada caso, en criterios de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad y honradez que aseguren las mejores condiciones para el Estado, su acreditamiento y justificación debe constar por escrito, por una sola vez, a más tardar el último día del primer trimestre de cada año, debiéndolo hacer del conocimiento del órgano interno de control dentro de los diez días hábiles siguientes a su emisión, quien realizará los comentarios que procedan.

SECCIÓN II

INVITACION A CUANDO MENOS TRES PERSONAS

Del procedimiento de invitación a cuando menos tres personas

Artículo.- En el procedimiento de invitación a cuando menos tres personas las dependencias y entidades deberán considerar lo siguiente:

- I. No se publicará una convocatoria, sino se harán invitaciones dirigidas específicamente a cada una de las personas elegidas;
- II. Los plazos de las distintas etapas del proceso serán fijados por la dependencia o entidad, debiendo dar el tiempo necesario para que los invitados preparen adecuadamente sus propuestas y para que los responsables de la evaluación las revisen en forma oportuna, y
- III. Elaborar un dictamen en los términos que señala el artículo 38 de la Ley.

De la invitación

Artículo.- La convocante extenderá una invitación por escrito a cada una de las personas invitadas, en la cual se les hará saber, al menos, la misma información que la contenida en la convocatoria de una licitación pública, indicando además que la decisión de participar deberá ser confirmada por escrito dentro del plazo que para tal efecto se señalará en la misma invitación.

Quien manifieste por escrito su decisión de participar, quedará comprometido a presentar su propuesta, de no hacerlo, la convocante no deberá volver a invitarlo a ninguna otra licitación que se celebre bajo el mismo procedimiento y tampoco será elegible para la adjudicación directa de un contrato durante el periodo de un año, contado a partir de la fecha del escrito en el cual haya expresado su decisión de participar. Esta condición deberá estar estipulada en la invitación.

La inasistencia del representante del órgano interno de control no será impedimento para desahogar el procedimiento de invitación a cuando menos tres personas.

SECCIÓN III

ADJUDICACION DIRECTA

Del procedimiento de adjudicación directa

Artículo.- Para la adjudicación directa de un contrato, la dependencia o entidad partirá de similares consideraciones a las del procedimiento de invitación a cuando menos tres personas, sólo que en este caso seleccionará a una sola persona y si ésta, en ese momento, cumple con los requisitos exigidos y acepta las condiciones para ejecutar los trabajos, se le adjudicará el contrato.

Artículo.- Una vez realizada la adjudicación del contrato, la dependencia o entidad deberá precisar, entre como mínimo lo siguiente:

- I. Forma, lugar y plazo para la presentación de garantías;
- II. En su caso, lugar y fecha para la entrega de anticipos;
- III. Lugar y fecha de firma del contrato;
- IV. Fecha de inicio de los trabajos, y
- V. Monto y plazo de los trabajos, los que deberán constar en el presupuesto y programa de ejecución que se anexe al respectivo contrato.

CAPITULO TERCERO LA CONTRATACION

SECCION I

EL CONTRATO

Del contrato, plazo para su firma

Artículo.- El contrato, incluidos sus anexos, deberá ser firmado en todas sus hojas por los representantes legales de ambas partes, lo que deberá ocurrir, invariablemente, antes del comienzo de la obra, el cual deberá incluir todas y cada una de las observaciones que se hayan hecho durante la junta de aclaraciones.

El área responsable de la contratación, deberá auxiliarse del área técnica encargada de los trabajos, a efecto de que el contrato contenga todos y cada uno de los requisitos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

En el supuesto de que la dependencia o entidad haya determinado no celebrar el acto para dar a conocer el fallo, el plazo para formalizar el contrato será el mismo que se establece para aquellos que se dan a conocer en junta pública y empezará a correr a partir de que su notificación surta sus efectos, por lo que la convocante deberá asegurarse de contar con el acuse de recibo correspondiente.

Artículo. Cuando la propuesta ganadora de la licitación haya sido presentada en forma conjunta por varias personas, el contrato deberá ser firmado por el representante legal de cada una de ellas, en forma solidaria, identificando con precisión la parte de la obra que ejecutará cada uno, o la participación que tiene en el grupo.

De manera previa a la firma del contrato, se deberá entregar a la convocante una copia, protocolizada ante Notario Público, del convenio celebrado entre los integrantes del grupo, idéntico al presentado para efecto de la adquisición de las bases de la licitación; el convenio protocolizado pasará a formar parte integrante del contrato, como uno de sus anexos.

De la falta de firma por parte de la convocante

Artículo. Cuando el contrato no fuera firmado por la dependencia o entidad, el pago de los gastos no recuperables se debe ajustar a las formalidades previstas en el artículo 47 de la Ley, los que se deberán limitar a lo siguientes conceptos:

- I. Costo de las bases de licitación;
- II. Costo derivado por la visita al sitio de los trabajos y por la asistencia a las juntas de aclaraciones, exclusivamente pasajes y viáticos, y
- III. Costo de la preparación de la proposición que exclusivamente corresponderá al pago de honorarios del personal técnico, profesional y administrativo que participó en forma directa en la preparación de la propuesta, los materiales de oficina utilizados y el pago por la utilización del equipo de oficina y fotocopiado.

De los anexos

Artículo.- El contrato deberá contener los anexos técnicos necesarios para la correcta realización de los trabajos, los cuales en todos los casos deberán corresponder a los documentos que sirvieron para determinar la solvencia de la propuesta presentada por el contratista

De la subcontratación

Artículo.- Los contratistas serán los únicos responsables de las obligaciones que adquieran con las personas que subcontraten para la realización de las obras o servicios. Los subcontratistas no tendrán ninguna acción o derecho que hacer valer en contra de las dependencias o entidades.

En los casos de rescisión, las dependencias o entidades podrán negociar con los contratistas la subrogación de derechos que tengan éstos con los subcontratistas.

De la cesión de derechos

El contratista no podrá ceder a ninguna persona los derechos y obligaciones que se deriven del contrato, ni en forma parcial ni en forma total, con excepción del derecho de cobro sobre las estimaciones autorizadas por trabajos ejecutados, para ello deberá contar con la aprobación previa y por escrito de la dependencia o entidad.

Si con motivo de la cesión de los derechos de cobro solicitada por la contratista se origina un retraso en el pago, dará lugar al pago de gastos financieros.

De los contratos simplificados

Artículo.- Las dependencias y entidades que adjudiquen contratos de obras o servicios con fundamento en el artículo 43 de la Ley, previa autorización del modelo correspondiente por parte de los órganos internos de control, podrán celebrar contratos que excluyan de su clausulado, aquellos elementos o requisitos técnicos o legales que por las características, magnitud y complejidad de los trabajos no se requieran para su celebración.

De las penas convencionales

Artículo.- Las dependencias y entidades, en el documento que contenga las políticas, bases y lineamientos internos, fijarán los términos, forma y porcentajes de las penas convencionales, las cuales únicamente podrán referirse a lo siguiente:

- I. Por atraso en la ejecución del programa o de la entrega de partes o elementos estructurales o de instalaciones definidas e identificables de la obra;
- II. Por incumplimiento en la fecha pactada en el contrato para la terminación de los trabajos, y
- III. Para asegurar el interés general, respecto de las obligaciones específicas de cada contrato.

Las penas señaladas serán sin perjuicio de la facultad que tienen las dependencias y entidades para exigir el cumplimiento del contrato o rescindirlo y podrán pactarse conjunta o separadamente en los contratos que suscriban las dependencias o entidades, pero siempre debe de pactarse al menos un tipo.

Las penas convencionales únicamente procederán cuando concurren causas imputables al contratista; la determinación del atraso se realizará con base en las fechas de terminación, parciales o total, fijadas en el programa de ejecución convenido.

Artículo. Las penas convencionales, deberán aplicarse tomando en cuenta sólo la parte proporcional de incumplimiento; por lo que su aplicación no debe afectar la parte de cumplimiento parcial.

Las penas convencionales deben aplicarse sobre los montos originales del contrato; sin considerar los ajustes de costos y sin aplicar el impuesto al valor agregado.

Artículo. En las penas convencionales por atraso en la ejecución del programa, se pactará una penalización económica a cargo del contratista, operando como retenciones en el pago de estimaciones, mismas que el contratista podrá recuperar si regulariza los tiempos de retraso señalados dentro del programa pactado, puesto que dichas penas tendrán un carácter preventivo.

Cuando se hayan aplicado penas por atraso en el programa de ejecución, éstas no tendrán el carácter de definitivas, sino hasta que al llegarse la fecha de terminación de la obra existan atrasos en la misma, lo que de presentarse actualiza las siguientes hipótesis:

- a. Que las retenciones se consideren como penas definitivas a cargo del contratista y a favor de la contratante, y
- b. Que se apliquen las penas convencionales por atraso en la fecha contractual de terminación, las cuales deberán aplicarse durante el tiempo que medie desde la fecha de terminación establecida en el programa vigente de ejecución, hasta la conclusión real de las obras.

Artículo. El monto de las penas convencionales a aplicarse por día de atraso o por atraso en la fecha de terminación, deberá ser establecido por las dependencias y entidades atendiendo a las características, complejidad y magnitud de los trabajos a contratar, grados de avance y posibilidad de recepción parcial de los trabajos. En este caso las penas tendrán un carácter punitivo.

Artículo. Para determinar las penas convencionales que aseguren el interés general, las dependencias y entidades deberán considerar las características, complejidad y magnitud de los trabajos a contratar, grados de avance y posibilidad de recepción parcial de los trabajos, debiendo estipular claramente en el contrato respectivo, el tipo y la forma en que se aplicaran.

SECCION II LAS GARANTIAS

Artículo.- Los licitantes ganadores estarán obligados a entregar las garantías en los plazos que para tal efecto establece la Ley, de no hacerlo la dependencia o entidad no formalizará el contrato y procederán, dentro de los quince días siguientes al plazo fijado para la firma, a hacerlo del conocimiento de la Contraloría, proporcionando la documentación comprobatoria del hecho.

De la garantía de cumplimiento del contrato

Artículo.- En la garantía de cumplimiento del contrato, en los términos del artículo 48 de la Ley, las dependencias o entidades, en el documento que contenga las políticas, bases y lineamientos internos, deberán fijar la forma, términos y porcentajes en que serán presentadas, las cuales no podrán ser en proporción menor al diez por ciento del monto total del contrato, debiendo señalar en la convocatoria y en las bases de licitación la forma en que se presentará y los porcentajes que cubrirán éstas en el contrato respectivo.

Artículo.- Cuando los trabajos abarquen más de un ejercicio presupuestal, las garantías de cumplimiento deberán referirse a un porcentaje de cada una de las asignaciones aprobadas, debiendo sustituirse en el siguiente ejercicio, por otra que guarde la misma proporción de la del ejercicio anterior. En estos casos las garantías deberán estar referidas al monto total de los trabajos faltantes por ejecutar, valorizadas considerando los ajustes de costos autorizados y las modificaciones contractuales.

A petición del contratista, la dependencia o entidad podrá acceder a que no se sustituya la garantía otorgada en el primer ejercicio, siempre y cuando su importe mantenga por lo menos la misma proporción del primer ejercicio en relación con el valor actualizado de los trabajos faltantes por ejecutar en cada ejercicio subsecuente.

La garantía deberá ser entregada por el contratista a la dependencia o entidad, en el primer ejercicio, dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha en que reciba la notificación por escrito del fallo de la licitación, pero invariablemente antes de la firma del contrato. Para ejercicios subsecuentes deberá ser entregada dentro de igual plazo contado a partir de la fecha en que reciba la notificación por escrito del monto de la inversión autorizada para el ejercicio y del monto determinado de los trabajos faltantes por ejecutar.

Artículo.- La garantía de cumplimiento otorgada en el primer ejercicio, en el caso de que no haya sido sustituida o la garantía otorgada en el último ejercicio de ejecución de los trabajos, se liberará una vez que haya sido constituida y entregada a la dependencia o entidad la garantía por defectos y vicios ocultos de los trabajos y por cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido la contratista.

De las garantías de los anticipos

Artículo.- Para las garantías de los anticipos del contrato, en los términos del artículo 48 de la Ley, las dependencias y entidades, en el documento que contenga las políticas, bases y lineamientos internos, deberán fijar la forma y términos en que serán presentadas, las cuales deberán cubrir en su totalidad el monto de los anticipos otorgados.

Estas deberán ser entregadas por el licitante ganador a la dependencia o entidad, dentro de los quince días naturales siguientes a la fecha en que reciba la notificación por escrito del fallo, pero invariablemente antes de la fecha de comienzo de los trabajos.

Cuando el licitante ganador no presente las garantías de anticipo, la dependencia o entidad no hará entrega de los anticipos, debiendo exigirle que los trabajos comiencen en la fecha convenida.

Artículo.- Cuando los trabajos abarquen más de un ejercicio presupuestal, las garantías de los anticipos deberán entregarse por el contratista, para el primer ejercicio, dentro del plazo de quince días naturales contado a partir de la fecha de notificación del fallo y para los ejercicios subsecuentes, dentro del plazo de quince días naturales contados a partir de la fecha en que la dependencia o entidad reciba la notificación por escrito del monto de la inversión autorizada para el ejercicio de que se trate.

Artículo.- Las garantías de anticipos se liberarán cuando se hayan amortizado totalmente los anticipos otorgados.

***De la garantía por defectos y vicios ocultos
de los trabajos y por cualquier otra responsabilidad
en que hubiere incurrido el contratista***

Artículo.- La garantía por defectos y vicios ocultos de los trabajos y por cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido el contratista, se constituirá invariablemente a más tardar en la fecha en que se realice el finiquito

Cuando el contratista no constituya la garantía por defectos y vicios ocultos de los trabajos y por cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido, la dependencia o entidad procederá a hacer efectiva la garantía de cumplimiento y el monto recuperado sustituirá a la garantía no constituida, los recursos serán considerados como aportación líquida sin derecho a devolución.

Artículo.- La garantía por defectos y vicios ocultos de los trabajos y por cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido el contratista, se liberará una vez transcurridos doce meses, contados a partir de la fecha del acta de recepción física de los trabajos, siempre y cuando durante ese periodo no haya surgido una responsabilidad a cargo del contratista,

Artículo.- Cuando apareciesen defectos o vicios en los trabajos dentro del plazo que cubre la garantía, la dependencia o entidad deberá notificarlo por escrito al contratista, para que éste inicie su saneamiento dentro de un plazo máximo de treinta días naturales, transcurrido este término sin que se hubieran hecho las correcciones o reposiciones correspondientes, la dependencia o entidad procederá a exigir el cumplimiento o hacer efectiva la garantía.

Artículo.- Si la garantía fue constituida mediante fianza, una vez transcurrido el periodo de su vigencia sin que exista reclamación alguna de la dependencia o entidad, la Institución procederá a su cancelación automática.

Si se constituyó mediante aportación líquida de recursos en un fideicomiso, transcurrido el plazo, la contratista podrá retirar su aportación, además de los rendimientos obtenidos, para lo cual la dependencia o entidad instruirá a la institución fiduciaria.

En caso de haberse expedido carta de crédito revocable, se procederá a su cancelación.

Tipos de garantías

Artículo.- Para los efectos del artículo 48 de la Ley, las dependencias y entidades podrán seleccionar el tipo de garantía que más se ajuste a sus necesidades y que le permita tener la mayor certeza de que las obligaciones por las cuales fueron otorgadas estarán respaldadas, debiendo considerar en todos los casos las características, magnitud y complejidad de los trabajos a realizar.

Garantías a través de fianzas

Artículo.- Cuando las dependencias y entidades requieran como forma de garantía la fianza, deberán prever que dicho instrumento cumpla las siguientes formalidades:

- I. La póliza de garantía deberá prever dentro de su texto que la fianza continuará vigente aún superado el término de 180 días a que hace referencia el artículo 95 de la Ley de Fianzas e Instituciones de Crédito;
- II. En caso de rescisión deberán enviar antes de 180 días a partir del finiquito, la solicitud de cobro correspondiente;
- III. El plazo que se deberá considerar para efecto de contabilizar la prescripción de las fianzas será contado a partir de la fecha de terminación señalada en el contrato, incluyendo en su caso los convenios. En caso de rescisión el plazo empezará a contar a partir de la fecha de inicio de dicho procedimiento, y
- IV. El reclamo que se realice por el pago de una fianza deberá estar acompañado por los siguientes documentos:
 - a. Copia de contrato con sus respectivos convenios.
 - b. Póliza original;
 - c. Finiquito de los trabajos.

SECCION III LAS MODIFICACIONES A LOS CONTRATOS

De las modificaciones a los contratos

Artículo.- En los términos de lo que establece el artículo 59 de la Ley, las modificaciones a los contratos se entienden al igual en aumento que en reducción, por lo que de presentarse en ambos sentidos, se integrarán para efecto de definir la variación real del monto o del plazo respecto de las condiciones originales.

Si la modificación es al plazo, los periodos se expresarán en días naturales para determinar el porcentaje de variación, en tanto que si es al monto, la comparación se hará con base al monto original del contrato.

Los convenios de modificación al plazo serán independientes de los de modificación al monto, aun cuando para fines de su formalización puedan conjuntarse en un solo documento.

Artículo.- Cuando se realicen conceptos de trabajo al amparo de convenios en monto o plazo, se deberán considerar y administrar independientes a los conceptos de trabajo del contrato, debiendo las dependencias y entidades formular estimaciones específicas, a efecto de que se determine el programa de ejecución aplicable a cada uno de ellos.

Para los efectos de Ley y este Reglamento, la suma de cada uno de estos programas integrarán el programa de ejecución convenido.

De las modificaciones al plazo

Artículo.- El contratista podrá concluir la obra en un plazo menor al establecido en el contrato, no siendo necesaria en este caso la celebración de convenio alguno. Si el contratista se percatara de la imposibilidad de terminar la obra en el plazo convenido originalmente, deberá notificarlo a la dependencia o entidad, mediante anotación en la bitácora, presentando además su solicitud y la documentación justificativa.

La dependencia o entidad, dentro de los treinta días naturales siguientes a la presentación de la solicitud del contratista deberá emitir el dictamen de resolución, de no hacerlo, la solicitud se tendrá por aceptada. El convenio deberá formalizarse dentro de los quince días naturales siguientes a uno u otro suceso.

De las modificaciones al monto

Artículo.- El contratista, al percatarse de la necesidad de ejecutar cantidades adicionales o cantidades por conceptos no previstos en el catálogo original del contrato, deberá notificarlo a la dependencia o entidad, debiendo ejecutarlos una vez que cuente con la autorización, expresa y por escrito en la bitácora por parte de la residencia de obra.

Las dependencias o entidades deberán asegurarse de contar con los recursos disponibles y suficientes dentro de su presupuesto autorizado. Por su parte, el contratista deberá ampliar la garantía otorgada para el cumplimiento del contrato, en la misma proporción sobre el monto del convenio.

Tanto para ejecutar cantidades adicionales como para las cantidades por conceptos no previstos en el catálogo original del contrato, se aplicarán los porcentajes de indirectos, costo de financiamiento y de utilidad convenidos en el contrato.

De la ejecución de cantidades adicionales

Artículo.- Cuando se requiera de la ejecución de cantidades adicionales, a éstas se les aplicarán los mismos precios estipulados en el contrato, con los ajustes de costos que les correspondan. En estos casos, el dictamen deberá ser emitido y el convenio formalizado dentro de los treinta días naturales siguientes a la fecha en que se haya instruido su ejecución a la contratista, mediante anotación en bitácora.

Una vez transcurrido ese lapso, se haya formalizado o no el convenio, la contratista podrá elaborar sus estimaciones y presentarlas a la residencia de supervisión en la fecha de corte más cercana.

De la ejecución de conceptos no previstos en el catálogo original del contrato

Artículo.- Si durante la vigencia del contrato surge la necesidad de ejecutar conceptos no previstos en el catálogo original del contrato, el contratista dentro de los quince días naturales siguientes a que se ordene su ejecución, deberá presentar los análisis de precios correspondientes para su revisión; su conciliación y autorización estarán sujetas a las características, magnitud y complejidad del precio unitario de que se trate.

Artículo.- Para la definición de los conceptos y sus precios, las dependencias y entidades, escuchando la opinión del contratista, procederán en el siguiente orden y manera, siendo cada alternativa excluyente de la anterior:

- I. Hacerlo con base en los conceptos y sus precios, estipulados en el contrato y que sean aplicables a los nuevos conceptos;
- II. A partir de los elementos contenidos en los análisis de los precios ya establecidos en el contrato;

Para los efectos de esta fracción, los elementos a considerar, únicamente se referirán a lo siguiente: los insumos con sus costos; los consumos y los rendimientos por unidad de obra y los costos indirectos, de financiamiento y cargo por utilidad.

La aplicación de éstos elementos serán la base para la determinación de los nuevos precios, debiendo considerar lo siguiente:

- a. Los costos de los insumos establecidos en el contrato, se aplicarán directamente a los consumos calculados por unidad de obra para la ejecución de los trabajos no previstos de que se trate.
- b. Cuando se requieran insumos que no estén contenidos en el contrato y el importe conjunto de éstos no exceda del 25% del valor del nuevo precio, se podrán aplicar los costos investigados en el mercado, conciliados por las partes. La condición anterior no será limitativa en el caso de equipos de instalación permanente, para los cuales se aplicará el costo investigado y conciliado, independiente y adicionalmente a dicha condición.

- c. Para determinar los consumos y los rendimientos de un precio unitario para trabajos extraordinarios, se podrá tomar como base el análisis de un precio establecido en el contrato cuyo procedimiento constructivo sea similar, ajustando los consumos y rendimientos en función de la dificultad y alcance del nuevo precio.

Se podrá tomar como base para hacer el ajuste anterior, la relación que guarden entre sí los consumos y los rendimientos en los análisis de precios unitarios de conceptos de trabajos existentes en el tabulador de precios de la dependencia o entidad, similares al precio base y al nuevo precio;

- III. Aplicar los precios contenidos en sus tabuladores vigentes, de conceptos similares a los nuevos.

Se podrán aplicar los precios contenidos en tabuladores de precios unitarios vigentes en la dependencia o entidad, para los conceptos de trabajos correspondientes; salvo que los alcances de los nuevos precios difieran de los contemplados en los precios del tabulador.

Si los precios del tabulador no resultaran ser aplicables para calcular los nuevos precios, se tomarán en cuenta los elementos que sirvieron de base para formular los precios del tabulador. Se podrán aplicar para los costos de insumos no contenidos en el tabulador, los costos investigados en el mercado, conciliados entre las partes, siempre y cuando el importe conjunto de éstos insumos no excedan el 25% del valor del nuevo precio. Esta condición no será limitativa en el caso de los insumos de equipos de instalación permanente, para los que se aplicará el costo investigado y conciliado, independientemente de la condición anterior.

Para el cálculo de los consumos y los rendimientos se tomarán en cuenta los criterios de los precios del tabulador de la dependencia o entidad, conciliando con el contratista.

Los costos indirectos, de financiamiento y utilidad establecidos en el contrato se aplicarán sobre el costo directo calculado para el nuevo precio.

- IV. Cuando no fuera posible determinar el precio en los términos de las fracciones anteriores, el contratista deberá calcular el nuevo precio aplicando los costos de los insumos contenidos en los precios unitarios del contrato y para los que no estuvieran contenidos, podrá tomar en cuenta los costos de los insumos del tabulador de la dependencia o entidad o, en su caso, propondrá los que haya investigado en el mercado proporcionando los apoyos necesarios, conciliando con la dependencia o entidad.

Los consumos y rendimientos para el nuevo precio, el contratista podrá determinarlos analíticamente, tomando en cuenta la experiencia de su personal de construcción o los antecedentes aplicables de trabajos similares, conciliando con la dependencia o entidad.

Los costos indirectos, de financiamiento y utilidad establecidos en el contrato se aplicarán sobre el costo directo calculado para el nuevo precio.

- V. Solicitar al contratista la presentación de una propuesta, estableciendo un plazo para ello, debiendo emitir el dictamen de resolución dentro de los treinta días naturales siguientes a aquél en que reciba la propuesta.

La residencia de obra deberá dejar constancia por escrito de la aceptación de la propuesta, debiendo vigilar que se respeten las condiciones establecidas en las bases de licitación y en el contrato correspondiente. En dicho escrito se establecerán las condiciones necesarias para la ejecución y el pago de los trabajos, determinando el programa, los procedimientos constructivos, el equipo y la cuadrilla a utilizar.

Asimismo, se deberá acompañar la designación del representante de la residencia de obra, que se encargará de la verificación de los consumos, recursos asignados y del avance.

Durante la ejecución de los trabajos, el contratista entregará en un plazo similar a la frecuencia de sus estimaciones, los documentos comprobatorios de los consumos y recursos empleados en el periodo comprendido, documentos que formarán parte del precio unitario que se deberá determinar. Esta documentación deberá estar avalada por el representante designado para la verificación de los consumos y recursos.

Estos documentos se enviarán al área evaluadora de precios unitarios con la misma periodicidad de las estimaciones, la información contenida en esta documentación será la base para calcular el precio unitario para el pago de los trabajos, por lo que el contratista deberá acompañar también la documentación comprobatoria de los costos de los insumos. Los costos se verificarán y conciliarán previamente a su aplicación en el precio unitario por elaborar, salvo los costos ya establecidos en el contrato.

Los costos indirectos, de financiamiento y utilidad establecidos en el contrato se aplicarán sobre el costo directo calculado para el nuevo precio.

- VI. Analizarlos por observación directa, previo acuerdo con la contratista respecto del procedimiento constructivo, maquinaria, equipo, personal, y demás que intervengan en los conceptos.

En todos los casos, la dependencia o entidad deberá emitir por escrito al contratista, independiente de la anotación en bitácora, la orden de trabajo correspondiente. En tal evento, los conceptos, sus especificaciones y los precios unitarios quedarán incorporados al contrato, en los términos del documento que para tal efecto se suscriba.

De otras modificaciones

Artículo.- En el caso de requerirse de modificaciones a los términos originales del contrato, que no impliquen un aumento o reducción al monto o al plazo, ni varíen el proyecto, afecten la naturaleza y características esenciales de la obra o tengan por objeto eludir el cumplimiento de la Ley o los Tratados, no será necesaria la celebración de un convenio en los términos de la Ley. Estas modificaciones deberán ser acordadas y formalizadas entre las partes en un adendum, a cuyos términos quedarán obligadas y que pasará a formar parte del contrato.

Del contenido del convenio

Artículo.- Según el tipo y las características de los convenios que se vayan a formalizar, deberán contener como mínimo lo siguiente:

- I. El número o clave de identificación;

- II. El número o clave correspondiente al contrato;
- III. Identificación del tipo de convenio que se realizará así como de cada una de las partes contratantes, asentando los nombres y el cargo de sus representantes;
- IV. Las declaraciones que cada una de las partes debe hacer;
- V. El dictamen técnico o los documentos que justifiquen la celebración del convenio;
- VI. El objeto del convenio anotando una descripción sucinta de las modificaciones que se han de realizar;
- VII. Un programa de ejecución valorizado mensualmente, que considere los conceptos que se realizarán durante su vigencia;
- VIII. La estipulación por la cual las partes acuerdan que con excepción a lo que expresamente se estipula en los términos del convenio, regirán todas y cada una de las cláusulas del contrato original;
- IX. Cuando el convenio implique un incremento al plazo de ejecución, se deberá señalar el plazo de ejecución para el convenio, así como el plazo de ejecución total considerando el del contrato original y el nuevo programa de ejecución convenido, y
- X. Cuando el convenio implique un incremento al monto, además, se deberá considerar lo siguiente:
 - a. Que se indique la disponibilidad presupuestaria;
 - b. Que el importe del convenio esté indicado con número y letra, así como el resultado de la suma con el contrato original, y el porcentaje que representa el nuevo importe respecto del original;
 - c. Que se indique la obligación, por parte del contratista, de ampliar la garantía en los mismos términos a los establecidos para el contrato original, misma que será conjunta, solidaria e inseparable, y
 - d. Que exista un catálogo de conceptos valorizado, indicando las cantidades y los precios unitarios que lo conforman, determinando cual es su origen en los términos del artículo 59 de la Ley.

CAPITULO CUARTO LA EJECUCION

Del procedimiento de ejecución

Artículo.- Para los efectos de la Ley y este Reglamento, el procedimiento de ejecución iniciará con la firma del contrato y terminará con el cierre administrativo del contrato, debiendo la dependencia o entidad programar las acciones y precisar la calendanzación de las mismas.

SECCION I

RESPONSABLES DE LOS TRABAJOS

Residencia de obra

Artículo.- El residente de obra estará facultado para dirigir, vigilar y controlar los trabajos, así como tomar las decisiones técnicas correspondientes a sus funciones y necesarias para la correcta ejecución de los mismos, debiendo resolver oportunamente cualquier consulta, aclaración, duda, autorización, que presente el supervisor o contratista con relación al cumplimiento de los derechos y obligaciones derivadas del contrato.

Dependiendo de la magnitud de los trabajos, la dependencia o entidad buscará ubicar la residencia de obra en la zona de influencia de la ejecución de los trabajos.

Requisitos

Artículo.- La designación del residente de obra deberá constar por escrito. Las dependencias y entidades vigilarán que la persona seleccionada cuente con los conocimientos, habilidades, experiencia y capacidad suficiente para llevar la dirección de los trabajos.

Para realizar el nombramiento de los residentes de obra, las dependencias y entidades deberán considerar grado académico de formación profesional de la persona, su experiencia en administración y construcción de obras, el desarrollo profesional y el conocimiento de obras similares de las que se hará cargo.

Funciones

Artículo.- En los términos que establece el artículo 53 de la Ley y previamente al comienzo de la obra, la dependencia o entidad instalará la residencia de obra. Sus funciones básicas serán:

- I. Previo al inicio de los trabajos, vigilar que se cuente con los dictámenes, permisos, licencias, derechos de bancos de materiales, así como la propiedad o los derechos de propiedad incluyendo derechos de vía y expropiación de inmuebles sobre los cuales se ejecutarán los trabajos y demás autorizaciones que se requieran para la realización ininterrumpida de los mismos;
- II. Vigilar que se cuente con los recursos presupuestales necesarios para realizar los trabajos ininterrumpidamente;
- III. Apertura de la bitácora la cual quedará a su cargo, y por medio de ella dará las instrucciones pertinentes, y recibirá solicitudes del contratista;

- IV. Cuando sea el caso, coadyuvar a la obtención de permisos y licencias necesarios para no entorpecer la ejecución eficiente de los trabajos;
- V. Vigilar y controlar el desarrollo de los trabajos, en sus aspectos de calidad, costo, tiempo y apego al proyecto, al programa de obra y al contrato, sirviéndose para este fin, como parámetro de control los anexos técnicos.

Cuando se requiera hacer cambios estructurales, arquitectónicos, funcionales, de proceso, entre otros, al proyecto, deberán recabar por escrito las instrucciones o autorizaciones de los responsables de las áreas correspondientes;
- VI. Vigilar que la supervisión, previamente al inicio de la obra, cuente con los proyectos arquitectónicos y de ingeniería; normas de calidad de los materiales y especificaciones generales y particulares de construcción; catálogo de conceptos con sus análisis de precios unitarios o alcances de las actividades de obra; programas de ejecución y suministros; términos de referencia y alcances de servicios;
- VII. Revisar, controlar y comprobar que los materiales, la mano de obra, la maquinaria y equipos sean de la calidad y características pactadas en el contrato;
- VIII. Autorizar las estimaciones, verificando que cuenten con los números generadores que la respalden;
- IX. Coordinar con los servidores públicos responsables las terminaciones anticipadas o rescisiones de obras y cuando procedan las suspensiones de obra, debiéndose auxiliar de la dependencia o entidad para su formalización;
- X. Tramitar, en su caso, los convenios de modificación necesarios;
- XI. Rendir informes periódicos, así como un informe final sobre el cumplimiento del contratista en los aspectos legales, técnicos, económicos, financieros y administrativos;
- XII. Autorización y firma del finiquito del contrato;
- XIII. Verificar la correcta conclusión de los trabajos, debiendo vigilar que la unidad que deba operar reciba oportunamente el inmueble en condiciones de operación, los planos correspondientes a la construcción final, así como los manuales e instructivos de operación y mantenimiento y los certificados de garantía de calidad y funcionamiento de los bienes instalados, y
- XIV. Las demás funciones que señale la dependencia o entidad y que sean inherentes a los trabajos.

Supervisión

Artículo.- La supervisión de los trabajos podrá realizarse con personal de la dependencia o entidad, o bien con terceras personas; en este último caso deberá celebrarse el contrato correspondiente con sujeción a las formalidades que para el efecto prevé la Ley y este Reglamento, en la parte relativa a servicios.

Para los efectos de la Ley y este Reglamento, la supervisión será el auxiliar técnico de la residencia de obra, con las funciones que para tal efecto se señalan en este Reglamento y, en su caso, en el contrato respectivo.

Artículo.- Las funciones básicas de la supervisión serán las que a continuación se señalan:

- I. Previamente al inicio de los trabajos, deberá revisar detalladamente la información que le proporcione la residencia de obra con relación al contrato, con el objeto de enterarse con detalle de las condiciones del sitio de la obra y de las diversas partes y características del proyecto, debiendo recabar la información necesaria que le permita iniciar los trabajos según lo programado y ejecutarlos ininterrumpidamente hasta su conclusión;
- II. Integrar y mantener al corriente el archivo derivado de la realización de los trabajos, el cual contendrá, entre otros:
 - a. Copia de planos;
 - b. Matrices de precios unitarios o cédula de avances y pagos programados, según corresponda;
 - c. Modificaciones a los planos;
 - d. Registro y control de la bitácora, y las minutas de las juntas de obra;
 - e. Permisos, licencias y autorizaciones;
 - f. Contratos convenios, programas de obra y suministros, números generadores, cantidades de obra realizadas y faltantes de ejecutar y presupuesto;
 - g. Reportes de laboratorio y resultado de las pruebas, y
 - h. Manuales y garantía de la maquinaria y equipo.
- III. Coadyuvar en la asistencia técnica;
- IV. Girar al contratista las ordenes necesarias para la buena ejecución de la obra y le transmitirá aquellas provenientes de la residencia de obra en forma adecuada y oportuna;
- V. Registro diario en la bitácora de los avances y aspectos relevantes durante la obra;
- VI. Celebrar juntas de trabajo con el contratista o la residencia de obra para analizar el estado, avance, problemas y alternativas de solución, consignando en las minutas los acuerdos tomados;
- VII. Analizar con la residencia de obra, la solución de los problemas técnicos que se presenten, y en el caso de que constituyan un cambio sustancial al proyecto, a sus especificaciones o al contrato, el residente de obra presentará a la dependencia o entidad el problema con las alternativas de solución, en las que se analice factibilidad, costo y tiempo de ejecución, y establezca la necesidad de prórroga, en su caso;
- VIII. Vigilar que el contratista cumpla con las condiciones de seguridad, higiene y limpieza de los trabajos;
- IX. Revisar las estimaciones de trabajos ejecutados para efectos de que la residencia de obra las apruebe; conjuntamente con la superintendencia de construcción del contratista deberán firmarse oportunamente para su trámite de pago;
- X. Vigilar que los planos se mantengan debidamente actualizados, por conducto del o los responsables del proyecto;

- XI. Analizar detalladamente el programa de ejecución de los trabajos considerando e incorporando, según el caso, los programas de suministros que la dependencia o entidad haya entregado a la contratista referente a materiales, maquinaria, equipos, instrumentos y accesorios de instalación permanente;
- XII. Promover con la residencia de obra, que se cuente con la disponibilidad presupuestal necesaria y suficiente, y calendanzada de acuerdo a lo programado;
- XIII. Coadyuvar con la residencia de obra para que los materiales, la mano de obra, la maquinaria y equipos sean de la calidad y características pactadas en el contrato;
- XIV. Verificar la debida terminación de los trabajos dentro del plazo pactado;
- XV. Realizar los tramites necesarios para la correcta verificación y recepción física de los de los trabajos, así como del cierre de contrato;
- XVI. Coadyuvar en la elaboración del finiquito de los trabajos, y
- XVII. Las demás funciones que señale la residencia de obra y que sean inherentes a los trabajos.

Superintendente de construcción

Artículo.- Previamente al comienzo de la obra, el contratista designará a su representante permanente, que actuará como superintendente de construcción, quien deberá conocer con amplitud los proyectos, normas de calidad y especificaciones de construcción, catálogo de conceptos o actividades de obra, programas de ejecución y de suministros, además de contar con las facultades suficientes para la toma de decisiones en todo lo relativo al cumplimiento del contrato y para firmar la bitácora, las solicitudes y las estimaciones.

La designación del representante permanente deberá contar con la conformidad de la dependencia o entidad, la que se reserva el derecho de solicitar su sustitución en cualquier momento, por causas justificadas, obligándose la contratista a nombrar a otro que reúna los requisitos exigidos.

El contratista, a través del superintendente de construcción, deberá realizar las acciones necesarias que le permitan cumplir con las obligaciones y ejercer los derechos que se deriven del contrato, sus anexos y de la bitácora.

El superintendente de construcción deberá estar facultado por el contratista, para oír y recibir toda clase de notificaciones, aun las de carácter personal.

De las responsabilidades del contratista

Artículo.- El contratista será el único responsable de la ejecución de los trabajos, debiendo realizar las acciones necesarias que le permitan cumplir con todas y cada una de las obligaciones derivadas del contrato y bitácora correspondientes. Asimismo, asumirá los riesgos de las obras que realice, hasta su entrega física a la dependencia o entidad.

Cuando los trabajos no se hayan realizado de acuerdo con lo estipulado en el contrato o conforme a las órdenes escritas de la dependencia o entidad, ésta ordenará su demolición, reparación o reposición inmediata con los trabajos adicionales que resulten necesarios, que hará por su cuenta el

contratista sin que tenga derecho a retribución adicional alguna por ello. En este caso, la dependencia o entidad, si lo estima necesario, podrá ordenar la suspensión total o parcial de los trabajos contratados en tanto no se lleven a cabo la reposición o reparación de los mismos, sin que esto sea motivo para ampliar el plazo señalado para su terminación.

Si el contratista realiza trabajos por mayor valor del contratado, sin mediar orden expresa o por escrito en la bitácora de parte de la dependencia o entidad, o el convenio respectivo, independientemente de la responsabilidad en que incurra por la ejecución de los trabajos excedentes, o tendrá derecho a reclamar pago alguno por ello, ni a modificación alguna del plazo de ejecución de los trabajos.

Artículo.- El contratista deberá sujetarse a todas las leyes, reglamentos u ordenamientos de las autoridades competentes en materia de construcción, control ambiental, seguridad y uso de la vía pública y a las disposiciones que con base en aquellos, tenga establecidas la dependencia o entidad para la ejecución de sus trabajos, para lo cual se obliga a obtener los lineamientos correspondientes.

Artículo.- El contratista será responsable de los daños y perjuicios que cause a la dependencia o entidad o a terceras personas con motivo de la ejecución de los trabajos, por no ajustarse a lo estipulado en el contrato, por inobservancia de las instrucciones dadas por escrito por la dependencia o entidad o por violación a las leyes y reglamentos aplicables.

Los riesgos, la conservación y la limpieza de los trabajos hasta el momento de su entrega, serán responsabilidad del contratista.

Artículo.- El contratista estará obligado a coadyuvar en la extinción de incendios comprendidos en las zonas en que se ejecuten los trabajos objeto del contrato, con el personal y elementos de que disponga para ese fin; igualmente el contratista se obliga a dar aviso al representante de la dependencia o entidad en la obra, de la existencia de incendios, de su localización y magnitud.

Artículo.- El contratista tendrá la obligación de comunicar a la Secretaría de Salud, la aparición de cualquier brote epidémico en la zona de los trabajos objeto del contrato y de coadyuvar de inmediato a combatirlo, con los medios de que disponga. También enterará a la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, cuando se afecten las condiciones ambientales y los procesos ecológicos de la zona en que se realicen los trabajos objeto del contrato.

Artículo.- De las estimaciones que se le cubran al contratista se le descontará los derechos que procedan por la prestación del servicio de inspección, vigilancia y control de los trabajos por la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo.

SECCION II

BITÁCORA

Generalidades

Artículo.- La bitácora es un instrumento técnico de control de los trabajos durante el desarrollo de los trabajos de construcción o de prestación de servicios, regulando y controlando el ejercicio de los mismos. En ella deben registrarse los asuntos relevantes que se presenten, considerando los acontecimientos que resulten diferentes a los establecidos en el contrato y sus anexos; así como dar fe del cumplimiento de eventos significativos en tiempo y situaciones ajenas a la responsabilidad de la contratista. Su uso es obligatorio en todas las obras y servicios.

Los órganos internos de control vigilarán que su uso y seguimiento se realice conforme a lo que prevé esta sección, por lo que deberán incluir dentro de su programa de trabajo la revisión correspondiente.

Artículo.- La bitácora para los efectos de la Ley y este Reglamento, será el medio oficial y legal de comunicación entre las partes que firman el contrato y estará vigente durante el desarrollo de los trabajos, de tal modo que sólo deberá limitarse a asuntos importantes que se desarrollen durante la ejecución de la obra o los trabajos.

La bitácora será un cuaderno con hojas foliadas consecutivamente a partir del número uno, ninguna de las cuales deberá sustraerse y todas las que se utilizan deberán estar firmadas por los representantes de ambas partes, y en su caso por el representante de la empresa a quien se encomiende la supervisión.

Su apertura se hará previamente al comienzo de los trabajos, y empezará con la fecha de su apertura, la identificación del número de contrato asignado, la descripción general de la obra, su importe y plazo de ejecución totales y los nombres de los representantes designados por las partes, que serán quienes puedan hacer anotaciones y firmarlas.

De la forma de la bitácora

Artículo.- El formato de la bitácora se ajustará a las necesidades de cada dependencia o entidad, pero en todos los casos deberá considerar, como mínimo, lo siguiente:

- I. Utilizar una bitácora por cada contrato;
- II. Las hojas originales y sus copias deben estar siempre foliadas;
- III. Se debe contar con un original para la dependencia o entidad y al menos dos copias, una para la contratista y otra para supervisión;
- IV. Las hojas de copias deben ser desprendibles no así las originales;
- V. En las primeras hojas debe haber espacio suficiente para anotar los datos del contrato del que forma parte la bitácora, y
- VI. El contenido de cada nota debe precisar: número, clasificación, fecha, descripción del problema o asunto, ubicación, causa, solución, prevención, consecuencia económica, responsabilidad si la hubiere, y fecha de atención, así como la referencia, en su caso, a la nota que se contesta.

Reglas generales para el uso de la bitácora

Artículo.- Las dependencias y entidades así como el contratista deberán observar las siguientes reglas generales para el uso de la bitácora.

- I. **Apertura.** Se deberá iniciar con una nota especial relacionando como mínimo lo siguiente: datos generales de las partes involucradas, nombre y firma del personal autorizado, direcciones y teléfonos, datos particulares del contrato y alcances descriptivos de los trabajos y de las características del sitio donde se desarrollarán, así como la inscripción de los documentos que identifiquen oficialmente al personal técnico que estará jurídicamente facultado como representante de la contratante y del contratista, para la utilización de la bitácora, indicando a quién o a quiénes se delega esa facultad.

Esta nota deberá contar con el acreditamiento de un representante del órgano interno de control de la dependencia o entidad;
- II. **Numeración y fechado de notas.** Todas las notas deberán numerarse en forma seriada y fecharse consecutivamente respetando sin excepción el orden establecido;
- III. **Redacción y escritura.** Las notas o asientos deberán efectuarse claramente, con tinta indeleble, letra de molde legible y sin abreviaturas;
- IV. **Errores.** Cuando se cometa algún error de escritura, de intención o redacción, la nota deberá anularse, abriendo de inmediato otra nota con el número consecutivo que le corresponda y con la descripción correcta;
- V. **Tachaduras y enmendaduras.** Una nota cuyo original y copias aparezca con tachaduras y enmendaduras, será nula;
- VI. **Sobreposiciones.** No se deberá sobreponer ni añadir texto alguno a las notas de bitácora, ni entre renglones, márgenes o cualquier otro sitio, de requerirse, se deberá abrir otra nota haciendo referencia a la de origen;
- VII. **Inutilización de espacios.** Se deberán cancelar los espacios sobrantes de una hoja al completarse el llenado de las mismas;
- VIII. **Retiro de copias.** Una vez firmadas las notas de bitácora, los interesados deberán retirar sus respectivas copias;
- IX. **Validaciones.** Cuando se requiera, se podrán validar oficios, minutas, memoranda y circulares, refiriéndose al contenido de los mismos o bien anexando copias;
- X. **Frecuencia y cantidad de notas.** Estas se definen para cada caso en particular, por las situaciones que durante el desarrollo de los trabajos resulten distintas a las previstas originalmente en el contrato;
- XI. **Compromiso de uso.** El compromiso es de ambas partes y no puede evadirse esta responsabilidad. Asimismo, deberá utilizarse la bitácora para asuntos trascendentes que deriven del objeto de los trabajos en cuestión;

- XII. Cierre de notas o asientos de la bitácora. Todas y cada una de las notas deberán quedar cerradas y resueltas o especificarse que su solución será posterior, debiendo en este último caso relacionarse con la nota de resolución;
- XIII. Custodia. Será responsabilidad del residente de obra la custodia y permanencia de este instrumento, y
- XIV. Cierre de bitácora. Será con una última nota especial, en la que se dará por finiquitada la relación técnica de campo, procedimiento para firmar o anular las hojas sobrantes.

Reglas de aplicación de la bitácora

Artículo.- Para cada una de las bitácoras se deberá reglamentar y validar el uso de este instrumento, precisando como mínimo los siguientes aspectos, los cuales deberán asentarse inmediatamente después de la nota de apertura.

- I. Disponibilidad. Horario en que se podrá consultar y asentar notas;
- II. Firma. Establecer plazo máximo para firma de los interesados, acordando en caso del vencimiento del plazo, la aceptación del asunto en cuestión;
- III. Retiro de copias. Los interesados podrán retirar su respectiva copia hasta que los actos estén completos y firmados, o en su caso, se haya vencido el plazo indicado en el inciso anterior;
- IV. Inviolabilidad. Se deberá enfatizar la prohibición de modificar cualquiera de las notas ya firmadas, así sea por el responsable de la anotación original; y
- V. Actividades periódicas. Es recomendable regular en las actividades de carácter técnico administrativo, lo relativo a la autorización y revisión de estimaciones, números generadores, obra extraordinaria, así como lo relativo a las normas de seguridad e higiene que deban implementarse, y
- VI. Intervención de auditores en la bitácora. Durante el desarrollo de los trabajos cuando se audite un contrato y para certificar la presencia de los auditores en campo o en el sitio donde se efectúan los trabajos, los auditores harán constar su presencia mediante una nota especial de bitácora que marque el inicio, término y actividad relevante de esa etapa de la revisión de auditoría.

Bitácora de Servicios

Artículo. Por lo que se refiere a contratos de servicios, se debe abrir una bitácora por cada contrato respetando las mismas reglas y obligaciones para su utilización estipuladas en este Reglamento, pudiéndose utilizar libretas reducidas.

Las modificaciones autorizadas a los alcances del contrato, las ampliaciones o reducción de los mismos y los resultados de las revisiones que efectúe la contratante deberán asentarse en bitácora así como las solicitudes de información que tenga que hacer el contratista para efectuar las labores encomendadas.

SECCION III LA FORMA DE PAGO

De la forma de pago

Artículo.- Las dependencias y entidades no deberán realizar ningún pago que no esté amparado en la Ley o este Reglamento, los cuales en todos los casos deberán estar soportados en la estimación correspondiente.

Para efectos de pago, las dependencias y entidades deberán establecer las fechas de corte, las cuales podrán referirse a fechas fijas o bien a un acontecimiento que deba cumplirse.

No implicará retraso en el programa de ejecución de la obra y por tanto no se considerará como incumplimiento del contrato y causa de su rescisión, cuando el atraso tenga lugar por la falta de pago de estimaciones, debiendo documentarse tal situación.

Artículo.- En los contratos de obras publicas y servicios relacionados con las mismas únicamente existirán los siguientes tipos de pagos que se realizan mediante estimaciones:

- I. De trabajos ejecutados;
- II. De pago de conceptos adicionales y extraordinarios;
- III. De ajuste de costos, y
- IV. De gastos no recuperables.

Artículo.- El pago de las estimaciones no se considerará como la aceptación plena de los trabajos, ya que la dependencia o entidad deberá reservarse el derecho de reclamar por trabajos faltantes o mal ejecutados y, en su caso, del pago en exceso.

Artículo.- Los documentos que deberán acompañarse a cada estimación serán determinados por cada dependencia o entidad, atendiendo a las características, complejidad y magnitud de los trabajos, los cuales serán, entre otros, los siguientes:

- I. Números generadores;
- II. Notas de bitácora;
- III. Croquis;
- IV. Fotografías;
- V. Análisis, cálculo e integración de los importes correspondientes a cada estimación, y
- VI. Precios unitarios aprobados de conceptos extraordinarios.

Del pago de las estimaciones por trabajos ejecutados basado en precio unitario

Artículo.- Los precios unitarios establecidos en el contrato o convenios permanecerán fijos hasta la terminación de la obra; los ajustes a los costos directos se harán en los supuestos y con sujeción a las formalidades previstas en la Ley y este Reglamento.

En el caso de que el contratista no presente las estimaciones en el plazo establecido en el artículo 54 de la Ley, la estimación correspondiente se presentará dentro de igual plazo en la siguiente fecha de corte, sin que ello dé lugar a la reclamación de gastos financieros por parte del contratista.

En todos los casos, la fecha en que se presente la estimación deberá hacerse constar en la bitácora.

Artículo.- La residencia de obra deberá resolver lo que proceda en el plazo indicado en el artículo 54 de la Ley; en caso contrario la estimación se entenderá como aceptada y a partir del decimosexto día se tendrá por comenzado el plazo para su pago.

A base de precio alzado

Artículo.- Las dependencias y entidades podrán establecer dentro del contrato celebrado a precio alzado que el importe a pagar será por los trabajos totalmente terminados y ejecutados en un plazo establecido, o bien, cuando se finalice totalmente cada actividad de obra, conforme al programa convenido.

Artículo.- En el caso de que se determinen pagos por actividades de obra, las dependencias y entidades, dentro de las bases de licitación, deberán establecer la obligación de que los contratistas deben fijar las fechas críticas a que se ajustarán sus programas de ejecución, con el objeto de que en el contrato correspondiente se pacte el pago respectivo.

Los pagos progresivos que se generen, deberán realizarse al final de cada actividad de obra, la cual deberá estar sujeta a una fecha determinada, que debe ser congruente con la red de actividades, la cedula de avances y pagos programados y el programa de ejecución.

Procedimiento de pago de ajuste de costos

Artículo.- Cuando el porcentaje del ajuste de los costos sea al alza, será el contratista quien lo promueva; si es a la baja, será la dependencia o entidad quien lo realice.

Los contratistas, dentro de los treinta días naturales siguientes a la publicación de los índices aplicables al periodo que los mismos indiquen, deberán presentar por escrito la solicitud de ajuste de costos a la dependencia o entidad; en caso contrario precluye su derecho para reclamar el pago de los mismos.

La resolución a la solicitud de ajuste de costos, deberá constar por escrito y la dependencia o entidad deberá emitirla dentro de los treinta días naturales siguientes al de la recepción de la solicitud, de no hacerlo así, la solicitud se tendrá por aprobada.

Artículo.- El procedimiento de pago de ajustes de costos, se debe hacer de manera similar a una estimación de trabajos ordinarios ejecutados, siguiendo los mismos trámites administrativos de revisión, autorización y pago que internamente tenga establecido la dependencia o entidad contratante.

El pago del ajuste de los costos, una vez determinados, deberá cubrirse por parte de la dependencia o entidad, a solicitud escrita del contratista, a más tardar dentro de los veinte días naturales siguientes a la fecha en que la dependencia o entidad emita el oficio de resolución que acuerde lo correspondiente, o bien una vez fenecido el plazo para su revisión.

Del pago de las estimaciones de gastos no recuperables

Artículo.- Cuando procedan los gastos no recuperables, la formalización deberá efectuarse mediante el oficio de resolución que acuerde su pago y en consecuencia no se requiere de convenio alguno; y su pago será mediante la estimación correspondiente. El importe de este concepto será independiente de los montos consignados en el contrato o convenios celebrados para la realización de los trabajos.

A los importes que resulten no les serán aplicables ningún costo adicional por concepto de indirectos, financiamiento y utilidad.

En todos los casos, el pago de los gastos no recuperables deberá contar con el soporte documental que acredite su debida comprobación, salvo de aquellos conceptos que se puedan determinar con la documentación que sirvió de base para adjudicar el contrato correspondiente.

Del pago del costo financiero

Artículo.- El pago del ajuste del costo por financiamiento, deberá incluirse dentro del pago que se realice por ajuste de costos, el que podrá integrarse cualquiera de los conceptos que les den origen, en los términos del artículo XXX de este Reglamento.

Del pago de los proyectos de infraestructura a largo plazo

Artículo.- En los proyectos de infraestructura productiva de largo plazo, el pago se efectuará exclusivamente cuando los trabajos hayan sido totalmente terminados, en el plazo que para el efecto se pacte en el contrato correspondiente.

Las dependencias y entidades podrán efectuar el pago en parcialidades, debiendo establecer en las bases de licitación y en el contrato, los instrumentos financieros que se utilizarán, así como la forma y los plazos en que se realizarán.

SECCION IV LOS ANTICIPOS

Definición del porcentaje

Artículo.- El porcentaje de anticipo que las dependencias y entidades otorgarán a los contratistas deberá señalarse en la convocatoria y bases de concurso, debiendo quedar definidos dentro del contrato los porcentajes, número, y las fechas de exhibición y amortización en que se llevarán a cabo.

El pago del anticipo podrá realizarse en una sola exhibición o en varias parcialidades, en este último caso, las dependencias y entidades deberán señalarlo dentro de las bases de concurso.

Para determinar el porcentaje de los anticipos que se otorgarán, las dependencias y entidades deberán tener en cuenta las características, complejidad y magnitud de los trabajos, el que tendrá por objeto el apoyar la debida continuidad de los mismos.

Artículo.- El importe de los anticipos que se otorguen a los contratistas será el que resulte de aplicar el porcentaje señalado en la convocatoria y bases de concurso, al monto total de la propuesta, si se realizará los trabajos en un solo ejercicio. Cuando los trabajos se realicen en más de un ejercicio, el monto se obtendrá aplicando el porcentaje señalado a la asignación presupuestal aprobada para cada ejercicio de que se trate.

Artículo.- El diferimiento del programa de ejecución de los trabajos por el atraso en la entrega de los anticipos, prevista en la fracción I del artículo 50 de la Ley, sólo es aplicable en el primer ejercicio.

Artículo.- El pago de los anticipos se hará efectivo solamente contra la presentación de las garantías expedidas a satisfacción de la dependencia o entidad, conforme a los términos definidos para tal fin en las bases de la licitación.

Cuando el contratista no ejerza el anticipo otorgado en la forma pactada en el contrato, las dependencias y entidades no podrán exigirle cargo alguno, salvo que en forma expresa y clara lo establezcan dentro del mismo contrato.

Amortización

Artículo.- Para la amortización de los anticipos otorgados se procederá de la siguiente manera:

- I. La amortización deberá ser proporcional al importe de cada estimación de trabajo ejecutado por el contratista, y
- II. La amortización deberá realizarse conforme a lo siguiente:
 - a. Por regla general, el importe del anticipo otorgado en el ejercicio se amortizará en el mismo periodo del ejercicio en que se otorgue;
 - b. La única excepción a lo señalado en la fracción anterior, será en el caso de que el anticipo se otorgue conforme a lo señalado en el primer párrafo de la fracción V del artículo 50 de la Ley, donde el porcentaje de la amortización del anticipo será el resultado de dividir el importe del anticipo concedido en el primer ejercicio, entre el

importe total de los trabajos a ejercer en el primero y segundo ejercicios, conforme al programa convenido y la amortización del anticipo concedido en el segundo ejercicio deberá considerar el saldo por amortizar del primer ejercicio, dividiéndolos entre el importe total de los trabajos a ejercer en el segundo ejercicio, conforme al programa convenido, el porcentaje resultante será el que se aplique a las estimaciones de trabajo del segundo ejercicio, y

- c. En caso de que exista un saldo faltante por amortizar, éste se deberá liquidar en la estimación final, es decir, la última que se presente para su pago por parte del contratista.

SECCION V

SUSPENSION DE OBRA

De la suspensión

Artículo.- En los términos del artículo 60 y 62 de la Ley, las dependencias y entidades podrán, por cualquier causa justificada, suspender temporalmente la ejecución total o parcial de los trabajos objeto del contrato, en cualquier estado en que éstos se encuentren, debiendo realizar las correspondientes notas o asientos en la bitácora.

Cuando ocurra la suspensión, la dependencia o entidad deberá informar por escrito al contratista, la fecha de inicio de la suspensión y su duración, así como, la fecha en que terminará ésta.

Los periodos que correspondan a una suspensión no se contabilizarán como parte del contrato o convenio y por lo tanto no se modificará el plazo de ejecución establecido en ellos, debiendo únicamente diferir y ajustar, sin modificar el plazo, el programa de ejecución previamente convenido por las partes. La formalización se realizará mediante el acta circunstanciada de suspensión y la notificación por escrito de la terminación de la suspensión.

No será motivo de suspensión de los trabajos, el suministro deficiente del proveedor de materiales y/o equipos de instalación permanente, cuando dicho suministro sea responsabilidad del contratista.

Artículo.- Cuando la dependencia o entidad ordene la suspensión y no existan causas imputables al contratista, se pagarán los importes por los trabajos ejecutados y los gastos no recuperables, siempre y cuando estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con el contrato de que se trate.

El contratista dentro de treinta días naturales siguientes, contados a partir de la fecha de la notificación por escrito de la terminación de la suspensión, deberá presentar el estudio que justifique su solicitud, en caso de no hacerlo precluye su derecho al cobro. Dentro de igual plazo la dependencia o entidad deberá resolver sobre la procedencia de la petición, en caso contrario se tendrá por aceptada.

Gastos no recuperables

Artículo.- Tratándose de suspensión de trabajos, el pago de gastos no recuperables se limitará a lo siguiente:

- I. Las rentas de equipo inactivo o, si resulta más barato, los fletes del retiro y regreso del mismo a la obra;
- II. La plantilla de veladores y personal de conservación y vigilancia de las instalaciones y obras, asignados durante la suspensión;
- III. Costos de administración de obra en cuanto a honorarios, sueldos y prestaciones del personal técnico y administrativo estrictamente necesario y que tenga una función específica durante la suspensión;
- IV. La mano de obra que sea estrictamente necesaria y que tenga una función específica durante la suspensión y que no haya sido trasladado a otro frente de trabajo, y

- V. Costo del mantenimiento y renta, si es el caso, de oficinas y demas instalaciones de campo.

Para la determinación de estos gastos, se deberán considerar como base para su cálculo, los programas y costos originalmente propuestos por el contratista, debiéndose ajustar con el último porcentaje de ajuste autorizado antes de la suspensión.

A los importes que resulten no les será aplicable ningún costo adicional por concepto de indirectos, financiamiento y utilidad.

Artículo.- En todos los casos de suspensión, la dependencia o entidad deberá levantar acta circunstanciada, donde se haga constar, como mínimo, lo siguiente:

- I. Lugar, fecha y hora en que se levanta el acta;
- II. Nombre y firma del residente de obra de la dependencia o entidad y del superintendente de construcción del contratista, así como del servidor público autorizado para ordenar la suspensión en los términos del artículo 50 de la Ley;
- III. Datos de identificación de la obra que se habrá de suspender, si la suspensión es parcial, sólo identificar la parte correspondiente y las medidas que habrán de seguirse para su reanudación;
- IV. Declaración de los motivos que dieron origen a la suspensión;
- V. Una relación pormenorizada de la situación legal, administrativa, técnica y económica en la que se encuentre la obra o la parte que se vaya a suspender;
- VI. Tiempo de duración de la suspensión. Cuando la reanudación de los trabajos este ligada a un hecho o acto de realización cierta pero de fecha indeterminada, el periodo de la suspensión estará sujeto al cese de este evento;
- VII. Señalar las acciones que seguirá la dependencia o entidad, las cuales deberán asegurar los bienes y el estado de la obra, así como procurar la conclusión de los trabajos, y
- VIII. Que el programa de ejecución previamente convenido para el contrato o convenio, considere los diferimientos que la suspensión origina, ajustando sin modificar los periodos y procesos de construcción indicados en el programa.

Artículo.- En el caso de que existan suspensiones cuyos periodos sean reducidos y difíciles de cuantificar, las partes podrán acordar que los periodos sean formalizados mediante la suscripción de un sólo documento, el cual únicamente tendrá validez si se realiza dentro de la vigencia del contrato.

Artículo.- Cuando las suspensiones se deriven de un caso fortuito o fuerza mayor, no existirá ninguna responsabilidad para las partes, debiendo únicamente suscribir un adendum donde se reconozca el plazo de la suspensión y las fechas de reinicio y terminación de los trabajos, sin modificar el plazo de ejecución establecido en el contrato, por lo cual no será procedente la aplicación de ninguna pena al contratista ni el reclamo de gastos no recuperables.

SECCION VI
TERMINACION ANTICIPADA DEL CONTRATO

Causas de interés general

Artículo.- En los términos que establecen los artículos 60 y 62 de la Ley, la terminación anticipada de los contratos sólo procederá para los casos que expresamente se señalan, motivo por el cual no podrá celebrarse ningún acuerdo entre las partes para dar por terminado anticipadamente un contrato de obras o servicios.

Artículo.- En todos los casos de terminación anticipada, se deberán realizar las anotaciones correspondientes en la bitácora, debiendo la dependencia o entidad levantar un acta circunstanciada, donde se haga constar, como mínimo, lo siguiente:

- I. Lugar, fecha y hora en que se levanta;
- II. Nombre y firma del residente de obra de la dependencia o entidad y del superintendente de construcción del contratista;
- III. Descripción de los trabajos que se terminan anticipadamente;
- IV. Importe contractual;
- V. Relación de las estimaciones o de gastos aprobados hasta antes de que se hubiera definido terminación anticipada;
- VI. Descripción pormenorizada del estado que guardan los trabajos;
- VII. Periodo de ejecución de los trabajos, precisando la fecha de inicio y término, contractual y real;
- VIII. Una relación pormenorizada de la situación legal, administrativa, técnica y económica en la que se encuentre el contrato que se vaya a terminar anticipadamente;
- IX. Señalar todas las acciones tendientes a asegurar los bienes y el estado que guardan los trabajos, y
- X. Periodo en el cual se determinará el importe de los gastos no recuperables.

Gastos no recuperables

Artículo.- Tratándose de una terminación anticipada, los gastos no recuperables serán:

- I. Los gastos no amortizados por concepto de:
 - a. La construcción de oficinas, almacenes, bodegas y campamentos en el sitio de los trabajos. Al ser liquidados estos gastos, las construcciones pasarán a ser propiedad de la dependencia o entidad, salvo que desde las bases de la licitación se hubiere previsto otra forma;

- b. Oficinas, almacenes, bodegas o campamentos rentados por el contratista, con el objeto de atender directamente las necesidades de la obra;
 - c. La instalación y montaje de plantas de construcción, talleres y su retiro, y
 - d. La parte proporcional del retiro del equipo de construcción; de la expedición de la garantía de cumplimiento del contrato, y
- II. El importe de los materiales y equipos de instalación permanente adquiridos por el contratista y que se encuentren en el sitio de los trabajos, camino a éste o terminados, o habilitados en los talleres o fábricas correspondientes, siempre y cuando cumplan con las especificaciones de calidad y en la cuantía acorde con las cantidades de obra pendientes de ejecutar según los programas convenidos.
- III. Liquidación del personal obrero y administrativo directamente adscrito a la obra, siempre y cuando no sean empleados permanentes de aquel y se lleve a cabo ante la autoridad competente.

SECCION VII RESCISION ADMINISTRATIVA DE CONTRATO

Generalidades

Artículo.- En los términos de lo que establece el artículo 61 y 62 de la Ley, las dependencias y entidades podrán rescindir administrativamente un contrato cuando exista incumplimiento de las obligaciones por parte del contratista, debiendo en todos los casos seguir el procedimiento que para tal efecto se señala en la Ley.

La rescisión administrativa de los contratos deberá ser el último recurso que las dependencias y entidades utilicen para exigir su cumplimiento, ya que en todos los casos deben promover la continuación de los trabajos y el menor retraso posible.

Artículo.- Cuando la dependencia o entidad sea la que determine rescindir un contrato, dicha rescisión operará de pleno derecho y sin necesidad de declaración judicial, bastando para ello que se cumpla el procedimiento que para tal efecto se establece; en tanto que si es la contratista quien decide rescindirlo, será necesario que acuda ante la autoridad judicial y obtenga la declaración correspondiente.

Artículo.- Las dependencias y entidades, por sí o a petición de la Contraloría, podrán rescindir los contratos, cuando no se hubieren atendido las observaciones que la misma Contraloría hubiere formulado con motivo del incumplimiento de las disposiciones de la Ley, este Reglamento, los Tratados y demás ordenamientos aplicables.

Por causas imputables a la dependencia o entidad

Artículo.- Cuando se obtenga la declaración judicial que determine la rescisión del contrato por incumplimiento de alguna de las obligaciones y que sean imputables a la dependencia o entidad, ésta pagará los importes por los trabajos ejecutados, además cubrirá al contratista, los gastos no recuperables en los términos que señale la autoridad judicial.

Por causas imputables al contratista

Artículo.- En caso de rescisión administrativa por incumplimiento de alguna de las obligaciones del contrato y que sean imputables a la contratista, la dependencia o entidad podrá optar entre exigir el cumplimiento del mismo y la aplicación de las penas convenidas en el contrato respectivo o declarar la rescisión, procediendo como lo dispone la fracción II del artículo 62 de la Ley, sin perjuicio de las responsabilidades que pudieran existir.

Artículo.- Las dependencias y entidades sólo procederán a la rescisión administrativa del contrato cuando se presente alguna de las siguientes causas:

- I. Si el contratista no inicia los trabajos objeto del contrato en la fecha en la fecha convenida;

- II. Si interrumpe injustificadamente la ejecución de los trabajos o se niega a reparar o reponer alguna parte de ellos, que hubiere sido rechazado como defectuosa por la dependencia o entidad;
- III. Si no ejecuta los trabajos de conformidad con lo estipulado o sin motivo justificado no acata las órdenes dadas por el residente de obra;
- IV. Si no da cumplimiento a los programas de ejecución por falta de materiales, trabajadores o equipo de construcción y que a juicio de la dependencia o entidad, el atraso puede dificultar la terminación satisfactoria de los trabajos en el plazo estipulado.

No implicará retraso en el programa de ejecución de la obra y por tanto no se considerará como incumplimiento del contrato y causa de su rescisión, cuando el atraso tenga lugar por la falta de información referente a planos, especificaciones o normas de calidad, de entrega física de las áreas de trabajo y de entrega oportuna de materiales y equipos que deba suministrar la contratante, así como cuando la dependencia o entidad hubiere ordenado la suspensión de los trabajos;

- V. Si es declarado en quiebra, suspensión de pagos o concurso de acreedores;
- VI. Si subcontrata partes de los trabajos objeto del contrato, sin contar con la autorización expresa y por escrito de la dependencia o entidad;
- VII. Si cede los derechos de cobro derivados del contrato, sin contar con la autorización expresa y por escrito de la dependencia o entidad;
- VIII. Si la contratista no da a la dependencia o entidad y a las dependencias que tengan facultad de intervenir, las facilidades y datos necesarios para la inspección, vigilancia y supervisión de los materiales y trabajos;
- IX. Si la contratista cambia su nacionalidad por otra, en el caso de que haya sido establecido como requisito tener esa nacionalidad.
- X. Si siendo extranjero, invoca la protección de su gobierno en relación con el contrato, y
- XI. En general, por el incumplimiento de cualquiera de las obligaciones derivadas del contrato y sus anexos, la bitácora, las leyes, tratados y demás aplicables.

Las dependencias y entidades, atendiendo a las características, magnitud y complejidad de los trabajos, podrán adicionar otras causas de rescisión, debiendo especificar claramente dentro del contrato cuales serían los elementos que le den origen.

Del procedimiento de rescisión

Artículo.- Cuando las dependencias y entidades consideren que el contratista ha incurrido en alguna de las causas de rescisión, lo deberán asentar en un dictamen el cual deberá estar referenciado a todas y cada una de las anotaciones hechas en bitácora, a efecto de soportar las razones que tuvieron para ello, debiendo hacer del conocimiento del contratista el contenido de tal documento, mediante una comunicación expresa y por escrito.

Artículo.- Dentro de un plazo de quince días hábiles, contados a partir del día en que se reciba el la notificación de la rescisión, el contratista deberá exponer por escrito lo que a su derecho convenga.

Si transcurrido ese plazo el contratista no manifiesta nada en su defensa o si después de analizar las razones aducidas por éste, la dependencia o entidad estima que las mismas no son satisfactorias, dictará la determinación que proceda, misma que podrá ser en dos sentidos:

- I. Exigir el cumplimiento del contrato y aplicar las penas convenidas en el mismo, o
- II. Declarar la rescisión. En este caso la dependencia o entidad deberá:
 - a. Abstenerse de cubrir los importes resultantes de los trabajos ejecutados aún no liquidados, hasta que se otorgue el finiquito correspondiente.
 - b. Requerir al contratista, se integre en un plazo de diez días naturales, el anticipo no amortizado;
 - c. Tomar inmediata posesión de los inmuebles y de las instalaciones;
 - d. Levantar acta circunstanciada, donde se haga constar el estado que guardan los trabajos y los motivos que llevaron a la rescisión;
 - e. Realizar el finiquito de los trabajos, mismo que no podrá exceder de un plazo de treinta días naturales contados a partir de la fecha de la comunicación de la determinación de rescisión al contratista;
 - f. Prever en dicho finiquito el sobrecosto de los trabajos aún no ejecutados que se encuentren atrasados conforme al programa vigente, así como lo relativo a la recuperación de los materiales y equipos que, en su caso, le hayan sido entregados, y
 - g. Proceder con los trámites para hacer efectivas las garantías.

Contenido del acta circunstanciada

Artículo.- El acta circunstanciada de la rescisión deberá contener, como mínimo, lo siguiente:

- I. Lugar, fecha y hora en que se levanta;
- II. Nombre y firma del residente de obra de la dependencia o entidad y, en su caso, del supervisor y del superintendente de construcción del contratista;
- III. Descripción de los trabajos del contrato que se rescinde;
- IV. Importe contractual;
- V. Descripción breve de los motivos que dieron origen a la rescisión;
- VI. Relación de las estimaciones o de gastos aprobados hasta antes que se hubiera determinado la rescisión;
- VII. Descripción pormenorizada del estado que guardan los trabajos;
- VIII. Periodo de ejecución de los trabajos, precisando la fecha de inicio y término contractual y en la que realmente se ejecutaron trabajos;
- IX. Relación pormenorizada de la situación legal, administrativa, técnica y económica en la que se encuentran los trabajos que se vayan a rescindir;

- X. Periodo en el cual se va a realizar el finiquito del contrato;
- XI. Constancia de que el contratista entregó toda la documentación necesaria para continuar los trabajos, y
- XII Señalar las acciones que seguirán las dependencias y entidades, las que deberán asegurar los bienes y el estado de la obra, así como procurar la conclusión de los trabajos.

Revocación de rescisión

Artículo.- Una vez determinada la rescisión de un contrato, no podrá ser revocada por ninguna de las partes.

Finiquito derivado de una rescisión

Artículo.- Las dependencias y entidades podrán junto con el contratista, dentro del finiquito, conciliar los efectos de la rescisión con el fin de preservar las prestaciones que previa evaluación de los interesados conlleve al cumplimiento del objeto del contrato, con el propósito de que el Estado pueda alcanzar sus fines, y al mismo tiempo, cubrir sus obligaciones de pago, de tal forma que los efectos de la conciliación estarían orientados a la forma en que serían liquidados los derechos y obligaciones pendientes del contrato correspondiente.

Artículo.- Las dependencias y entidades podrán recepcionar dentro del finiquito todos aquellos trabajos que haya realizado el contratista, así como aquellos equipos, materiales e instalaciones que se hayan aplicado o se encuentren en proceso de fabricación, siempre y cuando sean susceptibles de utilización dentro de la obra a realizar, debiendo en todo caso ajustarse a lo siguiente:

- I. Sólo serán susceptibles de reconocerse aquellos materiales y equipos que cumplan con las especificaciones particulares de construcción, normas de calidad y hasta por la cantidad requerida para la ejecución de las obras señaladas en las bases de licitación;
- II. El reconocimiento de los materiales y equipos se realice invariablemente al precio de mercado, entendiéndose por éste, el precio del fabricante en el momento en que formalizó el pedido correspondiente entre el contratista y el proveedor y no debiendo por ningún motivo considerar cargo adicional alguno por indirectos, financiamiento, fletes, almacenajes y seguros;
- III. Se deberán reconocer al contratista los anticipos otorgados, así como los pagos que a cuenta de materiales y fabricación de equipos haya realizado el contratista al fabricante de los mismos, y
- IV. En el caso de que existan fabricantes o proveedores que tengan la posesión o propiedad de los equipos y materiales que las dependencias y entidades necesiten, éstas bajo su responsabilidad podrán subrogarse en los derechos que tenga el contratista, debiendo seguir los criterios señalados en las fracciones anteriores.

Sobrecosto

Artículo El sobrecosto es la diferencia de costo de la obra contratada no ejecutada que se encuentra en situación de atraso, con relación al programa de ejecución convenido, la que posteriormente le costaría a la dependencia o entidad, al ser ejecutada por otro contratista.

El sobrecosto que se determine al elaborar el finiquito, será independiente de las garantías, penas convencionales y demás cargos que deban considerarse en la rescisión.

Artículo Para la determinación del sobrecosto y su importe, las dependencias y entidad procederán en el siguiente orden, siendo cada alternativa excluyente de la anterior.

- I. Cuando la dependencia o entidad rescinda un contrato y decida adjudicarlo a la siguiente propuesta solvente más baja, la cual no deberá ser superior al 10% con respecto a la postura que inicialmente hubiera resultado ganadora, el sobrecosto será la diferencia de importe de la obra por ejecutar, aplicando los precios de la propuesta siguiente a la ganadora, incluyendo los ajustes de costos que procedan, calculados conforme a procedimiento que se indica en el Capítulo Quinto de este Título;
- II. Cuando la diferencia de la siguiente propuesta solvente más baja exceda el 10%, no exista una segunda propuesta o no convenga a las partes el ejercicio de la opción, la determinación del sobrecosto deberá reflejar exclusivamente el impacto inflacionario calculado conforme al ajuste de costos pactado en el contrato que tuvo la obra que dejó de ejecutarse, conforme al programa pactado y hasta el momento en que se notifique la rescisión, y
- III. En el caso de que dentro del contrato se hayan cotizado precios en moneda extranjera pagaderos en moneda nacional, la determinación del sobrecosto se calculará tomando como base los tipos de cambio publicados por el Banco de México en cada una de las fechas en que debieron ser ejecutadas las obras, con respecto al del día en que se notifique la rescisión.

SECCION VIII

LA RECEPCION DE LOS TRABAJOS

Generalidades

Artículo.- La recepción parcial o total de los trabajos y su pago, se efectuarán sin perjuicio de las deducciones que deban hacerse por concepto de retenciones o sanciones, en los términos del contrato, debiendo verificar que estén terminados en su totalidad y que fueron realizados de acuerdo con las especificaciones convenidas y demás estipulaciones del contrato.

Artículo.- La recepción de las obras corresponde a la dependencia o entidad contratante y se hará bajo su exclusiva responsabilidad.

Artículo.- Para iniciar el procedimiento de recepción, el contratista deberá adjuntar, a la notificación de terminación de obra, los documentos que incluyan una relación de las estimaciones o de gastos aprobados, monto ejercido, créditos a favor o en contra.

La dependencia o entidad verificará que los trabajos estén debidamente concluidos en el plazo que se haya pactado en el contrato; cuando no exista ninguna estipulación en este sentido, el plazo será de quince días naturales siguientes a la notificación realizada por el contratista.

Artículo.- En la fecha señalada, la dependencia o entidad recibirá físicamente los trabajos y levantará el acta correspondiente, que contendrá como mínimo lo siguiente:

- I. Lugar, fecha y hora en que se levanten;
- II. Nombre y firma del residente y supervisor de los trabajos de la dependencia o entidad y del superintendente de construcción del contratista;
- III. Descripción de los trabajos que se reciben;
- IV. Importe contractual, incluyendo los convenios si se hubieren realizado;
- V. Periodo de ejecución de los trabajos, precisando la fecha de inicio y término, contractual y real;
- VI. Relación de las estimaciones o de gastos aprobados a la fecha;
- VII. Declaración del contratista de haber terminado los trabajos;
- VIII. Declaración de las partes de que se entregan los planos correspondientes a la construcción final, así como los manuales e instructivos de operación y mantenimiento correspondientes y los certificados de garantía de calidad y funcionamiento de los bienes instalados;
- IX. Fecha de inicio y cierre de bitácora;
- X. Constancia de que el archivo de documentos derivados de la realización de los trabajos fue entregado a la supervisión por parte del contratista, y
- XI. La forma en que se deberá constituir la garantía por defectos y vicios ocultos de la obra y cualquier otra responsabilidad en que hubieren incurrido.

Cuando del contenido del acta se desprenda que no existe ningún derecho o acción ni tampoco adeudo alguno que reclamar por las partes, esta acta podrá funcionar como finiquito y cierre administrativo del contrato, agregando únicamente los datos que la complementen para tal efecto.

De las recepciones parciales

Artículo.- Las dependencias o entidades podrán efectuar recepciones parciales de trabajos en los casos que a continuación se detallan, siempre y cuando se satisfagan los requisitos que se señalan.

- I. En los casos en que la obra haya sido suspendida, se deberán tomar en cuenta los documentos levantados para tal efecto, mismos que se agregarán al acta correspondiente en los términos señalados para los supuestos establecidos por este Reglamento respecto de la suspensión de los trabajos;
- II. En los casos en que los trabajos hayan sido rescindidos, se deberán tomar en cuenta los documentos levantados para tal efecto, mismos que se agregarán al acta correspondiente en los términos señalados para los supuestos señalados por este Reglamento respecto de la rescisión de los trabajos;
- III. Cuando sin estar terminados la totalidad de los trabajos, y a juicio de la dependencia o entidad, existen trabajos terminados y estas partes son identificables y susceptibles de utilizarse, podrá pactarse su recepción, en estos casos se levantará el acta correspondiente, y
- IV. Cuando la autoridad judicial declare rescindido el contrato, se estará a lo dispuesto por la resolución judicial.

En estos casos, se seguirán las formalidades establecidas, en lo procedente, para la recepción total de la obra.

De las recepciones unilaterales

Artículo.- En el caso de contratos de obras y servicios en los que, habiéndose verificado la ejecución y terminación de los trabajos conforme a lo pactado contractualmente, no exista crédito alguno o reclamación por trabajos mal ejecutados, defectos o vicios ocultos en contra del contratista, las dependencias y entidades contratantes, podrán llevar a cabo la recepción de dichos trabajos, sin la comparecencia del contratista siempre que:

- I. Haya transcurrido el plazo que expresamente se pacte en el contrato para la recepción de los citados trabajos, o bien transcurran treinta días naturales a partir de la entrega física de los mismos;
- II. Mediante un acta circunstanciada se haga constar el estado en que se encuentran los trabajos, misma que servirá de base para la elaboración del finiquito correspondiente, con el fin de dejar constancia oficial de la terminación de esos trabajos y estar en posibilidad de utilizar los inmuebles, haciendo entrega de ellos a las unidades encargadas de su operación y mantenimiento;
- III. Mediante diligencia llevada a cabo ante dos testigos de asistencia, los representantes de la dependencia o entidad se deberán constituir en el domicilio legal del contratista para notificarle el lugar, fecha y hora determinados para la recepción de los trabajos;

- IV. Efectuado lo anterior, se estará en posibilidad de recibir los trabajos sin la comparecencia del contratista, elaborando para ello el acta de entrega recepción correspondiente, con las formalidades y requisitos señalados por el artículo 64 de la Ley, y
- V. Se prevean las acciones necesarias para no liberar la garantía de cumplimiento del contrato, sino hasta después de haber transcurrido un año a partir de la terminación real de los trabajos, a efecto de dejar a salvo los derechos de la dependencia o entidad, que se deriven por defectos en los trabajos, vicios ocultos o cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido el contratista.

Artículo.- En el caso de contratos de obras y servicios en los que, habiéndose verificado la ejecución y terminación de los trabajos conforme a lo pactado contractualmente, existan créditos a cargo del contratista, reclamaciones, defectos o vicios ocultos derivados de los trabajos ejecutados, las dependencias y entidades contratantes, podrán llevar a cabo la recepción de dichos trabajos, sin la comparecencia del contratista siempre que:

- I. Que no transcurra un plazo superior a seis meses para formalizar la recepción de los trabajos, contado a partir de la entrega física de los mismos;
- II. Proceder a levantar acta circunstanciada en la que se haga constar el estado en que se encuentran los trabajos, misma que servirá de base para la elaboración del finiquito correspondiente, con el fin de dejar constancia oficial de la terminación de los mismos y estar en posibilidad de utilizar los inmuebles, haciendo entrega de ellos a las unidades encargadas de la operación y mantenimiento, en su caso;
- III. Mediante diligencia llevada a cabo ante fedatario público, los representantes de la dependencia o entidad se deberán constituir en el domicilio legal del contratista, para notificarle el lugar, fecha y hora determinados para la recepción de los trabajos;
- IV. Efectuado lo anterior, se estará en posibilidad de recibir los trabajos sin la comparecencia del contratista, elaborando para ello el acta correspondiente, con las formalidades y requisitos señalados en el artículo 64 de la Ley, debiendo hacer efectivas las garantías de cumplimiento y en su caso la de anticipos, con el fin de dejar a salvo los derechos de la dependencia o entidad contratante, y
- V. Concluidas las acciones enunciadas para este caso, con lo cual culmina la recepción de los trabajos, conforme al estado que guarda toda la documentación del contrato, así como la que se genere durante la ejecución de los trabajos amparados por el mismo, deberán turnarse al área jurídica de las dependencias o entidades, con la finalidad de dar seguimiento a la recuperación de los adeudos pendientes mediante los procesos que al respecto se determine.

SECCION IX.

FINIQUITO Y CIERRE ADMINISTRATIVO DEL CONTRATO

Del finiquito

Artículo.- Para los efectos de la Ley y este Reglamento, el finiquito de los trabajos es el documento por medio del cual las partes firmantes de un contrato de obras o servicios, hacen constar los créditos a favor y en contra que resulten para cada una de ellas.

Artículo.- Las dependencias y entidades, en todos los casos, para poder dar por terminados parcial o totalmente, los derechos y obligaciones asumidos por las partes en un contrato de obras o servicios, deberán elaborar el finiquito de trabajos correspondiente, anexando el acta de recepción física de los trabajos.

Una vez elaborado el finiquito de los trabajos, la dependencia o entidad podrá dar por terminado el contrato correspondiente, dejando únicamente subsistentes las acciones que deriven del finiquito.

Artículo.- Los contratistas tendrán la obligación de acudir al llamado que haga por escrito la dependencia o entidad para la elaboración del finiquito, en caso contrario, éstas procederán a elaborarlo en el plazo y la forma que para el efecto se hubiere determinado en el contrato, debiendo comunicar su resultado conforme lo determina el artículo 64 de la Ley.

Del contenido del finiquito

Artículo.- El documento donde conste el finiquito de los trabajos, formará parte del contrato y deberá contener como mínimo, lo siguiente:

- I. Lugar, fecha y hora en que se apruebe;
- II. Nombre y firma del residente de obra de la dependencia o entidad y del superintendente de construcción del contratista;
- III. Descripción de los trabajos y del contrato correspondiente;
- IV. Importe contractual y real del contrato, el cual deberá incluir los volúmenes realmente ejecutados de acuerdo al contrato y a los convenios celebrados;
- V. Periodo de ejecución de los trabajos, precisando las fechas de inicio y término, contractual y real;
- VI. Relación de las estimaciones, indicando cómo fueron ejecutados los conceptos de trabajo en cada una de ellas, y los gastos aprobados, debiendo describir cada uno de los créditos a favor y en contra de cada una de las partes, señalando los conceptos generales que les dieron origen y su saldo resultante, así como, la fecha, lugar y hora en que será liquidado;
- VII. Datos de la estimación final, señalando si ya fue pagada o está en trámite;
- VIII. Constancia de entrega de la garantía por defectos y vicios ocultos de la obra y cualquier otra responsabilidad en que hubieren incurrido;

Cuando la liquidación de los saldos se realice dentro de los quince días naturales siguientes a la firma del finiquito, este documento podrá funcionar como el cierre administrativo del contrato, debiendo agregar únicamente una manifestación de las partes de que no existen otros adeudos y por lo tanto se darán por terminados los derechos y obligaciones que genera el contrato respectivo, y sin derecho a ulterior reclamación.

Efectos del finiquito

Artículo.- Si del finiquito resulta que existieren saldos a favor del contratista, la dependencia o entidad deber resolver sobre de ellos, en un término que no debe exceder de quince días naturales a partir de la fecha en que se den a conocer.

Artículo.- Si del finiquito resulta que existieren saldos a favor de la dependencia o entidad, el importe de los mismos se deducirán de las cantidades pendientes de cubrirse por trabajos ejecutados y si no fueran suficientes, las contratantes deberán solicitar su reintegro, lo que podrá realizarse en forma judicial o extrajudicial; sin perjuicio de cubrirlos con cargo a las garantías que se encuentre vigente.

Artículo.- Una vez determinado el finiquito las partes estarán obligadas a la liquidación del saldo resultante.

Si el contratista se niega a recibir el saldo resultante en la fecha, lugar y hora señalados para tal efecto, la contratante deberá realizar, por escrito en el domicilio del contratista, el ofrecimiento de pago, y si aún así el éste se niega a recibirlo, deberá realizar las gestiones necesarias para su consignación ante autoridad judicial.

Cierre administrativo

Artículo.- Las dependencias y entidades serán las responsables de levantar el acta administrativa que dé por extinguidos los derechos y obligaciones asumidos por las partes en los contratos de obras y servicios. Para tal efecto deberán contar, en todos los casos, con el finiquito correspondiente.

Artículo.- El acta administrativa del cierre, formará parte del contrato y deberá contener como mínimo, lo siguiente:

- I. Lugar, fecha y hora en que se levante;
- II. Nombre de los asistentes y el carácter con que intervienen en el acto;
- III. Descripción de los trabajos y del contrato correspondiente;
- IV. Importe contractual y real del contrato;
- V. Periodo de ejecución de los trabajos, precisando la fecha de inicio y término, contractual y real;
- VI. Relación de obligaciones y la forma, fecha, lugar y hora en que se cumplieron;
- VII. Manifestación de las partes de que no existen adeudos y por lo tanto se darán por terminadas las obligaciones que genera el contrato respectivo, sin derecho a ulterior reclamación.

CAPITULO QUINTO
EL AJUSTE DE COSTOS
SECCION I
GENERALIDADES

Artículo.- El ajuste de costos a que hace referencia el artículo 56 de la Ley, así como el procedimiento seleccionado a que hace referencia el artículo 57 de la misma, deberá indicarse desde las bases de la licitación y ser pactado en el contrato correspondiente, el cual no podrá ser modificado durante la vigencia del mismo y su aplicación a las estimaciones, será definido en las políticas, bases y lineamientos de las dependencias y entidades.

Artículo.- La formalización del ajuste de costos deberá efectuarse mediante el oficio de resolución que acuerde el aumento o reducción correspondiente, en consecuencia no se requiere de convenio alguno.

Artículo.- Los índices nacionales de precios productor con servicios que determine el Banco de México, serán publicados mensualmente en el Diario Oficial de la Federación; indicándose el mes en que son aplicables.

Artículo.- La base de los índices que servirá para el cálculo de los ajustes de costos en el contrato, será la del periodo que dichos índices indiquen en su publicación y que le corresponda a la fecha del acto de presentación y apertura de proposiciones.

Los precios originales de los insumos considerados por el licitante, deberán ser los que prevalezcan al momento de la presentación y apertura de la propuesta técnica y no podrán modificarse o sustituirse por ninguna variación que llegará a presentarse entre la fecha de su presentación y el final del mes del ajuste.

Artículo.- El ajuste de costos que proceda será aplicable a las estimaciones de los trabajos que se deban ejecutar conforme al programa convenido en el periodo de que se trate.

Para los efectos del segundo párrafo de la fracción I del artículo 58 de la Ley, el programa convenido a que se hace referencia en el mismo, será aquél que estuviera pactado hasta antes de producirse el atraso imputable al contratista.

Del factor de actualización

Artículo.- Para los efectos del tercer párrafo de la fracción I del artículo 58 de la Ley y con el objeto de actualizar los precios de la propuesta a la fecha de inicio de los trabajos, el contratista podrá solicitar, por una sola ocasión, la determinación de un primer factor de ajuste de costos, el cual deberá calcularse conforme al procedimiento de ajuste que se haya establecido en las bases de licitación o el contrato correspondiente, debiendo sujetarse a lo establecido en este capítulo. Este factor de actualización no deberá considerar la entrega de anticipos.

Las dependencias y entidades, previa justificación, autorizaran dicho factor, el que será aplicado a cada estimación y se repercutirá durante todo el ejercicio del contrato, independientemente de los ajustes de costos que le sucedan.

De la afectación de los ajustes de costos

Artículo.- Si al inicio de los trabajos contratados o durante el periodo de ejecución de los mismos, se otorgan algún o algunos anticipos, el o los importes de ajustes de costos, deberán afectarse en un porcentaje igual al de los anticipos concedidos.

Para determinar la porción de la afectación que se aplicara al ajuste de costos, se deberá considerar la existencia del factor de actualización mencionado en el artículo anterior.

SECCION II

CALCULO DE LOS AJUSTES DE COSTOS

Artículo.- Para la revisión de cada uno de los precios que interviene en el cálculo de la determinación del porcentaje de ajuste de costos en el periodo de revisión del contrato, tratándose de los procedimientos señalados en las fracciones I y II del artículo 57 de la Ley, los contratistas deberán acompañar a su solicitud la siguiente documentación:

- I. La relación de los índices nacionales de precios productor con servicios que determine el Banco de México y publicados en el Diario Oficial de la Federación, y en su caso, la investigación realizada de precios;
- II. El presupuesto de los trabajos pendientes de ejecutar, de acuerdo al programa convenido, en el periodo en el cual se produzca el incremento en los costos, valorizado con los precios unitarios del contrato;
- III. El presupuesto de los trabajos pendientes de ejecutar, de acuerdo al programa convenido, en el periodo en el cual se produzca el incremento en los costos, valorizado con los precios unitarios del contrato ajustados conforme a lo señalado en la fracción II del artículo 58 de la Ley;
- IV. El programa de ejecución de los trabajos pendientes por ejecutar, acorde al programa que se tenga convenido;
- V. El análisis de la determinación del factor de ajuste, y
- VI. Las matrices de precios unitarios actualizados que determine la dependencia o entidad, en función de los trabajos a realizar en el periodo de ajuste.

Fracción I del Artículo 57 de la Ley

Artículo.- En el procedimiento que establece la fracción I del artículo 57 de la Ley, para la determinación de los ajustes de costos, se deberán precisar las cantidades que se encuentran pendientes de ejecutar, conforme al programa de los trabajos convenido.

Artículo.- El ajuste de costos por los incrementos o decrementos de los insumos correspondientes a los costos directos que integran los precios unitarios, tratándose del procedimiento que señala la fracción I del artículo 57 de la Ley, se podrá determinar utilizando la matriz de cálculo de los análisis de precios unitarios del contrato en los que se sustituyan los costos básicos de cada insumo del costo directo, actualizados con los índices aplicables de los publicados por el Banco de México.

El factor de ajuste se obtendrá mediante la relación porcentual que resulte entre los importes citados en las fracciones II y III del artículo XXX de este Reglamento.

Fracción II del Artículo 57 de la Ley

Artículo.- El procedimiento que establece la fracción II del artículo 57 de la Ley, se desarrollará de la misma forma enunciada en el artículo anterior, con la salvedad de que solamente se analizará un

grupo de precios que representen el ochenta por ciento del importe total faltante del contrato, conforme al programa convenido.

Fracción III del Artículo 57 de la Ley

Artículo.- Las dependencias y entidades podrán utilizar el procedimiento establecido en la fracción III del artículo 57 de la Ley, sólo en aquellos trabajos que se realicen con proyectos de ingeniería y arquitectura, donde el proceso constructivo sea uniforme o repetitivo en todo el desarrollo de los trabajos, debiendo contar con proyectos, especificaciones de construcción y normas de calidad típicas, inamovibles y aplicables a todos los trabajos que se vayan a desarrollar.

En este supuesto, las dependencias y entidades podrán optar por agrupar aquellos contratos cuyos trabajos que, por su similitud y características, les sea aplicable el procedimiento mencionado.

Los ajustes se determinarán para cada tipo de obra y no se requerirá que la contratista presente documentación justificatoria; debiendo únicamente presentar su solicitud, dentro de igual plazo que en el artículo XXX de este Reglamento.

Las dependencias y entidades deberán notificar por escrito a los contratistas, la aplicación de los factores que le correspondan, en el periodo correspondiente, en respuesta a su solicitud.

Artículo.- El ajuste por los incrementos o decrementos de los insumos en los procedimientos que señala la fracción III del artículo 57 de la Ley, correspondientes a los materiales, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción, que integran los costos directos de los precios unitarios, se determinará de conformidad con lo siguiente:

- I. Se establecerá el porcentaje de participación de los materiales, la mano de obra y la maquinaria y equipo de todos los precios unitarios que intervienen en cada tipo de obra;
- II. Se determinará el promedio de los índices aplicables a los insumos que intervienen en los precios unitarios, del tipo de obra tratado, dividiendo el promedio de índices de esos insumos en el periodo de ajuste, entre el promedio de índices de esos mismos insumos en el periodo que corresponda a la fecha de presentación de proposiciones y apertura técnica;

El porcentaje de incremento o decremento se obtendrá con la siguiente expresión:

$$I = (P_m \times A_m) + (P_o \times A_o) + (P_q \times A_q) + \dots + (P_i \times A_i) - 1$$

Siempre que:

$$P_m + P_o + P_q + \dots + P_i = 1$$

Donde:

I = Incremento en porcentaje en el periodo en estudio por ajuste de costos, expresado en fracción decimal.

- Pm =** Porcentaje de participación de los materiales con respecto al costo directo, expresado en fracción decimal.
- Am =** Cociente de índices promedio en el periodo de ajuste entre el promedio de índices en el periodo que corresponda a la fecha de presentación de proposiciones y apertura de la propuesta técnica, de los materiales que intervienen en el tipo de obra de que se trate.
- Po =** Porcentaje de participación de la mano de obra con respecto al costo directo, expresado en fracción decimal.
- Ao =** Cociente de índices promedio en el periodo de ajuste entre el promedio de índices en el periodo que corresponda a la fecha de presentación de proposiciones y apertura de la propuesta técnica, de la mano de obra que interviene en el tipo de obra de que se trate.
- Pq =** Porcentaje de participación de la maquinaria y equipo con respecto al costo directo, expresado en fracción decimal.
- Aq =** Cociente de índices promedio en el periodo de ajuste entre el promedio de índices en el periodo que corresponda a la fecha de presentación de proposiciones y apertura de la propuesta técnica, de la maquinaria y equipo que interviene en la obra tipo de que se trate.
- PI =** Porcentaje de participación de algún otro insumo específico de que se trate en el costo directo, expresado en fracción decimal.
- AI =** Cociente de índices promedio en el periodo de ajuste entre el promedio de índices en el periodo que corresponda a la fecha de presentación de proposiciones y apertura de la propuesta técnica, de algún otro insumo específico que interviene en la obra tipo de que se trate.

Según las características, complejidad y magnitud de los trabajos ejecutados, la dependencia o entidad podrá adicionar o substraer a la expresión anterior los sumandos que se requieran, conforme a los diversos elementos que intervengan en el tipo de obra de que se trate, y.

- III. La dependencia o entidad, al calcular los porcentajes de participación para los diferentes trabajos que se ejecuten, tomará en cuenta los antecedentes de las construcciones realizadas por ella, o bien los que presenten los contratistas dentro de la información técnica que se solicita a los mismos en las licitaciones de obra.

CAPITULO SEXTO

ANALISIS, CALCULO E INTEGRACION DE LOS PRECIOS UNITARIOS

SECCION I

GENERALIDADES

Artículo.- Los precios unitarios que formen parte de un contrato o convenio para la ejecución de obras o servicios, deberán analizarse, calcularse e integrarse tomando en cuenta los criterios que se señalan en la Ley y en este Reglamento.

La enumeración de los costos y cargos mencionados en este capítulo para el análisis, cálculo e integración de precios unitarios, tiene por objeto cubrir en la forma más amplia posible, los recursos necesarios para realizar cada concepto de trabajo.

Artículo.- El análisis, cálculo e integración de los precios unitarios para un trabajo determinado, deberá guardar congruencia con los procedimientos constructivos o la metodología de ejecución de los trabajos, con los programas de trabajo, de utilización de personal y de maquinaria y equipo; debiendo considerar los costos vigentes de los materiales, recursos humanos y demás necesarios en el momento y en la zona donde se llevará a cabo, todo ello de conformidad con las especificaciones generales y particulares de construcción y normas de calidad que determine la dependencia o entidad.

Artículo.- Los precios unitarios de los conceptos de trabajo deberán expresarse por regla general en moneda nacional, salvo en aquellos que necesariamente requieran recursos de procedencia extranjera, las dependencias y entidades, previa justificación, podrán cotizar y contratar en moneda extranjera. Cuando el pago se realice en el territorio nacional se realizará en moneda nacional y al tipo de cambio de la fecha en que se haga dicho pago.

Las unidades de medida de los conceptos de trabajo corresponderán al sistema métrico decimal; cuando por las características de los trabajos y a juicio de la dependencia o entidad se requiera utilizar otras unidades técnicas de uso internacional, podrán ser empleadas.

Artículo.- En los términos de lo previsto en el penúltimo párrafo del artículo 59 de la Ley, el catálogo de conceptos de los trabajos únicamente podrá contener los siguientes precios unitarios:

- I. Precios unitarios originales, que son los precios consignados en el catálogo de conceptos del contrato, que sirvieron de base para la adjudicación de los trabajos;
- II. Precios unitarios por cantidades adicionales no previstas en el catálogo original del contrato, y
- III. Precios unitarios por conceptos extraordinarios no previstos en el catálogo original del contrato.

SECCION II

COSTOS Y CARGOS QUE INTEGRAN UN PRECIO UNITARIO

Artículo.- El precio unitario se integra sumando exclusivamente los costos directos e indirectos correspondientes al concepto de trabajo, el cargo por financiamiento, el cargo por la utilidad del contratista y los cargos adicionales.

Para efectos de este capítulo se entenderá como:

- I. **Costos directos:** Los costos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, maquinaria, equipo, herramienta, instalaciones, y en su caso, por patentes usadas para realizar dicho concepto de trabajo o por concepto de regalías;
- II. **Costos indirectos:** Los gastos de carácter general no incluidos en los costos directos en que deba incurrir el contratista para la ejecución de los trabajos, los cuales estarán representados con un porcentaje de los costos directos y se desglosarán en los correspondientes a la administración de oficinas centrales y de obra;
- III. **Costo financiamiento:** El costo derivado de la inversión de recursos, propios o contratados, que hará el contratista para dar cumplimiento al programa de ejecución de los trabajos, calendarizados y valorizados por períodos mensuales, de acuerdo con la tasa de interés propuesta; dicho costo estará representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos;
- IV. **Cargo por utilidad:** Es la ganancia que recibe el contratista por la ejecución del concepto de trabajo, la que será fijada por el propio contratista, dicho cargo estará representado por un porcentaje de la suma de los costos directos, indirectos y financiamiento;
- V. **Cargos adicionales:** Son las erogaciones que debe realizar el contratista por estar convenidas como obligaciones adicionales o porque derivan de un impuesto o derecho que se cause con motivo de la ejecución de los trabajos y que no forman parte de los costos directos, indirectos, de financiamiento ni de la utilidad; debiendo sumarse al precio unitario después de la utilidad.

SECCION III

EL COSTO DIRECTO

Costo directo por mano de obra

Artículo.- El costo directo por mano de obra es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por el pago de salarios reales al personal que interviene directamente en la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, incluyendo al primer mando, entendiéndose como tal hasta la categoría de cabo o jefe de una cuadrilla de trabajadores. No se considerarán dentro de este costo, las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia, que corresponden a los costos indirectos.

El costo de mano de obra se obtendrá de la expresión:

$$Mo = \frac{Sr}{R}$$

Donde:

"Mo" Representa el costo por mano de obra.

"Sr" Representa el salario real del personal que interviene directamente en la ejecución de cada concepto de trabajo por jornada de ocho horas. Incluirá todas las prestaciones laborales derivadas de la Ley Federal del Trabajo o de los Contratos Colectivos de Trabajo en vigor.

Para la obtención de este rubro se deben considerar los salarios tabulados "Sn", de las diferentes categorías y especialidades propuestas por el licitante o contratista, de acuerdo a la zona o región donde se ejecuten los trabajos, el que deberá afectarse con un factor de salario real "Fsr", de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Sr = Sn * Fsr$$

"R" Representa el rendimiento, es decir, la cantidad de trabajo que desarrolla el personal que interviene directamente en la ejecución del concepto de trabajo. Para realizar la evaluación del rendimiento, se deberá considerar en todo momento el tipo de trabajo a desarrollar y las condiciones ambientales, topográficas y en general aquellas que predominen en la zona o región donde se ejecuten.

Factor de salario real

Artículo.- Para los efectos del artículo anterior, se deberá entender como factor de salario real "Fsr" como la relación de los días realmente pagados durante la ejecución de los trabajos, divididos entre los días efectivamente laborados durante el mismo período, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Fsr = \frac{Tp}{Tr}$$

Donde:

Fsr Representa el Factor de Salario Real.

Tp = Representa los días realmente pagados durante la ejecución de los trabajos.

Tr = Representa los días realmente laborado pagado durante la ejecución de los trabajos.

Artículo.- Para los efectos de la Ley y este Reglamento, en la determinación del Factor de Salario Real únicamente se deberán considerar aquellos días que estén dentro del programa de ejecución de los trabajos, los que, de acuerdo con la Ley Federal del Trabajo y los Contratos colectivos, resulten pago obligatorio, aunque no sean laborables.

En la determinación del Factor de Salario Real no deberán considerarse los siguientes conceptos:

- I. Aquellos de carácter general referentes a transportación, instalaciones y servicios de comedor, campamentos, instalaciones deportivas y de recreación, así como las que sean para fines sociales de carácter sindical;
- II. Instrumentos de trabajo, tales como herramientas, ropa, cascos, zapatos, guantes y otros similares;
- III. Las aportaciones adicionales a las que por la Ley Federal de trabajo se deben de otorgar, que el patrón convenga otorgar a favor de sus trabajadores;
- IV. La alimentación y la habitación cuando se entreguen en forma onerosa a los trabajadores;
- V. Cualquier otro cargo en especie o en dinero, tales como: despensas, premios por asistencia y puntualidad, entre otros;
- VI. Los viáticos y pasajes del personal especializado que por requerimientos de los trabajos a ejecutar se tenga que trasladar fuera de su lugar habitual de trabajo;
- VII. Las cantidades aportadas para fines sociales, considerándose como tales las entregadas para constituir fondos de algún plan de pensiones establecido por el patrón o derivado de contratación colectiva, y
- VIII. El tiempo extraordinario dentro de los márgenes establecidos en la Ley Federal del Trabajo, el cual, en caso de que exista un requerimiento expreso por parte de la dependencia o entidad, deberá contar con su análisis de costo respectivo.

El importe de los conceptos anteriores que sean procedentes, deberán ser considerados en el análisis de los costos indirectos de campo correspondiente.

Determinado el Factor de Salario Real, éste permanecerá fijo hasta la terminación de los trabajos contratados, incluyendo los convenios que se celebren, salvo en el caso de que las dependencias o entidades, previa justificación, requiera la realización de jornadas extraordinarias.

Costo directo por materiales

Artículo.- El costo directo por materiales es el correspondiente a las erogaciones que hace el contratista para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo, que cumpla con las normas de calidad y las especificaciones generales y particulares de construcción requeridas por la dependencia o entidad.

Los materiales que se usen podrán ser permanentes o temporales, los primeros son los que se incorporan y forman parte de la obra; los segundos son los que se utilizan en forma auxiliar y no casan a formar parte integrante de la obra. En este último caso se deberá considerar el costo en proporción a su uso.

El costo unitario por concepto de materiales se obtendrá de la expresión:

$$M = P_m \cdot C_m$$

Donde:

- "M" Representa el costo por materiales.
- "P_m" Representa el costo básico unitario vigente de mercado que cumpla con las normas de calidad especificadas para el concepto de trabajo de que se trate y que sea el más económico por unidad del material, puesto en el sitio de los trabajos. El costo básico unitario del material se integrará sumando al precio de adquisición en el mercado, los de acarreos, maniobras, almacenajes y mermas aceptables durante su manejo. Cuando se usen materiales producidos en la obra, la determinación del precio básico unitario será motivo del análisis respectivo.
- "C_m" Representa el consumo de materiales por unidad de medida del concepto de trabajo. Cuando se trate de materiales permanentes, "C_m" se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proyecto, las normas de calidad y especificaciones generales y particulares de construcción que determine la dependencia o entidad, considerando adicionalmente los desperdicios que la experiencia determine como mínimos. Cuando se trate de materiales auxiliares, "C_m" se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proceso de construcción y el tipo de trabajos a realizar, considerando los desperdicios y el número de usos con base en el programa de ejecución, en la vida útil del material de que se trate y en la experiencia.

En el caso de que la descripción del concepto del precio unitario, especifique una marca como referencia, deberá incluirse la posibilidad de presentar productos similares, entendiéndose por éstos, aquellos materiales que cumplan, como mínimo, con las mismas especificaciones técnicas, de calidad, duración y garantía de servicio que la marca señalada como referencia.

Artículo.- El costo por maquinana y equipo de construcción, es el que resulta de dividir el importe de la hora efectiva de trabajo, entre el rendimiento de dicha maquinaria o equipo en la misma unidad de tiempo.

El costo directo por maquinana o equipo de construcción es el que se deriva del uso correcto de las máquinas o equipos adecuados y necesarios para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en las normas de calidad y especificaciones generales y particulares que determine la dependencia o entidad y conforme al programa de ejecución convenido.

El costo por maquinaria y equipo de construcción, se obtiene de la expresión:

$$ME = \frac{Phm}{Rhm}$$

Donde:

- "ME" Representa el costo horario por maquinaria o el equipo.
- "Phm" Representa el costo horario directo por hora efectiva de trabajo de la maquinaria; para su determinación será necesario tomar en cuenta la operación y uso adecuado de la máquina o equipo, seleccionado, de acuerdo con sus características de capacidad y especialidad para desarrollar el concepto de trabajo de que se trate. Este costo se integra con costos fijos, consumos y salanos de operación, calculados por hora efectiva de trabajo.
- "Rhm" Representa el rendimiento horario de la máquina dentro de su vida económica, en las condiciones específicas del trabajo a ejecutar, en las correspondientes cantidades de medida, el que debe de corresponder a la cantidad de unidades de trabajo que la maquinaria y equipo ejecuta por hora efectiva de operación, de acuerdo con las condiciones y particularidades tanto del lugar donde se lleven a cabo como del concepto de trabajo a realizar.

Artículo.- Los costos fijos, son los correspondientes a depreciación, inversión, seguros y mantenimiento.

Artículo.- El costo por depreciación, es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria o equipo, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. Se considerará una depreciación lineal, esto es, bajo el supuesto de que la maquinana o equipo se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$D = \frac{Vm - Vr}{Ue}$$

Donde

- "D" Representa el costo horario por depreciación de la maquinaria y equipo.
- "Vm" Representa el valor de mercado de la máquina o equipo al momento de la licitación, cotizado en moneda nacional, debiendo encontrarse en el rango de horas de su vida económica, descontando el precio de las llantas y el de las piezas especiales, en su caso.
- "Vr" Representa el valor de rescate de la máquina o equipo que el contratista considere recuperar por su venta, al término de su vida económica.
- "Ue" Representa la vida económica de la máquina o equipo estimada por el contratista y expresada en horas efectivas de trabajo, es decir, el tiempo que puede mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma eficiente, siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado.

Artículo.- El Costo por inversión, es el costo equivalente a los intereses del capital invertido en la maquinaria o equipo, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$Im = \frac{(Vm - Vr) i}{2Hea}$$

Donde:

- "Im" Representa el costo horario de la inversión en la adquisición de máquina o el equipo.
- "Vm" y "Vr" Representan los mismos conceptos y valores enunciados en el artículo XXX de este Reglamento
- "Hea" Representa el número de horas efectivas que la máquina o el equipo trabaja durante el año.
- "i" Representa la tasa de interés anual expresada en fracción decimales.

Los contratistas para sus estudios y análisis de costos horario considerarán a su juicio las tasas de interés "i", debiendo proponer en su propuesta, la tasa de interés que más les convenga, la que deberá estar referida a un indicador económico específico y estará sujeta a las variaciones mensuales promedio de la tasa propuesta.

Artículo.- El Costo por seguros, es el que cubre los riesgos a que está sujeta la maquinaria o equipo de construcción durante su vida económica, por accidentes que sufra. Este costo forma parte del costo horario, ya sea que la maquinaria o equipo se asegure por una compañía de seguros, o que

la empresa constructora decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos, como consecuencia de su uso.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$S_m = \frac{(V_m - V_r) s}{2 H_{ea}}$$

Donde:

- "Sm" Representa el costo horario por seguros de la máquina y equipo de construcción.
- "Vm" y "Vr" Representan los mismos conceptos y valores enunciados en el artículo) de este Reglamento.
- "s" Representa la prima anual promedio de seguros, fijada como porcentaje del valor de la máquina o equipo, y expresada en fracción decimal.
- "Hea" Representa el número de horas efectivas que la máquina o el equipo trabaja durante el año.

Los contratistas para sus estudios y análisis de costos horario considerarán la prima anual promedio de seguros, la que deberá estar refrenda a un indicador de mercado de seguros específico.

Artículo.- El costo por mantenimiento mayor o menor, es el originado por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria o equipo en buenas condiciones durante toda su vida económica.

Para los efectos de este artículo, se entenderá como:

- I. Costo por mantenimiento mayor, a las erogaciones correspondientes a las reparaciones de la maquinaria o equipo en talleres especializados, o aquéllas que puedan realizarse en el campo, empleando personal especializado y que requieran retirar la maquinaria o equipo de los frentes de trabajo. Este costo incluye la mano de obra, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria o equipo, así como otros materiales que sean necesarios.
- II. Costo por mantenimiento menor, a las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios de repuestos que se efectúan en las propias obras, así como los cambios de líquidos para mandos hidráulicos, aceite de transmisión, filtros, grasas y estopa. Incluye el personal y equipo auxiliar que realiza estas operaciones de mantenimiento, los repuestos y otros materiales que sean necesarios.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$M_n = K_o \cdot D$$

Donde:

- "Mn" Representa el costo horario por mantenimiento mayor y menor de la maquinaria y equipo.
- "Ko" Es un coeficiente que considera tanto el mantenimiento mayor como el menor. Este coeficiente varía según el tipo de máquina y las características del trabajo, y se fija con base en la experiencia estadística.
- "D" Representa la depreciación de la máquina o equipo, calculada de acuerdo con lo expuesto en el artículo XXX de este Reglamento

Artículo.- Los costo por consumos, son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de combustibles u otras fuentes de energía y, en su caso lubricantes y llantas.

Artículo.- El costo por combustibles, es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina y diesel para el funcionamiento de los motores de combustión interna de la maquinaria y equipo.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$Co = Gh * Pc$$

Donde:

- "Co" Representa el costo horario del combustible necesario por hora efectiva de trabajo.
- "Gh" Representa la cantidad de combustible utilizado por hora efectiva de trabajo. Este coeficiente se obtiene en función de la potencia nominal del motor, de un factor de operación de la maquinaria y equipo y de un coeficiente determinado por la experiencia, el cual varía de acuerdo con el combustible que se use.
- "Pc" Representa el precio del combustible puesto en la máquina o equipo.

Artículo.- El costo por otras fuentes de energía, es el derivado por los consumos de energía eléctrica o de otros energéticos distintos a los señalados en el artículo anterior. La determinación de este costo requerirá en cada caso de un estudio especial.

Artículo.- El costo por lubricantes, es el derivado por el consumo y los cambios periódicos de aceites lubricantes de los motores.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$Lb = (Ah + Ga) Pa$$

Donde:

- "Lb" Representa el costo horario por consumo de lubricantes.

- "Ah" Representa la cantidad de aceites lubricantes consumidos por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medias de operación; está determinada por la capacidad del recipiente dentro de la máquina o equipo y los tiempos entre cambios sucesivos de aceites.
- "Ga" Representa el consumo entre cambios sucesivos de lubricantes en las máquinas o equipos.
- "Pa" Representa el costo de los aceites lubricantes puestos en las máquinas o equipos.

Artículo.- El costo por llantas, es el correspondiente al consumo por desgaste de las llantas durante la operación de la maquinaria y equipo. Cuando se considere este costo, al calcular la depreciación de la maquinaria o equipo deberá deducirse del valor de mercado de los mismos, el valor de las llantas.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$N = \frac{P_n}{V_n}$$

Donde:

- "N" Representa el costo horario por las llantas de la máquina y equipo.
- "Pn" Representa el valor de mercado de las llantas, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica, de acuerdo con las características indicadas por el fabricante de la máquina.
- "Vn" Representa las horas de vida económica, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determinará de acuerdo con la experiencia, considerando entre otros, los factores siguientes: velocidad máxima de trabajo; condiciones relativas del camino que transite, tales como pendientes, curvaturas, superficie de rodamiento, posición en la máquina; cargas que soporte y clima en que se operen.

Artículo.- El costo por piezas especiales, es el correspondiente al consumo por desgaste de las piezas especiales durante la operación de la maquinaria y equipo. Cuando se considere este costo, al calcular la depreciación de la maquinaria o equipo, deberá descontarse del valor de mercado de la misma, el valor de las piezas especiales.

Este costo se obtiene con la siguiente expresión:

$$A_e = \frac{P_a}{V_a}$$

Donde:

- "Ae" Representa el costo horario por las piezas especiales.

"Pa" Representa el valor de mercado de las piezas especiales, considerando el precio vigente en el mercado.

"Va" Representa las horas de vida económica de las piezas especiales, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas.

Artículo.- El costo por salarios de operación, es el que resulta por concepto de pago del o los salarios del personal encargado de la operación de la máquina o equipo, por hora efectiva de trabajo.

Este costo se obtendrá mediante la expresión:

$$Po = \frac{Sr}{Ht}$$

Donde:

"Po" Representa el costo horario por la operación de la máquina y equipo.

"Sr" Representan los mismos conceptos enunciados en el artículo XXX de este Reglamento, valorizados por turno del personal necesario para operar la máquina o equipo.

"Ht" Representa las horas efectivas de trabajo de la maquinaria o equipo dentro del turno propuesto por el contratista.

Costo directo por herramienta

Artículo.- El costo por herramienta de mano, corresponde al consumo por desgaste de herramientas de mano utilizadas en la ejecución del concepto de trabajo.

Este costo se calculará mediante la expresión:

$$Hm = Kh * Mo$$

Donde:

"Hm" Representa el costo por herramienta de mano.

"Kh" Representa un coeficiente cuyo valor se fijará en función del tipo de trabajo y de la herramienta requerida para su ejecución.

"Mo" Representa el costo unitario por concepto de mano de obra calculado de acuerdo con el artículo XXX de este Reglamento.

Artículo.- En caso de requerirse el costo por máquinas-herramientas, se analizará en la misma forma que el costo directo por maquinaria o equipo, según lo señalado en los artículos XXX y XXX de este Reglamento.

Artículo.- El costo directo por equipo de seguridad, correspondiente al equipo necesario para la protección personal del trabajador para ejecutar el concepto de trabajo.

Este costo se calculará mediante la expresión:

$$Es = Ks Mo$$

Donde:

- "Es" Representa el costo por equipo de seguridad.
- "Ks" Representa un coeficiente cuyo valor se fija en función del tipo de trabajo y el equipo requerido para la seguridad del trabajador.
- "Mo" Representa el costo unitario por concepto de mano de obra calculado de acuerdo con el artículo XXX de este Reglamento.

Costo extraordinario por maquinaria y equipo

Artículo.- Costo extraordinario por maquinaria y equipo es el correspondiente a las erogaciones extraordinarias por maquinaria y equipo de construcción, derivadas de actividades no consideradas en el proyecto original. Este costo será analizado como un concepto de trabajo específico.

Para el análisis, cálculo e integración de este costo, sólo se considerarán los siguientes aspectos:

- I. Maquinaria o equipo en espera. Es aquél que por las necesidades del procedimiento de construcción, se requiere su actuación alternando los lapsos de operación y de espera de acuerdo a un ciclo de trabajo;
- II. Maquinaria o equipo en reserva. Es aquel que se encuentra sin desarrollar trabajo alguno y que es requerido por orden expresa de la dependencia o entidad, para asegurar la continuidad de los trabajos o enfrentar situaciones de seguridad o de posibles emergencias. El pago será como máximo el equivalente a un turno de trabajo.

Para la determinación del costo horario de la maquinaria o equipo en reserva, sólo será procedente cuando concurren los siguientes requisitos:

- a. Que resulte indispensable porque las características complejidad y magnitud de los trabajos así lo requieran, debiéndose apoyar, en tal caso, en una justificación técnica;
- b. Que se haya especificado en las bases de licitación y que se haya pactado en el contrato;
- c. Que la maquinaria y equipo sea el adecuado en el momento preciso, según se requiera en el proceso constructivo;
- d. Que su pago iniciará cuando el equipo o maquinaria sean solicitados expresamente por la contratante y el pago cesará cuando se extinga la necesidad, y
- e. Que se establezca un programa de utilización del equipo o maquinaria en reserva que deberá ser congruente con el programa de ejecución.

Los costos que participan en el análisis, cálculo e integración del costo horario de la maquinaria y equipo en las formas, antes de descuentos, deberán ser acordes con las condiciones de uso, considerando que los costos fijos y por consumos deberán ser menores del equipo en operación.

El porcentaje a considerar para el pago de los conceptos citados, deberá ser fijado en las bases de licitación y pactados en el contrato correspondiente.

SECCION IV

EL COSTO INDIRECTO

Generalidades

Artículo.- El costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y que comprende, entre otros, los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria y equipo, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.

Para su determinación, se deberá considerar que el costo correspondiente a las oficinas centrales del contratista, comprenderá únicamente los necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la superintendencia del contratista, encargada directamente de los trabajos. En el caso de los costos indirectos de oficinas de campo se deberá considerar todos los conceptos que de él se deriven.

Artículo.- Los costos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo esta suma entre el costo directo total de la obra de que se trate.

Artículo.- Los costos generales que podrán tomarse en consideración para integrar el costo indirecto y que pueden aplicarse indistintamente a la administración de oficinas central o a la administración de oficinas de campo o ambas, según el caso, son los siguientes:

- I. Honorarios, sueldos y prestaciones de los siguientes conceptos:
 - a. Personal directivo;
 - b. Personal técnico;
 - c. Personal administrativo;
 - d. Cuota patronal de Seguro Social, Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores e impuesto adicional sobre remuneraciones pagadas para los conceptos anteriores;
 - e. Prestaciones a que obliga la Ley Federal del Trabajo del personal enunciado en los puntos a., b., y c.;
 - f. Pasajes y viáticos del personal enunciado en los puntos a., b. y c.;
 - g. Los que deriven por la suscripción de los contratos colectivos de trabajo del personal enunciado en los puntos a., b. y c., y
 - h. Los demás que enuncia este Reglamento.

- II. Depreciación, mantenimiento y rentas de los siguientes conceptos:
 - a. Edificios y locales;
 - b. Locales de mantenimiento y guarda;
 - c. Bodegas;
 - d. Instalaciones generales;
 - e. Equipos, muebles y enseres;
 - f. Depreciación o renta, y operación de vehículos, y

- g. Campamentos.
- III. Servicios de los siguientes conceptos:
- a. Consultores, asesores, servicios y laboratorios, y
 - b. Estudios e investigaciones.
- IV. Fletes y acarreo de los siguientes conceptos:
- a. Campamentos;
 - b. Equipo de construcción;
 - c. Plantas y elementos para instalaciones, y
 - d. Mobiliario.
- V. Gastos de oficina de los siguientes conceptos:
- a. Papelería y útiles de escritorio;
 - b. Correos, fax, teléfonos, telégrafos, radio;
 - c. Equipo de computación;
 - d. Situación de fondos;
 - e. Copias y duplicados;
 - f. Luz, gas y otros consumos, y
 - g. Gastos de la licitación.
- VI. Capacitación y adiestramiento;
- VII. Seguridad e higiene;
- VIII. Seguros, fianzas y financiamientos;
- IX. Trabajos previos y auxiliares de los siguientes conceptos:
- a. Construcción y conservación de caminos de acceso;
 - b. Montajes y desmantelamientos de equipo, y
 - c. Construcción de instalaciones generales.
 - 1. De campamentos;
 - 2. De equipo de construcción, y
 - 3. De plantas y elementos para instalaciones.

SECCION V

EL COSTO POR FINANCIAMIENTO

Generalidades

Artículo.- El costo por financiamiento deberá estar representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos y corresponderá a los gastos derivados por la inversión en cursos propios o contratados, que realice el contratista para dar cumplimiento al programa de ejecución de los trabajos calendanzados y valonzados por periodos mensuales.

El procedimiento para el análisis, cálculo e integración del costo por financiamiento deberá ser fijado por cada dependencia o entidad

Artículo.- El costo por financiamiento permanecerá constante durante la ejecución de los trabajos, y únicamente se ajustará en los siguientes casos:

- I. Cuando varíe la tasa de interés, y
- II. Cuando no se entreguen los anticipos durante el primer trimestre de cada ejercicio subsecuente al del inicio de los trabajos.

Artículo.- Para el análisis, cálculo e integración del porcentaje del costo por financiamiento, se deberá considerar lo siguiente:

- I. Que la calendarización de egresos, esté acorde con el plazo indicado en su propuesta;
- II. Que el porcentaje del costo por financiamiento se obtendrá de la diferencia que resulte entre los ingresos y egresos, afectado por la tasa de interés propuesta por el contratista, y dividida entre el costo directo más indirectos;
- III. Que se integre por los siguientes ingresos:
 - a. Los anticipos otorgados al contratista durante el ejercicio del contrato, y
 - b. El importe de las estimaciones, considerando los plazos de formulación, aprobación, trámite y pago; deduciendo la amortización de los anticipos concedidos y los cargos adicionales.
- IV. Que se integre por los siguientes egresos:
 - a. Los gastos que impliquen los costos directos e indirectos;
 - b. Los anticipos para compra de maquinaria y equipo e instrumentos de instalación permanente que en su caso se requieran, y
 - c. En general la compra de los insumos requeridos según el programa de ejecución.

Del ajuste del cargo por financiamiento

Artículo.- Las dependencias y entidades para reconocer, en el costo por financiamiento, las variaciones de la tasa de interés que el contratista haya considerado en su propuesta, deberán considerar lo siguiente:

- I. El contratista deberá fijar la tasa de interés con base en un indicador económico específico, la cual permanecerá constante en la integración de los precios; la variación de la tasa, en más o en menos, dará lugar al ajuste del porcentaje del costo por financiamiento, considerando la variación entre los promedios mensuales de tasas de interés, entre el mes en que se presente la propuesta del contratista, con respecto al mes que se efectúe su revisión;
- II. Las dependencias y entidades reconocerán la variación en la tasa de interés elegida por el contratista, de acuerdo con las variaciones económicas a que esté sujeta;
- III. El contratista presentará su solicitud de aplicación de la tasa de interés que corresponda cuando sea al alza; en el caso que la variación resulte a la baja, la dependencia o entidad deberá realizar los ajustes correspondientes, y
- IV. El análisis, cálculo e integración del incremento o decremento en el porcentaje al costo por financiamiento, se realizará conforme al análisis original presentado por el contratista, actualizando las tasas de interés; la diferencia que resulte, dará el costo por financiamiento.

Determinación del costo financiero por retraso en la entrega de anticipos

Artículo.- Las dependencias y entidades para reconocer el ajuste al costo por financiamiento; cuando exista un retraso en la entrega del anticipo, en contratos que abarquen dos o más ejercicios, en los términos del segundo párrafo de la fracción V del artículo 50 de la Ley, deberán considerar lo siguiente:

- I. Deberán tomar como base el análisis del costo por financiamiento propuesto por el contratista, el cual permanecerá constante durante todo el ejercicio del contrato;
- II. Únicamente procederá el ajuste de costos en aquellos contratos que abarquen dos o más ejercicios;
- III. Para su cálculo, en el análisis de costo por financiamiento presentado por el contratista, se deberá reubicar el importe del anticipo dentro del periodo en que realmente se entregue éste, y
- IV. Para determinar el importe del costo por financiamiento en los periodos que se trate, se utilizará la siguiente expresión:

$$V_{cf} = V_e \left(\frac{P_{ca} - P_{cl}}{1 + P_{cl}} \right) (1 - A_n)$$

Donde:

V_{cf} Importe de la estimación del ajuste de costo por financiamiento.

- Ve** Importe de la estimación, a precios de concurso en el período de que se trate.
- Pcl** Porcentaje de costo por financiamiento de concurso, expresado en fracción decimal.
- Pca** Porcentaje de costo por financiamiento ajustado, expresado en fracción decimal.
- An** Porcentajes de anticipos concedidos durante el ejercicio de que se trate, en fracción decimal.

SECCION VI

EL CARGO POR UTILIDAD

Generalidades

Artículo.- Es la ganancia que debe percibir el contratista por la ejecución del concepto de trabajo; será fijado por el propio contratista y estará representado por un porcentaje sobre la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento.

Este cargo, deberá considerar las deducciones correspondientes al impuesto sobre la renta y la participación de los trabajadores en las utilidades.

SECCION VII

LOS CARGOS ADICIONALES

Generalidades

Artículo.- Son las erogaciones que debe realizar el contratista por estar convenidas como obligaciones adicionales o porque derivan de un impuesto y derecho que se cobra con motivo de la ejecución de los trabajos y que no forman parte de los costos directos e indirectos y por financiamiento, ni del cargo por utilidad.

Únicamente quedarán incluidos:

- I. El monto de las aportaciones que eroga el contratista por concepto de las prestaciones que otorga en los términos de la Ley del Seguro Social, considerando el salario mínimo y los salarios mayores al mínimo;
- II. El monto de las aportaciones que eroga el contratista por concepto del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, considerando el salario mínimo y los salarios mayores al mínimo, y
- III. Otros cargos que deriven de ordenamientos legales aplicables o de disposiciones administrativas que emitan autoridades competentes en la materia, como impuestos locales y federales y gastos de inspección y supervisión.

Artículo.- Los cargos adicionales, no deberán ser afectados por los descuentos determinados para los costos indirectos y de financiamiento ni por el cargo de utilidad.

Los cargos adicionales deberán sumarse al precio unitario después de la utilidad, y solamente serán ajustados cuando las disposiciones legales que les dieron origen establezcan un incremento o decremento para los mismos.

CAPITULO SEPTIMO CONTRATOS A PRECIO ALZADO

Generalidades

Artículo.- En términos de lo que establece la fracción II del artículo 45 de la Ley, las dependencias y entidades podrán contratar la realización de las obras o servicios, bajo la modalidad de precio alzado, en cuyo caso el importe de la remuneración o pago total fijo que deba cubrirse al contratista será por la obra totalmente terminada y ejecutada en el plazo establecido.

Cuando las características, magnitud y complejidad de los trabajos que se vayan a realizar lo requieran, las dependencias y entidades, para efecto de medición y pago, podrán dividir los trabajos en actividades de obra, en cuyo caso la responsabilidad del contratista subsistirá hasta la total terminación de los trabajos.

Artículo.- Para los efectos de la Ley y este Reglamento, se deberá entender como actividad de obra, el conjunto de acciones que deben ser ejecutadas totalmente en un periodo y con un monto preestablecidos, determinadas por las unidades de medida paramétrica general definidas en las bases de licitación o contrato.

Las actividades a desarrollar en los contratos a precio alzado, en todos los casos, deberán referirse a acciones generales, debiendo ser coincidentes con la red de actividades, la cédula de avances y pagos programados y el programa de ejecución, los que deben ser congruentes y complementarios entre sí, principalmente en lo que se refiere a la duración, holguras y plazo de inicio y término de cada actividad.

Las dependencias y entidades únicamente podrán realizar pagos, cuando sean ejecutadas totalmente cada una de las actividades de obra que se pacten en el contrato conforme a lo descrito en el párrafo anterior.

Medición y pago

Artículo.- Para la medición y pago de los contratos a precio alzado se deberá utilizar la red de actividades con ruta crítica, cédulas de avances y pagos programados y el programa de ejecución de los trabajos.

Red de actividades

Artículo.- La red de actividades es la representación gráfica del proceso constructivo que seguirá el contratista para realizar los trabajos, en la que se deberá contemplar todas las actividades a realizar, indicando su duración y secuencia de ejecución, así como las relaciones existentes con las actividades que las anteceden y las que le proceden, a efecto de calcular la fecha de inicio, la fecha de terminación y las holguras de cada una de ellas.

Artículo.- La cédula de avances y pagos programados es una tabla o matriz en la que el contratista muestra todas las actividades que le representan un costo.

En la cédula de valores el contratista deberá definir las cantidades y el importe de trabajos a ejecutar mensualmente o en los periodos que determine la dependencia o entidad en las bases de licitación, a efecto de reflejar el avance físico que tendrán los mismos.

Artículo.- En el programa de ejecución de los trabajos, el contratista deberá desglosar las actividades a realizar y representar en forma gráfica, mediante diagrama de barras, la fecha de inicio y término y duración de cada actividad en los que se realizará la obra o servicio de que se trate.

Vigilancia, control y supervisión

Artículo.- El desglose de actividades deberá ser de tal forma que se puedan objetivamente evaluar los avances físicos de los trabajos, el cumplimiento de los programas de ejecución y utilización y dar un adecuado seguimiento físico y financiero a los mismos, de tal forma que permita detectar desviaciones y analizar posibles alternativas de solución.

Cuando durante la ejecución de los trabajos se detecten desviaciones que no afecten el costo o el plazo de los trabajos pactados en el contrato, se podrá generar una revisión a la red de actividades para estructurar las medidas correctivas que permitan el cumplimiento del contrato.

Para efecto de seguimiento y control de los trabajos, las actividades de obra podrán desglosarse en subactividades, las que no deberán afectar la estructura de las cantidades y costos indicados en las cédulas de avances y pagos programados y en la red que sirvieron como base para adjudicar el contrato respectivo, los que no deben ser modificados durante la ejecución de la obra o servicio de que se trate.

Artículo.- Las dependencias y entidades deberán establecer los mecanismos necesarios para vigilar, controlar y supervisar la realización de los trabajos, a efecto de que los contratistas cumplan las prestaciones a que se obligaron en el contrato en cuanto a la calidad requerida en los materiales, equipos de instalación permanente, mano de obra y maquinaria y equipo de construcción; proyectos de ingeniería y arquitectura; especificaciones generales y particulares de construcción; programas de utilización de mano de obra, materiales y maquinaria y equipo de construcción; procedimiento constructivo y presupuesto de obra.

Artículo.- Tratándose de servicios contratados a precio alzado le serán aplicables, en lo procedente, las disposiciones de esta sección.

CAPITULO OCTAVO

DE LOS CONTRATOS MIXTOS

Generalidades

Artículo.- Las dependencias y entidades que celebren contratos mixtos, deberán ajustarse, en su parte correspondiente, a las reglas específicas que la Ley y este Reglamento establecen para los contratos sobre la base de precios unitarios y para los contratos a precio alzado, previendo en el mismo contrato los mecanismos necesarios para realizar un proceso sincrónico, concordante y congruente.

Artículo.- Las dependencias y entidades cuando requieran de la celebración de proyectos integrales o llave en mano, preferentemente, optarán por la celebración de contratos mixtos, debiendo prever dentro del mismo contrato los mecanismos necesarios que den congruencia a la parte de precios unitarios y a la de precio alzado.

CAPITULO NOVENO

SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS OBRAS PUBLICAS

SECCION I

GENERALIDADES

Artículo.- A los procedimientos de contratación y ejecución de los servicios se les aplicarán, en lo procedente, las disposiciones en la Ley y este Reglamento, debiendo considerarse adicionalmente, lo que señala este capítulo.

Artículo.- Para los efectos de la Ley y este Reglamento, los servicios se dividirán en los siguientes tipos:

- I. Estudios;
- II. Proyectos;
- III. Supervisión y control de obras;
- IV. Gerencia de proyectos, y
- V. Asesorías y consultorías.

Artículo.- Los contratos de servicios que sean susceptibles de ajustes de costos se llevarán a cabo aplicando los índices que publica el Banco de México; en el caso de la mano de obra se aplicarán a la plantilla del personal, las variaciones que determine la Comisión Nacional de Salarios Mínimos para los salarios mínimos generales en el Distrito Federal.

Artículo.- Los contratistas que hayan realizado o vayan a realizar, por sí o a través de empresas que forman parte, estudios, proyectos, asesorías o consultorías durante el procedimiento de contratación de una obra, no podrán participar en la ejecución de los trabajos. Esta restricción no será aplicable cuando se trate de proyectos integrales.

Artículo.- Las dependencias y entidades podrán pactar dentro de los contratos de supervisión que los contratistas desagreguen del costo directo de la mano de obra y del costo indirecto, los gastos operativos y de administración central necesarios para el alojamiento, alimentación y transportes del personal de los servicios. Los gastos que este concepto podrán pagarse, dentro del mismo contrato, por separado y en forma específica, debiendo justificarse su reembolso mediante la comprobación contable correspondiente, o bien, por medio del pago de una cuota fija por alojamiento y alimentos reconociendo por separado los pasajes.

SECCION II

INTEGRACION Y EVALUACION DE LA PROPUESTA

Artículo.- En la elaboración de las bases de licitación para la realización de servicios, las dependencias y entidades deberán considerar lo previsto en los artículos 33 de la Ley y XXX de este Reglamento.

Artículo.- Las dependencias y entidades así como los licitantes en la integración de una propuesta de servicios, deberán considerar lo siguiente:

- A. Que la propuesta técnica se integre entre otros, con los siguientes documentos:
 - I. Curriculum de los profesionales técnicos a su servicio, identificando a los que se encargarán de la ejecución de los trabajos en caso de obtener la adjudicación del contrato, los que deben tener experiencia en trabajos similares;
 - II. Identificación de los servicios realizados que guarden similitud con los que se licitan o de aquellos que se encuentren ejecutando a la fecha de la licitación, anotando el nombre de la contratante, descripción de los servicios, importe ejercido y por ejercer y fecha prevista de su terminación, según el caso;
 - III. Organigrama propuesto para el desarrollo de los servicios; y relación del personal que se propone, anotando especialidad, categoría y número requerido, así como las horas-hombre por jornada, necesarias para su realización por semana o mes;
 - IV. Programa calendarizado de ejecución general de los servicios, que refleje el avance en la ejecución de los trabajos o en la entrega del producto esperado; tratándose de precio alzado este programa se presentará en el sobre económico;
 - V. Metodología de trabajo propuesta, señalando sistemas, tecnologías, procedimientos por utilizar, alternativas por analizar, profundidad del estudio y forma de presentación de los resultados, según el caso;
 - VI. Manifestación expresa y por escrito de conocer los términos de referencia y las especificaciones generales y particulares del servicio a realizar, y su conformidad, en caso de resultar ganador, de ajustarse a sus términos;
 - VII. Los demás documentos que conforme al artículo XXX de este Reglamento, les sean aplicables, debiéndose considerar el tipo de servicio de que se trate y las características, complejidad y magnitud que guarden.
- B. Que la propuesta económica se integre, entre otros, con los siguientes documentos:
 - I. Carta de compromiso de la proposición;
 - II. Cuando se trate de servicios que consideren precios unitarios, el catálogo de conceptos, conteniendo descripción, unidades de medición, cantidades de trabajo, precios unitarios con número y letra e importes parciales y totales de la propuesta, debiendo presentar una relación de conceptos de trabajo más significativos, de los cuales deberán presentar análisis de precios unitarios, conforme a lo establecido en el capítulo XXX de este título.

- III. Cuando se trate de servicios a base de precio alzado, red de actividades, cédula de avances y pagos programados, calendarizados y cuantificados mensualmente por actividades a ejecutar y programa de ejecución general de los trabajos;
- IV. Presupuesto total de los trabajos, según el tipo de contrato que se requiera;
- V. Datos básicos de costos del personal a utilizar, sólo cuando se trate de precios unitarios;
- VI. En su caso, porcentaje o datos básicos de costos de la herramienta y del equipo científico y de seguridad, que utilizará el personal en la prestación del servicio, sólo cuando se trate de precios unitarios;
- VII. Relación de los equipos científico, bienes informáticos e instalaciones especiales que, en su caso, se requieran, indicando sus características;
- VIII. Tratándose de precios unitarios, programas de erogaciones calendarizados y cuantificados en partidas y subpartidas de utilización mensual para los siguientes rubros:
 - a. Utilización de la maquinaria o equipo requerido, incluyendo el científico, de computo, de medición y en general el requerido para proporcionar el servicio, anotando características, número de unidades y total de horas efectivas de utilización; y
 - b. Utilización del personal que se propone para proporcionar los servicios, indicando la especialidad, número requerido, así como las horas - hombre necesarias para la prestación de los servicios.
- IX. Documentos que acrediten la capacidad financiera, los cuales deberán integrarse al menos por los Estados Financieros de los dos años anteriores y el comparativo de razones financieras básicas, salvo en el caso de empresas de reciente creación, las cuales deberán presentar los más actualizados en la fecha de presentación de la propuesta.
- X. Los demás documentos que conforme al artículo XXX de este Reglamento les sean aplicables, debiéndose considerar el tipo de servicio de que se trate, el tipo de contrato a celebrar y las características, complejidad y magnitud que presenten.

Artículo.- Las dependencias y entidades para realizar la evaluación legal, técnica y económica de las propuestas que presenten los licitantes para la ejecución de un servicio, deberán considerar, además de los criterios que establece este Reglamento, los que se definan en forma particular en las bases de licitación, sobre todo si se considera la utilización de puntos y porcentajes.

Cuando por las características, magnitud y complejidad de los trabajos se justifique, las dependencias y entidades podrán crear un comité de evaluación del servicio y seguimiento de la obra.

SECCION III

MECANISMOS DE PUNTOS Y PORCENTAJES

Artículo.- Las dependencias y entidades, para poder utilizar mecanismos de puntos o porcentajes en la evaluación de las propuestas, deberán considerar lo siguiente:

- I. Definición de los rubros de selección que se utilizarán en la evaluación;
- II. Definir en las bases de licitación los porcentajes o puntuación máximos que se darán a cada rubro, los que no deben favorecer a una persona en particular, ni tener por objeto limitar el número de participantes;

Para tal efecto las dependencias y entidades calificarán cada rubro de selección en una escala de 1 a 100 y luego se ponderará cada calificación, lo que dará un valor a cada rubro, que al sumarlos dará un valor en porcentaje o bien un número determinado de puntos;

- III. Definición de los rubros indispensables sin los cuales las propuestas no podrán considerarse que como solventes, o bien de aquellos rubros que de acuerdo a la experiencia de la dependencia o entidad implique un valor agregado a la propuesta;
- IV. Definición del porcentaje o puntos mínimos de aceptación para cada caso, bajo los cuales podrá decretarse la solvencia legal, técnica o económica de las propuestas;
- V. En las bases de licitación deberán incluirse en forma clara los rubros legales, técnicos y económicos que serán considerados para su evaluación, las calificaciones máximas que se asignarán y los demás criterios que, a juicio de la dependencia o entidad, sean necesarios para su análisis, y
- VI. Definición de los demás criterios de selección complementarios que, a juicio de la dependencia o entidad, sean necesarios para llevar a cabo la evaluación de la propuesta.

Artículo.- Las dependencias y entidades podrán considerar en la evaluación de las propuestas, cualquiera de los rubros de selección que a continuación se describen, los que atendiendo a las características, magnitud y complejidad de cada servicio podrán reducirse o ampliarse; quedando bajo su responsabilidad la calificación que se le asigne a cada uno.

- I. Experiencia y capacidad del licitante; dentro de los cuales podrán considerarse los siguientes subrubros:
 - a. Experiencia en general, grado académico de formación profesional del personal encargado directamente encargado de los trabajos, tiempo de experiencia, puestos ocupados, antigüedad en la empresa y organización;
 - b. Capacidad para desarrollar los trabajos, experiencia en el desarrollo de servicios similares, disponibilidad de personal y equipo de apoyo, acceso a recursos de soporte y capacidad para completarlos satisfactoriamente;
 - c. Conocimiento de la región donde se llevarán a cabo los trabajos y de las condiciones ambientales, culturales, económicas y sociales que rigen, y
 - d. Experiencia y capacidad del personal clave con el que cuenta el licitante y que será asignado a la ejecución de los trabajos;

- II. Factibilidad de la propuesta del licitante;
- III. Metodología y plan de trabajo;
- IV. Transferencia de conocimientos o tecnología;
- V. Inclusión preferente de personal nacional en la ejecución de los trabajos;
- VI. Plazo de ejecución de los trabajos, y
- VII. Importe de la propuesta.

Artículo.- Para justificar la conveniencia del uso de mecánicas de puntos y porcentajes, las dependencias y entidades, deberán considerar los siguientes aspectos:

- I. Establecimiento de rubros y criterios generales de selección, debiendo describir las razones que justifiquen su creación;
- II. Establecimiento general de criterios de distribución de los puntos y porcentajes que se darán a cada rubro y las razones que se tienen para su distribución
- III. Que la definición de los rubros se utilizaran y los porcentajes o puntos que le asignaran, procuren una competencia imparcial y equitativa entre los licitantes, debiendo evitar que se favorezca a una persona en particular o que se limite el número de participantes, y

De las asesorías y consultorías

Artículo.- Tratándose de asesorías y consultorías, las dependencias y entidades, deberán otorgar en el rubro de experiencia y capacidad del licitante, una calificación de mayor peso con respecto de los otros rubros que se designen.

De los estudios y proyectos

Artículo.- Tratándose de estudios y proyectos, las dependencias y entidades, deberán considerar que atendiendo a los rubros de selección que se utilice y la calificación que se le asigne, el trabajo deberá adjudicarse a la propuesta solvente que ofrezca el precio más bajo.

De la supervisión

Artículo.- Tratándose de supervisión, las dependencias y entidades, deberán considerar en las bases de licitación y en el contrato correspondiente, que la ejecución de trabajos de supervisión cumpla con todas y cada una de las obligaciones que se prevén en la Ley y este Reglamento.

TITULO CUARTO

OBRAS POR ADMINISTRACION DIRECTA

De las obras por administración directa

Artículo.- En la realización de obras por administración directa, además del acuerdo referido en el artículo 71 de la ley, las dependencias y entidades deberán contar con el proyecto ejecutivo de la obra especificaciones y normas de calidad de los materiales; presupuesto; programa general de ejecución y erogaciones; programas de utilización de materiales y equipo de instalación permanente; mano de obra; maquinaria y equipo de construcción.

Del contenido del acuerdo por administración directa

Artículo.- El acuerdo para poder realizar obras por administración directa, deberá contener como mínimo, lo siguiente:

- I. Descripción pormenorizada de la obra que se deba ejecutar;
- II. La mención de los datos relativos a la autorización de la inversión respectiva;
- III. El importe total de los trabajos;
- IV. El periodo de ejecución de los trabajos;
- V. Identificación de las partes:
 - a. Nombre del área y servidor público que ordena la ejecución, y
 - b. Nombre del área y servidor público que ejecutará la obra.
- VI. Los proyecto de ingeniería y arquitectura u otros requeridos;
- VII. Las normas de calidad y especificaciones de construcción;
- VIII. Los programas de ejecución y suministro;
- IX. El presupuesto correspondiente;
- X. Lugar y fecha de su firma;
- XI. Nombre y firma de las partes, y
- XII. Nombre y firma de autorización por parte del titular de la dependencia o entidad, o el oficial mayor o el equivalente en las entidades.

Del presupuesto

Artículo.- El presupuesto se integrará por costos unitarios, los cuales no podrán incluir cargos por imprevistos, erogaciones adicionales o de índole similar y se integrará con la suma de los importes correspondientes a los siguientes conceptos:

- I. De los equipos, mecanismos y accesorios de instalación permanente, los cuales incluirán los fletes, maniobras, almacenaje y todos aquellos cargos que se requieren para transportarlos al sitio de los trabajos, instalarlos y probarlos;
- II. De las instalaciones de construcción necesarias para la ejecución de los trabajos y en su caso, de su desmantelamiento, así como los fletes y acarreos de la maquinaria y equipo de construcción y los seguros correspondientes;
- III. De las construcciones e instalaciones provisionales destinadas a los sitios administrativos, médicos, recreativos, sanitarios y de capacitación, campamentos y comedores que se construyan en el sitio de la obra, así como de mobiliario y equipo necesario para ésta;
- IV. De los sueldos, salarios, viáticos o cualquier otra remuneración que reciba el personal técnico, administrativo y de servicios, encargados directamente de la ejecución de los trabajos, de conformidad con el programa de utilización de recursos humanos;
- V. De los equipos de transporte aéreo, marítimo o terrestre, con sus respectivos cargos por combustibles y lubricantes;
- VI. De los materiales de consumo en oficinas, y
- VII. De los materiales, equipo de instalación permanente, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción complementario.

La contratación de recursos humanos complementarios que se requieran, deberá ser por obra determinada de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 70 de la Ley y 35, 36 y 53, fracción III, y demás relativos de la Ley Federal del Trabajo.

Para los efectos de la Ley y este Reglamento, la adquisición de materiales y del equipo de instalación permanente obedece a un proceso productivo, cuyo objetivo es la realización específica de los trabajos.

La contratación de la maquinaria y equipo de construcción deberá realizarse de acuerdo a las necesidades que determine el programa de ejecución y el procedimiento constructivo.

Se entenderá por costo unitario, el correspondiente a la suma de cargos por concepto de materiales, mano de obra y utilización de maquinaria y equipo de construcción, sea propio o rentado.

De los programas de ejecución y suministro

Artículo.- En la elaboración de los programas de ejecución y erogaciones, así como en la de los programas de suministro de los materiales, equipo de instalación permanente, mano de obra, maquinaria y equipo de construcción complementario, deberán considerar lo siguiente:

- I. El programa de ejecución y erogaciones, se desagregará en etapas secuenciales de conceptos y actividades, señalando fechas de iniciación y terminación de cada una de ellas; fechas críticas, cantidades de trabajo que se ejecutarán mensualmente y los importes parciales y total de la producción mensual;
- II. El programa de utilización de recursos humanos, deberá consignar la especialidad, categoría, número requerido y percepciones totales por día, semana o mes. El programa

incluira al personal técnico, administrativo y obrero, encargado directamente de la ejecución de los trabajos;

- III. El programa de utilización de la maquinaria y equipo de construcción, deberá consignar las características del equipo, capacidad, número de unidades y total de horas efectivas de utilización, calendanzadas por semana o mes, y
- IV. El programa de suministro de los materiales y equipo de instalación permanente, deberá consignar las características, cantidades, unidades de los materiales y equipo que se requiera, calendanzadas por semana o mes.

Proyecto ejecutivo

Artículo.- Las dependencias y entidades deberán contar con el proyecto ejecutivo de la obra y las normas de calidad de los materiales y especificaciones de construcción totalmente terminados, o bien, con un avance en su desarrollo que permita definir el procedimiento constructivo y ejecutar ininterrumpidamente los trabajos hasta su conclusión.

De la ejecución

Artículo.- La ejecución de los trabajos estará a cargo de la residencia de obra que designe la dependencia o entidad, la cual deberá realizarlos de acuerdo con lo que dispone, en lo procedente, la y este Reglamento, debiendo llevar una bitácora como instrumento técnico de control de la obra.

Artículo.- Los órganos internos de control de las dependencias y entidades, verificarán que se dé estricto cumplimiento a la realización de las acciones señaladas para las obras por administración directa.

De la recepción de los trabajos por administración directa

Artículo.- Los trabajos que se hubieren realizado conforme a lo señalado en el acuerdo de administración correspondiente, deberán ser recibidos por el área responsable de su operación y mantenimiento.

Para la recepción de los trabajos las dependencias y entidades deberán levantar una acta de recepción que contendrá como mínimo lo siguiente:

- I. Lugar, fecha y hora en que se levanta;
- II. Nombre y firma de los asistentes y el carácter con que intervienen en el acto;
- III. Nombre y firma del residente de obra y del representante del área que se hará cargo de la operación y mantenimiento de la obra;
- IV. Descripción de los trabajos que se reciben;
- V. Importe de los trabajos, incluyendo las posibles modificaciones que se hubieren requerido;
- VI. Periodo de ejecución de los trabajos;

- VII. Relación de las estimaciones o de gastos realizados;
- VIII. Declaración de las partes de que se entregan los planos correspondientes a la construcción final, así como los manuales e instructivos de operación y mantenimiento correspondientes y los certificados de garantía de calidad y funcionamiento de los bienes instalados, y
- IX. Fecha de inicio y cierre de bitácora.

Artículo.- Cuando a juicio de la propia dependencia o entidad y sin estar terminada la totalidad de la obra, existan trabajos terminados y sean partes identificables y susceptibles de utilizarse, se podrán efectuar recepciones parciales, levantándose el acta de recepción correspondiente.

TITULO QUINTO
INFORMACION Y VERIFICACION
EN LAS OBRAS PUBLICAS

CAPITULO PRIMERO

INFORMACION

Del objeto

Artículo.- Con el objeto de tener un adecuado seguimiento y control de los procedimientos de contratación y ejecución de obras y servicios, las dependencias y entidades rendirán los informes que establece la Ley y este Reglamento.

De los informes

Artículo.- Los titulares de las áreas responsables de la ejecución de los trabajos, deberán enviar al órgano interno de control un informe mensual sobre el avance físico y financiero de las obras en proceso, contratadas mediante licitación pública o con fundamento en el artículo 42 de la Ley, para efectos de inspección y vigilancia.

Los informes deberán entregarse, a más tardar, el último día hábil del mes siguiente al que se reporta.

Los titulares de los órganos internos de control remitirán a la Contraloría un informe trimestral de la situación que guardan los avances físicos y financieros de cada dependencia o entidad ejecutora de obras.

Artículo.- Los titulares de las áreas responsables de la ejecución de los trabajos, deberán enviar al órgano interno de control un informe trimestral sobre los adeudos a cargo de los contratistas, devueltos de anticipos no amortizados, finiquitos no liquidados o materiales y equipos no devueltos.

Los informes deberán entregarse, a más tardar, el último día hábil del mes siguiente al trimestre que se reporta.

De la forma de presentación

Artículo.- Para el envío de los informes a que hace referencia la Ley y este Reglamento, se deberá considerar lo siguiente-

- I. Que la remisión del informe contenga los elementos necesarios para que la presentación, por parte de las dependencias y entidades, sea uniforme en cuanto al orden y forma, debiendo considerar el empleo de formatos y los instructivos necesarios para su llenado;
- II. Atendiendo a las características, magnitud y complejidad de los trabajos y para los casos que establecen los artículos 41, 43, 59 y 63 de la Ley y XXX de este Reglamento, las dependencias y entidades ejecutoras de obras y servicios, previa autorización de su órgano interno de control, podrá remitir los informes y su documentación complementaria, a través de medios magnéticos o remotos de comunicación electrónica. En este caso, se deberá definir

la forma y términos que operará en cada una de ellas, de forma que el envío se realice eficaz y eficientemente, y

III. Que los informes contengan los datos necesarios y que permitan su fácil identificación. Será responsabilidad de las dependencias y entidades el adecuado llenado de la información

Artículo.- Los informes que se enuncian en la Ley y este Reglamento, serán los únicos a los que estarán obligados, sin perjuicio de aquellos otros que de manera expresa y por escrito los requiera la Contraloría, directamente o a través de los órganos internos de control.

Del plazo de presentación

Artículo.- Las dependencias y entidades deberán remitir sus informes en los plazos que expresamente señalan la Ley y este Reglamento, acompañando en su caso, la documentación comprobatoria.

CAPITULO SEGUNDO

VERIFICACION

De la verificación de la información

Artículo.- Con los informes que remitan las dependencias y entidades, la Contraloría podrá, directamente o a través de los órganos internos de control, verificar que los trabajos sean realizados de conformidad con lo establecido en los programas y presupuestos autorizados para cada obra y servicio.

Artículo.- La vigilancia, uso, operación y mantenimiento de las obras públicas se realizará por los órganos internos de control, mediante visitas periódicas, llevadas a cabo por un representante nombrado por el titular de dicho órgano, debiendo aquél informar a la Contraloría si las obras realizadas cumplen con los fines para los que fueron destinadas y se encuentran en condiciones apropiadas para su uso.

Artículo.- La Contraloría, directamente o a través de los órganos internos de control, en el ejercicio de la facultad que le otorga el artículo 75 de la Ley, podrá solicitar los datos e informes relacionados con actos relativos a obras y servicios y los servidores públicos y contratistas estarán obligados a proporcionarlos.

Los contratistas que no aporten la información que le requiera la Contraloría, será sancionado en los términos que establece n los artículos 77 y 78 de la Ley.

TITULO SEXTO
INFRACCIONES Y SANCIONES
EN LAS OBRAS PUBLICAS

CAPITULO PRIMERO

INFRACCIONES

De las Infracciones

Artículo.- Los servidores públicos de las dependencias y entidades, los licitantes y contratistas están obligados a cumplir con las disposiciones contenidas en la Ley, este Reglamento, así como con las demás disposiciones normativas y lineamientos que se expidan en esta materia.

Los titulares de los órganos internos de control de las dependencias y entidades están obligados a vigilar que se cumpla con lo señalado en la Ley, este Reglamento y demás disposiciones normativas y lineamientos que se expidan en esta materia, debiendo vigilar además el cumplimiento de la sanción impuesta.

Artículo.- Quienes infrinjan las disposiciones contenidas en la Ley, este Reglamento y demás disposiciones normativas y lineamientos que se expidan en esta materia, serán sancionados en los términos que para tal efecto prevén los mismos ordenamientos.

Los servidores públicos que en el ejercicio de sus funciones tengan conocimiento de infracciones a la Ley, este Reglamento y demás disposiciones normativas y lineamientos que se expidan en esta materia, deberán comunicarlo a las autoridades que resulten competentes conforme a la Ley.

Artículo.- Para efectos del artículo 82 de la Ley, los servidores públicos, los contratistas o licitantes deberán dejar constancia por escrito de cuáles son las causas de caso fortuito o de fuerza mayor que hayan impedido el cumplimiento de una disposición normativa y cuáles son éstas; debiéndose observar los preceptos una vez que se extingan las causas que les dieron origen.

Asimismo, se deberá dejar constancia por escrito cuando se cumpla espontáneamente un precepto o disposición que no haya sido observado.

No se considerará que el cumplimiento del precepto es espontáneo en los siguientes casos:

- I. Cuando no exista el escrito a que hace mención este artículo;
- II. Cuando la omisión haya producido un daño o un perjuicio al patrimonio de la Federación;
- III. Cuando la omisión constituya en si misma un delito;
- IV. Cuando se trate de un cumplimiento defectuoso, y
- V. Cuando su cumplimiento se derive de una auditoria.

CAPITULO SEGUNDO

SANCIONES

De la aplicación de sanciones

Artículo.- Las sanciones de tipo administrativo que se deriven por la infracciones a la Ley o a este Reglamento, serán impuestas en todos los casos por la Contraloría, a través de las unidades administrativas que para tal efecto señale, observando lo dispuesto por la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.

Artículo.- Los contratistas y licitantes que infrinjan las disposiciones contenidas en la Ley, este Reglamento y demás disposiciones administrativas expedidas en la materia serán sancionados por la Contraloría en términos de lo que disponen los artículos 77 y 78 de la Ley.

De los criterios para imponer las sanciones

Artículo.- Tratándose de licitantes o contratistas, además de lo dispuesto en el artículo 79 de la Ley, la Contraloría para imponer las sanciones correspondientes, deberá observar lo siguiente:

- I.- Se tomará en cuenta la conveniencia de eliminar prácticas tendientes a infringir, en cualquier forma, las disposiciones previstas en la Ley, este Reglamento y demás disposiciones expedidas en la materia.
- II.- Cuando sean varios los responsables, cada uno será sancionado con el total de la sanción que se trate.
- III.- Tratándose de reincidencia o de persistir la conducta, se impondrá otra multa hasta un tercio mayor a la primera, respetando los límites señalados para tal efecto en la Ley.

Del procedimiento de aplicación de sanciones

Artículo.- La aplicación de sanciones o multas a los licitantes y contratistas, se realizará observando lo siguiente:

- I. Se notificará el inicio del procedimiento por escrito al presunto infractor de los hechos constitutivos de la infracción, en el domicilio que haya señalado en el contrato o en su proposición, según sea el caso, para que éste, dentro del término de quince días hábiles exponga lo que a su derecho convenga y aporte las pruebas de su intención;
- II. Transcurrido el término a que se refiere la fracción anterior, se resolverá lo procedente dentro de los quince días hábiles siguientes, considerando los argumentos y pruebas que se hubieren hecho valer;
- III. La resolución deberá ser fundada y motivada, la cual será notificada al presunto infractor en forma personal en el domicilio señalado en la fracción I de este artículo o por correo certificado, y
- IV. Para lo no previsto se aplicará supletoriamente la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y el Código Federal de Procedimientos Civiles.

TITULO SEPTIMO
INCONFORMIDADES
CAPITULO UNICO

De la interposición de la inconformidad

Artículo.- Toda persona física o moral interesada, podrá inconformarse ante la Contraloría, por los actos que contravengan las disposiciones establecidas en la Ley y este Reglamento, en lo relativo a los procedimientos de contratación de obras y servicios.

Tratándose de proposiciones conjuntas, será el representante común quien podrá interponer la inconformidad, debiéndose sujetar al resultado los demás representantes.

De la competencia de la Contraloría

Artículo.- La Contraloría es la única autoridad administrativa facultada para conocer y resolver las inconformidades que sobre los procedimientos de contratación de obras y servicios se presenten.

De la forma para presentar la inconformidad

Artículo.- El escrito de inconformidad podrá presentarse por alguna de las siguientes formas:

- I. En forma directa. Esta presentación deberá hacerse por escrito ante la Contraloría o el órgano interno de control que corresponda;
- II. Por correo certificado o servicio de mensajería. En este caso se deberá enviar la inconformidad a la Contraloría o al órgano interno de control que corresponda; la fecha que se considerará para efectos de cómputo del plazo, será la de la recepción de los documentos en la Contraloría, y
- III. Por medios remotos de comunicación electrónica. La presentación, trámite, firma y forma de acreditar la personalidad en las inconformidades que se presenten a través de este medio, se sujetará a las disposiciones administrativas que al respecto emita la Contraloría.

Del escrito de Inconformidad

Artículo.- La inconformidad deberá contener como mínimo:

- I. Nombre o razón social, dirección completa y teléfono del inconforme;
- II. Denominación de la dependencia o entidad que haya emitido el acto que se impugne, debiéndose precisar cuál es el área responsable de dicho acto;
- III. Datos de la operación motivo de la inconformidad, y
- IV. Manifestación de que los hechos que le consten al inconforme, relativos al acto o actos que se impugnan, se realizan bajo protesta de decir verdad.

Artículo.- La inconformidad deberá ser acompañado por:

- I. Original y copia del documento que acredite la personalidad del promovente, excepción hecha del caso de las personas físicas que presentan la inconformidad por su propio derecho. El original será devuelto, una vez hecho el cotejo correspondiente;

Si la inconformidad no se presenta en forma directa en la Contraloría, podrá omitirse el envío del documento original que acredite la personalidad del inconforme, lo cual podrá hacerse posteriormente a requerimiento de la Contraloría, debiéndose señalar su carácter y los datos del documento que lo acredita, y

- II. Documentación vinculada con la impugnación que pretenda hacer valer el inconforme y que a su juicio, compruebe los hechos impugnados.

De la substanciación de las inconformidades

Artículo.- Recibida la inconformidad, la Contraloría verificará que contenga los requisitos mínimos recuendos, que el firmante del mismo tenga las facultades legales para presentar la inconformidad y que sea presentado dentro del término previsto por la Ley.

Si la inconformidad no cumple con los requisitos de forma y tiempo establecidos anteriormente o si encontrare un motivo manifiesto e indubitable de improcedencia, se desechará la inconformidad; en caso contrario se admitirá a trámite.

Artículo.- Si hubiere alguna irregularidad en la inconformidad o se hubiere hecho una omisión en la presentación de los requisitos que no alteren la sustancia de la misma, el servidor público encargado de la misma, podrá prevenir al promovente para que llene los requisitos dentro de un término de cinco días hábiles contados a partir del día siguiente al de su notificación.

Artículo.- En el mismo acto que acuerde la admisión a trámite de la inconformidad, la Contraloría con objeto de allegarse de elementos de juicio necesarios para resolver, correrá traslado del escrito y del acuerdo dictado a la dependencia o entidad, solicitándose un informe circunstanciado de hechos y a documentación soporte del acto impugnado.

En el informe circunstanciado las dependencias y entidades deberán dar respuesta a cada uno de los hechos señalados por el promovente, narrando cómo sucedieron los hechos de que se trate, proporcionando la documentación que apoye su dicho.

Las dependencias y entidades, tendrán un término de diez días hábiles, contados a partir de la recepción de la solicitud, para presentar el informe circunstanciado y exponer lo que a su derecho convenga, respectivamente.

Artículo.- En caso de desechamiento de la inconformidad la Contraloría tendrá la facultad de realizar de oficio y en cualquier momento las investigaciones a que hubiere lugar, si presume la existencia de irregularidades o contravenciones a las disposiciones que la Ley y este Reglamento prevén.

Artículo.- De existir uno o mas terceros perjudicados, la Contraloría también les deberá correr traslado del escrito de inconformidad y del acuerdo dictado, a fin de que estén en posibilidad de exponer lo que a su derecho convenga y aportar las pruebas que considere convenientes.

De la suspensión de las obligaciones pendientes

Artículo.- Si en cualquier momento del trámite de la inconformidad se presume la existencia de actos realizados en contravención a lo dispuesto por la Ley y este Reglamento, la Contraloría podrá determinar la suspensión del cumplimiento de las obligaciones, siempre y cuando no se cause perjuicio al interés público, no se contravenga disposiciones de orden público y no se produzcan daños o perjuicios a la dependencia o entidad de que se trate.

Recibida la resolución que contenga la orden de suspensión, las dependencias y entidades deberán suspender todos los actos relacionados con el procedimiento de contratación, las acciones que realice en contravención a dicha determinación, será bajo su estricta responsabilidad y con las consecuencias legales que ello implique.

Del análisis de la información recabada y la investigación

Artículo.- Una vez recabada la documentación e información aportadas por las partes, la Contraloría, procederá a su análisis y a realizar las investigaciones que considere convenientes para acreditar la procedencia o improcedencia de los actos impugnados.

La Contraloría durante la investigación podrá recurrir a cualquier medio de prueba que considere y allegarse de cualquier elemento necesario con el fin de verificar si los actos impugnados fueron realizados, en contravención de la Ley o este Reglamento.

De la comunicación de resolución

Artículo.- La resolución a la inconformidad deberá ser comunicada por escrito a la dependencia o entidad según se trate, así como al inconforme y en su caso al tercero perjudicado.

Esta comunicación será entregada en forma directa a los interesados o bien, mediante correo certificado o servicio de mensajería con acuse de recibo u otros medios, siempre y cuando la entrega pueda ser demostrada fehacientemente.

De la consulta de expedientes

Artículo.- En cualquier etapa y conforme al procedimiento establecido por la Contraloría, cualquiera de las partes interesadas podrá consultar el expediente correspondiente y solicitar las copias certificadas de los documentos que sean de su interés.

De la excusa

Artículo.- La Contraloría deberá sobreseer aquellas inconformidades que se presenten o se encuentren en trámite, cuando el acto que le dé origen, sea conocido por un tribunal de instancia judicial.

TITULO OCTAVO
QUEJA Y CONCILIACION
CAPITULO PRIMERO
QUEJA

De la procedencia

Artículo.- La queja es procedente por actos u omisiones que ocurran dentro de la interpretación o aplicación de un contrato, desde la firma del mismo, y los que sucedan hasta que se extingan totalmente los derechos y obligaciones de las partes, ya sea por cumplimiento del contrato, terminación anticipada o rescisión administrativa; dentro de las causales de procedencia se encuentran incluidos los finiquitos y los efectos de las rescisiones administrativas.

Artículo.- La queja constará de una manifestación por escrito bajo protesta de decir verdad de que se encuentra legitimado para acudir a la conciliación.

La manifestación de hechos falsos tendrá como consecuencia la improcedencia del procedimiento o su sobreseimiento y se sancionará conforme a las leyes aplicables.

Del escrito de queja

Artículo.- El escrito de queja se presentará por duplicado y contendrá en lo aplicable, como mínimo, lo siguiente:

- I. Señalar nombre, denominación social, o representante común de los contratistas;
- II. Domicilio para todos los efectos legales relacionados con la conciliación y sus notificaciones;
- III. En su caso, número telefónico, o de telefax, o el que se considere adecuado para el caso de notificaciones distintas a las que se realizan en el domicilio o personalmente;
- IV. Dependencia o entidad con quien se tiene celebrado el contrato;
- V. Número del contrato;
- VI. Monto del contrato;
- VII. Breve descripción del contrato;
- VIII. Convenios adicionales;
- IX. Señalar representante o apoderado que se encontrará facultado para oír y recibir notificaciones, consultar el expediente, y promover todo lo necesario, incluyendo el posible convenio final, o la manifestación de que acudirá por derecho propio;
- X. Fecha de la firma del contrato;
- XI. Todos aquéllos datos que considere relevantes para la conciliación;

- XII Una relación sucinta de cómo, en su opinión, sucedieron los hechos u omisiones que dan lugar a la queja, en párrafos numerados que contengan un hecho por párrafo y relacionando los mismos con las documentales que anexe;
- XIII Protesta de decir verdad en todos los hechos que manifiesta y en todos los documentos que anexa como pruebas. La falta de protesta acarrea el desechamiento de la queja, y
- XIV. Firma autógrafa del promovente en ambos escritos.

manifestación de hechos falsos se sancionará conforme a las disposiciones legales aplicables, y en caso de ser así, se procederá a declarar la improcedencia de la queja.

Artículo.- El escrito de queja se deberá acompañar, por duplicado, de los siguientes documentos:

- I. Poder que se otorgue a terceros, si la autorización no se encuentra dentro del texto del escrito de queja;
- II. Copia del contrato, o documentos justificatorios;
- III. Copia de las garantías;
- IV. Copia de las comunicaciones entre los contratantes, que tengan relación con los hechos;
- V. Copia de las estimaciones o ajustes de costos, únicamente cuando tengan relación con los hechos de la queja, y
- VI. Aquellos documentos o elementos que considere necesarios y que se encuentren relacionados con los hechos de la queja.

Los documentos pueden ser presentados en copias simples, salvo el poder que deberá presentar en original y firma autógrafa.

Los anexos deberán ser identificados individualmente, con letra o número que permita su fácil identificación y referencia, además de encontrarse unidos, por cualquier medio, los documentos que conforman una sola prueba.

El contratista entregará por duplicado sus anexos para correr traslado; las dependencias y entidades, en caso de que deseen aportar otros soportes documentales, lo harán en un sólo tanto para que se anexe al expediente al igual que con todos los demás escritos y documentos que se alleguen después del escrito de queja.

De la recepción de la queja

Artículo.- Una vez recibido el escrito de queja, la Contraloría deberá revisar:

- I. Que es competente para conocerla;
- II. Que no existe impedimento para conocerla por parte del servidor público;
- III. Que se cumple con los requisitos señalados por la Ley y este Reglamento;
- IV. Que se encuentra inserta en el texto del escrito de queja la protesta de decir verdad relacionada con los hechos y con los anexos que presenta;
- V. Que se encuentran firmados autógrafamente los escritos de queja, y

VI. Que el contrato se encuentra regido por la Ley.

Una vez realizado lo anterior, la Contraloría dictará el desechamiento de la queja o su recepción, ordenando abrir y numerar el expediente; y por oficio mandará citar, comiendo traslado del escrito de queja y de los anexos, a la dependencia o entidad contra la que se presenta la queja; señalando un término no menor de cinco ni mayor de once días hábiles para emitir respuesta, notificándole además de la primera audiencia de conciliación, señalando hora, lugar preciso y fecha, lo que deberá suceder dentro de los quince días hábiles siguientes inclusive, a que se ordenó la recepción.

De los efectos de la queja

Artículo.- La interposición de la queja o su recepción por los órganos competentes o su substanciación, no suspende la ejecución de los trabajos, derechos u obligaciones de las partes, la posibilidad de rescisión administrativa, aplicación de penas convencionales o algún otro derivado del contrato; por acuerdo de las partes se puede diferir el exigir el cumplimiento de una obligación o el ejercicio de un derecho hasta el resultado de la conciliación.

Si se presentan nuevos hechos que den lugar a otra queja, se deberá iniciar un nuevo procedimiento, sin perjuicio de que la Contraloría acuerde, o no, acumularlas.

***Contestación de la queja
por la dependencia o entidad***

Artículo.- El servidor público responsable de la contratación, deberá dar respuesta al escrito de queja conforme a lo siguiente:

- I. Confirmará o negará la existencia del contrato;
- II. Confirmará o negará los datos del contrato señalados por el contratista y señalará lo que en opinión de la dependencia o entidad deben ser los datos correctos;
- III. Señalará los servidores públicos que se encuentran autorizados para asistir, en su caso, a las audiencias de conciliación o presentar escritos dentro del proceso de conciliación;
- IV. Deberá dar respuesta a cada uno de los hechos manifestados por el contratista, señalando si son ciertos o no, en caso de que lo considere necesario hará una breve descripción de cómo sucedieron los mismos en opinión de la dependencia o entidad, señalando en su caso los documentales que anexa relacionándolos con los hechos;
- V. En caso de que omita contestar un hecho, se entenderá que existe controversia sobre el mismo y se discutirá en las audiencias de conciliación, y
- VI. Deberá señalar en cuales hechos existe, a su juicio, controversia y sobre cuáles no.

En caso de que la dependencia o entidad decida no someterse al procedimiento de conciliación deberá dar respuesta al citatorio, manifestando si existe el contrato, quien es el contratista, y deberá asistir a la audiencia de conciliación para ratificar la decisión de no conciliar, en caso de no ratificarse la decisión se dará a una nueva audiencia de conciliación, señalando un término de cinco días hábiles para que se produzca respuesta de parte de la dependencia o entidad y se continuará con el procedimiento de conciliación.

En caso de que el servidor público omita dar respuesta al ciudadano, se le sancionará conforme dispone el artículo 80 de la Ley.

CAPITULO SEGUNDO

PROCEDIMIENTO DE CONCILIACION

Del objeto

Artículo.- La conciliación tiene por objeto el desahogar conflictos de interpretación y aplicación, durante la ejecución de los trabajos sobre aspectos técnicos y normativos, en forma conciliatoria, a petición de parte y dentro del marco normativo de la Ley y este Reglamento, con imparcialidad, confidencialidad, definiendo los preceptos y lineamientos normativos y técnicos aplicables al caso concreto.

El procedimiento de conciliación es independiente de las facultades de revisión, verificación y control de las instancias legales facultadas para ello, por lo que podrán ser ejercidas en cualquier tiempo por las mismas.

Artículo.- El procedimiento de conciliación inicia a solicitud del contratista, lo que hará por medio de un escrito de queja

El procedimiento de conciliación constará de una sola instancia.

Cuando se tenga conocimiento de que en algún tribunal se inicie o tramite un proceso sobre el mismo contrato entre las mismas partes, sin importar que sea sobre los mismos hechos, el procedimiento se sobreseerá y se considerará sin conciliación, dejando a salvo los derechos de las partes para que los hagan valer en la vía y forma que consideren adecuada.

No es procedente la conciliación para revisión del proceso de rescisión administrativa una vez emitida la resolución correspondiente; o cuando un contrato se encuentre en auditoría o se encuentre pendiente de resolución la misma.

Artículo.- En todo tiempo cualquiera de las partes podrán manifestar su desacuerdo con el procedimiento de conciliación y en consecuencia la Contraloría deberá sobreseer el asunto dejando a salvo los derechos de las partes para hacer valer sus derechos en la vía y forma correspondientes; sin embargo todo servidor público, una vez citado, se encuentra obligado a asistir a la primera audiencia de conciliación, en caso contrario se procederá de acuerdo a lo dispuesto por el artículo 80 de la Ley.

De la competencia

Artículo.- En el procedimiento de conciliación son competentes para conocer de las quejas la Contraloría y los órganos internos de control de las dependencias y entidades, conservando en todo momento la Contraloría la facultad discrecional de atracción para conocer de los asuntos que considere convenientes.

De las notificaciones

Artículo.- En el procedimiento de conciliación las notificaciones, atendiendo a la facilidad de los mismos a criterio de la Contraloría, podrán realizarse por los siguientes medios: telefax, medios remotos de comunicación electrónica, personalmente, servicio postal o de mensajería, o telefónicas; las notificaciones hechas por cualquiera de estos medios surtirán sus efectos el mismo día en que se hayan hecho, siempre que exista la certeza de que se realizaron.

En el procedimiento de conciliación se notificarán: cita a audiencias, cambios de domicilio, presentación y recepción de escritos y documentos, visitas de inspección, la devolución de los anexos y, además, las que la Contraloría considere convenientes.

El cambio de domicilio de una de las partes surtirá sus efectos hasta tres días hábiles contados a partir de que se haya hecho la notificación del cambio, sin que deba recaer acuerdo sobre el particular.

Artículo.- Los plazos comenzarán a computarse desde el día siguiente al que surten sus efectos las notificaciones.

En el procedimiento de conciliación se fijarán los siguientes plazos:

- I. Para ordenar recepción de quejas, hasta 3 días hábiles, una vez que sean recibidos por el órgano competente;
- II. Para contestar la queja, de 5 hasta 11 días hábiles;
- III. Para presentar documentos, hasta 2 días hábiles;
- IV. Para citar para audiencias de conciliación, un mínimo 2 días hábiles, y
- V. En general, 3 días hábiles.

Los plazos no son prorrogables o modificables salvo acuerdo entre las partes. En caso de existir acuerdo entre las partes se pueden señalar plazos mayores o menores, salvo los 15 días hábiles para que tenga lugar la primera audiencia y los 60 días hábiles que como plazo máximo marca la Ley para desahogar la audiencia de conciliación y atender la queja presentada. En conciliación todos los plazos se cuentan en días hábiles.

De las facultades y obligaciones del órgano de conciliación

Artículo.- La Contraloría y los órganos internos de control al conocer de un procedimiento de conciliación tienen las siguientes obligaciones y facultades.

- I. Recibir, admitir a trámite o desechar las quejas que se presenten con solicitud de inicio de un procedimiento de conciliación;
- II. Exponer los puntos de controversia y comunes;
- III. Exhortar a la conciliación dentro de los términos de la Ley;
- IV. Solicitar por sí o a solicitud de una o ambas partes la opinión normativa o interpretación administrativa de la ley a la dirección general adjunta de normatividad que corresponda;
- V. Proponer a las partes acuerdos de conciliación;
- VI. Determinar límites y alcances de los puntos sujetos a conciliación;
- VII. Determinar la finalización del proceso de conciliación;
- VIII. Determinar las fechas, horas y lugar de las audiencias;
- IX. Citar a las partes para audiencias;
- X. Solicitar documentos o pruebas documentales que consideren convenientes;
- XI. No pueden constituir derechos u obligaciones;

- XII. No pueden exhortar o aceptar conciliaciones que contengan preceptos o acuerdos contrarios a la Ley;
- XIII. Deben actuar como asesor normativo para las partes;
- XIV. En caso de persistir el desacuerdo entre las partes, la Contraloría tiene la facultad de elaborar un proyecto de acuerdos para presentarlo a consideración de las mismas, para su aprobación o discusión, y
- XV. Exhortar a los servidores públicos para que acudan a audiencias o en su defecto notificar al superior jerárquico para que compela al subordinado a la asistencia, para que se proceda de acuerdo al artículo 80 de la Ley.

Agenda de negociación

Artículo.- De los escritos de queja y de contestación, la Contraloría elaborará un listado de los puntos en controversia para que sirva de agenda de negociación entre las partes, el que será sometido a su consideración, para su conocimiento, o bien para agregar otros puntos, lo que se hará a petición de cualquiera de las partes.

De las audiencias

Artículo.- En las audiencias de conciliación deberá observarse lo siguiente:

- I. Las audiencias serán presididas por el servidor público que designe la Contraloría, quien deberá declarar que se abre la audiencia de conciliación, señalará quienes se encuentran presentes por cada una de las partes, determinará los puntos a tratar, y será el único facultado para suspender o dar por terminadas las audiencias y para citar a audiencias posteriores; lo que hará al término de la audiencia sirviendo tal hecho como notificación personal o, en caso contrario, lo notificará acorde a lo dispuesto por el artículo XXX de este Reglamento;
- II. Las audiencias se celebrarán en días y horas hábiles, considerando como tales las que comprenden de las 10:00 a las 17:00 horas de lunes a viernes;
- III. El número de asistentes será determinado por la Contraloría, cuidando la equidad entre las partes y tomando en cuenta las circunstancias del lugar; para que tenga lugar la audiencia de conciliación deberán estar presentes, como mínimo, la Contraloría y un representante de cada una de las partes.

En todos los casos se permitirá, como mínimo, la presencia de un asesor por cada una de las partes, y

- IV. Al término de cada audiencia deberá levantarse acta circunstanciada de la misma que contendrá, como mínimo: los datos de identificación del proceso conciliatorio, hora, fecha, lugar, número de audiencia, asistentes por cada una de las partes y de quien presidió la audiencia, tema o temas tratados y, en su caso, acuerdos logrados.

Terminación del procedimiento de conciliación

Artículo.- El procedimiento de conciliación termina con:

- I. El acuerdo entre las partes de conciliación o de no conciliación;

- II. La determinación de la Contraloría;
- III. La consumación del plazo señalado por la Ley;
- IV. El desistimiento de cualquiera de las partes para continuar con el procedimiento de conciliación, y
- V. La negativa a conciliar por parte de la dependencia o entidad, sin perjuicio de lo dispuesto por el segundo párrafo del artículo XX de este Reglamento.

Artículo.- Una vez terminado el procedimiento de conciliación por cualquiera de las causas señaladas en el artículo anterior, la Contraloría en el acta circunstanciada final determinará el resultado, el que podrá ser en cualquiera de los siguientes sentidos:

- I. Que exista conciliación, la que puede ser parcial o sobre todos los puntos señalados en la agenda de negociaciones, anexando copia del proyecto de convenio respectivo;
- II. Que no exista acuerdo de conciliación, dejándose a salvo los derechos de las partes para que los puedan hacer valer en la vía y forma que consideren conveniente, y
- III. El sobreseimiento del procedimiento de conciliación, señalando las causas que la motivan, debiendo dejar a salvo los derechos de las partes para que los puedan hacer valer en la vía y forma que consideren conveniente.

Artículo.- La Contraloría, una vez agotado el procedimiento de conciliación, pondrá a disposición de las partes los documentos que hayan anexado y que obren en el expediente por el término de 15 días hábiles para su devolución, si en ese lapso no se presentan a recibirlos, la Contraloría dispondrá el destino final de los mismos, salvaguardando la confidencialidad de la información.

Para efectos de información y verificación, la Contraloría archivará los expedientes de los procedimientos de conciliación, por el lapso de tres años, mismos que contendrán únicamente: el escrito de queja, la contestación de la dependencia o entidad, las actas circunstanciadas y el acta final donde se contenga el resultado del procedimiento de conciliación.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- El presente Reglamento entrará en vigor a los 30 días naturales después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- Se abroga el Reglamento de la Ley de Obras Públicas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 13 de febrero de 1985 y sus reformas del 9 de enero de 1990; las Reglas Generales para la Contratación y Ejecución de las Obras Públicas y de Servicios Relacionados con las Mismas, publicadas en el Diario Oficial de la Federación los días 8 de enero de 1982, 14 de junio de 1982, 15 de octubre de 1982, 6 de julio de 1983 y 21 de abril de 1986; el oficio-circular mediante el cual se dan a conocer a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal las normas que deberán observar en los actos de presentación y apertura de proposiciones y en la evaluación de las mismas en los procedimientos de contratación que lleven a cabo en materia de obra pública mediante licitación pública o por invitación a cuando menos tres contratistas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 19 de enero de 1994 así como sus modificaciones y adiciones publicadas en el Diario Oficial de la Federación el día 13 de junio de 1994 y se derogan todas aquellas disposiciones administrativas que se opongan al presente Reglamento.

TERCERO.- El oficio-circular número 005, relativo a las características que deberán contener las publicaciones de los fallos de las licitaciones públicas en materia de adquisiciones y arrendamientos de bienes muebles prestación de servicios de cualquier naturaleza así como de obra pública a las que deberán sujetarse las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 8 de abril de 1994, será aplicable únicamente a las obras públicas que se realicen bajo la cobertura de los Tratados.

CUARTO.- Se derogan los lineamientos para el oportuno y estricto cumplimiento del régimen jurídico de las adquisiciones, arrendamientos, prestación de servicios de cualquier naturaleza, obras públicas y servicios relacionados con éstas, publicados en el Diario Oficial de la Federación el día 15 de marzo de 1996.

QUINTO.- Se derogan los lineamientos y criterios para que en los procedimientos de licitación pública e invitación restringida y en lo relacionado con la ejecución y cumplimiento de los contratos de adquisiciones, obras públicas y servicios de cualquier naturaleza, se observe estrictamente lo dispuesto por la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, publicados en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de octubre de 1996.

SEXTO.- Las dependencias y entidades a partir de que entre en vigor el presente Reglamento tendrán la obligación de cumplir con las disposiciones que en él se prevén, los órganos internos de control de las dependencias o entidades vigilarán que se cumpla con esta disposición.

SEPTIMO.- Las dependencias y entidades en un plazo que no excederá de 120 días naturales, contados a partir de la entrada en vigor del presente Reglamento, harán las adecuaciones necesarias a sus políticas bases y lineamientos internos en materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas, de conformidad con lo establecido en el presente Reglamento. Los órganos internos de control de las dependencias y entidades vigilarán que se cumpla con esta disposición.

OCTAVO.- Los actos y contratos que las dependencias y entidades hayan celebrado hasta antes de la entrada en vigor del presente Reglamento, se seguirán rindiendo por la normatividad vigente en el momento en que hubieren sido celebrados hasta su terminación.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y
CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**EXPOSITOR: ARTURO BENITEZ MORALEZ
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U N. A. M.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ING. ARTURO BENITEZ MORALES

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

JULIO, 2000

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNAM**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE
CARRETERAS**

**Módulo IV. SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
Coordinador: M. I. RAÚL VICENTE OROZCO SANTOYO**

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS. PROGRAMAS
DE COMPUTADORAS. EJEMPLOS**

ING. ARTURO BENÍTEZ MORALES

CONTENIDO:

- INTRODUCCIÓN
- CONFIGURACIÓN MÍNIMA DE EQUIPO DE COMPUTO
- CONECTIVIDAD E INTEGRACIÓN CON OTROS PROGRAMAS Y BASES DE DATOS
- SOPORTE TÉCNICO
- TRABAJO EN RED
- MODULOS ADICIONALES
- ADMINISTRACIÓN DE REPORTES
- PRECIOS DE LOS PROGRAMAS

PROGRAMAS DE COMPUTO PARA PRECIOS UNITARIOS

f prog compu PL's

INTRODUCCIÓN

La evolución que han tenido los equipos de computo y sus programas día a día son sorprendentes, ya que hace unos 20 años para poder manejar un rudimentario y limitado programa de computo para hacer los primeros análisis de precios unitarios, eran necesario tener los conocimientos básicos de un analista o programador en sistemas de computo, en la actualidad el requisito indispensable es conocer el funcionamiento básico de una computadora y saber manejar los análisis de precios unitarios, ya que unas cuantas horas son necesarias para conocer y manejar la mayoría de los programas que hay en el mercado nacional.

En la actualidad con un equipo 486, como mínimo, se tiene una capacidad que es limitada por el tamaño del disco duro de la computadora, se pueden manejar 9000 o más análisis de precios unitarios, con sus respectivos precios de insumos, que constituye una importante base de información que permite preparar presupuestos en forma muy rápida y precisa, siempre y cuando esta base este debidamente actualizada.

Tener un equipo de computo con su respectivo programa de precios unitarios en la empresa constructora no es un lujo, es una necesidad de primer orden, ya que con ellos se tendrán oportunamente los presupuestos necesarios para poder contratar obras, pues como ya es sabido en las licitaciones de obra pública por la situación que esta experimentando la oferta y demanda de la construcción mexicana, reflejo de la permanente crisis económica, a veces es necesario presentarse a 15 o hasta 25 concursos de Obra Pública para poder ganar uno, lo que exige trabajar con un alto grado de eficiencia en la preparación de los presupuestos.

Hemos hecho un análisis de 5 programas de precios unitarios que tienen una reconocida presencia a nivel nacional, los cuales son bastante confiables y efectivos, por su número de usuarios y de acuerdo a la opinión de varios constructores, por lo que no tomamos en cuenta aquellos que tiene una presencia regional. Los programas analizados son los siguientes, en sus últimas versiones:

- OPUS 99, Ecosoft, S de R L de C. V.
- MEGA, Centro de precios unitarios Prisma, S. A. de C. V.
- CAMPEON VI PLUS, Grupo Softpak
- SAICIC Ddemesis, S A de C V.
- NEODATA, Sistemas integrados de Construcción

CONFIGURACION MINIMA DE EQUIPO DE COMPUTO

Es importante señalar, aunque nos desviemos un poco del tema, que cuando se van escoger uno o varios programas de computo para diversas aplicaciones dentro de la Empresa Constructora y todavía no se ha comprado la computadora, es recomendable que esta cumpla con los mínimos solicitados por los respectivos programas que se desean adquirir. De los cinco programas analizados todos ellos recomiendan:

PC microprocesador 486 o superior
8 MB de memoria ram como mínimo
unidad de disco de 3 ½"
monitor a color
Windows 3.1 o superior

Pero para el programa Campeón este puede operar también con el sistema operativo MS-DOS 5.0 y el programa Mega con la versión 3.3 lo que le permite trabajar con microprocesadores 286 y 386

CONECTIVIDAD E INTEGRACIÓN CON OTROS PROGRAMAS Y BASES DE DATOS

Ante la globalización de la tecnología y la economía, los desarrolladores de programas no se podían quedar atrás, ofreciendo todos ellos el poderse conectar a otros programas o bases de datos, ya que además muchas compañías constructoras por diversas razones son usuarias de dos o mas marcas de programas de precios unitarios. En este aspecto los desarrolladores ofrecen lo siguiente:

SAICIC.

conectividad a las bases de datos de Bimsa y Prisma que compren una gran información de análisis de precios unitarios actualizados y precios de insumos y también es posible tener acceso a bases de datos, en especial de hojas de calculo como Excel y Lotus y con su modulo de AutoCuanto permite obtener cuantificaciones de los proyectos desarrollados en Autocad

OPUS:

se puede acceder a los catálogos de matrices y costos de Bimsa, Prisma y Cypres, al programa DaNTE que es un cuantificador de volumetria que trabaja desde Autocad, también hay conexión a Primavera Project Planner, a bases de datos o textos en Excel, Lotus Quattro, Word, Wordperfect, Foxpro, dBase y formatos EPU.

NEODATA

puede recibir información de programas como Campeón, Opus y Saicic. de los catálogos de Bimsa y Prisma, del cuantificador DaNte de Autocad, de AEC-Q para IntelliCAD98, de MS Office Access, Excel y Word, Primavera Project Planner, Microsoft Project 98 y sistemas ERP.

CAMPEON

se enlaza a Excel, Quattro Pro, Lotus, Fox-Pro, dBase, Paradox, Ms-Project, Primavera Project Planner, Word, Word Perfect, R&R, y Crystal Reports y a su propia base de datos que actualiza precios de insumos, vía internet de 4 ciudades

MEGA:

accesa a sus catálogos de 5000 precios de insumos de la ciudad de México y algunos precios de insumos de 43 ciudades y sus 6000 matrices Prisma, a hojas de calculo de Excel y al cuantificador DaNte de Autocad,

SOPORTE TECNICO

En la actualidad el que uno trabaje en un ambiente Windows ha facilitado mucho las cosas, siendo muy necesario que para operar cualquier programa de precios unitarios sepa uno de los precios unitarios, ya que la capacitación para operar dichos programas, sin saber nada de ellos, nos lleva de 8 a 20 hrs.

Todos los desarrolladores ofrecen esta capacitación para la correcta operación del programa, ya sea en sus propias oficinas, los colegios de Ingenieros o Arquitectos y otras asociaciones afines o en las oficinas del Constructor, ofreciendo también apoyo a través de internet, catálogos de operación del programa, de la ayuda del programa que opera a través del icono que aparece en las pantallas y de las oficinas de representación que tiene el desarrollador en varias ciudades, teniendo las siguientes:

OPUS:

Ciudad de México, Tijuana B. C., La Paz B. C. S., ciudad del Carmen Camp., Chihuahua Chih., Tapachula y Tuxtla Gutiérrez Chis., Saltillo y Torreón Coah., Durango Dgo., Toluca Méx., Acapulco Gro., León Gto., Guadalajara Jal., Morelia Mich., Monterrey N. L. Oaxaca Oax., Puebla Pue., Chetumal Q. R., Querétaro Qro., Culiacán y Los Mochis Sin., ciudad Obregón y Hermosillo Son., Villahermosa Tab., ciudad Madero, Reynosa, Matamoros y Nuevo Laredo Tamps., Poza Rica, Veracruz y Xalapa Ver., Mérida Yuc. y Zacatecas Zac.

CAMPEON

ciudad de México, Guadalajara Jal., Monterrey N. L. y Colima Col.

NEODATA

ciudad de México, Monterrey N. L., Guadalajara Jal., Tuxtla Gutiérrez Chis., Villahermosa Tab., León Gto., Querétaro Qro., Chilpancingo Gro., Culiacán Sin., Córdoba y Coahuila Ver.

SAICIC

ciudad de México, Chihuahua Chih, Puebla Pue, León Gto, San Luis Potosí S. L. P., Culiacán Sin, Córdoba Ver., Tepic Nay., Tuxtla Gutiérrez Chis., La Paz B. C., Hermosillo Son., Morelia Mich y Pachuca Hgo.

Todos los programas citados exigen a sus representantes una certificación o validación con el fin de dar un buen servicio a sus usuarios. El programa Mega lamentablemente no tiene representantes en el interior de la República, pero su aceptación en el ámbito nacional esta apoyada por la importante base de datos que actualiza mensualmente, que además contiene algunos precios de insumos de 43 ciudades.

TRABAJO EN RED

Con todos los programas es posible trabajar en red, con el correspondiente pago de licencias adicionales, ya sea que se trabaje simultáneamente o se intercambie información.

MODULOS ADICIONALES

Las partes básicas de un programa de precios unitarios, lo constituyen armar y calcular las matrices de precios unitarios, los costos horarios, factor costo mano de obra con los cálculos y solicitudes de las obligaciones patronales ante el IMSS, catálogo de conceptos y costos indirectos que permiten formular un presupuesto. Adicionalmente cada programa ofrece lo siguiente:

CAMPEON

Subcontratos, programa de obra y ruta crítica, avance real de obra, programa de suministros, control de suministros, destajo máximo a pagar con desglose de conceptos, estimaciones, control de inventarios, contabilidad de la obra con catálogo de cuentas y pólizas y análisis del costo financiero, explosión de insumos y consumos, programa financiero, conexión vía internet para tener acceso a la actualización de los precios de insumos, para socios de CMIC, de 4 ciudades

OPUS

Programa de obra con ruta crítica, control de avances y pagos a subcontratistas y destajistas con activación de alertas al rebasar cantidades tope, programa de suministros, propuesta combinada de pesos y dólares, estimaciones, escalatorias o ajustes de costo con la justificación del factor de ajuste, explosión de insumos, reportes de propuestas técnica y económica, cálculo del financiamiento, control de estimaciones con conceptos ordinarios, extraordinarios y fuera de catálogo, compras, subcontratos, destajos y almacén

SAICIC

Programa de obra por volumen y egresos mediante diagrama de Gantt, ruta crítica, calculo de escalatorias, registro de estimaciones, control de obra, explosión de insumos y otros reportes para el control de los mismos, reportes para las propuestas técnica y económica, cálculo del financiamiento, base de datos de Prisma con mas de 6000 matrices de precios unitarios.

MEGA

Estimaciones ordinarias y extraordinarias, escalatorias, avance de obra, programación de obra, reportes para concursos que incluyen las propuestas técnica y económica, control de obra, subcontratos, suministros, programas de personal y equipo, flujo de efectivo, control de almacén, explosión de insumos y su base de datos que comprende 6000 matrices de precios unitarios y 5000 insumos.

NEODATA

Inventarios, destajos, subcontratos, programa y avance de obra, con las desviaciones de monto y volumen, compras, requisiciones, cotizaciones, pedidos, reportes para las propuestas técnica y económica, ajuste del monto total deseado a nivel precio o todo el presupuesto, programa de suministros, estimaciones, escalatorias, base de datos con 1600 análisis de precios.

ADMINISTRACIÓN DE REPORTE:

Dentro de este concepto también queda comprendido lo que se conoce como formato libre, lo que permite hacer ajustes a la presentación o diseño de los reportes, que por requerimiento del cliente es necesario hacer, en especial cuando se participa en concursos de Obra Pública.

Los 5 desarrolladores de los programas aquí analizados ofrecen una variedad de diseños que permiten cumplir con los requerimientos de las licitaciones de Obra Pública y su desarrollo.

PRECIOS:

El precio es parte importante en la toma de decisiones, pero no del todo definitivo para la compra de un paquete, pero también hay que considerar que ofrece cada uno y el soporte técnico que tiene. Los precios de los programas incluyen el impuesto al valor agregado (iva) y son para principios del año 2000:

NEODATA

\$ 4 715.00.

OPUS

\$ 4 484.00 el programa básico y con sus módulos de programación y control de obra
\$ 6887.00

MEGA

\$7 000 el programa con la base de datos y 12 actualizaciones mensuales, o \$ 4 200 la inscripción a las actualizaciones mensuales, con su base de datos (matrices de precios unitarios)

CAMPEON

\$ 10 293.00 publico en general y \$ 5 693.00 para socios de CMIC

SAICIC

\$ 5 290.00



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y
CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

MANUALES DE SUPERVISIÓN

**EXPOSITOR: ING. HECTOR PEREZ MEDRANO
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

MANUALES DE SUPERVISION

ING. HECTOR PEREZ MEDRANO

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

JULIO, 2000

**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U.N.A.M.**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACION DE
CARRETERAS**

**MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD DE CARRETERAS.**

TEMA: Supervisión, casos de aplicación.

A Cargo: Ing. Héctor Pérez Medrano

OBJETIVO:

Analizar interactivamente con los alumnos el contenido de los conceptos del tema, ampliar y aclarar el contenido de las partes A y B:

A. DEFINICIONES

SUPERVISIÓN. Actividad que consiste en VER y dar FE de que un objeto material se realiza en el tiempo, calidad, costo y seguridad, previstas en el proyecto.

CALIDAD. Es el conjunto de características de un elemento de un objeto que satisface plenamente las necesidades del usuario.

CONTROL DE CALIDAD. Es el conjunto de actividades que permiten al ejecutante de la acción informarse del resultado de su actuación. Para ello requiere de sistemas, equipos y aparatos que rinden una información objetiva de parámetros que han de ser comparados con los previstos en el proyecto y establecidos en las características específicas del objeto (ESPECIFICACIONES).

PROYECTO. La expresión gráfica, numérica, literaria, arreglo, forma, materiales, resistencias, dimensiones y acabados, de todos los elementos que componen el objeto de materialización.

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD. Es el conjunto de actividades sistemáticas y planeadas, que proporcionan la confianza de que un objeto cualquiera satisface la calidad fijada.

CALIDAD TOTAL. Es el sistema que engloba los subsistemas de aseguramiento de la calidad de todos y cada uno de los elementos que componen un objeto material, adecuadamente ejecutados bajo el control de calidad y que aseguran que el producto final satisfaga las expectativas del usuario o consumidor.

REINGENIERIA. No se preocupen, todo está equivocado.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO. Términos que están en la siguiente relación:

"La conservación es a los medios, como el mantenimiento a los fines"

OBJETO. La acepción convencional se refiere a un ente material. La cultura digital a impuestos nuevos conceptos tendientes a generalizarse. Se dice que hay objetos virtuales. En la filosofía hay objetos eidéticos (ideales).

EFICIENCIA. Todo muy bien.

EFICACIA. Se cumple con los objetivos para los que fue concebido un objeto. No implica que tenga deficiencias.

B. ANTECEDENTES DE LA SUPERVISIÓN.

La supervisión de la obra pública en México, hasta antes de los 60's fue una actividad **ULTERIOR** de los ramos del ejecutivo responsables de la aplicación de los recursos asignados para este objeto del gasto.

Durante la misma década (Años 60's) el gobierno adoptó progresivamente el otorgamiento de los contratos de obra por concurso, derivados de las condiciones que establecían las fuentes crediticias externas, como el Banco Mundial, el BIRF y el BID, entre otros importantes.

En paralelo, desde los principios de los 60's y finales de los 70's, la legislación mexicana introdujo progresivamente, la modalidad del otorgamiento de contratos de obra pública mediante procesos de licitación, siendo la más importante, la Licitación Pública.

La ley de la obra pública hasta nuestros días se ha venido adecuando con cierta periodicidad (Cada 5 años aproximadamente) y en ella se ha perfilado la figura de los servicios relacionados con la obra pública, entre ellos la supervisión por encargo a terceros.

En la supervisión de las obras de Infraestructura , especialmente en las Vías Terrestres, las obras tienen características muy específicas, casuísticas, que emanan en teoría de "un proyecto" que comprende la ejecución de actividades y conceptos diversos, que ofrecen una problemática en su dirección y control.

Desde los principios de los 90's la supervisión por encargo a terceros se viene generalizando en los organismos del sector oficial y aún en el privado.

En este proceso han tenido influencia muy importante diversos factores:

EXTERNOS:

Las fuentes crediticias externas han ""recomendado"" a los países con economías en desarrollo, que adelgacen su gasto público.

Condicionan, aún en materia de servicios, que los recursos provenientes de los préstamos, se apliquen a **PRODUCTOS TERMINADOS**, mas que al sostenimiento de una **CAPACIDAD INSTALADA**

INTERNOS

Situación de crisis económica, la necesidad de bienes y servicios o puede satisfacerse con los recursos disponibles.

EFFECTOS

Los organismos oficiales al adelgazar su gasto, afrontan la descapitalización de recursos humanos y materiales. Conduce a recurrir a terceros para obtener servicios transitorios de terceros (mientras dura la obra), y no en forma permanente.

Se da oportunidad a la especialización empresas prestadoras de servicios hacia una eficiencia.

Se está cambiando el criterio de la administración de todo tipo de recursos, ahora los servicios relacionados con la obra pública forman parte de los proyectos de inversión.

ALCANCES

Los alcances de la supervisión por encargo a terceros, adquieren diversas características, según los objetivos que persiguen los diversos organismos oficiales, la materia de la obra y la procedencia de recursos, razones por las que hasta ahora no hay lineamientos específicos como para elaborar manuales con los que se pueda hacer paso a paso la supervisión.

Así cada organismo de conformidad con las premisas de los programas a su cargo, formula TERMINOS DE REFERENCIA, que hasta ahora funcionan a manera de "manual".

Se ha venido avanzando en sistemas que persiguen el Aseguramiento de la Calidad Total.

Los criterios para el enfoque y alcances de la supervisión por encargo a terceros se distinguen por el objetivo que persiguen los responsables de la aplicación del gasto, por el grado de en que se delegan las funciones y el trámite, por ejemplo:

Supervisión Ejecutiva Integral. La delegación es amplia y abarca control de obra y de calidad.

Supervisión Verificativa. Tiene como finalidad, el seguimiento de programas desconcentrados.

Supervisión Operativa. La delegación de responsabilidades es limitada, al prestador de los servicios se le delega trámite, no responsabilidad. Actúa como complemento transitorio de la capacidad instalada de las dependencias.

Formas Parciales. Cuando se encomienda por separado el control de la obra o el Control de Calidad.

DOCUMENTOS Y REFERENCIAS

Entre los documentos relevantes formulados a la fecha, puede citarse a:

El Manual del Residente. Editado por la Extinta S.O.P., en los 60's. Contiene la esencia de la supervisión en general. Ha servido como una buena referencia en la elaboración de TERMINOS DE REFERENCIA

Norma CAPUFE. Es un documento que pretende llenar la necesidad de un manual. Contiene Lineamientos y Referencias relacionados con la función de supervisión.

C. TERMINOS DE REFERENCIA

En lo que sigue a este curso destinaremos el tiempo restante al Análisis de una compilación de los tópicos relacionados con una supervisión ficticia, pero con la intención de analizar con ustedes un caso de aplicación general.

Material: Copias y juegos de acetatos.

Dispositivos: Proyector Digital y Proyector de acetatos.

VERSIÓN: 2.0 En revisión por DECFI.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

TERMINOS DE REFERENCIA.

Para los Servicios de Supervisión y Control de Calidad de la construcción y rehabilitación del pavimento en la XXXXXXXXXXXX, del Tramo: XXXXXXXXXXXX - XXXXXXXXXXXX, del km XXX+XXXXX al km XXX+XXXX, Cuerpo: X, en el Estado de: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

A.- ANTECEDENTES.

A.1.- Objetivos.

A.2.- Delegación de Funciones.

A.3.- Requerimientos de las Empresas.

B.1.- Descripción del Proyecto.

B.- GENERALIDADES.

B.1.- Descripción del Proyecto.

B.2.- Programa de Ejecución de la Obra.

B.3.- Plazo de los Servicios Relacionados con la Obra.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

B.5.- Comunicación y Coordinación.

C.- SUPERVISION.

C.1.- Topografía.

C.2.- Verificaciones.

C.3.- Vigilancia.

C.4.- Controles.

C.5.- Ejercicio del Contrato.

C.6.- Reuniones de Coordinación.

C.7.- Bitácoras: De Obra, y de la Supervisión.

C.9.- Modificaciones del Proyecto, y deficiencias NO correg

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

D.- CONTROL DE CALIDAD.

D.1.- Programa de Pruebas.

D.2.- Verificación de Bancos de Materiales.

D.3.- Verificación de Diseños de Mezclas Asfálticas.

D.4.- Verificación de Laboratorios de la Contratista.

D.5.- Verificación y Supervisión del Control de Calidad.

D.6.- Vigilancia de Procesos de Elaboración y Tratamientos.

E.- INFORMES.

E.1.- Semanales de Avance de Obra.

E.2.- Quincenales.

E.3.- Mensuales.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

E.4.- Para los Niveles Directivo y Ejecutivo.

E.5.- Informe Final.

E.6.- Informes Diversos.

F.- NORMAS.

F.1.- Normas Generales de Construcción e Instalaciones.

F.2.- Especificaciones Técnicas Particulares del Proyecto.

F.3.- Especificaciones Particulares de la Obra.

G.- TERMINACION.

G.1.- Expediente Técnico Administrativo.

G.2.- Finiquito de Obra.

G.3.- Entrega-Recepción.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

TERMINOS DE REFERENCIA.

Para los Servicios de Supervisión y Control de Calidad de la construcción y rehabilitación del pavimento en la XXXXXXXXXXXX, del Tramo: XXXXXXXXXXXX - XXXXXXXXXXXX, del km XXX+XXXXX al km XXX+XXXXX, Cuerpo: X, en el Estado de: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

A.- ANTECEDENTES.

A.1.- Objetivos.

Objeto del Contrato Servicios.

Contar con una empresa con la capacidad técnica, administrativa, para vigilar, por encargo del organismo, que la obra contratada se ejecute de acuerdo al proyecto ejecutivo y cumpla con las normas generales y sus especificaciones técnicas particulares y complementarias, en el costo y tiempo establecidos en el contrato respectivo.

Lo anterior enmarcado dentro del mas amplio apego a las normas de legalidad, seguridad, protección al medio ambiente y política social vigentes, que permitan seguir brindar al usuario el mejor nivel de servicio.

Alcances.

Los presentes alcances tienen como proposito puntualizar los aspectos relevantes de los servicios de Supervisión y Control de Calidad aplicables a los trabajos de la obra objeto de esta licitación.

La Supervisión verificará que la obra se ejecute de acuerdo con el proyecto y sus especificaciones Técnicas Particulares, y lo estipulado en las Normas de Construcción e Instalaciones de la S.C.T., en lo que corresponda a Materiales, Ejecución, y Base de Pago.

Para ello la empresa Supervisora, deberá realizar, en campo los trabajos de topografía, para la cuantificación de volúmenes de obra y las pruebas de laboratorio que servirán para soportar las estimaciones de obra.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

Plazo.

Para los servicios de Supervisión y Control de Calidad, se tomarán en cuenta el período de ejecución de los trabajos relacionados con la obra objeto de esta licitación, incluyendo el tiempo para el finiquito de la obra ejecutada.

Los licitantes deberán entregar para ello un cronograma de las actividades a realizar indicando los lugares de realización y los importes de las mismas, con el propósito de hacer revisiones quincenales de avance de los trabajos de la Supervisión y Control de Calidad.

A.2.- Delegación de Funciones.

Delegación de Funciones.

El contrato de Supervisión y Control de Calidad tendrá por encargo, representar los intereses del organismo en el sitio de la obra, ante el contratista y terceros, en asuntos relacionados con la ejecución de los trabajos objeto del contrato de obra o derivados de ellos, para: llevar la bitácora de obra; verificar que los trabajos se realicen conforme lo pactado en el contrato, así como las órdenes del organismo; revisar los generadores y estimaciones de obra y conjuntamente con la delegación que corresponde, aprobarlas y firmarlas para su trámite de pago; mantener los planos actualizados; verificar el control de calidad; constatar la terminación de los trabajos; rendir los informes periódicos y el informe final del cumplimiento del contratista en aspectos legales, técnicos, económicos, financieros y administrativos.

Representaciones.

Auxiliar al organismo en su representación en reuniones que convoquen otras entidades para asuntos relacionados con la ejecución de los trabajos, de las cuales presentará de inmediato un informe de los asuntos tratados.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

A.3.- Requerimientos de las Empresas.

Acreditación

Los licitantes acreditarán previamente su solvencia técnica, legal y administrativa para realizar las obligaciones y responsabilidades implícitas en el manual de Supervisión de Obra Pública del organismo Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos.

Para ello los licitantes deberán haber cumplido los requisitos establecidos en la Convocatoria de esta Licitación.

Estructura de Servicios.

La Supervisora establecerá y operará eficientemente un sistema de información que permita la integración y funcionalidad de un adecuado archivo de documentos relacionados con los diferentes aspectos y etapas de la obra, así como la generación oportuna, veraz y completa de los registros, formatos, informes y reportes autorizados por el Manual de Supervisión de Obra Pública del organismo.

Laboratorios.

La supervisora deberá contar con un laboratorio propio en el sitio de la obra, independiente del que instale la contratista, debiendo especificar el equipo que considere básico a utilizar en cada área de trabajo.

Será rescindido el contrato de la supervisora cuando se compruebe que hace suyos los resultados obtenidos por la empresa contratista.

Licencias.

Los licitantes tendrán la responsabilidad de trabajar con programas de cómputo que cuenten con licencia autorizada de uso, y reconocen la titularidad del derecho de autor y los alcances de la legislación correspondiente.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

B.1.- Descripción del Proyecto.

Manual de Supervisión

La Dirección General de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, autorizó la actualización y complementación del Manual de Supervisión de Obra Pública, atendiendo a los lineamientos generales que en la materia establece la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, así como lo que al respecto dispone la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, y su reglamento, así como el del propio organismo.

B.- GENERALIDADES.

B.1.- Descripción del Proyecto.

Descripción del Proyecto.

Para la elaboración de la propuesta se anexan a los presentes Términos de Referencia los documentos siguientes:

Descripción del Proyecto; Trabajos Por Ejecutar; Planos Constructivos; Especificaciones Técnicas Particulares y /o complementarias; Anexo Económico No 3, Resumen del Presupuesto; Anexo Económico No 5 A, Programa de Montos Mensuales de Ejecución de los Trabajos; Anexo Económico No 6 A, Programa Calendarizado de Ejecución de los Trabajos.

B.2.- Programa de Ejecución de la Obra.

Programa de Obra.

El programa de la prestación de los Servicios de Supervisión y Control de Calidad corresponderá al período de ejecución de la obra, del XX de XXXXXXXXXXXXXXXX al XX de XXXXXXXXXXXXXXXX de XXXX, considerándose adicionalmente 15 días para el finiquito de la obra y la entrega del informe final, tomándose como fecha de terminación para efectos de este contrato, el XX de

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX de XXXX.

B.3.- Plazo de los Servicios Relacionados con la Obra.

Plazo de Prestación de los Servicios.

Los licitantes presentarán un cronograma de las actividades de la Supervisión y el Control de Calidad, indicando los lugares de realización y los importes de las mismas, con el propósito de hacer revisiones quincenales de avance de estos servicios. Cubrirán el plazo de la ejecución de la obra, el finiquito de la obra y la presentación del informe final.

B.5.- Comunicación y Coordinación.

Canales de Comunicación.

La supervisora, para establecer la comunicación y coordinación de los trabajos empleará:

La bitácora de obra; las reuniones de trabajo para la coordinación y seguimiento de los asuntos relacionados con la obra; la correspondencia oficial; los informes periódicos, y los especiales que le sean requeridos.

C.- SUPERVISION.

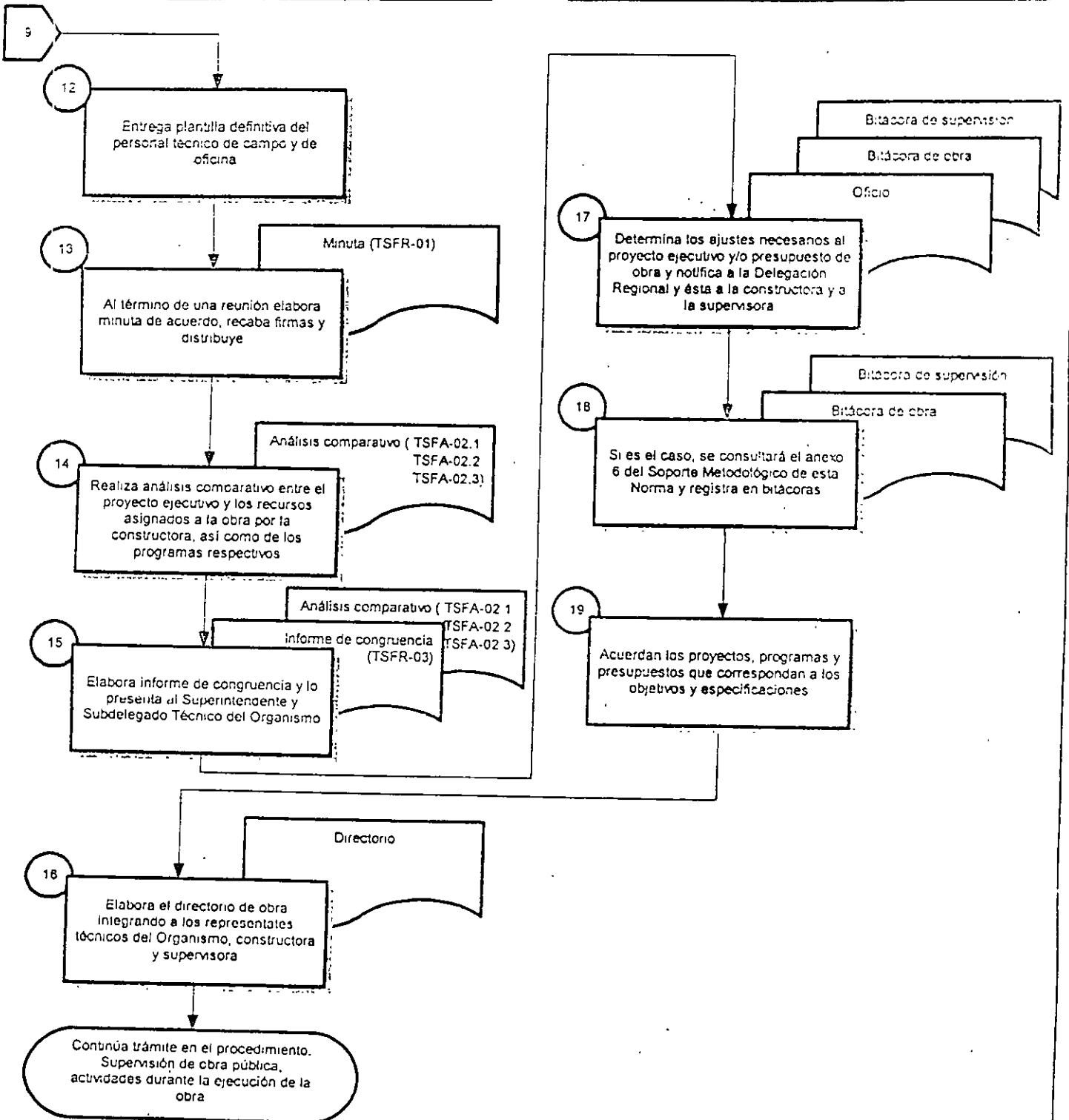
C.1.- Topografía.

Volumetría.

Se llevará a cabo la verificación del levantamiento topográfico que sirvió de base para la elaboración del proyecto, conciliando con la contratista, la nivelación que servirá para el control de avances y la cuantificación de volúmenes para estimación, así como para determinar los nuevos volúmenes y su comparación respecto a los volúmenes del proyecto original.

SUPERVISORA

DIRECCIÓN TÉCNICA





caminos y puentes

TÍTULO		SINOPSIS DEL MARCO ORGANIZACIONAL (ANEXO 2)	
SISTEMA		DIRECCION	
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA	
AREA		CAPITULO	
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV	

PAG	De
FECHA	
PAG.	1 DE 3
FECHA	ABRIL 1997

ETAPA	TRÁMITE	AREA	
Después del concurso de supervisión	Recibe proyecto general de la obra	<ul style="list-style-type: none"> Gerencia de Conservación 	
Visita al sitio de la obra	Realiza verificación física	<ul style="list-style-type: none"> Superintendencia 	
Análisis de factibilidad del proyecto general de la obra	Entrega informe de factibilidad del proyecto general	<ul style="list-style-type: none"> Gerencia de Conservación Subdirección Técnica 	
Después del fallo del concurso de la obra	Asiste a la reunión inicial	<ul style="list-style-type: none"> Subdelegación Técnica Gerencia de Normas y Estudios Técnicos 	
Reunión inicial	a) Presentación de la constructora designada	<ul style="list-style-type: none"> Gerencia de Conservación Gerencia de Supervisión de Obra Pública Subdelegado Técnico Superintendencia 	
	b) Recibe proyecto ejecutivo de la obra		
	c) Recibe información de la constructora		
	d) Nombramiento de representantes técnicos		
	e) Entrega plantilla de personal técnico en campo		
	f) Elabora minuta y recaba firmas		
	g) Apertura de bitácoras		
	Análisis de congruencia	Entrega informe de congruencia del proyecto ejecutivo	<ul style="list-style-type: none"> Subdelegado Técnico Representante Técnico del Organismo
	Propuesta de modificaciones al proyecto ejecutivo	Elaboran y soportan solicitud de modificación contractual	<ul style="list-style-type: none"> Representantes Técnicos del Organismo, constructora y supervisora

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONALES CON LA OBRA PUBLICA.

C.4.- Controles.

Fuerza Hombre, Vehículos, Equipo y Maquinaria.

Personal.

Llevará el registro de la fuerza hombre por frente de trabajo, clasificado por especialidades.

Vehículos, Equipo y Maquinaria.

Llevará el control de los Vehículos, Equipo y Maquinaria que el contratista tiene en la obra, indicando su estado de actividad.

Apoyo Gráfico.

Elaborará y mantendrá actualizadas las gráficas de avances para ser presentadas en las reuniones de coordinación y cada vez que se requieran para la información de funcionarios superiores.

C.5.- Ejercicio del Contrato.

Administración de la Obra.

La supervisora, dentro de las disposiciones legales y normativas en vigor, tendrá a su cargo:

La elaboración de Dictámenes, Control técnico y administrativo de la obra, Diferimientos y Reprogramaciones de Obra, Escalatorias.

Volúmenes de Obra y Programa de Ejecución.

Llevará a cabo la cuantificación y conciliación con el contratista de los volúmenes ejecutados, revisión y aprobación de estimaciones en períodos máximos de 10 días.

Llevará el control del programa de obra y del ejercicio del presupuesto.

Llevará a cabo el control de volúmenes de obra hasta el finiquito de la obra.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

Análisis de Precios Unitarios.

Opinión sobre conceptos fuera de Catálogo, Revisión de Análisis de Precios Unitarios, y en su caso formulación de los mismos, Registro de Incidencias, Verificación de Rendimientos.

C.6.- Reuniones de Coordinación.

Reuniones de Trabajo.

La supervisora deberá promover, organizar y participar en las reuniones de trabajo para la coordinación de la ejecución de la obra, de las cuales se responsabilizará de formular las minutas respectivas.

C.7.- Bitácoras: De Obra, y de la Supervisión.

Bitácora de Obra.

La supervisora, abrirá la bitácora de obra de acuerdo con las formalidades establecidas, y se responsabilizará del Registro de actividades e incidencias de obra.

C.9.- Modificaciones del Proyecto, y deficiencias NO corregidas.

Modificaciones del Proyecto.

Revisión del proyecto. Modificación o adecuación en forma preventiva, revisión de conceptos fuera de catálogo.

Deficiencias NO corregidas.

La empresa mantendrá actualizado un registro donde se asienten las deficiencias observadas no corregidas, del cual presentará un informe en cada una de las reuniones de coordinación. El informe final formará parte del expediente Técnico-Administrativo de la obra, que entregará al concluir su encargo.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

D.- CONTROL DE CALIDAD.

D.1.- Programa de Pruebas.

Programa de Control de Calidad.

Los licitantes presentarán el programa de pruebas de Control de calidad indicando en número, tipo y frecuencia, de congruente con el Catálogo de Conceptos y Cantidades de Obra, a las Normas de Construcción e Instalaciones de la S.C.T., así como de las pruebas especiales para los asfaltos solos y modificados.

Pruebas Especiales.

Se llevarán a cabo pruebas especiales y estudios reológicos de los asfaltos solos o modificados, para lo cual representará el programa respectivo, indicando el o los laboratorios en que se apoye.

Laboratorios de Campo.

Los licitantes deberán considerar en su propuesta contarán con un laboratorio de campo en la obra, independiente de la empresa contratista, el cual podrá instalarse en los bancos de materiales, o en las plantas de asfalto.

Equipo Básico de Laboratorio.

Los licitantes presentarán su relación de equipo de laboratorio que consideren básico o para las pruebas que requieren los conceptos de obra.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

D.2.- Verificación de Bancos de Materiales.

Verificación de Bancos de Materiales.

Antes de iniciar la construcción deberá verificarse la calidad de los bancos de materiales.

D.3.- Verificación de Diseños de Mezclas Asfálticas.

Verificaciones del Diseño de Mezclas Asfálticas.

La empresa supervisora verificará el diseño de las mezclas asfálticas presentadas por el contratista, previamente al inicio de los trabajos.

D.4.- Verificación de Laboratorios de la Contratista.

Verificación de Laboratorios del Contratista.

La supervisora verificará la existencia y funcionamiento de los laboratorios de la empresa contratista.

D.5.- Verificación y Supervisión del Control de Calidad.

Verificación del Control de Calidad.

Se verificará el control de calidad de los materiales empleados, y la elaboración de las mezclas asfálticas. Para ello se muestrearán los materiales de banco después del tratamiento a que sean sometidos para su utilización y en el proceso de elaboración de las mezclas asfálticas.

SUPERVISIÓN PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

FECHA _____

CÉDULA INFORMATIVA

LICITACION No. _____	CONTRATO No. _____
DE FECHA : _____	DE FECHA _____
PERIODO DE EJECUCIÓN _____	IMPORTE \$ _____
	PERIODO DE EJECUCIÓN _____

ASIGNACIONES

REVALIDACIONES				OBSERVACIONES
AÑO	No.	IMPORTE (\$)	PERIODO	
Inicial				
CONVENIOS ADICIONALES				
AÑO	No.	IMPORTE (\$)	PERIODO	
Inicial				

ASIGNACIONES A LA FECHA A
P.U. DE CONCURSO

ESTADO DE LA ULTIMA ASIGNACIÓN

REVALIDACIÓN O CONVENIO	AVANCE FINANCIERO					
	PROGRAMADO		EJECUTADO		DIFERENCIA	
	IMPORTE (\$)	%	IMPORTE (\$)	%	IMPORTE (\$)	%
	AVANCE FÍSICO %					
	PROGRAMADO		EJECUTADO		DIFERENCIA	

INCIDENCIAS IMPORTANTES

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA: _____

TRAMO: _____

CONSTRUCTORA: _____

CALIDAD DE MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

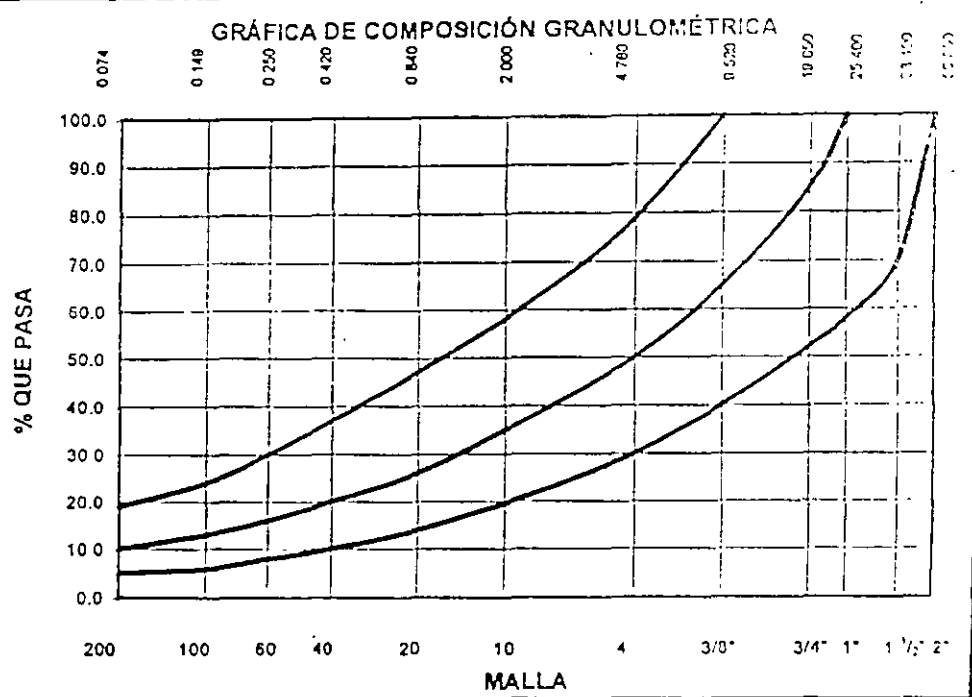
MATERIAL PARA: _____	EXPEDIENTE: _____
ENSAJE NÚM.: _____	MUESTRA NUM.: _____
ENVIADA POR: _____	FECHA DE RECIBO: _____
PROCEDENCIA: _____	FECHA DE INFORME: _____

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PÉTREO

PESO VOL. SUELTO, kg/m³: _____

PESO VOL. MÁXIMO, kg/m³: _____

HUMEDAD ÓPTIMA %: _____



GRANULOMETRÍA	
MALLA	% QUE PASA
2"	_____
1 1/2"	_____
1"	_____
3/4"	_____
3/8"	_____
Nº. 4	_____
Nº. 10	_____
Nº. 20	_____
Nº. 40	_____
Nº. 60	_____
Nº. 100	_____
Nº. 200	_____

DESPERDICIO EN LA MUESTRA %: _____

V.R.S. ESTANDAR %: _____

EXPANSIÓN %: _____

EQUIVALENTE DE ARENA %: _____

AFINIDAD CON EL ASFALTO: _____

PRUEBAS EN MAT. MAYOR DE 9.520 mm	PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA DE 0.420 mm	
ABSORCIÓN %: _____	LÍMITE LÍQUIDO %: _____	CONTRACCIÓN LINEAL %: _____
DENSIDAD: _____	LÍMITE PLÁSTICO %: _____	
DURABILIDAD: _____	ÍNDICE PLÁSTICO %: _____	

AGENTE ESTABILIZADOR: _____	CLASIFICACIÓN SUCS: _____
TIPO: _____	
DISIFICACIÓN: _____	

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES _____

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA: _____

TRAMO _____

CONSTRUCTORA _____

ENSAYE DE CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO DE ASFALTO _____		FECHA DE RECIBO _____	
PARA EMPLEARSE EN _____		ENSAYE No: _____	
MUESTREADO EN _____		PROCEDENCIA _____	
MUESTRA No _____			ESPECIFICACION
FECHA DE MUESTREO _____			NORMA VALOR
PRUEBA AL ASFALTO ORIGINAL			
PESO ESPECÍFICO A 25°C			
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO (%)			
PUNTO DE INFLAMACION (°C)			
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO ANILLO Y ESFERA (°C)			
PENETRACIÓN A 25°C, 100 Gms, 5 seg (0.1 mm)			
PENETRACIÓN A 4°C, 200 Gms, 60 seg (0.1 mm)			
DUCTILIDAD A 25°C, 5 cms p m. (cm)			
* DUCTILIDAD A 4°C, 5 cms p m. (cm)			
VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL 135°C (seg)			
VISCOSIDAD ABSOLUTA 60°C (Poisés)			
VISCOSIDAD CINEMÁTICA 135°C (Centistokes)			
PERDIDA POR CALENTAMIENTO TFO (%)			
** ÍNDICE DE PENETRACIÓN			
* RECUPERACION ELASTICA POR TORSION A 25°C, %			
RESILENCIA A 25°C			
PRUEBAS EN EL RESIDUO DE PELÍCULA DELGADA TFO			
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO ANILLO Y ESFERA (°C)			
PENETRACIÓN A 25°C, 100 Gms, 5 seg (0.1 mm)			
* PENETRACIÓN A 4°C, 200 Gms, 60, seg (0.1 mm)			
DUCTILIDAD A 25°C, 5 cms p m. (cm)			
DUCTILIDAD A 4°C, 5 cms p m. (cm)			
* VISCOSIDAD ABSOLUTA 60°C (Poisés)			
* VISCOSIDAD CINEMÁTICA 135°C (Centistokes)			
** PENETRACION RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 25°C			
** PENETRACION RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 4°C			
** DUCTILIDAD RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 25°C			
** DUCTILIDAD RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 4°C			
** ÍNDICE DE PENETRACIÓN			
** RELACION DE VISCOSIDAD			
** ÍNDICE DE ENVEJECIMIENTO			
** RELACION DE PENETRACIÓN (%)			
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:			
FORMULO	REVISO	APROBO	

* PRUEBAS DE REFERENCIA
= VALORES DE REFERENCIA

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA _____

TRAMO _____
CONSTRUCTORA _____

CALIDAD DE MATERIALES PARA CONCRETO ASFÁLTICO

MATERIAL _____	EXPEDIENTE _____
ENSAYE NÚM. _____	MUESTRA NUM : _____
ENVIADA POR _____	FECHA DE RECIBO _____
PROCEDECIA _____	FECHA DE INFORME: _____

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PÉTREO

CLASIFICACION PETROGRAFICA _____

PESO VOL. SUELTO, kg/m³ _____

GRANULOMETRIA		
MALLA	% QUE PASA	PROYECTO
1"		
3/4"		
1/2"		
3/8"		
1/4"		
Nº. 4		
Nº 10		
20		
40		
Nº. 60		
Nº. 100		
Nº. 200		

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO

DENSIDAD _____

ABSORCIÓN % _____

DESGASTE % _____

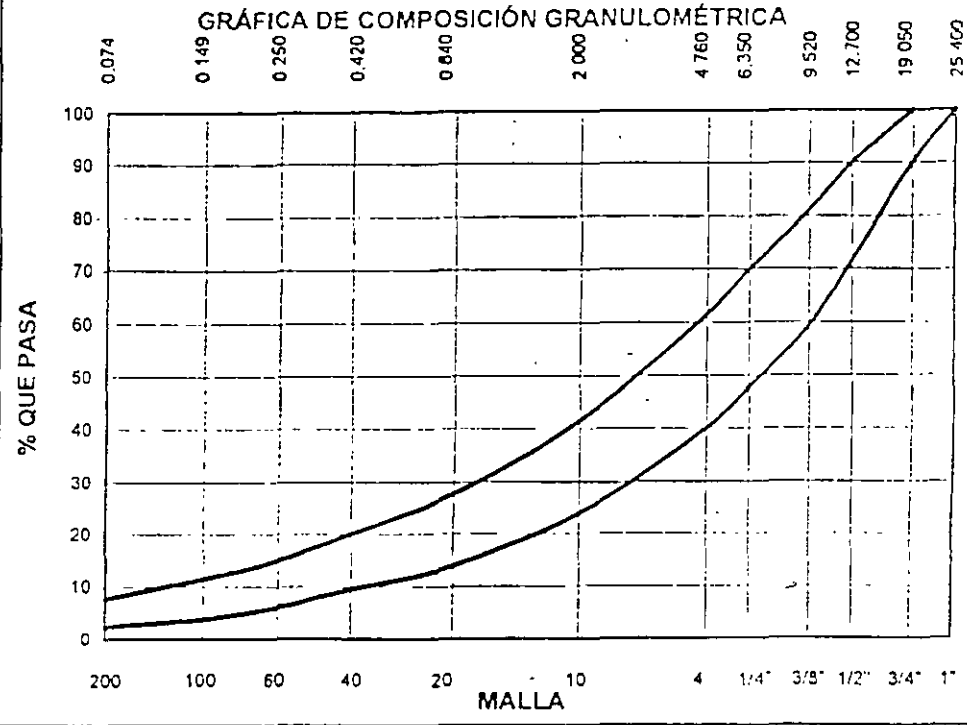
PARTÍCULAS ALARGADAS % _____

PARTÍCULAS EN FORMA DE LAJA % _____

PARTÍCULAS DELEZNABLES % _____

EQUIVALENTE DE ARENA % _____

AFINIDAD CON EL ASFALTO _____



CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO	
CEMENTO ASFÁLTICO TIPO _____	ADITIVO MARCA _____
CON ÓPT. DE ASFALTO (%) _____	DOSIFICACIÓN % (C/A) _____
PROCEDECIA _____	PROCEDECIA DEL ADITIVO _____

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYE	VALORES	ESPECIFICACIÓN
ESTABILIDAD, kg		
FLUJO, mm		
VACÍOS EN LA MEZCLA, %		
VACÍOS AGREGADO MINERAL (V.A.M.), %		
CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO, %		
TENSIÓN INDIRECTA km/cm ² °C		
DEFORMACIÓN A LA TENSIÓN % °C		
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD POR INMERSIÓN EN AGUA, %		

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES _____

FORMULÓ _____	REVISÓ _____	APROBÓ _____
---------------	--------------	--------------

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA: _____

TRAMO: _____

CONSTRUCTORA: _____

CALIDAD DE MATERIALES PARA CONCRETO ASFÁLTICO DE GRADUACIÓN ABIERTA

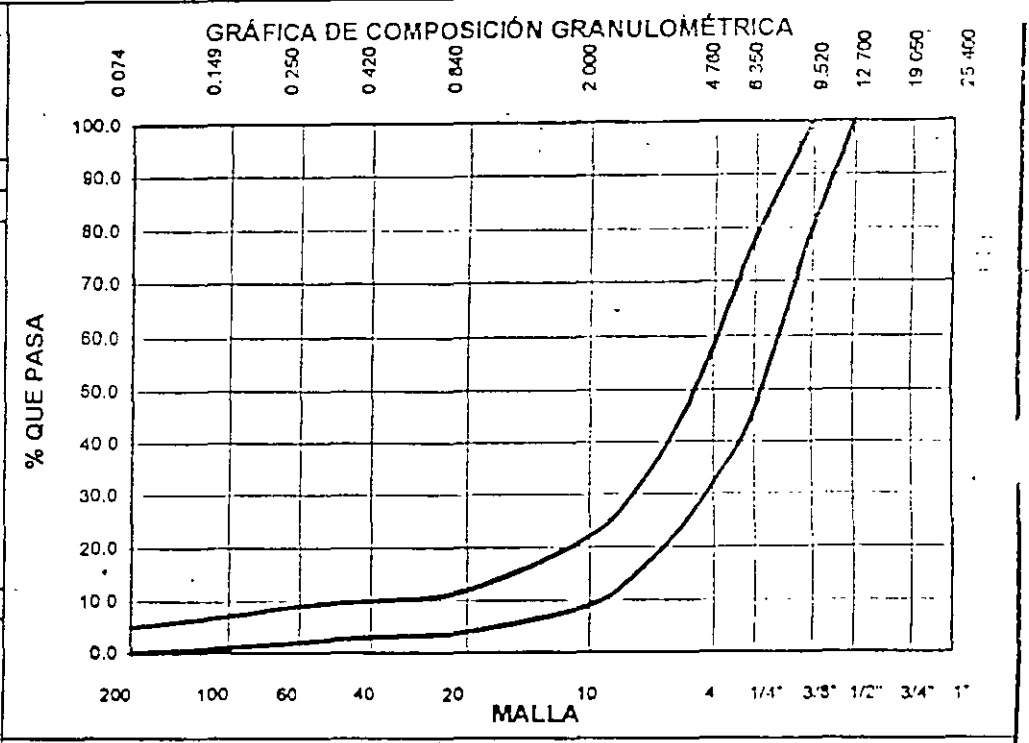
MATERIAL: _____	EXPEDIENTE: _____
ENSAYE NÚM.: _____	MUESTRA NÚM.: _____
ENVADA POR: _____	FECHA DE RECIBO: _____
PROCEDECIA: _____	FECHA DE INFORME: _____

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PÉTREO.

CLASIFICACION PETROGRÁFICA: _____

PESO VOL SUELTO, kg/m³: _____

GRANULOMETRÍA		
MALLA	% QUE PASA	PROYECTO
1"		
3/4"		
1/2"		
3/8"		
1/4"		
Nº 4		
Nº 10		
Nº 20		
Nº 40		
Nº 60		
Nº 100		
Nº 200		



CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

DENSIDAD: _____

ABSORCIÓN %: _____

DESGASTE %: _____

PARTÍCULAS ALARGADAS %: _____

PARTÍCULAS EN FORMA DE LAJA %: _____

PARTÍCULAS DELEZNABLES %: _____

EQUIVALENTE DE ARENA %: _____

AFINIDAD CON EL ASFALTO: _____

CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO

CEMENTO ASFÁLTICO TIPO: _____	ADITIVO MARCA: _____
CON. ÓPT. DE ASFALTO (%): _____	DOSIFICACIÓN. % (C/A): _____
PROCEDECIA: _____	PROCEDECIA DEL ADITIVO: _____

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYE	VALORES	ESPECIFICACIÓN
ESTABILIDAD, kg		
FLUJO, mm		
VACIOS EN LA MEZCLA, %		
VACIOS AGREGADO MINERAL (V.A.M.), %		
CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO, %		
TENSIÓN INDIRECTA km/cm ² °C		
DEFORMACIÓN A LA TENSIÓN % °C		
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD POR INMERSIÓN EN AGUA, %		

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:

FORMULÓ: _____	REVISÓ: _____	APROBÓ: _____
----------------	---------------	---------------

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:
TRAMO:
CONSTRUCTORA

TEMPERATURA DE LA MEZCLA ASFÁLTICA AL COMPACTARSE

HOJA

FECHA	ENSAYE	TEMPERATURA MEDIA AL COMPACTARSE, °C											5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	COEFICIENTE DE VARIACIÓN MEDIO, %													5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO			
		70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	PROM.	SUMA	PROM.	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	PROM.	SUMA	PROM.
		[Grid for temperature data]														[Grid for coefficient of variation data]																		
	1																																	
	2																																	
	3																																	
	4																																	
	5																																	
	6																																	
	7																																	
	8																																	
	9																																	
	10																																	
	11																																	
	12																																	
	13																																	
	14																																	
	15																																	
	16																																	
	17																																	
	18																																	
	19																																	
	20																																	
	21																																	
	22																																	
	23																																	
	24																																	
	25																																	
	26																																	
	27																																	
	28																																	
	29																																	
	30																																	
		$\bar{X} =$	°C	$\sigma = \pm$	°C	$V =$	%	$\bar{X} =$	%	$\sigma = \pm$	%	$V =$	%																					
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES														FORMULO				REVISO				APROBO												

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:

TRAMO:
CONSTRUCTORA

ESTABILIDAD MARSHALL DEL CONCRETO ASFÁLTICO

HOJA: _____

FECHA	ENSAYE	ESTABILIDAD MARSHALL, kg										5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO			
		500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	PROMEDIO	SUMA	PROMEDIO				
	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
	6																
	7																
	8																
	9																
	10																
	11																
	12																
	13																
	14																
	15																
	16																
	17																
	18																
	19																
	20																
	21																
	22																
	23																
	24																
	25																
	26																
	27																
	28																
	29																
	30																
												$\bar{X} =$	%	$\sigma = \pm$	%	V =	%

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES.

FORMULÓ	REVISÓ	APROBO

cada punto de la gráfica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos

TSFC-25

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

D.6.- Vigilancia de Procesos de Elaboración y Tratamientos.

Vigilancia de Procesos Constructivos.

La supervisora vigilará los procesos constructivos, el muestreo y ensaye de los materiales empleados, y verificará que se cumpla con los requisitos de calidad de los materiales, grados de compactación, temperaturas, contenidos de asfaltos, agentes estabilizadores y modificadores, en su caso.

E.- INFORMES.

E.1.- Semanales de Avance de Obra.

Contenido.

La supervisora entregará semanalmente al superintendente del organismo que corresponda un informe conteniendo, como mínimo:

- 1.- Datos Generales.
- 2.- Resumen Ejecutivo.
- 3.- Avance Físico y Financiero de la obra.
- 4.- Control de Calidad.
- 5.- Informe Fotográfico.
- 6.- Incidencias.
- 7.- Larguillo de avances, cuadros estadísticos de la obra.
- 8.- Videos y/o Filmaciones.

E.2.- Quincenales.

Contenido.

La supervisora quincenalmente entregará al superintendente del organismo que corresponda, un informe conteniendo:

- 1.- Datos Generales.
- 2.- Avance Físico Financiero.
- 3.- Incidencias.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

- 4.- Volúmenes Ejecutados.
- 5.- Solicitudes.
- 6.- Generales.

E.3.- Mensuales.

Contenido.

La supervisora entregará mensualmente a la gerencia de obras (o a las insancias que se determinen de antemano), un informe abarcando los capítulos que a continuación se mencionan en forma no limitativa, mismos que en su estructura se apegarán a lo dispuesto en la Norma o Manual de Supervisión:

INFORME EJECUTIVO.
INTRODUCCION.
COMENTARIOS.
INFORMACION GENERAL DE LA OBRA.
SUPERVISION.
CONTROL DE AVANCES.
CONTROL DE ESTIMACIONES.
CONTROL DE CALIDAD.

E.4.- Para los Niveles Directivo y Ejecutivo.

Periodicidad.

La supervisora, cuando se le requiera formulará la información para los niveles ejecutivo y directivo, de acuerdo con los formatos contenidos en el Manual de Supervisión de Obra Pública del organismo.

E.5.- Informe Final.

Informe Final.

La supervisora, al concluir la obra y dentro del plazo fijado para el finiquito, presentará un informe final.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

E.6.- Informes Diversos.

Periodicidad.

La supervisora atenderá los requerimientos de información que se requieran en el desarrollo de la obra, ya sea para los niveles superiores del organismo, como para los niveles operativos.

F.- NORMAS.

F.1.- Normas Generales de Construcción e Instalaciones.

Normas Generales.

Regirán en lo que corresponda a la ejecución medición y pago, lo dispuesto en las Normas de Construcción e Instalaciones, y las Normas de Materiales, de la S.C.T., en lo que no se opongan a las Especificaciones del Proyecto, y las Especificaciones Técnicas Particulares y Complementarias.

F.2.- Especificaciones Técnicas Particulares del Proyecto.

Especificaciones Técnicas Particulares.

La supervisora vigilará y verificará que se cumplan las Especificaciones Técnicas Particulares, las cuales prevalecerán aún cuando se opongan a lo dispuesto en las Normas Generales.

F.3.- Especificaciones Particulares de la Obra.

Especificaciones Particulares de la Obra.

La supervisora vigilará y verificará que se cumplan las Especificaciones Técnicas Particulares y Complementarias relacionadas con los aspectos de seguridad y protección del medio ambiente estipuladas en el contrato y las normas y

OBRA:

TRAMO:

CONSTRUCTORA:

AVANCE FINANCIERO

CONTRATO _____

ASIGNACIÓN: _____

AL: _____

HOJA _____

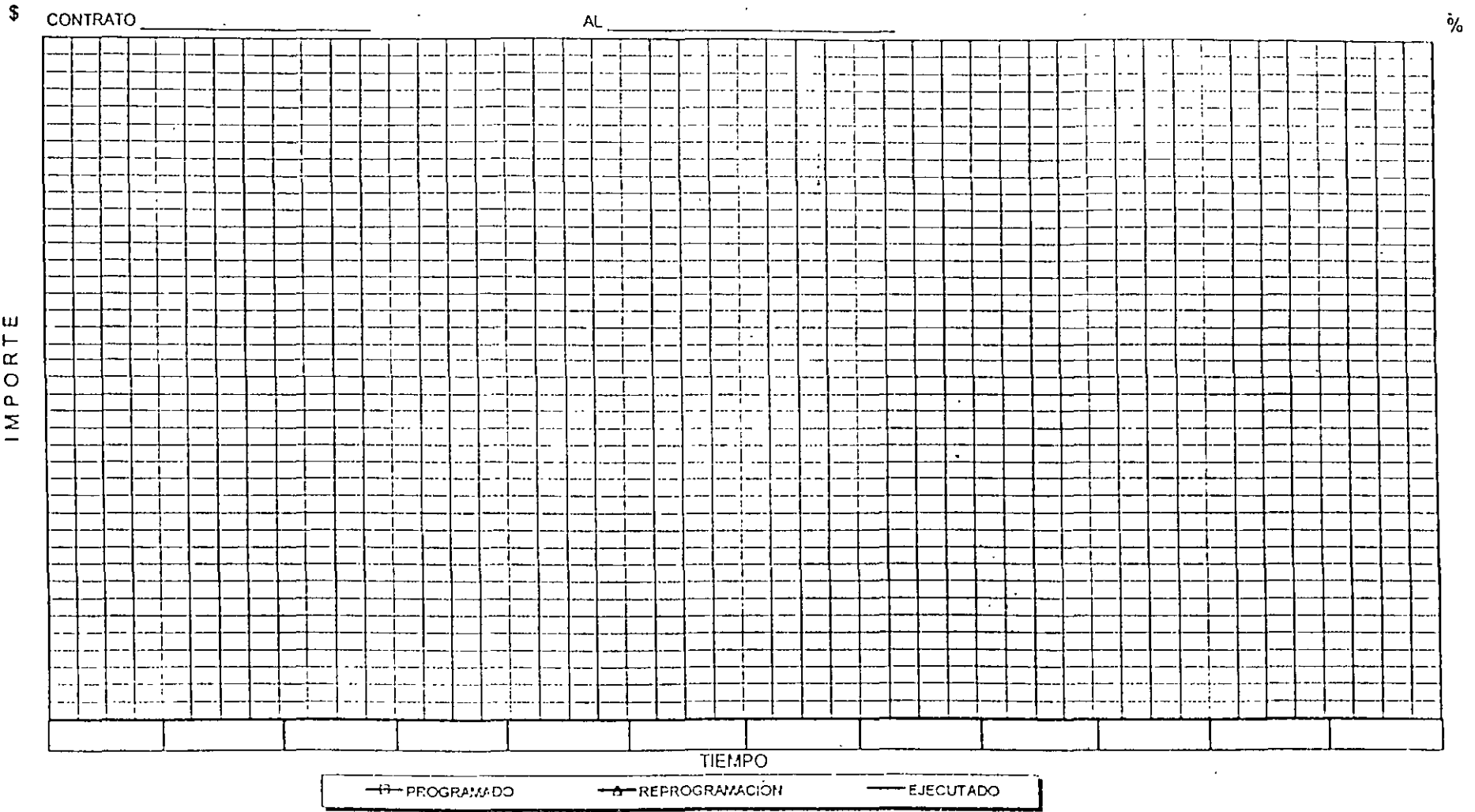
No.	CONCEPTO DESCRIPCIÓN SIMPLIFICADA	ASIGNACIÓN IMPORTE \$	FACTOR DE INTERVENCIÓN	PROGRAMADO		EJECUTADO		AVANCE%	
				IMPORTE \$	%	IMPORTE \$	%	PROGRAMADO	EJECUTADO
SUMAS DE ESTA HOJA									
T O T A L E S									
OBSERVACIONES									

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

GRÁFICA DE AVANCE FINANCIERO



OBSERVACIONES

SUPERVISIÓN PARA :
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

AVANCE FÍSICO

CONTRATO _____

AL : _____

HOJA No. _____

CONCEPTO		UNI- DAD	CANTIDADES Y PORCENTAJES				FACTOR DE PONDE- RACIÓN	AVANCE %		
No	DESCRIPCIÓN SIMPLIFICADA		CANTIDAD TOTAL DE OBRA	PROGRAMADO		EJECUTADO		PROGRA- MADO	EJECU- TADO	
				CANTIDAD	%	CANTIDAD				%
OBSERVACIONES							SUMA			

TSFS-05

SUPERVISIÓN PARA :
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

CONCENTRADO DE ESTIMACIONES

CONTRATO _____

AL : _____

HOJA No _____

No	CONCEPTO DESCRIPCIÓN SIMPLIFICADA	UNI- DAD	P.U.	ESTIMACIÓN No.		ESTIMACIÓN No.				ESTIMACIÓN No.							
				PERIODO		PERIODO		PERIODO		PERIODO		PERIODO		PERIODO			
				CANTIDAD	IMPORTE	PARCIAL		ACUMULADO		PARCIAL		ACUMULADO		PARCIAL		ACUMULADO	
						CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE	CANTIDAD	IMPORTE
SUMAS																	
OBSERVACIONES																	

11/03/97

SUPERVISIÓN PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:

TRAMO:

CONSTRUCTORA:

GRÁFICA DE LLUVIAS

		DÍAS																																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
HORAS	0 A 1																																	
	1 A 2																																	
	2 A 3																																	
	3 A 4																																	
	4 A 5																																	
	5 A 6																																	
	6 A 7																																	
	7 A 8																																	
	8 A 9																																	
	9 A 10																																	
	10 A 11																																	
	11 A 12																																	
	12 A 13																																	
	13 A 14																																	
	14 A 15																																	
	15 A 16																																	
	16 A 17																																	
	17 A 18																																	
	18 A 19																																	
	19 A 20																																	
	20 A 21																																	
	21 A 22																																	
	22 A 23																																	
23 A 24																																		

DATOS REGISTRADOS EN : _____ LUGAR: _____

SIMBOLOGÍA

	LIGERA		MEDIA		INTENSA
--	--------	--	-------	--	---------

MES: _____

1999

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA.
ESTUDIOS PARA LA CONTRATACION DE OBRA PUBLICA.
SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PUBLICA.

disposiciones legales en vigor.

G.- TERMINACION.

G.1.- Expediente Técnico Administrativo.

Expediente Técnico Administrativo.

La supervisora, desde el inicio de la obra abrirá el expediente Técnico-Administrativo, de acuerdo a lo dispuesto en el Manual de Supervisión de Obra Pública del organismo, el cual mantendrá actualizado, y entregará a la conclusión de su encargo.

G.2.- Finiquito de Obra.

Finiquito de Obra.

La supervisora efectuará el finiquito de la obra conjuntamente con la empresa contratista, el cual será sancionado y suscrito por el superintendente del organismo que corresponda.

G.3.- Entrega-Recepción.

Entrega-Recepción.

La supervisora intervendrá en la elaboración del acta de Entrega-Recepción objeto del contrato de obra.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

INSTRUCTIVOS TECNICOS

INSTRUCTIVO DE FUNCIONES PARA RESIDENTES

1 - 1

MEXICO
1969

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS
INSTRUCTIVOS TECNICOS

INSTRUCTIVO DE FUNCIONES PARA RESIDENTES

CONTENIDO	PAGINA
100.- GENERALIDADES	6
200.- LABORES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA	7
1.- Conocimiento completo del proyecto y condiciones de contratación.	7
2.- Conocimiento del terreno y de la región	7
3.- Organización de la Residencia	8
4.- Instalación de los locales de la Residencia	9
5.- Trazo de la Obra	10
6.- Derecho de Vía	10
7.- Relaciones con las autoridades locales y con representantes de otras Dependencias	11
8.- Programa detallado	13
9.- Libreta de Obra	13
300.- FUNCIONES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	15
1.- Entrega de datos	15
2.- Entrega de materiales	15
3.- Vigilancia	15
4.- Modificaciones	19
5.- Precios Unitarios	19
6.- Estimaciones	20
7.- Ajustes al Presupuesto de la Obra	21
8.- Relaciones directas con Subdependencias de otras Direcciones Generales de la Secretaría	22
9.- Actuación con los Funcionarios de la Secretaría y con los de otras dependencias	24
10.- Informes	26
400.- FUNCIONES POSTERIORES A LA EJECUCION DE LA OBRA	27
1.- Recepciones parciales	27
2.- Liquidación	27
3.- Recepción final	27
4.- Actualización del proyecto	28
5.- Entrega de la obra	28
6.- Clausura de la Residencia	29

100.- GENERALIDADES

El objeto del presente Instructivo es dar a conocer las normas principales que debe observar un Residente de la Secretaría de Obras Públicas, para cumplir eficientemente sus funciones.

En las obras a su cargo es el representante de la Secretaría y como tal deberá cuidar que todos sus actos vayan de acuerdo con la autoridad que se le ha conferido, observando en todo las normas establecidas o que se establezcan en los reglamentos, instructivos y otras disposiciones de carácter general, propios de la Secretaría, debiendo ser atento y cortés al tratar con el contratista, el personal, las autoridades locales, otras dependencias y los particulares.

Unicamente el Residente podrá dar órdenes al contratista y al personal de la Residencia.

Es el responsable ante la Secretaría de la correcta dirección, buena ejecución y vigilancia de las obras que tiene encomendadas y del funcionamiento satisfactorio de su Residencia.

Deberá residir en la población o campamento donde está instalada la Residencia y no deberá ausentarse de su zona de trabajo sin previa autorización de sus superiores, salvo causa de fuerza mayor. En todos los casos de ausencia justificada deberá dejar a cargo de la Residencia a una persona responsable, quien asumirá sus funciones.

Adiestrará al personal a sus órdenes en todos los aspectos de las obras a su cargo, tomando en cuenta los instructivos que al efecto estén en vigor.

200.- LABORES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA

Son aquellas que deben efectuarse para iniciar los trabajos, con una idea clara y segura acerca de la obra por realizar.

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
<p>1.- Conocimiento completo del proyecto y condiciones de contratación.</p>	<p>Deberá estudiar el proyecto hasta comprenderse perfectamente de sus características y requerimientos, para lo cual analizará detenidamente los planos; especificaciones generales de proyecto y complementarias; las condiciones que fije el contrato; el programa; y en caso de ser obra otorgada por concurso, los análisis de precios unitarios que el contratista elaboró para justificar su proposición.</p>
<p>2.- Conocimiento del terreno y de la región.</p>	<p>Deberá verificar, en el terreno, los datos consignados en el proyecto y solicitar aclaración sobre aquéllos que parezcan dudosos o sean poco precisos.</p>
<p>a).- Referencias y bancos de nivel.</p>	<p>Deberá cerciorarse, físicamente, de que en el terreno en que se construirá la obra se encuentran las referencias y bancos de nivel indicados en el proyecto.</p>
<p>b).- Bancos de materiales.</p>	<p>Deberá verificar la ubicación y facilidades de acceso a los bancos de materiales señalados en el proyecto, así como sus posibilidades de explotación y su potencialidad probable, basándose en los estudios que para este objeto realice el laboratorio de campo de la Secretaría.</p>
<p>c).- Mano de obra.</p>	<p>En su caso, deberá investigar la dis</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
d).- Materiales y sus precios.	<p>ponibilidad, especialidades y calificación de la mano de obra en la región, así como los salarios correspondientes.</p> <p>En su caso, deberá obtener información, con los comerciantes de la región, sobre la disponibilidad de materiales, así como de los precios de venta respectivos.</p>
e).- Medios de comunicación y servicios públicos.	<p>Deberá obtener datos relativos a los servicios públicos de transporte de pasajeros y carga que sirvan a la región, así como de las tarifas correspondientes.</p>
f).- Condiciones climáticas y meteorológicas de la región.	<p>Deberá obtener datos relativos a correos, telégrafos, teléfonos y cualquier otro servicio público que se preste en la región.</p>
3.- Organización de la Residencia.	<p>Recabará la información correspondiente a las condiciones climáticas y meteorológicas de la región y en su caso, el régimen de las corrientes fluviales.</p>
a).- Personal Directivo.	<p>Para cumplir las funciones técnicas y administrativas deberá organizar la Residencia, programando, de acuerdo con las necesidades de la misma, el personal, mobiliario y equipo que se requiera, haciendo oportunamente las solicitudes correspondientes. En su forma más amplia, una Residencia deberá estar integrada de la manera siguiente:</p> <p>Residente</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
b).- Personal Técnico.	<p>Asistentes, que podrán ser titulados o pasantes, calculistas, conformadores, diagramistas y dibujantes.</p>
c).- Personal de Campo.	<p>Topógrafos, niveladores, seccionadores, cadeneros, estadaleros, chuecadores, revisores, mecánicos, choferes, peones y demás personal que sea necesario.</p>
d).- Personal de Oficina.	<p>Los que integren la delegación administrativa.</p>
e).- Personal de Campamento.	<p>Veladores, cocineras, galopinas, lavanderas y mozos.</p>
f).- Mobiliario y Equipo.	<p>Mobiliario; equipos de oficina, de topografía, de dibujo, de comedor, de cocina y de dormitorio; así como los vehículos, equipo de taller, bombos y plantas de luz que requiera. Además, solicitará a su Departamento de Obras, cuando sea necesario, la gestión e instalación de una estación de radio.</p>
4.- Instalación de los locales de la Residencia.	<p>Hará las adaptaciones necesarias a los locales alquilados y en su caso, los construirá.</p>
a).- Requisitos.	<p>Deberá ubicar los locales para la Residencia lo más cerca posible de la obra o dentro de ella, sin interferir con las zonas de trabajo, independientes de las instalaciones del contratista. Los locales deberán ser funcionales y estar limpios y presentables dentro de su carácter provisional, de acuerdo con las necesidades y duración de la obra.</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
b).- Aviso de Ubicación.	<p>Procurará que las instalaciones sean suficientes para el personal y el equipo requeridos.</p>
5.- Trazo de la Obra.	<p>Deberá dar aviso a su jefe inmediato superior, al Departamento de Obras, a la Oficina de Administración SOP respectiva y a las autoridades locales, indicando el domicilio y en su caso, el apartado postal y el número telefónico.</p>
a).- Referencias y bancos de nivel.	<p>Deberá comprobar, una vez que haya localizado las referencias y los bancos de nivel, que éstos corresponden al proyecto, para que los datos que se proporcionen sean correctos.</p>
b).- Trazo o retrazo de los ejes.	<p>Si las condiciones del trazo lo requieren, colocará nuevas referencias y bancos de nivel fuera del área de construcción.</p>
6.- Derecho de vía.	<p>Deberá proceder al trazo o retrazo de los ejes, una vez verificadas las referencias, apoyándose en los puntos que se encuentren del trazo original, en los relocalizados por medio de referencias o en los de las poligonales de apoyo.</p>
a).- Avisos a los afectados.	<p>Deberá situar los límites del derecho de vía, de acuerdo con el proyecto y las necesidades de la obra.</p>
	<p>Independientemente de la intervención del representante del Departamento de Derecho de Vía de la Di-</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
b).- Referencias de afectaciones.	<p>rección General de Asuntos Jurídicos deberá informar verbalmente, a cada uno de los afectados por la construcción, de la fecha probable en que se trabajará dentro de sus propiedades.</p>
c).- Planos de detalle.	<p>Deberá referir a los ejes de la obra las propiedades afectadas, para localizarlas fácilmente, indicando los tramos en los que los terrenos son particulares, ejidales, comunales o nacionales.</p>
d).- Bancos para materiales.	<p>Elaborará, en su caso, un plano detallado de cada una de las propiedades comprendidas dentro del derecho de vía, especificando en él las afectaciones a cultivos, a instalaciones y a construcciones.</p>
e).- Información.	<p>Recabará con toda oportunidad los datos necesarios cuando, para la explotación de los bancos de materiales, sea necesario proceder a su expropiación.</p>
7.- Relaciones con las autoridades locales y con representantes de otras dependencias.	<p>Deberá enviar, en su caso, toda la información relacionada con el derecho de vía, a la Dirección General de Asuntos Jurídicos, con copia para el Departamento Técnico.</p>
	<p>Deberá investigar quienes son los representantes de las diversas dependencias del Gobierno Federal, Estatal, Municipal y de los organismos descentralizados, para tratar los asuntos que a cada uno correspondan, dentro de lo que las leyes y demás disposiciones en vigor</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
<p>a).- Autoridades y Dependencias.</p>	<p>señalen, en todo lo relacionado con las obras que tiene encomendadas.</p> <p>A título enunciativo pero no limitativo, las autoridades y dependencias a que se refiere el párrafo anterior son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gobierno de los Estados Presidencias Municipales Comisariados Ejidales Jefaturas de Zonas Militares (SDN) Residencias de Obras Marítimas (SM) Oficinas Federales de Hacienda (SHCP) Juntas Federales de Mejoras Materiales (SPN) Agencias de Agricultura y Ganadería (SAG) Delegaciones de Tránsito Federal (SCT) Comandancias de Aeropuertos (SCT) Gerencias de Recursos Hídricos (SRH) Juntas Federales de Conciliación y Arbitraje (STPS) Delegaciones de Asuntos Agrarios y Colonización (DAAC) Juntas Federales de Electrificación (CFE) Superintendencias y Agencias Regionales (PEMEX) Divisiones de Conservación de Vía. (SCT) (FN de M)

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
<p>8.- Programa detallado.</p> <p>9.- Libreta de Obra.</p>	<p>Administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) Oficinas Regionales o Locales de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CYPFISC) Hospitales Regionales (ISSSTE)</p> <p>Formulará, con el contratista, el programa detallado que corresponda a la asignación otorgada en el contrato y a las condiciones que prevén en el lugar, para la ejecución lógica de la obra.</p> <p>Este programa deberá someterlo a la aprobación de su jefe inmediato superior.</p> <p>Deberá preparar una libreta de obra, de acuerdo con lo que, en cada caso, le indique el Departamento de Obras, para registrar, en su oportunidad, los aspectos sobresalientes durante la ejecución de la obra, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> Registro de Ordenes. Iniciación de las distintas etapas de la obra. Modificaciones propuestas y autorizadas. Entradas de equipo del contratista. Cambios de bancos de nivel. Cambios de bancos de materiales. Apertura de nuevos frentes de trabajo.

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
	<p>Suspensiones de la obra y sus causas. Visitas de funcionarios y representantes de Direcciones Generales de la Secretaría. Asuntos tratados con autoridades locales. Otros que considere necesario.</p> <p>En la libreta de obra se consignarán también todas las órdenes giradas por él al contratista, incluyendo las que le den directamente su jefe inmediato superior u otros funcionarios autorizados para ello.</p>

300.- FUNCIONES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Son aquellas que deben efectuarse para llevar la obra durante su etapa de construcción, en forma adecuada, así como ejercer los controles debidos y producir la información necesaria.

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
<p>1.- Entrega de datos.</p> <p>a).- De los planos.</p> <p>b).- Del trazo.</p> <p>c).- De los bancos de materiales.</p> <p>2.- Entrega de materiales.</p> <p>3.- Vigilancia.</p>	<p>Deberá entregar los datos siempre por medio de un oficio, cuya copia firmará de recibido el contratista, indicando además la fecha de su recepción. En su caso se anotará esta entrega en la libreta de obra, recabando la firma del contratista.</p> <p>Entregará los planos en forma oportuna de acuerdo con el programa. Deberá solicitar por escrito, a su jefe inmediato superior aquellos que le falten, con la debida anticipación.</p> <p>Entregará al contratista, por una sola vez, el trazo en el terreno de acuerdo con lo fijado en el proyecto, mediante un recorrido para identificar las estaciones, las referencias y los bancos de nivel.</p> <p>Mostrará físicamente al contratista la ubicación de los bancos de materiales que indique el proyecto, cuidando que la explotación sea adecuada.</p> <p>Ordenará la entrega de los materiales que la Secretaría suministre al contratista.</p> <p>Deberá tener presente que la parte medular de sus funciones es la vigilancia de la ejecución de la obra de acuerdo</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
a).- Cumplimiento del proyecto.	<p>do con el proyecto, las especificaciones y el programa que formen parte integrante de cada contrato.</p> <p>Cuidará que la obra se ejecute de acuerdo con el proyecto verificando, tantas veces como sea necesario, que la ubicación, dimensiones y demás características de la obra, sean las señaladas. Las dudas que se le presenten en la interpretación del proyecto, deberá aclararlas con su jefe inmediato superior.</p>
b).- Cumplimiento de las Especificaciones.	<p>Vigilará el debido cumplimiento de las Especificaciones Generales de Construcción, así como las complementarias de la obra a su cargo, para lo cual deberá consultarlas frecuentemente y cuantas veces lo juzgue necesario.</p> <p>Las dudas que se le presenten en la interpretación de las Especificaciones deberá aclararlas con su jefe inmediato superior.</p> <p>Cuidará que el contratista ejecute la obra cumpliendo con los requisitos de calidad que establecen las especificaciones y/o el proyecto; de no ser así, ordenará al contratista no continuar con la etapa correspondiente de la obra, hasta que no corrija las deficiencias que se tengan.</p> <p>Verificará en su caso, que el contratista instale oportunamente su pro-</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
	<p>pio laboratorio.</p> <p>Solicitará, las veces que sea necesario, los servicios del laboratorio de campo de la Secretaría, para verificar las características de los materiales y de la obra.</p> <p>En casos de discrepancias entre los resultados de las pruebas del laboratorio del contratista con respecto a las del laboratorio de campo de la Secretaría, informará de ello a este último y actuará de acuerdo con las aclaraciones que sobre el particular haga el mismo; en caso de prevalecer las discrepancias, informará de ellas a sus superiores.</p>
c).- Cumplimiento del programa.	<p>Vigilará que la obra se ejecute de acuerdo con el programa. De no ser así, hará al contratista, por escrito, con copia a su jefe inmediato superior, las observaciones necesarias con la debida oportunidad.</p>
d).- Costo de la obra.	<p>Cuidará que la obra debidamente ejecutada, no resulte de inferior calidad a lo establecido en el proyecto y sea lo más económica posible, tomando en cuenta para ello, el citado proyecto, los materiales, los precios unitarios y demás factores involucrados.</p>
e).- Control de erogaciones de obra.	<p>Llevará el control de las erogaciones en la obra con base en las estimaciones mensuales y en la obra ejecutada y no estimada, informando de los</p>

CONCEPTOS

INSTRUCCIONES

resultados al Departamento de Obras, precisamente en las fechas que se señalen.

Deberá elaborar una gráfica en la cual se indique: en el eje vertical cantidades en pesos, tomando en cuenta la asignación total del contrato y en el eje horizontal los meses que correspondan, tomando en cuenta el período comprendido entre la iniciación y la terminación de la obra. En esta gráfica vaciará los siguientes datos: el programa detallado en pesos, el calendario de pagos autorizado en el contrato, la curva correspondiente al límite de rescisión y periódicamente el monto de las estimaciones autorizadas. Para el manejo e interpretación de esta gráfica, se sujetará al instructivo correspondiente.

Deberá entregar copia de la mencionada gráfica al contratista, haciéndole la indicación de que en ella se anotará el importe de las estimaciones aprobadas, de acuerdo con los conceptos de obra programados. Asimismo le comunicará las retenciones que procedan y cuando rebase el límite para la rescisión.

Cuidará que el contratista emplee los materiales suministrados, precisamente en la obra, en forma adecuada y en las cantidades señaladas.

Deberá conocer en todo momento

f).- Control de materiales suministrados por la Secretaría.

g).- Control administrativo

CONCEPTOS

INSTRUCCIONES

de la Residencia.

h).- Derecho de Vía.

4.- Modificaciones.

5.- Precios Unitarios.

el estado que guardan los gastos de administración propios de la Residencia, para la cual solicitará la información necesaria al delegado administrativo.

Cuidará que durante el tiempo que dure la construcción, no sea invadido el derecho de vía. En su caso, solicitará el auxilio de la autoridad competente.

Propondrá a su jefe inmediato superior las modificaciones que juzgue pertinentes y en beneficio de la obra, tomando en cuenta la función, economía, conveniencia y rapidez en la ejecución de la misma. A este respecto sólo entregará al contratista los datos correspondientes a las modificaciones que autorice el Departamento de Obras.

Valorizará cuidadosamente las modificaciones autorizadas y consignará la afectación resultante en el presupuesto de la obra, para mantenerlo al día.

Procederá a entregar al contratista, por escrito, los datos correspondientes a las modificaciones autorizadas, los cuales hará también del conocimiento del laboratorio de campo de la Secretaría, en su parte relativa.

Solicitará al contratista los análisis

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
6.- Estimaciones.	<p>sis de precios unitarios correspondientes a aquellos conceptos de obra no previstos o por cambio de especificaciones.</p> <p>Elaborará, adicional e independientemente de los solicitados al contratista, los análisis de precios correspondientes.</p> <p>Entregará a la brevedad posible los análisis, a que se refieren los dos párrafos anteriores, a su Jefe inmediato superior para su revisión y trámite que corresponda.</p> <p>Formulará las estimaciones y las remitirá por el medio más rápido al Departamento de Obras, precisamente en las fechas fijadas por dicho departamento. Esta remisión podrá hacerse por conducto del propio contratista.</p> <p>Informará por escrito al Departamento de Obras, utilizando la vía más rápida, el día en que haya enviado la estimación, indicando el conducto y el importe.</p> <p>Por ningún motivo formulará estimaciones de trabajos que no hayan sido ejecutados o no cumplan con las especificaciones Generales de Construcción, especiales del proyecto y complementarias en su caso.</p> <p>Quantificará la obra por pagar se-</p>
a).- Medición.	

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
b).- Formulación.	<p>gún lo dispuesto en las especificaciones.</p> <p>Formulará las estimaciones de acuerdo con las formas y lineamientos que le marque el "Instructivo para llenar Formas de Datos para Estimación".</p> <p>Formulará las relaciones de obra ejecutada y no estimada, de acuerdo con las formas y lineamientos que le marque el Departamento de Obras.</p> <p>Formará un archivo de planos, libretos de campo, informes de los auxiliares y de todos los documentos que sean necesarios para verificar, en cualquier momento, los datos asentados en las estimaciones.</p> <p>Deberá informar mensualmente a su jefe inmediato superior, del estado que guarda la gráfica Programa-Estimaciones-Rescisión.</p>
c).- Archivo.	
d).- Gráfico Programa-Estimaciones-Rescisión.	
7.- Ajustes al Presupuesto de la Obra.	<p>Deberá hacer con la debida oportunidad los ajustes al presupuesto que sean necesarios, motivados por la variación de las cantidades de obra y la inclusión de nuevos conceptos, en tal forma que se precise el costo de la obra a medida que se va ejecutando, manteniendo informado de lo anterior a su jefe inmediato superior.</p> <p>Enviará al Departamento de Obras, tanto los ajustes parciales como los totales al presupuesto de la obra, en las</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES	CONCEPTOS
<p>8 - Relaciones directas con Sub dependencias de otras Direcciones Generales de la Secretaría.</p> <p>a). - De la Dirección General de Laboratorios y Control de Calidad.</p> <p>b) - Con la Oficina de Administración SOP</p>	<p>fechas que le fije dicho departamento.</p> <p>Deberá hacer oportunamente las solicitudes de servicios que se requieran para la correcta ejecución de la obra y proporcionará los informes que se le soliciten.</p> <p>Solicitará con la anticipación debida y en forma programada, al Jefe del Laboratorio de Campo, los servicios técnicos que se requieran para la vigilancia de la calidad de las obras a su cargo, informando a su Jefe inmediato superior de los servicios y de los resultados obtenidos.</p> <p>Deberá comunicar oportunamente al Jefe del Laboratorio de Campo, la fecha de iniciación de las obras, el programa de trabajo, apertura de nuevos frentes de trabajo, iniciación de ataque de bancos, suspensiones de la obra y todos aquellos datos relacionados con las funciones del citado laboratorio.</p> <p>Requerirá del delegado administrativo los servicios y la información periódica necesaria para la buena marcha de los asuntos administrativos de la Residencia, informando a su jefe inmediato superior de los servicios requeridos y del resultado obtenido.</p> <p>Reportará al Jefe de la Oficina</p>	<p>c). - Con el Taller SOP</p> <p>d). - De la Dirección General de Asuntos Jurídicos</p>

INSTRUCCIONES
<p>de Administración SOP correspondiente, cualquier anomalía que se produzca por incumplimiento o retraso en los trámites administrativos que realice el delegado administrativo, informando a su jefe inmediato superior de lo anterior.</p> <p>Solicitará al Jefe del Taller SOP correspondiente, asesoramiento y supervisión para los servicios de mantenimiento y reparación que requiera el equipo asignado a la Residencia, programando con base en el presupuesto que tiene asignado, la prioridad de estos servicios e informando a su jefe inmediato superior el resultado de los mismos.</p> <p>Oportunamente proporcionará al Taller SOP correspondiente los informes de localización del equipo, las lecturas de odómetros y horómetros, así como los cambios de operadores y choferes.</p> <p>En relación con el equipo de transporte que tiene asignada la Residencia, exigirá que los usuarios del mismo, atiendan a su mantenimiento preventivo, especialmente lo relacionado con lubricación.</p> <p>Proporcionará a los representantes de la Dirección General de Asuntos Jurídicos, la información que les soliciten con relación a las afectaciones</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
e).- De otras Direcciones Generales.	<p>nes a propiedades y en general, lo necesario para la tramitación de asuntos de carácter legal, comunicando a su jefe inmediato superior la información proporcionada.</p> <p>Proporcionará a los representantes de otras Direcciones Generales la información que le soliciten con relación a las características generales de la obra y de los elementos disponibles en la región para su ejecución, comunicando a su jefe inmediato superior la información proporcionada.</p>
9 - Actuación con los Funcionarios de la Secretaría y con los representantes de otras dependencias	<p>Durante las visitas que practiquen a la Residencia los funcionarios de la Secretaría, deberá prestarles la atención debida. En forma similar, prestar la atención que proceda a los funcionarios de dependencias ajenas a la Secretaría, que visiten y/o inspeccionen la obra.</p>
a) - Con los CC. Secretario, Subsecretario y Oficial Mayor del Ramo	<p>Deberá proporcionarles toda la información que soliciten, relacionada con la obra a su cargo. Tomará debida nota en la libreta de obra, de las órdenes que giren, cuidando de que éstas se cumplan debidamente, e informará a su jefe inmediato superior.</p>
b) - Con los funcionarios de	<p>Deberá proporcionar, el Director</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
su Dirección General.	<p>General y al Jefe del Departamento de Obras, la información que soliciten y cumplir oportunamente con los órdenes que le giren, tomando nota de ellas en la libreta de obra, dando aviso a su jefe inmediato superior. Asimismo deberá proporcionar la información que le soliciten los Auxiliares, los otros Jefes de Departamento y el Jefe de la Oficina Administrativa.</p>
c).- Con la Dirección General de Control.	<p>Proporcionará a los representantes de la Dirección General de Control, debidamente identificados y con el oficio de comisión correspondiente, sin necesidad de instrucciones previas, toda la información que soliciten relacionada con la obra a su cargo, dándoles las facilidades para el desempeño de sus funciones, comunicando a su jefe inmediato superior la visita de esos representantes y la información proporcionada.</p>
d).- Con la Dirección General de Proyectos de Vías Terrestres y la de Laboratorios y Control de Calidad	<p>Proporcionará a los funcionarios de la Dirección General de Proyectos de Vías Terrestres y la de Laboratorios y Control de Calidad, la información que le soliciten en relación a la obra, informando a su jefe inmediato superior los servicios solicitados.</p>
e).- Secretaría de la Presidencia.	<p>Deberá proporcionar, a los representantes de la Secretaría de la Presidencia, debidamente identificados, en las visitas que hagan a la obra, la información que soliciten y les dará las</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
f) - Secretaría del Patrimonio Nacional.	<p>facilidades necesarias para el desempeño de su comisión, comunicando a su jefe inmediato superior lo que haya informado.</p> <p>Deberá proporcionar, a los representantes de la Secretaría del Patrimonio Nacional, debidamente identificados, en las visitas que hagan a la obra, la información que soliciten y les dará las facilidades necesarias para el desempeño de su comisión, comunicando a su jefe inmediato superior lo que haya informado.</p>
10 - Informes	<p>Elaborará los informes escritos, gráficos y fotográficos que le solicite el Departamento de Obras y los remitirá en las formas y fechas que le fijen.</p>

400 - FUNCIONES POSTERIORES A LA EJECUCION DE LA OBRA.	
CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
1.- Recepciones parciales	<p>Las hará por orden del Departamento de Obras, por terminación de tramos continuos o partes definidas de la obra.</p> <p>Elaborará las actas de recepción parcial de obra que correspondan, de acuerdo con lo indicado en los incisos 2-10.1 - y 2-10.2 de la Parte Primera de las Especificaciones Generales de Construcción.</p>
2.- Liquidación	<p>Deberá cerciorarse, mediante una revisión cuidadosa de la obra ejecutada así como de las estimaciones formuladas, para verificar los siguientes puntos:</p> <p>Que no quede algún concepto pagado en exceso, ya sea por precio o por cantidad de obra.</p> <p>Que no exista duplicidad de pago en alguna cantidad de obra.</p> <p>Que no quede pendiente de ajuste algún concepto pagado con precio provisional.</p> <p>Que no queden conceptos sin pagar.</p> <p>La hará por orden expresa del Depar</p>
.- Recepción final	

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
4 - Actualización del proyecto	<p>tamento de Obras, cuando se haya terminado totalmente la obra o se haya agotado el importe del contrato, convenio o convenio adicional.</p> <p>Elaborará el acta de recepción final de obra correspondiente, de acuerdo con lo indicado en los incisos 2-10.1 y 2-10 2 de la Parte Primera de las Especificaciones Generales de Construcción</p> <p>Deberá cuidar que no quede pendiente de elaborar algún informe o plano de las modificaciones efectuadas a la obra, los que remitirá a su Dirección General dentro del plazo que para tal fin le señale el Departamento de Obras.</p>
5 - Entrega de la obra.	<p>Deberá informar oportunamente la fecha en que podrá ser entregada la obra a la dependencia que corresponda.</p> <p>Hará la entrega en la fecha y a la dependencia que se le indique, levantando un acta en la que se haga constar el estado físico y de avance en que se encuentren las distintas partes de la obra, detallando los faltantes, los hubiere</p> <p>Deberá entregar, conjuntamente con la obra, los documentos correspondientes, de acuerdo con el instructivo respectivo.</p>

CONCEPTOS	INSTRUCCIONES
6 - Clausura de la Residencia.	<p>Deberá informar a su jefe inmediato superior y al Departamento de Obras, oportunamente, del personal, del equipo y demás efectos que queden disponibles al terminarse la obra</p> <p>Vigilará, cuando se ordene la movilización del personal y equipo disponibles, que ésta se haga en forma expedita.</p> <p>Comunicará al delegado administrativo, con la debida anticipación, de la suspensión de los servicios de radio y teléfono, así como de la entrega del local alquilado para la Residencia, en su caso.</p> <p>Permanecerá en la obra hasta la terminación total de estos últimos trámites, salvo que se le ordene entregar la Jefatura de la misma a otra persona.</p> <p>El hecho de clausurar una Residencia, no implica que cesen las responsabilidades del Residente o Residentes que estuvieron al frente de ella.</p>



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE PERSONAL CONTINUA**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y
CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

AJUSTES DE COSTOS EN LA OBRA PÚBLICA; NORMATIVIDAD

**EXPOSITOR: ING. HERBERTH CORDOVA CEBALLOS
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

DIPLOMADO EN PROYECTO.
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M

AJUSTE DE COSTOS EN LA OBRA PUBLICA; NORMATIVIDAD

ING. HERBERTH CORDOVA CEBALLOS

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

JULIO, 2000



caminos Y
puentes

TITULO		SUSTITUYE	
ÍNDICE		PAG	DE
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	FECHA	
DIRECCION		PAG	1 DE 1
TÉCNICA		FECHA	
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	ABRIL 1997	
CAPITULO			

	INTRODUCCIÓN
	MARCO JURÍDICO
	MARCO ORGANIZACIONAL
I	OBJETIVO GENERAL
II	POLÍTICAS GENERALES
III.	PROCEDIMIENTOS PARA LA SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA
III 1	ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA
	Objetivo
	Políticas
	Descripción
	Diagrama de flujo
III 2	ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA
	Objetivo
	Políticas
	Descripción
	Diagrama de flujo
III 3	ACTIVIDADES AL FINIQUITO DE LA OBRA
	Objetivo
	Políticas
	Descripción
	Diagrama de flujo
IV	SOPORTE METODOLÓGICO
1	Sinopsis del marco jurídico
2	Sinopsis del marco organizacional
3	Facultades de la Gerencia de Supervisión de Obra Pública
4	Guía para la evaluación de empresas supervisoras
5.	Guía para el análisis del proyecto general de la obra
6.	Lineamientos para la tramitación de modificaciones contractuales
7	Normas de control de calidad aplicables a la obra pública
8.	Lineamientos de protección y seguridad para la obra pública
9.	Lineamientos de protección al medio ambiente para la obra pública
10	Lineamientos de política social para la obra pública
11	Lineamientos para la edificación de obra pública
12.	Lineamientos para la integración, validación y autorización de estimaciones de obra
13.	Lineamientos para la atención de auditorías operativas externas
V.	CATÁLOGO DE FORMATOS
VI.	GLOSARIO DE TÉRMINOS
VII.	EPÍLOGO



caminos Y
puentes

TITULO		INTRODUCCIÓN		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG.	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG.	1 DE 2
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA				FECHA	ABRIL 1997

De acuerdo con las directrices que establece la Administración Pública Federal, se ha requerido hacer reformas que modernicen, agilicen y hagan más eficientes las acciones del Organismo Público Descentralizado Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, debiendo apoyarse en instrumentos técnicos administrativos que permitan cumplir estratégicamente los objetivos establecidos para el desarrollo nacional

La reestructuración, organización y funcionamiento del Organismo, quedó legalmente establecida en el Decreto del Ejecutivo Federal publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 1993, cuyas funciones administrativas y operativas quedaron fundamentadas en el Estatuto Orgánico publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de noviembre de 1994, bajo el siguiente objetivo institucional

Operar, conservar y administrar los Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, así como promover y fomentar la modernización para el desarrollo de las comunicaciones y transportes, a través de una participación más activa en proyectos de inversión para la construcción y explotación de las carreteras y puentes con cargo al patrimonio del Organismo o los que se concesionen por éste, asimismo, impulsar la participación de los recursos de los particulares en la conservación, reconstrucción y mejoramiento de las vías generales de comunicación y de los servicios conexos y auxiliares de las mismas, para satisfacer la demanda nacional en ésta materia"

Para realizar y verificar la segunda parte del objetivo institucional, Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos delegó en la Dirección Técnica una función específica para "Dirigir las actividades de conservación, reconstrucción y mejoramiento de los caminos y puentes de cuota, así como las de contratación de proyectos, inspección, ejecución y revisión de las obras"

Lo anterior, con el apoyo de las Delegaciones Regionales, unidades administrativas desconcentradas para la administración, supervisión y control de las obras públicas a su cargo, funciones que pueden ser apoyadas por empresas de supervisión externa, debidamente autorizadas, conforme lo establece el Artículo 4, Fracción II, de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas



caminos Y
puentes

TITULO		INTRODUCCIÓN		S U S T I T U Y E	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	2 DE 2
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA				FECHA	ABRIL 1997

Bajo este concepto, el Organismo estableció estrictos criterios para la selección, contratación y evaluación de las empresas de supervisión, entre los que se incluye la verificación de antecedentes con el Organismo, con la Secretaría de la Contraloría y Desarrollo Administrativo y con la Contaduría Mayor de Hacienda, con el fin de garantizar el logro de sus objetivos institucionales, con altos niveles de eficiencia y productividad.

Este proceso, implica también verificar que las empresas objeto de la adjudicación de un contrato para llevar a cabo la supervisión de obra pública, y su plantilla de técnicos asignados a la misma cuenten con la capacidad técnica y experiencia necesaria, además de solvencia moral y ética profesional; mantengan una actitud permanente de mejora continua y productividad, así como el interés para la atención y resolución oportuna de los problemas detectados en la obra.

Asimismo, establecer mecanismos adecuados de interrelación para evaluar de forma permanente las anteriores actitudes y resultados requeridos a la supervisión de obra contratada por el Organismo.

En cumplimiento de lo anterior, la Dirección General de Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, autorizó la elaboración e implantación de la presente Norma de Supervisión de Obra Pública, en la cual se establecen los alcances, procedimientos y soporte técnico necesarios para tecnificar y sistematizar la supervisión de obra pública asignada a las empresas supervisoras externas seleccionadas.



caminos Y
puentes

TITULO		MARCO JURÍDICO		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	1 DE 2
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA				FECHA	ABRIL 1997

Con el objeto de establecer el Marco Legal que regule el ámbito de actuación, se relacionan los artículos y fracciones o párrafos de Leyes y Reglamentos, así como Circulares, Lineamientos y Normas Oficiales que tienen relación con la obra pública a cargo del Organismo, mismos que son de observancia obligatoria

En complemento de lo anterior, se incluye una **Sinopsis del Marco Jurídico (anexo 1)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma, para facilitar su consulta.

- * Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
Artículos 133 y 134
- * Ley de Adquisiciones y Obras Públicas
Artículos. 4, 13, 19; 20, 29, 57, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 92, y tercero transitorio
- * Ley de Vías Generales de Comunicación
Artículos 10, 40, 41, 42, 43, 44 y 45
- * Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal
Artículos: 6, 22, 23, 24, 26, 28, 29 y 30
- * Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente
Artículos: 1, 28, 29, 30, 31, 34, 36, 38, 98, 101, 110, 117, 120 y 134
- * Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal
Artículos: 2, 13, 15, 29, 30, 31 y 46
- * Reglamento de la Ley de Obras Públicas
Artículos: 14, 27, 31, 36, 45, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 58 y 59



caminos Y
puentes

TITULO		MARCO JURÍDICO		S U S T I T U Y E	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	2 DE 2
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA				FECHA	ABRIL 1997

- * Reglamento de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal
Artículos 32, 42, 44, 45 y 71
- * Lineamientos para el oportuno y estricto cumplimiento del régimen jurídico de las adquisiciones, arrendamientos, prestación de servicios de cualquier naturaleza, obra pública y servicios relacionados con éstas, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 15 de marzo de 1996.
- * Oficio-circular núm. SP/100-429/95, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de agosto de 1995, que suscriben la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, para reforzar las medidas preventivas relativas al pago oportuno de las contrataciones que realizan las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en materia de adquisiciones y arrendamientos de bienes muebles y prestación de servicios de cualquier naturaleza.
- * Oficio-circular publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de septiembre de 1996, en el que se requiere a las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal el envío de información en materia de ejecución de obra pública a la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, para efectos de inspección y vigilancia
- * Oficio-circular publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de octubre de 1996 en el que se dan a conocer los lineamientos y criterios para que en los procedimientos de licitación pública e invitación restringida y en la ejecución y cumplimiento de los contratos de adquisiciones, obras públicas y servicios de cualquier naturaleza, se observe estrictamente lo dispuesto en la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.
- * Norma Oficial Mexicana 003-CNA-1996 sobre los requisitos para prevenir la contaminación de acuíferos durante la construcción de pozos de extracción, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de febrero de 1996.



TITULO		MARCO ORGANIZACIONAL	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		CAPITULO

SUSTITUYE	
PAG.	DE
FECHA	
PAG.	1 DE 2
FECHA ABRIL 1997	

Toda vez que para Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos, la supervisión externa de obra pública se constituye en una ampliación temporal de la plantilla técnica con que cuentan las Superintendencias de Conservación del Organismo para controlar adecuadamente todas las etapas de un proyecto de obra, por cada contrato, hasta su total terminación, se hace necesario especificar la relación que la empresa supervisora deberá tener con las diferentes áreas del Organismo, con el objetivo de clarificar y agilizar la realización de trámites e intercambio de información, con eficiencia y oportunidad.

Conforme al Manual General de Organización autorizado, corresponde a la Dirección Técnica del Organismo la facultad de seleccionar, contratar y evaluar la supervisión externa, proceso que se realiza a través de las diferentes unidades administrativas a su cargo, en oficinas centrales, y con el apoyo de las Delegaciones Regionales.

OFICINAS CENTRALES		OFICINAS DESCONCENTRADAS	
NOMBRE	FUNCIÓN GENÉRICA RELACIONADA	NOMBRE	FUNCIÓN GENÉRICA RELACIONADA
Dirección General Adjunta	Dirección		
Dirección Técnica	Dirección Técnica		
Subdirección Técnica	Coordinación Técnica		
Coordinación De Delegaciones	Coordinación Nacional		
		Delegación Regional	Coordinación Regional
Gerencia de Conservación de Caminos	Proyectos de Obra y Seguimiento	Subdelegación Técnica	Coordinación Técnica
Gerencia de Conservación de Puentes	Proyectos de Obra y Seguimiento		
Gerencia de Edificación	Proyectos de Obra y Seguimiento		
Gerencia de Normas y Estudios Técnicos	Análisis Normativo y Dictamen		
Gerencia de Supervisión de Obra Pública	Coordinación general de la supervisión		
		Superintendente	Representación Técnica



caminos Y
puentes

TITULO MARCO ORGANIZACIONAL		SUSTITUYE PAG. DE	
SISTEMA SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		DIRECCION TÉCNICA	
AREA GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		CAPITULO PAG 2 DE 2 FECHA ABRIL 1997	

Las anteriores unidades administrativas y Delegaciones Regionales, desarrollan funciones específicas que se relacionan con las diferentes etapas del proceso de supervisión de la obra pública a cargo del Organismo, con las cuales deberá tener contacto especializado y permanente la empresa supervisora seleccionada, para el eficiente desarrollo de sus obligaciones contractuales.

Para facilitar la comprensión de los conceptos anteriores, en la **Sinopsis del Marco Organizacional, (anexo 2)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma, se especifica cada uno de los trámites que implica contacto directo con alguna de las unidades administrativas del Organismo que intervienen en el proceso, antes, durante y al finiquito de la obra.

Previamente a la contratación de la empresa supervisora aprobada, con informe a niveles superiores, es evaluada por la Gerencia de Supervisión de Obra Pública de la Dirección Técnica del Organismo, área coordinadora de la supervisión externa, conforme a las **Funciones de la Gerencia de Supervisión de Obra Pública, (anexo 3)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma.



caminos Y
puentes

TITULO		OBJETIVO GENERAL	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	I

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG	1 DE 1
FECHA	ABRIL 1997

Verificar que las obras públicas contratadas por el Organismo cumplan con el proyecto ejecutivo, así como con las normas y especificaciones generales y complementarias vigentes y particulares de la obra: teniendo especial cuidado en que se observen los tiempos programados, que la obra se realice con la calidad proyectada y en completa seguridad.

Lo anterior, enmarcado dentro del más amplio apego a las normas de legalidad, protección al medio ambiente y política social vigentes, que permitan seguir brindando al usuario el mejor nivel de servicio.



caminos Y
puentes

TITULO		POLÍTICAS GENERALES		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	DE
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		II		FECHA	ABRIL 1997

1 La elección de la supervisora estará sujeta a estrictos criterios de verificación, contratación y evaluación por parte del Organismo, a fin de garantizar altos niveles de eficiencia y productividad en la Supervisión de Obra Pública, conforme a la **Guía para la Evaluación de Empresas Supervisoras, (anexo 4)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma.

2 Las empresas autorizadas por el Organismo para llevar a cabo la supervisión de una obra específica, habrán acreditado previamente su solvencia técnica, legal y administrativa para realizar con éxito las obligaciones y responsabilidades que indica esta Norma de Supervisión de Obra Pública, así como no haber cometido en el pasado faltas graves ante el Organismo u otras dependencias como la Secretaría de la Contraloría y Desarrollo Administrativo, la Contaduría Mayor de Hacienda u otras, en las cuales hubiere prestado sus servicios.

3 La supervisora integrará al proceso de seguimiento de la obra, personal técnico con los estudios y perfil indicado en las bases del concurso, así como con los conocimientos, capacidad y experiencia comprobada, conforme a lo presentado en la propuesta técnica

4 Los equipos y vehículos que la supervisora requiera utilizar, cambiar o dar de baja durante la vigencia de su contrato, requerirán invariablemente el visto bueno de la Subdelegación Técnica del Organismo

5 La supervisora representará técnicamente al Organismo ante la constructora y tendrá facultades específicas para dar seguimiento, evaluar, informar y retroalimentar a las partes, antes, durante y al final de todo el proceso de la obra.

6 La supervisora deberá conocer con suficiencia los términos del contrato de obra, del proyecto ejecutivo, las especificaciones, normas vigentes de construcción, leyes, reglamentos y demás aspectos técnicos, administrativos y legales concernientes a la obra, en el ámbito federal, estatal y municipal

7 La supervisora deberá revisar detalladamente el presupuesto de la obra y será responsable de vigilar su avance, ponderar y validar las modificaciones necesarias, así como verificar constantemente el entorno económico del proyecto durante todo su desarrollo y salvaguardar en todo momento los intereses del Organismo



caminos Y
puentes

TITULO		POLÍTICAS GENERALES	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	II

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG	2 DE 4
FECHA ABRIL 1997	

8 La supervisora deberá conocer las atribuciones, funciones e instancias de autoridad del Organismo vinculadas con la obra pública y con las cuales tendrá relaciones de trabajo, tanto en oficinas centrales como regionales.

9 La supervisora establecerá y operará eficientemente un sistema de información que permita la integración y funcionalidad de un adecuado archivo de documentos relacionados con los diferentes aspectos y etapas de la obra, así como la generación oportuna, veraz y completa de los registros, formatos, informes y reportes autorizados en esta Norma.

10 Será obligación ineludible de la supervisora informar oficial y oportunamente a la Dirección Técnica y/o Subdirección Técnica sobre cualquier tipo de desviación detectada antes, durante y al final del proceso de la obra que pudiera originar modificaciones al programa y/o en el presupuesto del proyecto ejecutivo, incluidas las observaciones y sugerencias que a su juicio y dentro de las normas inherentes deban ser autorizadas.

11 La supervisora deberá contar con el apoyo de un laboratorio de control de calidad con el equipo necesario y personal capacitado que le permita realizar pruebas aleatorias sobre los procesos de construcción de obra que según contrato lo requieran, y exigirá a la constructora el cumplimiento en la calidad de las obras contratadas.

12 La supervisora deberá acreditar que todo laboratorio de control de calidad que participe en el apoyo de la supervisión de obra, acredite su homologación por el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Prueba (Sinalp), o cualquier otro de esta naturaleza que autorice el Organismo, a fin de contar con resultados confiables y apegados a intensidades del muestreo avalados técnicamente

13 Durante el proceso de la obra, la supervisora verificará que la constructora respete y dé cumplimiento irrestricto a todo tipo de leyes, reglamentos y normas vigentes, federales, estatales y municipales, en materia jurídica, de seguridad, medio ambiente y política social.



caminos Y
puentes

TITULO		POLÍTICAS GENERALES		S U S T I T U Y E	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DF
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	3 DF 4
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		II		FECHA	ABRIL 1997

14. La supervisora vigilará que siempre existan en la obra los suficientes elementos y sistemas de seguridad que garanticen la integridad física de los trabajadores de la obra y usuarios de las carreteras, puentes e instalaciones.

15. La supervisora será responsable ante el Organismo de verificar la terminación de la obra, revisará que todos los conceptos físicos, técnicos y económicos de obra estén concluidos al cien por ciento, emitirá el dictamen correspondiente y el acta de entrega-recepción; atenderá a lo dispuesto en el artículo 74 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas y en el artículo 49 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas

16. La supervisora será permanentemente evaluada por la Dirección Técnica

17. Durante la vigencia de su contrato con el Organismo, la supervisora no podrá realizar simultáneamente ninguna función con la constructora, ni representarla técnica o administrativamente, conforme a lo estipulado en el artículo 41, fracción X de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas

18. La supervisora tendrá obligación de atender las solicitudes de información que se deriven de auditorías internas y externas que se presenten a la obra durante su desarrollo y hasta un año después de su terminación y recepción, conforme al artículo 85 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas

19. El Organismo podrá requerir por escrito a la supervisora cuando ésta no cumpla eficientemente con sus funciones y obligaciones y, en caso de reincidir, se aplicará la cláusula de rescisión del contrato respectivo, conforme al artículo 72 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas

20. La supervisora en ningún caso podrá detener el avance de la obra. En caso de existir alguna irregularidad, deberá notificarla a la Dirección Técnica para que ésta, de considerarlo conveniente, ordene la detención de la misma



caminos Y
puentes

TITULO		POLÍTICAS GENERALES	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	II

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG	4 DE 4
FECHA ABRIL 1997	

- 21 La supervisora deberá mantener estrecha coordinación de trabajo con los funcionarios de la Delegación Regional y de la correspondiente Subdelegación Técnica del Organismo.
- 22 Los representantes técnicos del Organismo, constructora y supervisora desarrollarán sus respectivas funciones en total coordinación y realizarán reuniones semanales, dejando siempre constancia en minutas de los acuerdos tomados.
23. Sólo la Dirección Técnica por sí o a través de la Subdirección Técnica podrán autorizar modificaciones al proyecto ejecutivo de la obra.



caminos Y
puentes

TITULO		PROCEDIMIENTO PARA LA SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCIÓN	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	III

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG	1 DE 1
FECHA	ABRIL 1997

III.1 ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Objetivo

Políticas

Descripción

Diagrama de Flujo

III.2 ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Objetivo

Políticas

Descripción

Diagrama de Flujo

III.3 ACTIVIDADES AL FINIQUITO DE LA OBRA

Objetivo

Políticas

Descripción

Diagrama de Flujo



caminos y
puentes

TITULO	ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO III.1

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG	1 DE 10
FECHA	ABRIL 1997

OBJETIVO

Analizar en forma completa y detallada el proyecto ejecutivo, las especificaciones generales, complementarias y particulares, así como el presupuesto de la obra objeto de la supervisión, informando oportunamente de los errores y omisiones, proponiendo las modificaciones que requieran la autorización del Organismo, antes de la adjudicación del contrato de construcción de la obra



caminos Y
puentes

TITULO		ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA		SUSTITUYE	
SISTEMA		SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		DIRECCION	
AREA		GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA	
CAPITULO		III.1		FECHA	
PAG		2		DE 10	
FECHA		ABRIL 1997			

POLÍTICAS

- 1 La supervisora analizará en forma completa y detallada el proyecto general de la obra y emitirá su opinión técnica al Área Técnica del Organismo por conducto de la Gerencia o Coordinación correspondiente, antes de la adjudicación del contrato de construcción, atendiendo al artículo 29. Párrafo 3º de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.
- 2 La supervisora se asegurará de que las características y especificaciones del proyecto consideren la observancia obligatoria y sistemática de las normas vigentes en materia legal, de seguridad, protección al medio ambiente y política social
- 3 La representación técnica y responsabilidad de la supervisora y de la constructora deberá recaer en los profesionistas propuestos en las respectivas bases de concurso, y en caso de sustituciones, se acreditarán nivel técnico y académico, especialidad y experiencia similares, previamente aprobados por el Organismo
- 4 La residencia de supervisión se debe establecer con anterioridad a la iniciación de la obra, en cumplimiento al artículo 64 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas
- 5 Los representantes técnicos de la constructora y supervisora deberán asistir obligatoriamente a la reunión inicial que convoque la Gerencia de Normas y Estudios Técnicos del Organismo, a efecto de analizar y determinar de forma conjunta los aspectos fundamentales y relevantes para la realización de la obra
- 6 Será obligación de la supervisora verificar en campo y al detalle la infraestructura, equipamiento y recursos técnicos asignados a la obra por la constructora, así como la experiencia, nivel técnico y académico comprobado de los recursos humanos integrados a la misma.
- 7 La supervisora informara oportunamente al Organismo los resultados del análisis de congruencia realizado a las bases concursales y al proyecto objeto de la supervisión, antes de la junta de aclaraciones de la licitación de construcción.



caminos Y
puentes

TITULO	ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO III.1

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG. 3	DE 10
FECHA ABRIL 1997	

8 La supervisora verificará que la constructora cuente con el equipo adecuado y suficiente para realizar las actividades necesarias en materia de control de calidad, con énfasis en un adecuado laboratorio cuyos equipos de medición se encuentren debidamente calibrados y avalados por la Secofi y/o la SCT

9. La supervisora verificará que la constructora cuente con los medios físicos y electrónicos suficientes para el ágil desplazamiento y comunicación del personal técnico

10 Durante la fase previa al desarrollo de la obra, se formalizará la apertura de las bitácoras de obra y de supervisión para registrar cronológica y sistemáticamente las incidencias y aspectos relevantes de los procesos de la obra y de la supervisión, mismas que deberán ser foliadas para efectos de control.



TITULO		ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	DE
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		III.1		4	10
				FECHA	ABRIL 1997

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- 1 La Gerencia de Supervisión de Obra Pública formulará, en coordinación con la Dirección General Adjunta y la Dirección Técnica, las invitaciones restringidas de los concursos de supervisión y apoyará a la Gerencia de Normas y Estudios Técnicos en la elaboración de las bases de los concursos en esta materia
- 2 La Gerencia de Supervisión de Obra Pública inicia el seguimiento de las supervisoras, desde el proceso de licitación de la supervisión.
- 3 La Gerencia de Normas y Estudios Técnicos del Organismo, notifica a la supervisora, que le ha sido adjudicado el servicio de supervisión de obra, mismo que deberá iniciar a más tardar el día de la publicación de la convocatoria de la licitación de construcción y le solicita hacer un análisis completo y detallado de las bases concursales y del proyecto general de la obra.
- 4 La supervisora visita el sitio en el que se llevará a cabo la obra y recibe del Subdelegado Técnico y del Superintendente del Organismo la información concerniente al proyecto general, así como los datos de trazo, nivel y bancos de materiales; verifica las facilidades de comunicación, instalaciones para oficinas, campamentos y disponibilidad de mano de obra en la región.
- 5 La supervisora verifica que los levantamientos topográficos sean correctos e inicia serie fotográfica como soporte al sistema de información de la obra
6. Con base en las actividades de campo indicadas en los pasos 4 y 5 de este procedimiento, la supervisora realiza el análisis de las bases concursales y del proyecto general de la obra y el informe de observaciones (Ver formatos TSFA-01.1, TSFA-01.2 Y TSFR-03, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma), sugiriendo en su caso, las modificaciones que conforme a su juicio técnico deban ser incorporadas al proyecto, antes de la junta de aclaraciones de la licitación de construcción, y lo entrega al Área Técnica del Organismo por conducto de la Gerencia o Coordinación correspondiente, conforme a la **Guía para el Análisis del Proyecto General de la Obra, (anexo 5)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma



caminos Y
puentes

TITULO ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA		SUSTITUYE	
SISTEMA SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		DIRECCION TÉCNICA	
AREA GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		CAPITULO III.1	
		PAG 5 DE 10	
		FECHA ABRIL 1997	

7 El Área Técnica del Organismo, por conducto de la Gerencia o Coordinación correspondiente, revisa el informe de observaciones al proyecto general de la obra presentado por la supervisora (Ver formatos TSFA-01 1, TSFA-02 1 y TSFR-03, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma) analiza la procedencia de las modificaciones y prepara el proyecto definitivo para autorización de la Dirección o Subdirección Técnica

8 Adjudicación del contrato de construcción.

9. Una vez concluido el proceso de licitación de la obra, el Área Técnica del Organismo por conducto de la Gerencia o Coordinación correspondiente, en coordinación con la Gerencia de Supervisión de Obra Pública, convoca a la constructora y a la supervisora para que asistan a la reunión inicial de trabajo en donde se discutirán y acordarán las estrategias generales de ejecución y seguimiento de la obra, tales como:

- a) Instalaciones y construcciones que deben ser protegidas o reubicadas
- b) Permisos necesarios para los diferentes procesos de la obra, artículo 14 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas.
- c) Convenios autorizados para la explotación de bancos de material
- d) Planeación general de la obra
- e) Programa ejecutivo por actividades
- f) Organigrama general de la obra
- g) Sistema Integral de Seguridad y Protección de Obra
- h) Política de protección al medio ambiente
- i) Fechas de estimaciones
- j) Reportes e informes
- k) Fecha y hora de las reuniones semanales obligatorias

10 El representante técnico del Organismo entrega formalmente al representante técnico de la supervisora el paquete oficial de información que conforma el proyecto ejecutivo de la obra, así como la información proporcionada por la constructora durante el proceso de licitación pública de la obra, autorizada por el Organismo



TITULO		ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	
SISTEMA		DIRECCION	
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA	
AREA		CAPITULO	
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		III.1	

SUSTITUYE	
PAG	DF
FECHA	
PAG	6 DE 10
FECHA	ABRIL 1997

Del Proyecto Ejecutivo

- a) Contrato de obra
- b) Proyecto ejecutivo
- c) Especificaciones
- d) Normas de construcción
- e) Programa de obras
- f) Análisis de precios unitarios
- g) Catálogo de conceptos
- h) Especificaciones particulares
- i) Presupuesto global y detallado
- j) Programa mensual de erogaciones
- k) Lineamientos de protección al medio ambiente
- l) Sistema Integral de Seguridad y Protección
- m) Bitácoras de obra y de supervisión

De la constructora

- a) Relación de maquinaria
- b) Relación de equipo de construcción
- c) Relación de oficinas en la obra
- d) Relación de campamentos en la obra
- e) Relación de laboratorios de campo en la obra
- f) Relación de equipo de laboratorio para control de calidad
- g) Plantilla de personal técnico
- h) Nombre del representante técnico ante el Organismo

11. En cumplimiento al artículo 47 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas, los representantes técnicos del Organismo, de la constructora y de la supervisora, proceden a la apertura de las bitácoras de obra y de supervisión, mismas que en lo sucesivo serán responsabilidad específica de la supervisora, a cargo de quien quedará el control de los números de folio

12. La supervisora entrega al representante técnico del Organismo la plantilla definitiva del personal técnico de campo y de oficina que la representará en la obra, anexando los currícula y constancias que acrediten su capacidad técnica, experiencia y conocimientos



TITULO		ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	III.1

SUSITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG	DE
FECHA	

PAG 7 DE 10
FECHA ABRIL 1997

13. Al término de la reunión inicial la supervisora elabora la minuta de acuerdos (Ver formato TSFR-01, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma) y recaba la firma de los representantes técnicos, encargándose igualmente de la distribución de la misma a todos los asistentes.

14 La supervisora realiza un análisis comparativo entre el proyecto ejecutivo de obra, los volúmenes de presupuesto autorizado, la propuesta de utilización de recursos materiales y humanos asignados a la obra por la constructora, contra los programas respectivos (Ver formatos TSFA-02.1, TSFA-02.2 y TSFA-02.3, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma), conforme a la **Guía para el Análisis del Proyecto General de la Obra, (anexo 5)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma

15 Con base en el análisis comparativo de la información señalada en el paso 7 de este procedimiento, la supervisora elabora el informe de congruencia (Ver formatos TSFA-02.1, TSFA-02.2, TSFA-02.3 y TSFR-03, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma), que contiene sus observaciones y recomendaciones y lo presenta al Superintendente y al Subdelegado Técnico del Organismo para obtener sus comentarios y autorización.

16 Con base en el informe de congruencia, y conforme a las estrategias y políticas internas, la Dirección Técnica del Organismo autoriza, si es el caso, los ajustes necesarios al proyecto ejecutivo y/o presupuesto de la obra y lo notifica por oficio a la Delegación Regional y ésta a la supervisora y a la constructora, para su ejecución

17 Tratándose de variaciones a ser autorizadas por el Organismo a partes del proyecto ejecutivo de la obra, la constructora y supervisora atienden a lo establecido en los **Lineamientos para la Tramitación de Modificaciones Contractuales, (anexo 6)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma, registrando lo procedente en las bitácoras de obra y de supervisión

18 La Dirección Técnica del Organismo, la constructora y supervisora acuerdan que los proyectos, programas y presupuesto corresponden a los objetivos y especificaciones de la obra y confirman la fecha de iniciación de la misma, conforme al artículo 65 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas

19 La supervisora elabora el directorio de obra con los datos de localización de los responsables de la misma, integrando a las representaciones técnicas del Organismo, de la constructora y de la propia supervisora.



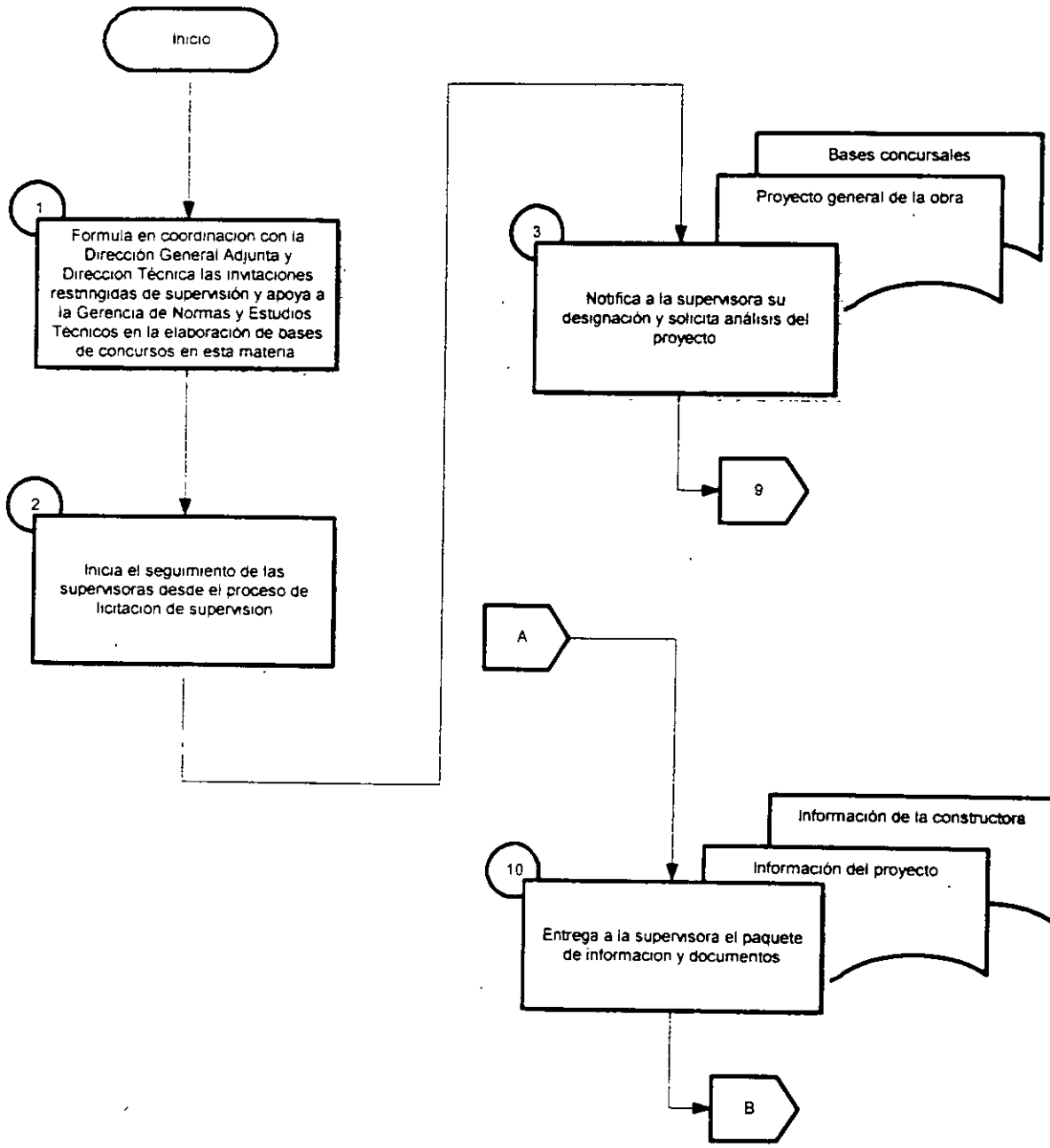
caminos Y
puentes

TITULO	ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO III.1

S U S T I T U Y E	
PAG	DF
FECHA	
PAG	8 DE 10
FECHA ABRIL 1997	

GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA

GERENCIA DE NORMAS Y ESTUDIOS TÉCNICOS





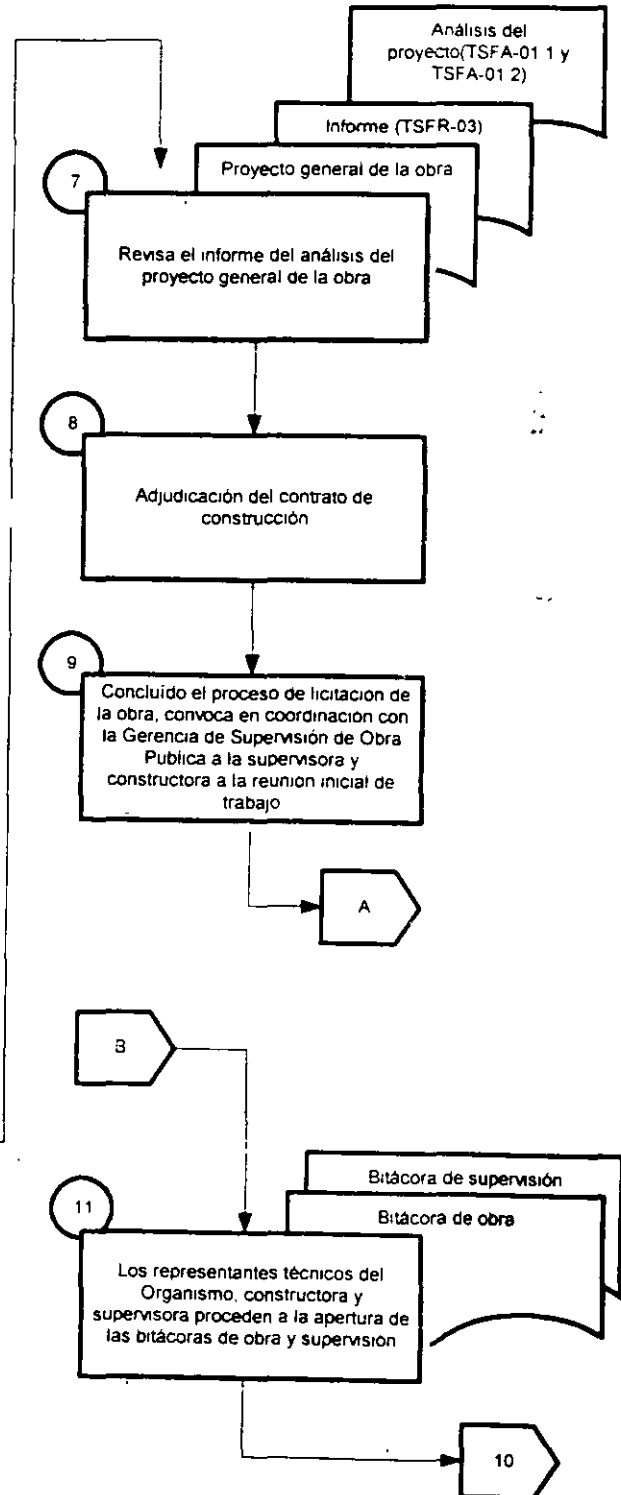
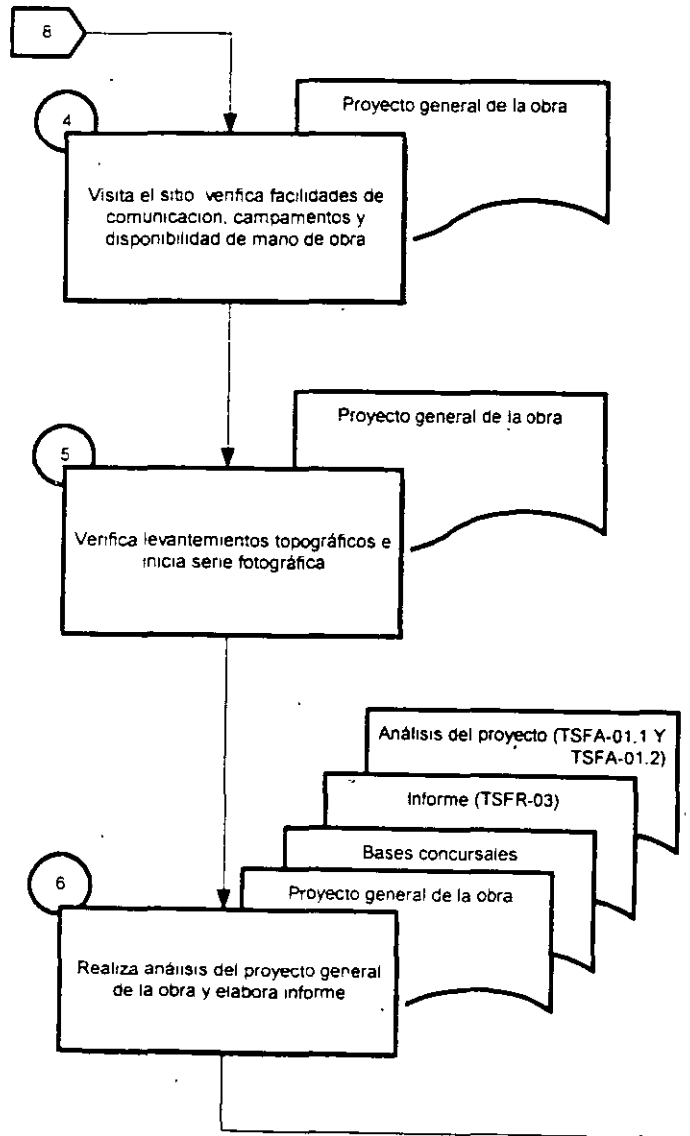
caminos y puentes

TITULO	ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCIÓN TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO III.1

SUSTITUYE	PAG. DE
FECHA	
PAG. 9 DE 10	
FECHA ABRIL 1997	

GERENCIA DE CONSERVACIÓN QUE CORRESPONDA

SUPERVISORA





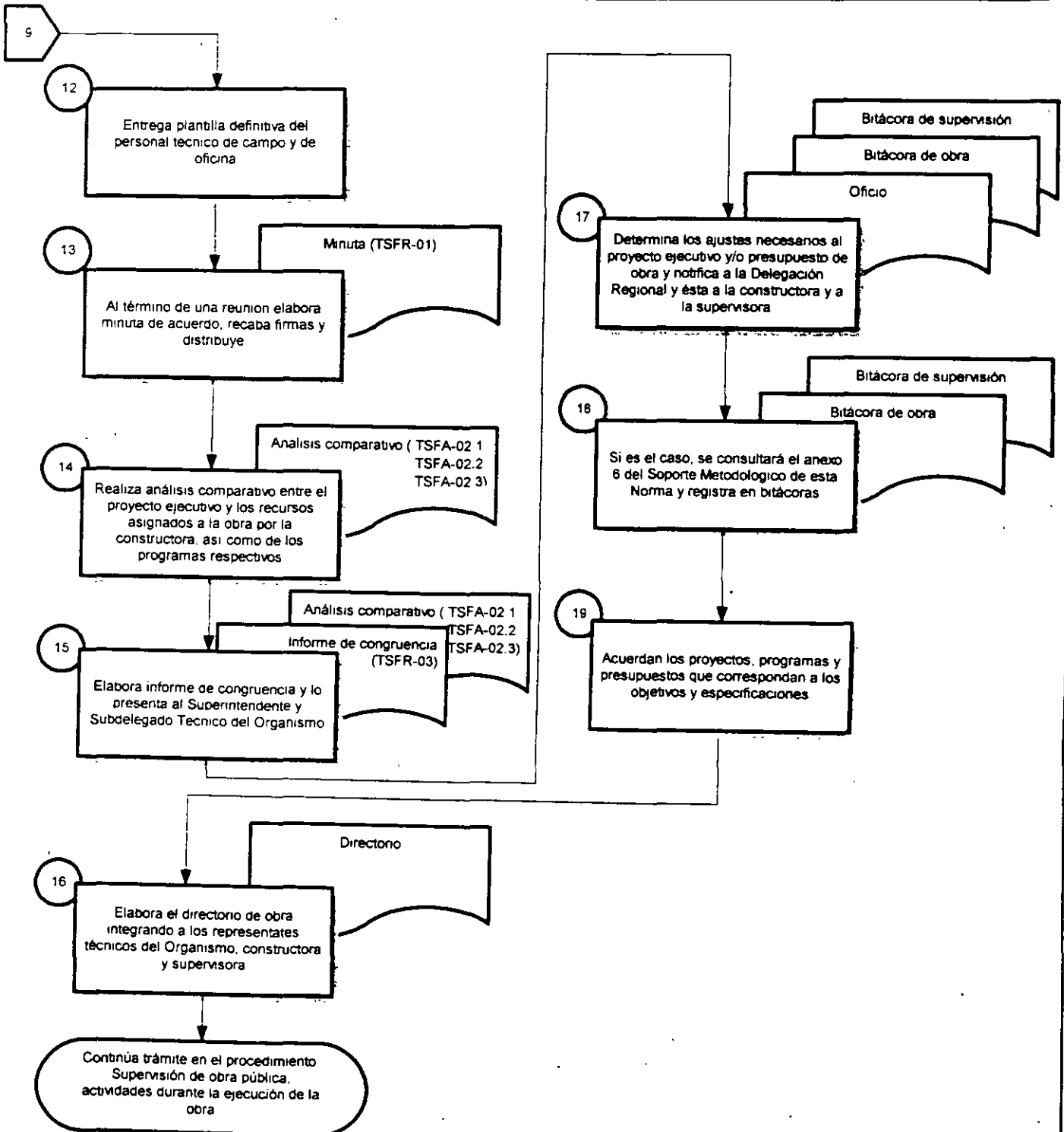
caminos Y puentes

TITULO		ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	III.1

S U S T I T U Y E	
PAG	DF
FECHA	
PAG 10	DF 10
FECHA ABRIL 1997	

SUPERVISORA

DIRECCIÓN TÉCNICA





caminos y
puentes

TITULO		ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA	
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	III.2

SUSTITUYE	
PAG	DF
FECHA	
PAG. 1	DE 14
FECHA ABRIL 1997	

OBJETIVO

Verificar permanentemente que la constructora cumpla eficazmente con los procedimientos de construcción, especificaciones, normas, programa y presupuesto del proyecto ejecutivo de la obra contratada.

Asimismo, proponer las modificaciones y adecuaciones que procedan para garantizar que la obra se realice con la calidad, tiempo, costo y seguridad proyectados.



caminos Y
puentes

TITULO		ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG.	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG.	DE
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		III.2		2	14
				FECHA	ABRIL 1997

POLÍTICAS

- 1 La supervisora será responsable ante el Organismo de realizar el seguimiento sistemático y detallado de todo el desarrollo de la obra, para conocer y evaluar oportunamente el avance físico y financiero de la misma
- 2 La supervisora vigilará el estrecho cumplimiento y apego a la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas y al Reglamento de la Ley de Obras Públicas, así como a todo tipo de normas aplicables en materia legal, de seguridad, protección al medio ambiente y política social.
- 3 La supervisora establecerá las estrategias y mecanismos de seguimiento y control que le permitan mantener oportunamente informado al Organismo tanto de los resultados obtenidos por la constructora durante el desarrollo de la obra, como de sus propias actividades
- 4 La supervisora deberá identificar con oportunidad los casos de desviación del proyecto ejecutivo autorizado, así como determinar técnicamente las opciones de solución correspondientes, dentro de las normas y especificaciones previstas.
5. La supervisora deberá recomendar a la constructora soluciones a problemas técnicos surgidos durante el desarrollo de la obra, siempre y cuando éstas no signifiquen alteraciones en el costo, en los programas de obra, ni en la normatividad general vigente.
- 6 Cuando las opciones de solución a desviaciones surgidas en el desarrollo de la obra impliquen alteraciones en el costo o en los programas de obra, se requerirá invariablemente la autorización escrita del Organismo
- 7 Para asegurar la calidad en todos los aspectos aplicables durante el desarrollo de la obra, la constructora y la supervisora atenderán las normas específicas que para cada caso establece la SCT y el propio Organismo



TITULO		ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	III.2

S U S T I T U Y F	
PAG.	DE
FECHA	
PAG. 3	DE 14
FECHA ABRIL 1997	

8 Cuando se presenten diferencias en más del 10% entre los resultados obtenidos por la supervisora y la constructora en la realización de pruebas aleatorias de control de calidad, en un concepto específico, los representantes técnicos del Organismo, constructora y supervisora sesionarán para corregir las deficiencias detectadas en la obra, atendiendo a las **Normas de Control de Calidad Aplicables a la Obra Pública (anexo 7)**, del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma.

9 La Subdirección o Dirección Técnica del Organismo decidirán la intervención de un tercer laboratorio de control de calidad cuando no exista acuerdo en los resultados de las pruebas aleatorias de control de calidad realizadas por la supervisora y la constructora, con cargo a la empresa que haya presentado los resultados erróneos.

10 La supervisora rechazará oportunamente los materiales que no cumplan con los requisitos de calidad especificados y no recibirá los trabajos ejecutados fuera de especificaciones, notificando los resultados al Subdelegado Técnico del Organismo.

11 La supervisora exigirá a la constructora el incremento de la fuerza de trabajo cuando un retraso en el cumplimiento del programa de obra lo haga necesario.

12 La supervisora revisará las reclamaciones que presente la constructora y asesorará al Organismo en sus planteamientos de solución.

13 La supervisora será responsable de compilar y salvaguardar en archivo el total de la documentación que se genere durante el proceso completo de la obra y será considerada propiedad del Organismo

14 En las bitácoras de obra y de supervisión se registrarán cronológica y sistemáticamente las incidencias y aspectos relevantes de los procesos de obra y supervisión, actividades que quedarán bajo la responsabilidad de la supervisora.

15. Para todos los casos en que se determinen ajustes o variaciones a cualesquiera de las partes que integran el proyecto ejecutivo, se informará a la instancia específica que determine el Organismo y se atenderán impecablemente sus instrucciones.



caminos Y
puentes

TITULO		ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA		S U S T I T U Y E	
SISTEMA		DIRECCION		PAG.	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG. 4	DE 14
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		III.2		FECHA	ABRIL 1997

16. La supervisora será responsable de tramitar oportunamente ante el Organismo las solicitudes de modificación de las partes del proyecto ejecutivo que requieran ser autorizadas para el adecuado desarrollo de la obra.

17. La supervisora elaborará y proporcionará con oportunidad y veracidad todo tipo de informes y reportes periódicos y eventuales, establecidos o solicitados por la Dirección Técnica o la Subdirección Técnica del Organismo.

18. En caso de solicitudes de información técnica proveniente de otras instancias oficiales, se requerirá autorización del Subdelegado Técnico o del Superintendente del Organismo.

19. Los representantes técnicos del Organismo y de la supervisora atenderán las auditorías, conforme a lo dispuesto en el artículo 85 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.

20. La Gerencia de Supervisión de Obra Pública deberá verificar el correcto desempeño de las supervisoras durante el desarrollo de sus trabajos, y en caso de incumplimiento de éstas, aplicará las sanciones correspondientes



TITULO	ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA		SUSTITUYE
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	PAG DE
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	TÉCNICA	FECHA
		CAPITULO	PAG 5 DE 14
		III.2	FECHA ABRIL 1997

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

1 La Gerencia de Supervisión de Obra Pública continúa el seguimiento y evaluación del desempeño de las supervisoras durante todo el proceso de sus trabajos, mediante visitas periódicas a las obras y evaluaciones mensuales consensadas con las Subdelegaciones Técnicas - La Gerencia de Supervisión de Obra Pública propondrá a la Dirección Técnica que se impongan apercibimientos a las supervisoras que muestren un deficiente desempeño en sus funciones, y en caso de reincidencia propondrá a las instancias superiores del Organismo la rescisión de su contrato

2 Con base en el paquete de información señalado en el paso 7 del procedimiento de actividades previas, la supervisora inicia el seguimiento formal y sistemático de los avances físicos y financieros de la obra.

3 La supervisora verifica que durante el desarrollo de la obra, la constructora observe todos y cada uno de los preceptos legales vigentes en materia de obra pública contenidos en el **Marco Jurídico** de esta Norma, y establece los mecanismos de prevención necesarios y suficientes.

4 La supervisora verifica que durante el desarrollo de la obra, la constructora observe y aplique sistemáticamente las normas generales y particulares vigentes relacionadas con la obra pública en materia de

- a) **Lineamientos de protección y seguridad para la obra pública, (anexo 8)** del Soporte Metodológico Capítulo IV de esta Norma
- b) **Lineamientos de protección al medio ambiente para la obra pública, (anexo 9)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma.
- c) **Lineamientos de política social para la obra pública, (anexo 10)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma

5 La supervisora verifica que durante el desarrollo de la obra, la constructora utilice y aplique correctamente los recursos humanos y materiales autorizados para el desarrollo de las diferentes etapas y procesos de la obra, conforme con los siguientes elementos:

- a) Plantilla de personal técnico
- b) Relación de maquinaria
- c) Relación de equipos de construcción
- d) Relación de oficinas y campamentos en la obra



caminos Y
puentes

TITULO		ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA		CONTIENE	
SISTEMA		SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		DIRECCION	
AREA		GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA	
CAPITULO		III.2		PAG. 6 DE 14	
FECHA		ABRIL 1997		FECHA	

6 La supervisora establece un estricto control para asegurarse de que durante el desarrollo de la obra se verifiquen directamente y en la obra los suministros de materiales en cantidad, calidad y tiempo, así como la terminación de etapas, pruebas y puestas en servicio parciales.

7 La supervisora verifica que durante el desarrollo de la obra, la constructora cumpla con las cláusulas del contrato de obra y aplique correctamente los precios unitarios autorizados y establecidos en el catálogo de conceptos, con base en el artículo 51, fracción III del Reglamento de la Ley de Obras Públicas.

8 La supervisora verifica que la constructora aplique correctamente los procedimientos de construcción del programa de obras, autoriza la continuación de las diversas etapas constructivas, una vez que la etapa anterior cumpla con las especificaciones y normas de dimensión, calidad y acabados

9 La supervisora realiza el seguimiento de la calidad en cada una de las etapas y procesos contenidos en el proyecto de obra autorizado, según los parámetros y mecanismos que para cada caso especifican las normas técnicas vigentes autorizadas por la SCT, y las establecidas por el Organismo Ver **Normas de Control de Calidad Aplicables a la Obra Pública, (anexo 7)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma

10 La supervisora verifica sistemáticamente que todas las etapas, elementos y partes de la obra cumplan con las especificaciones generales y particulares del proyecto, las que tenga establecidas el Organismo o las normas nacionales aplicables a materiales, equipos, sistemas, procesos y demás elementos que integran el proyecto.

Cuando el programa de obras incluya conceptos de edificación, se atenderán los **Lineamientos de Edificación para la Obra Pública, (anexo 11)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma

11 Durante todo el proceso de la obra, la supervisora realiza pruebas aleatorias de control de calidad como elementos de soporte técnico para fundamentar sus juicios y observaciones en esta materia



TITULO		ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	7
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		III.2		FECHA	ABRIL 1997

12 La supervisora verifica y en su caso recaba periódicamente los registros de calibración, debidamente validados por la Secofi y/o la SCT, correspondientes a los equipos de control de calidad utilizados en la obra por la constructora.

13 La supervisora registra cotidiana y sistemáticamente en las bitácoras de obra y de supervisión todas las instrucciones, planteamientos, modificaciones, solicitudes y aspectos relevantes de los procesos de construcción y supervisión, y verifica que la constructora observe siempre las instrucciones asentadas en dicho instrumento de control.

14. La supervisora identifica posibles variaciones negativas en la ejecución de las actividades y operaciones descritas en los pasos 1 al 13 de este procedimiento, pondera sus efectos y determina las opciones correctivas para cada caso.

15 Cuando la opción correctiva determinada no implique incremento en los costos, una disminución de la calidad y/o seguridad o la alteración del programa de obras, la supervisora lo notifica al representante técnico del Organismo, y en una reunión de trabajo entre éste y la constructora acuerdan la extensión y forma de aplicación de la opción correctiva consensada. Se elabora el informe de problemas y soluciones (Ver formatos TSFR-02 y TSFR-01, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma) así como una minuta del acuerdo a que llegaron y se registra en las bitácoras de obra y de supervisión; las instrucciones se incorporan a los objetivos de seguimiento a cargo de la supervisora.

16 La supervisora analiza la propuesta de la constructora, respecto de la necesidad de trabajos adicionales o bien conceptos fuera de catálogo que se requieran para perfeccionar el proyecto ejecutivo autorizado y, conjuntamente con el representante técnico del Organismo y de la constructora, justifican y soportan, técnica y económicamente, la propuesta respectiva.

17 En caso de que la opción correctiva o de perfeccionamiento implique un incremento de los costos o la alteración del programa de obras, la supervisora realiza el trámite de consulta ante la Subdelegación Técnica del Organismo, sustenta y justifica las modificaciones propuestas conforme al **Instructivo para la Tramitación de Modificaciones Contractuales, (anexo 6)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma.



caminos Y
puentes

TITULO		ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG.	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG.	DE
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		III.2		8	14
				FECHA	ABRIL 1997

18 La Subdelegación Técnica del Organismo estudia las propuestas de modificación tramitadas por la supervisora en el paso 17 y, previo análisis interno, dictamina y gestiona ante la Dirección o Subdirección Técnica la autorización por escrito de las instrucciones pertinentes e informa de ellas a la supervisora y constructora, conforme al artículo 70 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.

19 Con base en la autorización de la Subdelegación Técnica para aplicar o tramitar la modificación propuesta a la que se refiere el paso 17, la supervisora convoca a reunión de trabajo con el representante técnico del Organismo y la constructora, para asegurar la aplicación inmediata de las instrucciones recibidas.

Se elabora minuta (Ver formato TSFR-01, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma) y se registran las instrucciones recibidas en las bitácoras de obra y de supervisión, acciones que se incorporan a los objetivos de seguimiento de la supervisora.

20 En atención al artículo 84 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, la supervisora establece y mantiene actualizado el archivo del proceso de la obra en el cual se integrará en forma completa toda la documentación y elementos gráficos que se generen durante su desarrollo, tales como

- a) Proyecto ejecutivo y modificaciones autorizadas
- b) Cédula informativa (TSFS-01)
- c) Control de programa de obra (TSFS-02)
- d) Avance financiero de la obra (TSFS-03)
- e) Gráfica de avance financiero de la obra (TSFS-04)
- f) Avance físico de la obra (TSFS-05)
- g) Programa de obra (TSFS-06)
- h) Control de estimaciones (TSFS-07)
- i) Reporte de maquinaria y equipo (TSFS-08)
- j) Gráfica de lluvias (TSFS-09)
- k) Reporte de personal (TSFS-10)
- l) Reportes fotográficos (TSFS-11)
- m) Minutas de reuniones (TSFR-01)
- n) Reportes de control de calidad de la supervisora
- o) Reportes de control de calidad de la constructora
- p) Reportes especiales de incidencias
- q) Bitácoras de supervisión y de obra
- r) Comunicaciones entre supervisora y constructora
- s) Comunicaciones entre Organismo y supervisora
- t) Solicitudes de la constructora
- u) Videos de aspectos importantes de la obra



caminos Y
puentes

TITULO		ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	DE
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		III.2		9	14
				FECHA	ABRIL 1997

21. Con base en los términos del contrato de obra y de sus propios registros y controles de avance físico y financiero, el representante técnico de la supervisora convoca por escrito al representante técnico de la constructora para proceder a la conciliación de los generadores y estimaciones presentadas por la última, atendiendo al **Instructivo para la Integración, Validación y Autorización de Estimaciones de Obra (anexo 12)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma, y conforme al artículo 45 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas

22. Concluidos los trámites señalados en el paso anterior, el representante técnico de la supervisora entrega la estimación mensual de la obra, debidamente requisitada al representante técnico (Superintendente) del Organismo, para el trámite de autorización de pago

23. La supervisora es responsable de comparar los avances reales con los programados, así como de aplicar las retenciones y/o penalizaciones conducentes, conforme lo indique el contrato de obra correspondiente.

24. La supervisora elabora el informe mensual de avance físico financiero para el Organismo, incluye el valor de la estimación correspondiente, así como los soportes y justificaciones documentales y gráficos del avance que se reporta y de las modificaciones ocurridas a la obra en el periodo (Ver formatos TSFS-01 al TSFS-11, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma)

25. La supervisora atiende al personal autorizado por el Organismo para la realización de auditorías operativas externas, conforme con los **Lineamientos para la Atención de Auditorías Operativas Externas, (anexo 13)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma

26. La supervisora atiende al personal proveniente de otras instancias oficiales conforme al artículo 85 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas



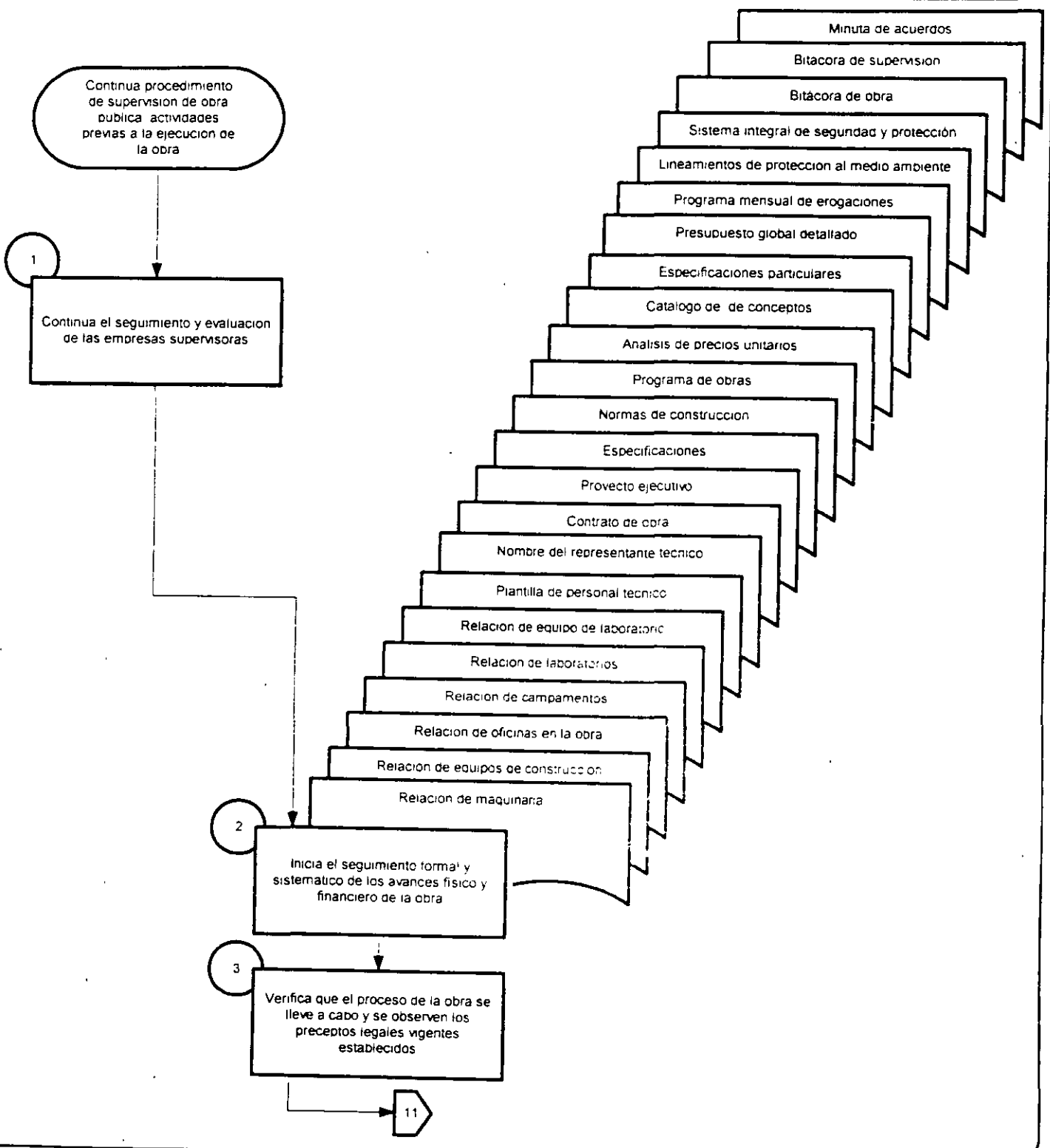
caminos y puentes

TITULO		ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCIÓN	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	III.2

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG 10	DE 14
FECHA ABRIL 1997	

GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA

SUPERVISORA



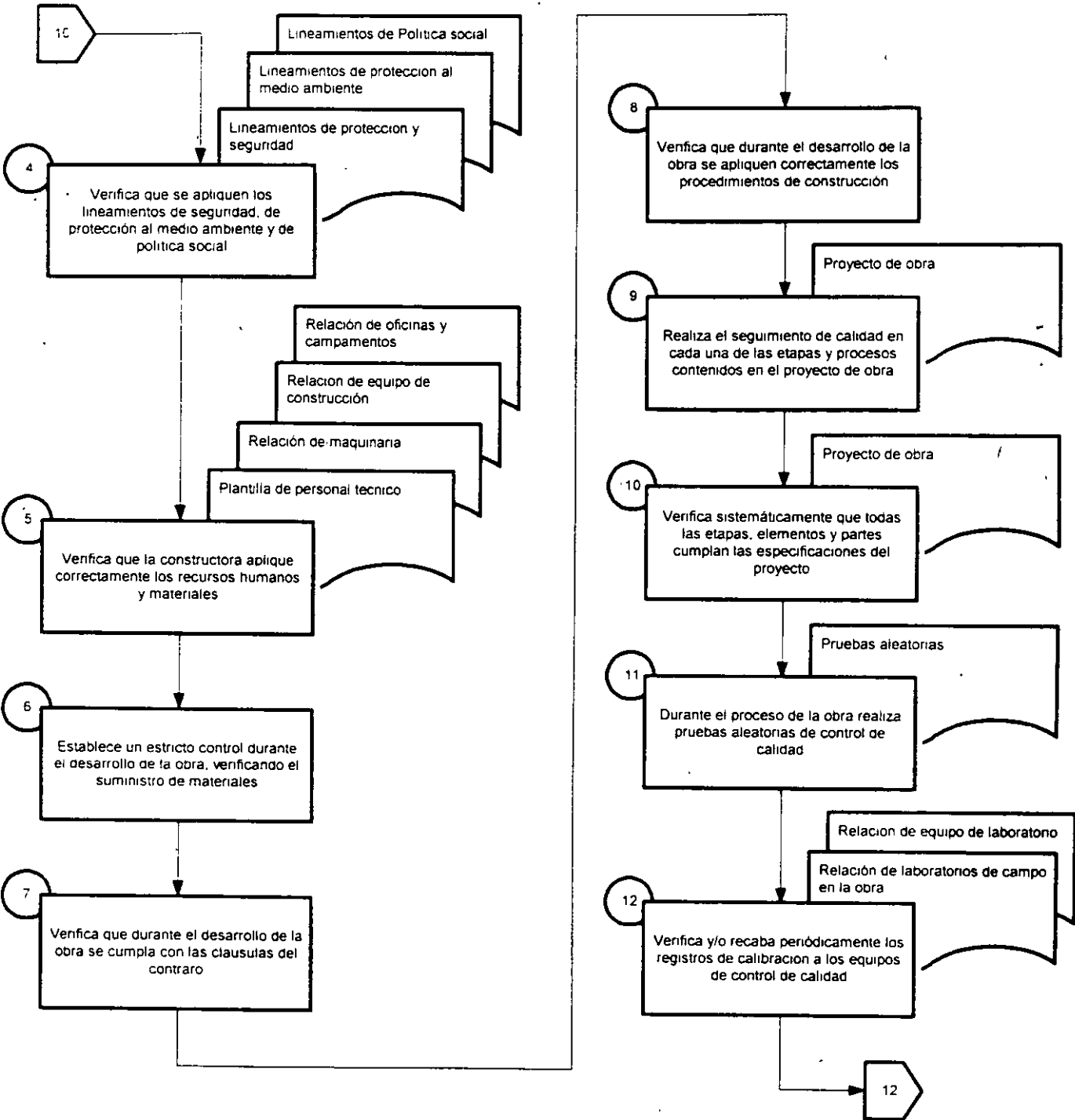


caminos y puentes

TITULO		ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA		SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	
DIRECCION		TÉCNICA	
AREA		GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	
CAPITULO		III.2	

SUSTITUYE	
PAG.	DE
FECHA	
PAG. 11	DE 14
FECHA ABRIL 1997	

SUPERVISORA



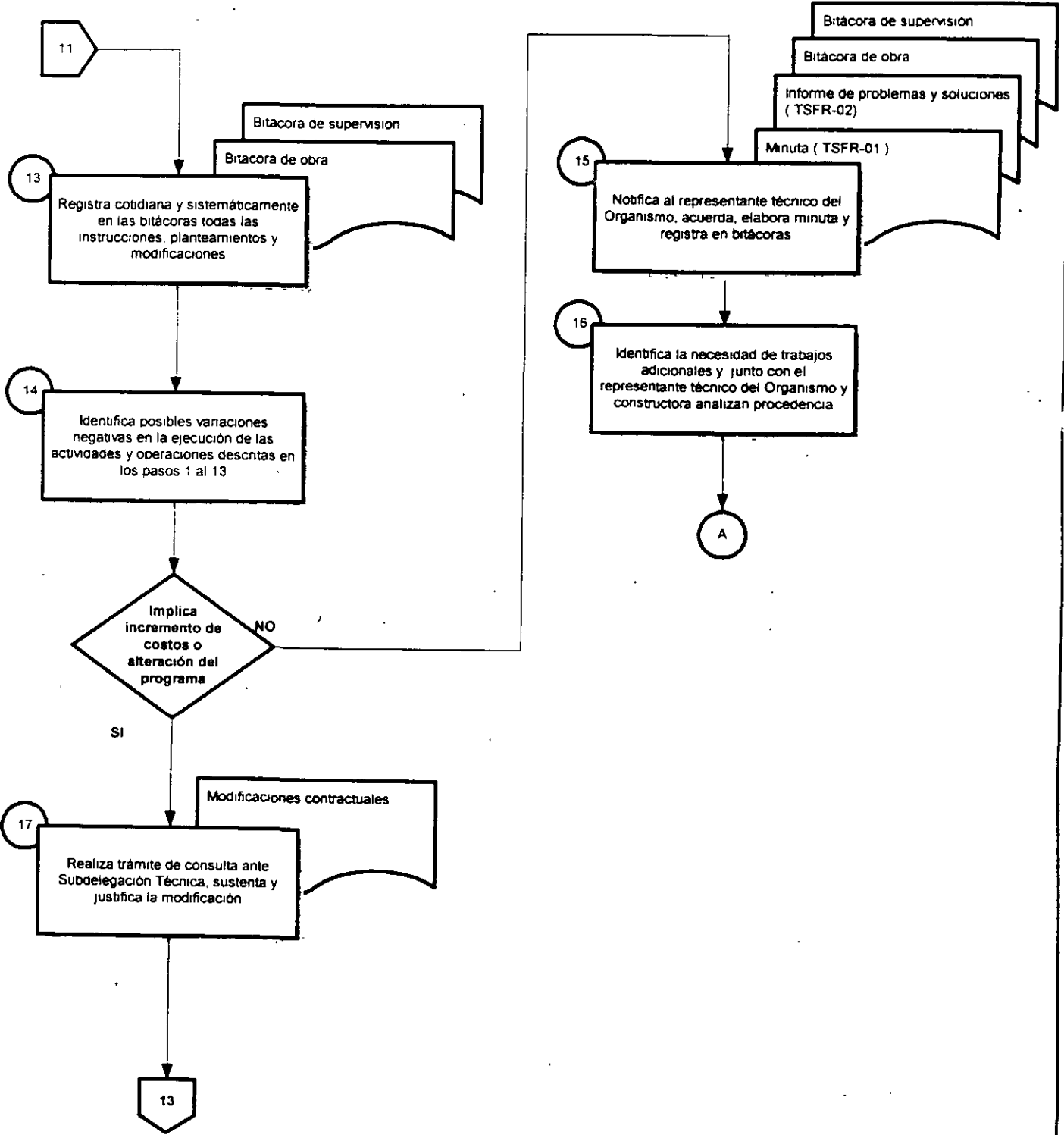


caminos y puentes

TITULO		ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCIÓN	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	III.2

SUSTITUYE	
PAG.	DE
FECHA	
PAG. 12	DE 14
FECHA ABRIL 1997	

SUPERVISORA



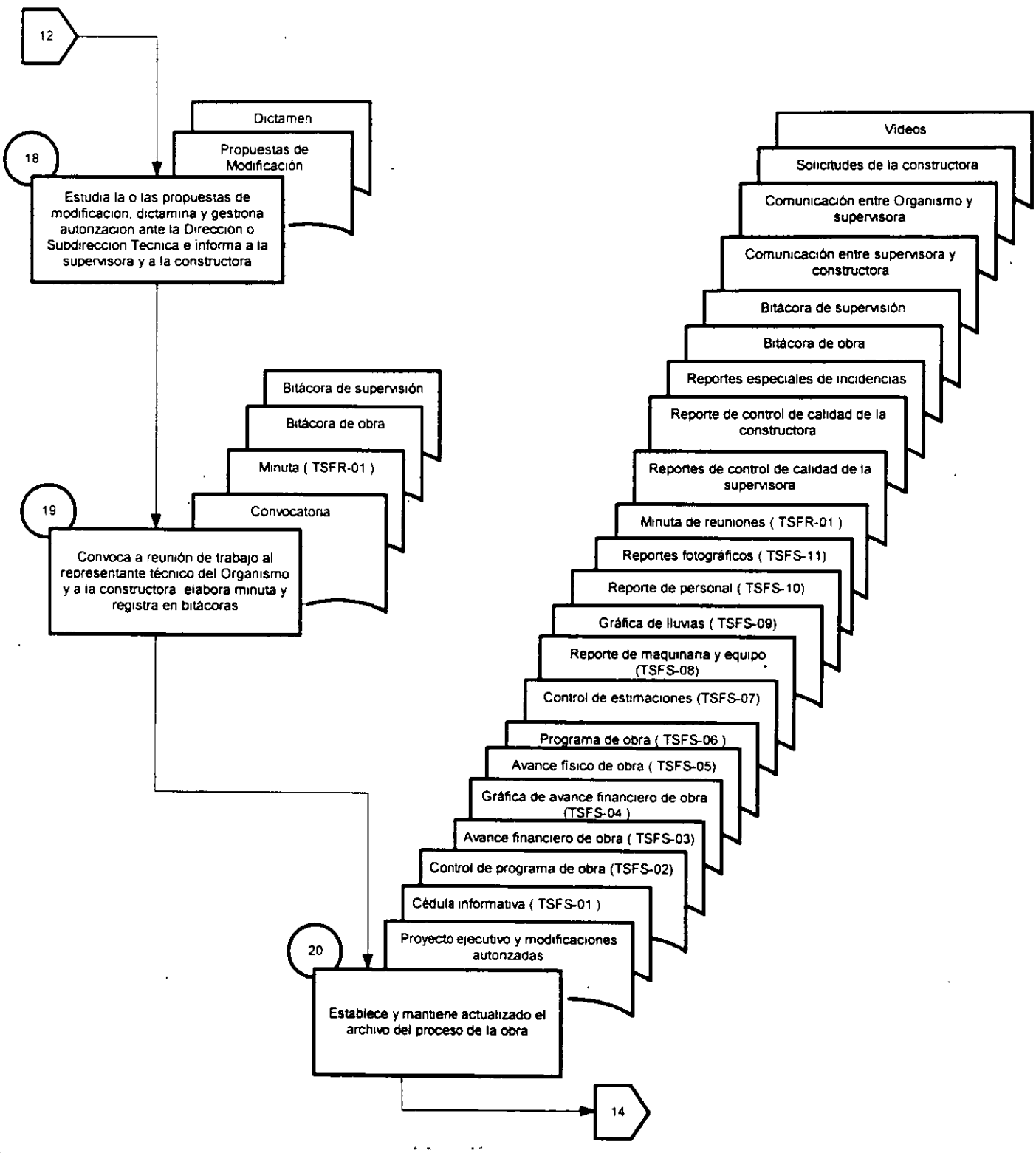


TÍTULO	ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO III.2

SUSTITUYE	PAG	DE
FECHA	PAG 13	DE 14
FECHA	ABRIL 1997	

SUBDELEGACIÓN TÉCNICA

SUPERVISORA



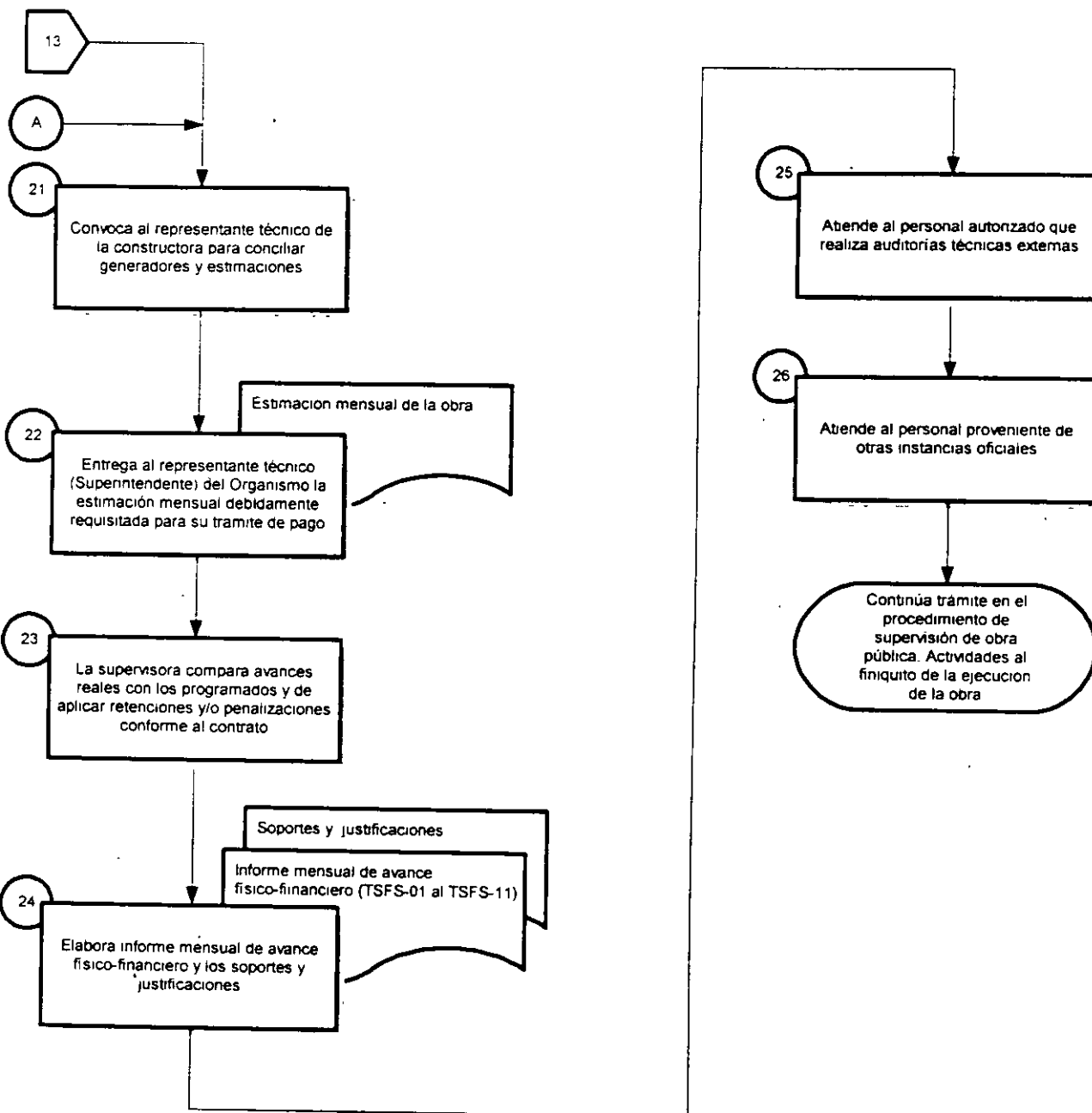


caminos y puentes

TITULO		ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	III.2

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG 14	DE 14
FECHA ABRIL 1997	

SUPERVISORA





caminos Y
puentes

TITULO		ACTIVIDADES AL FINIQUITO DE LA OBRA		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	1 DE 7
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		III.3		FECHA	ABRIL 1997

OBJETIVO

Exigir y certificar que la totalidad de los conceptos de la obra contratada y adicionales contratados estén completamente terminados, cumplan con todas las especificaciones generales y particulares del proyecto ejecutivo.



caminos Y
puentes

TITULO		ACTIVIDADES AL FINIQUITO DE LA OBRA		SUSTITUYE	
SISTEMA		SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		DIRECCION	
AREA		GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA	
CAPITULO		III.3		FECHA	
PAG		2		DE 7	
FECHA		ABRIL 1997			

POLÍTICAS

- 1 La supervisora será responsable de verificar físicamente la terminación total de la obra contratada y realizará las inspecciones y pruebas necesarias para ello.
- 2 A partir de la fecha de terminación de obra confirmada por la constructora, la supervisora tendrá diez días hábiles para verificar que todos los conceptos contratados se encuentren completamente concluidos, conforme al artículo 72 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.
- 3 La supervisora vigilará que no queden conceptos o cantidades de obra ejecutada pendientes de pago a la constructora, ni anticipos del Organismo por amortizar.
- 4 La supervisora será responsable de conciliar con la constructora la estimación final de la obra contratada.
- 5 La supervisora deberá verificar, previamente a la recepción de la obra, que la constructora haya otorgado la garantía especificada en el contrato para responder de los defectos que resultaren en la misma, de los vicios ocultos y de cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido, en cumplimiento del artículo 75 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas
- 6 Una vez recibida la obra por el Organismo, la supervisora contará con 15 días para entregar al mismo toda la documentación relativa a la obra, junto con el informe resumen de aspectos relevantes
- 7 La supervisora, en coordinación con el representante técnico del Organismo, atiende las auditorías internas y externas necesarias durante el proceso de cierre y finiquito de la obra y hasta un año después de terminada y recibida.
- 8 Después de 10 meses de recibida la obra esta será visitada conjuntamente por los representantes técnicos del Organismo, de la constructora y de la supervisora, para inspeccionar su estado físico y, de proceder, se libera a la constructora de la fianza de vicios ocultos, una vez que ésta haya vencido, conforme al artículo 75 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas



caminos Y
puentes

TITULO ACTIVIDADES AL FINIQUITO DE LA OBRA		SESION Y F	
SISTEMA SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		DIRECCION TÉCNICA	
AREA GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		CAPITULO III.3	
		PAG 3 DE 7	
		FECHA ABRIL 1997	

9 En el acta de entrega-recepción se convocará la participación de las siguientes instituciones

a) Primera Etapa

- Organismo
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes
- Constructora
- Supervisora
- Fiduciario, en su caso

b) Segunda Etapa:

Además de las anteriores instituciones:

- Secretaría de la Contraloría y Desarrollo Administrativo
- Contaduría Mayor de Hacienda



caminos Y
puentes

TITULO		ACTIVIDADES AL FINIQUITO DE LA OBRA		SUSTITUYE	
SISTEMA		SUPERVISION DE OBRA PÚBLICA		DIRECCION	
AREA		GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		CAPITULO	
				III.3	
				PAG 4 DE 7	
				FECHA ABRIL 1997	

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- 1 Cuando la constructora considera que la obra a su cargo ha concluido, lo notifica por escrito al Organismo y a la supervisora, señala fecha y hora para iniciar el proceso de verificación conforme al artículo 74 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.
- 2 Los representantes técnicos del Organismo, de la supervisora y de la constructora realizan conjuntamente los recorridos de inspección de la obra terminada en las fechas programadas, y se realizan las pruebas de control de calidad y las verificaciones físicas y documentales que procedan
- 3 En caso de existir obra pendiente de ejecutar o terminar, la supervisora exige a la constructora que proceda a realizarla ésta última debe señalar una nueva fecha para concluir el trabajo, con el acuerdo explícito de la supervisora y el representante técnico del Organismo; se elaborará la minuta (Ver formato TSFR-01, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma) correspondiente y se registrará el hecho en las bitácoras de obra y de supervisión
- 4 La supervisora constata que efectivamente todos los conceptos contratados y las ampliaciones autorizadas estén totalmente concluidos y listos para ser recibidos por el Organismo, verifica que el cumplimiento de las especificaciones y normas vigentes se ciña a las cláusulas del contrato de obra
- 5 La supervisora recibe en su caso, cada uno de los equipos debidamente instalados y probados en la obra, así como los respectivos manuales de operación y de mantenimiento; mismos que integra al paquete de documentos que se indica en el paso 12 de este procedimiento.
- 6 La supervisora cierra los controles de avance de obra ajusta cantidades de obra de proyecto a cantidades reales ejecutadas, destaca las diferencias, las modificaciones autorizadas, los precios unitarios de concurso y fuera de concurso debidamente autorizados, así como el programa de ejecución y la amortización de anticipos
- 7 Durante los 10 días hábiles con que cuenta la supervisora para realizar el cierre de la obra, formula una relación con los detalles faltantes o pendientes de corregir (Ver formato TSFR-03, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma) indicando su localización, cantidad y características, así como el programa de terminación acordado entre los representantes técnicos del Organismo y de la constructora y supervisora, ésta da seguimiento cotidiano a dicho programa específico de trabajo, cuida los requisitos de



caminos Y
puentes

TITULO		ACTIVIDADES AL FINIQUITO DE LA OBRA		SUSTITUYE	
SISTEMA		SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		DIRECCION	
AREA		GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA	
CAPITULO		III.3		PAG 5 DE 7	
FECHA		ABRIL 1997		FECHA	

acabado, calidad y costo, conforme con especificaciones, incluye equipos, sistemas e instalaciones así como el proyecto definitivo modificado de la obra, documentos que formarán parte del acta de entrega-recepción, conforme al artículo 75 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas y al artículo 49 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas

8 La supervisora verifica el estado contable correspondiente al ejercicio del contrato de obra, glosa la documentación relativa a las estimaciones y pagos autorizados, así como los créditos a favor o en contra, el monto ejercido y saldos; esta información deberá quedar claramente registrada en el acta de entrega-recepción

9 La supervisora elabora y presenta al Organismo la estimación conciliada con la constructora, acompañada de un informe en donde quede registrada la amortización de los anticipos y en caso de que haya diferencias en los conceptos de obra estimados, anexa una relación cuantificada de éstos con su opinión de no procedencia, soportada con las evidencias necesarias (modificaciones autorizadas al proyecto ejecutivo, precios unitarios autorizados fuera de catálogo, reportes de laboratorio de control de calidad, volúmenes de obra adicionales con sus secciones transversales) para su análisis y dictamen correspondiente Ver **Instructivo para la Integración, Validación y Autorización de Estimaciones de Obra, (anexo 12)** del Soporte Metodológico, Capítulo IV de esta Norma

10 Cuando todos los conceptos de obra contratada se encuentren terminados y recibidos a satisfacción de la supervisora, ésta emite un dictamen previo de entrega-recepción que envía al Subdelegado Técnico del Organismo y a la constructora para su conocimiento y análisis

11. Satisfechos los pasos anteriores en todos sus detalles y condiciones, el representante técnico de la supervisora procede a la recepción física y definitiva de la obra concluida, y a su vez la entrega al Subdelegado Técnico del Organismo, entonces se elabora el acta oficial de entrega-recepción y el cierre de la bitácora de obra

12 A los 30 días posteriores a la recepción de la obra por parte del Organismo, la supervisora entrega al Subdelegado Técnico del Organismo la documentación que soporta la supervisión de la obra concluida, así como la memoria correspondiente (Ver formato TSFR-12, Catálogo de Formatos Capítulo V de esta Norma).

13 A los 10 meses posteriores a la entrega física de la obra, se realiza una visita conjunta de los representantes técnicos del Organismo, de la constructora y de la supervisora, para inspeccionar el estado físico de la obra y en caso de no encontrarse vicios ocultos, se elabora el acta para liberar a la constructora de la fianza correspondiente, una vez que ésta haya vencido.



caminos y puentes

TITULO	ACTIVIDADES AL FINIQUITO DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCIÓN TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO III.3

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG	6 DE 7
FECHA	ABRIL 1997

SUPERVISORA

Continua tramite del procedimiento supervisión de obra pública
Actividades durante la ejecución de la obra

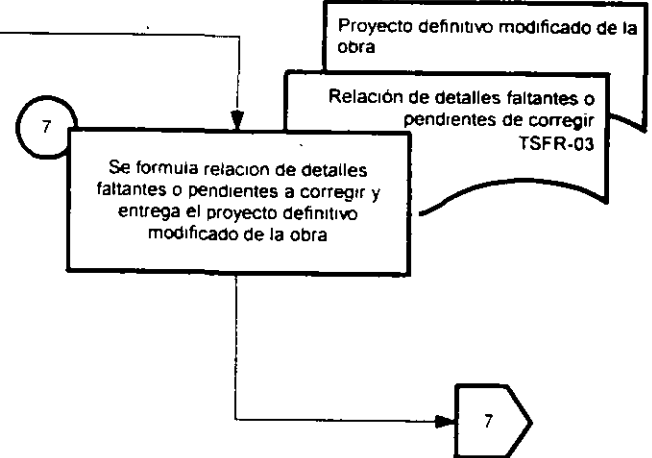
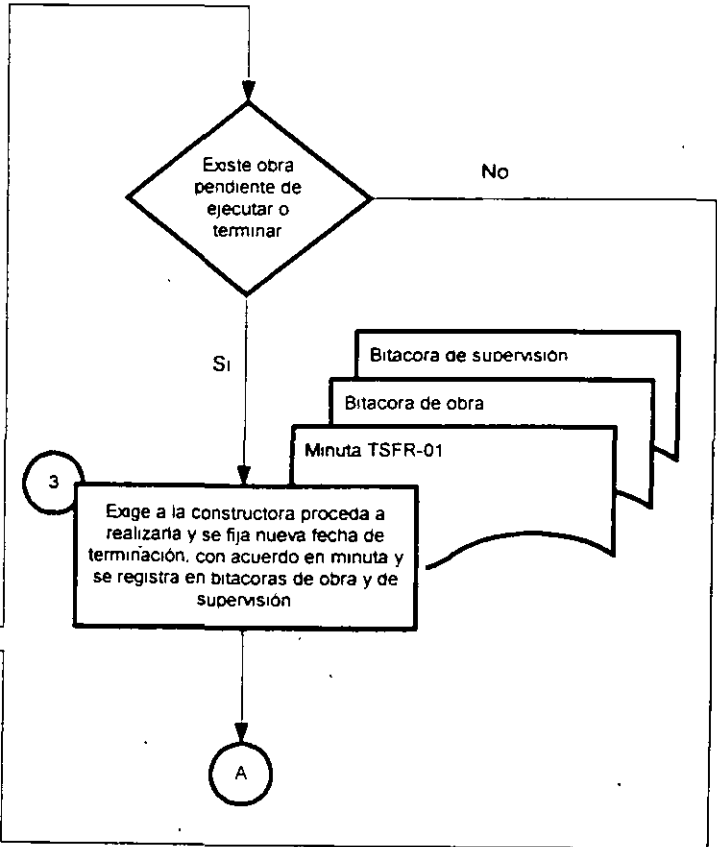
1 La constructora notifica al Organismo y a la supervisora para iniciar el proceso de verificación

2 La supervisora y la constructora realizan recorridos de inspección a la obra terminada

4 Constata que efectivamente los conceptos contratados y las aplicaciones se encuentren terminados

5 Recibe en su caso cada uno de los equipos debidamente instalados y probados en la obra así como manuales de operación y mantenimiento

6 Cierra los controles de avance de obra



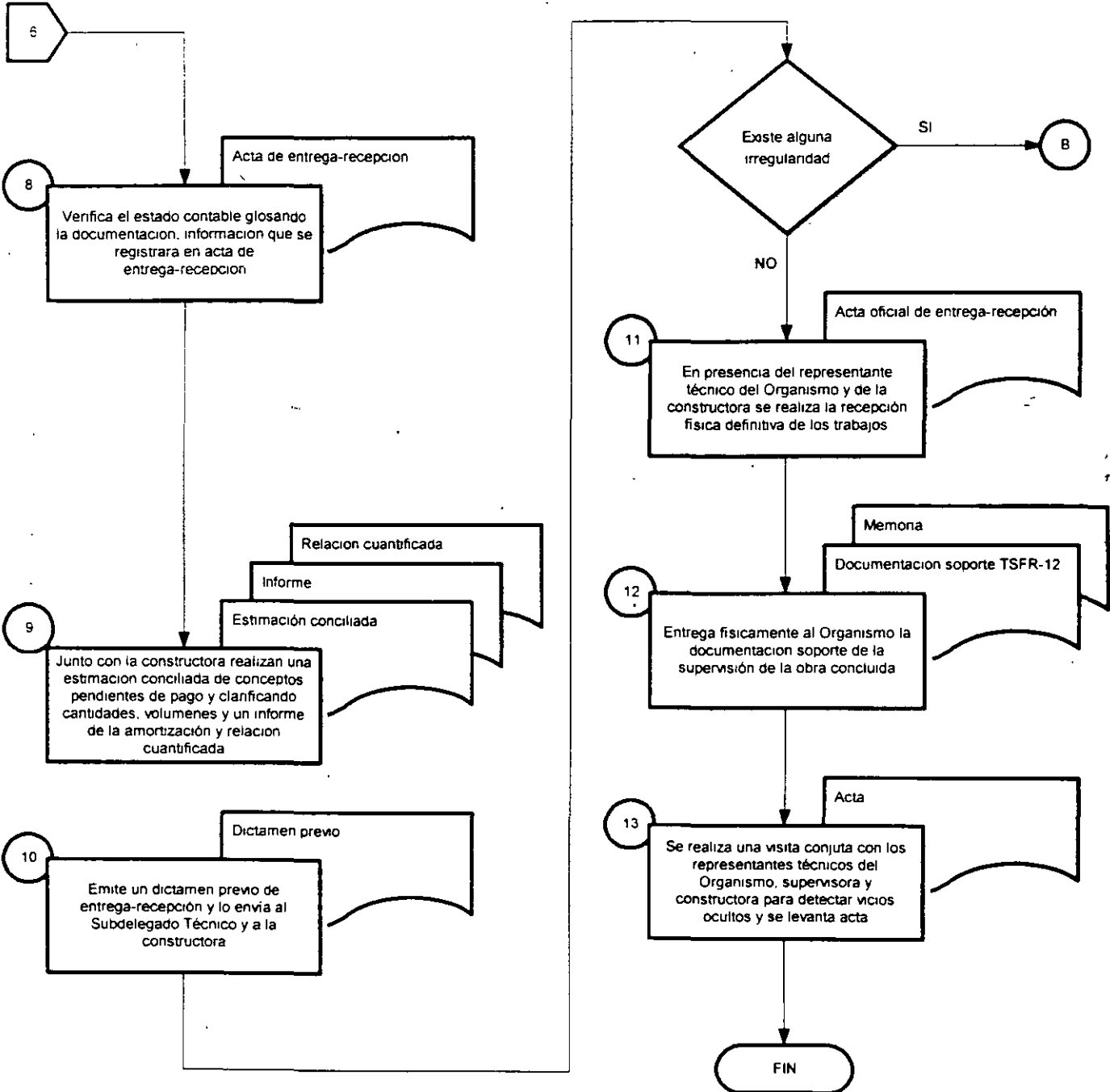


caminos y puentes

TITULO		ACTIVIDADES AL FINIQUITO DE LA OBRA	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	III.3

SUSTITUYE	
PAG.	DE
FECHA	
PAG.	7 DE 7
FECHA	ABRIL 1997

SUPERVISORA





caminos Y
puentes

TITULO		SOPORTE METODOLÓGICO (ANEXOS)		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DF
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	1 DE 1
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA				FECHA	ABRIL 1997

- 1 Sinopsis del Marco Jurídico.
- 2 Sinopsis del Marco Organizacional.
- 3 Facultades de la Gerencia de Supervisión de Obra Pública.
- 4 Guía para la evaluación de Empresas Supervisoras.
- 5 Guía para el análisis del proyecto general de la obra.
- 6 Lineamientos para la tramitación de modificaciones contractuales.
- 7 Normas de control de calidad aplicables a la obra pública.
- 8 Lineamientos de protección y seguridad para la obra pública.
- 9 Lineamientos de protección al medio ambiente para la obra pública.
- 10 Lineamientos de política social para la obra pública.
- 11 Lineamientos para la edificación de obra pública.
- 12 Lineamientos para la integración, validación y autorización de estimaciones de obra.
- 13 Lineamientos para la atención de auditorías operativas externas.



caminos Y
puentes

TITULO	SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)		SUSTITUYE
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA	PAG 1 DE 16 FECHA ABRIL 1997
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV	

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

ARTÍCULOS

SINOPSIS

133

La Constitución, las Leyes del Congreso de la Unión y los Tratados Internacionales constituyen la Ley Suprema de toda la Unión a pesar de cualquier disposición en contrario que exista en las Constituciones o Leyes de los Estados.

134

La contratación de obra pública que realice el Gobierno Federal, el Gobierno del Distrito Federal, así como sus respectivas administraciones públicas se adjudicarán o llevarán a cabo a través de licitaciones públicas; cuando las licitaciones no sean idóneas se atenderá a lo que disponga la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas



caminos Y puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)	
SISTEMA		DIRECCION	
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA	
AREA		CAPITULO	
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV	

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG	DE
2	16
FECHA	
ABRIL 1997	

LEY DE ADQUISICIONES Y OBRAS PÚBLICAS

ARTÍCULOS

SINOPSIS

- 4. Construcciones, servicios, proyectos y trabajos que se consideran obra pública para los efectos de la Ley
- 13. Aplicación supletoria del Código Civil para el Distrito Federal en materia común y para toda la república en materia federal y del Código Federal de Procedimiento Civiles.
- 19.FRACC XII. Obligación de considerar en los programas y presupuestos de la obra pública, las instalaciones para que personas discapacitadas puedan acceder y transitar por los inmuebles que se construyan.
- 20. Obligación de prever los efectos que puedan tener sobre el medio ambiente las obras que se construyan, así como preservar o restaurar las condiciones ambientales.
- 29. PÁRRAFO TERCERO. Tratándose de obra pública, además se requerirá contar con los estudios y proyectos, las normas y especificaciones de construcción, el programa de ejecución y, en su caso, el programa de suministro
- 57. Los contratos de obra pública podrán ser de dos tipos: sobre la base de precios unitarios o a precio alzado. Las dependencias y entidades podrán incorporar modalidades de contratación.
- 61. Requisitos mínimos que deben contener los contratos de obra pública
- 62 PÁRRAFOS 4o , 5o y 6o. La constructora no puede hacer ejecutar la obra por otro. Con autorización de la contratante podrá hacerlo respecto a parte de la obra. Las empresas pueden presentar proposiciones en forma conjunta sin necesidad de constituir otra sociedad. Derechos y obligaciones de los contratos de obra pública no pueden cederse, con excepción de los derechos de cobro, con previa autorización de la contratante.



caminos y
puentes

TITULO	SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG 3	DE 16
FECHA ABRIL 1997	

ARTÍCULOS

SINOPSIS

- 63 Forma y condiciones para pactar los anticipos en los contratos de obra pública. El atraso en la entrega será motivo para diferir en igual plazo el programa pactado. Reintegrar el saldo por amortizar en un plazo no mayor de veinte días naturales a partir de la fecha en la que se le comunique a la constructora la rescisión del contrato.
64. La residencia de supervisión se establecerá con anterioridad a la iniciación de la obra y será responsable de la supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos, incluyendo la aprobación de las estimaciones.
- 65 La obra debe iniciarse en la fecha señalada en el contrato, la contratante deberá poner a disposición de la constructora el o los inmuebles en que se construirá, en caso contrario se prorrogará el plazo pactado.
66. Las estimaciones se presentarán por periodos mensuales acompañadas de la documentación respectiva y se deberán pagar en un plazo no mayor de 30 días naturales, contados a partir de la fecha en que las hubiere recibido el residente de supervisión.
- 67 Ajuste de costos; los costos de los trabajos aún no ejecutados pueden ser revisados atendiendo a lo acordado en el contrato. El aumento o reducción deberá constar por escrito.
- 68 Obligación de pactar el procedimiento de ajuste de costos en el contrato y condiciones a las que se ajustará. Obligación de pagarlos a más tardar dentro de los 30 días naturales siguientes a la fecha en que la contratante resuelva por escrito el aumento o reducción.



caminos y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCIÓN	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	IV

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG 4	DE 16
FECHA ABRIL 1997	

ARTÍCULOS

SINOPSIS

- 69 Obligación de la dependencia o entidad contratante de pagar gastos financieros en caso de retrasarse en el pago de las estimaciones o ajustes de costos. Obligación de la constructora de reintegrar los pagos en exceso que haya recibido más los intereses correspondientes. Lo anterior deberá pactarse en los contratos.
- 70 Razones por las que se pueden celebrar convenios modificatorios que no rebasen el veinticinco por ciento del plazo o monto pactados en el contrato. Convenio adicional que debe celebrarse en caso de que las modificaciones excedan del porcentaje citado o varíen substancialmente el proyecto.
- 71 Las dependencias y entidades podrán suspender temporalmente en todo o en parte la obra contratada.
- 72 Reglas que deberán observarse en la suspensión, rescisión administrativa o terminación anticipada de los contratos.
- 73 Obligación de comunicar al contratista y a la Contraloría, cualquiera de los supuestos a que se refiere el artículo anterior.
74. Obligación de la constructora de comunicar a la contratante la terminación de los trabajos. Obligación de la contratante de proceder a la recepción en el plazo que se haya acordado en el contrato, de comunicar a la Contraloría la fecha de recepción y de levantar el acta de recepción correspondiente.



caminos Y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	IV

SUSTITUYE	
PAG.	DE
FECHA	
PAG.	5 DE 16
FECHA	ABRIL 1997

ARTÍCULOS

SINOPSIS

- 75 Garantías que debe otorgar la constructora para responder de los defectos, vicios ocultos o cualquier otra responsabilidad que le resultare, maneras de otorgar las garantías y derechos de las dependencias y entidades para exigir el pago de cantidades no cubiertas por las garantías.
- 76 Responsabilidad de la constructora para la ejecución de los trabajos, las responsabilidades y los daños y perjuicios que resulten por su inobservancia, serán a su cargo
- 77 Requisitos que deben cumplir las dependencias y entidades para ejecutar obra pública por administración directa
- 79 Obligación para dependencias y entidades de observar las disposiciones que en materia de construcción rijan en el ámbito estatal y municipal
- 92 Procedimiento para la aplicación de sanciones o multas, aplicable en lo conducente a las rescisiones administrativas que lleven a cabo las dependencias y entidades por causas imputables a los proveedores o contratistas
- TERCERO TRANSITORIO. Los reglamentos de las leyes de obras públicas y de adquisiciones, arrendamientos y prestación de servicios relacionados con bienes muebles, así como las disposiciones administrativas expedidas se seguirán aplicando en todo lo que no se opongan a esta Ley, en tanto se expidan los manuales de procedimientos y demás disposiciones administrativas.



caminos y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	IV

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG 6	DE 16
FECHA ABRIL 1997	

LEY DE VIAS GENERALES DE COMUNICACIÓN

ARTÍCULOS

SINOPSIS

10. El Gobierno Federal tiene la facultad de construir vías generales de comunicación, por sí, en cooperación con autoridades locales o por medio de particulares.
40. Las condiciones de seguridad, utilidad especial y eficiencia de las vías generales de comunicación serán fijadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
41. Con excepción de los trabajos de urgencia no se pueden ejecutar trabajos de construcción en la vías generales de comunicación sin la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes
42. Los cruzamientos de vías generales de comunicación solo podrán hacerse mediante la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes
43. Dentro de los límites urbanizados y urbanizables de las poblaciones, no se podrán poner obstáculos que impidan o molesten el uso de las calles, calzadas o plazas a juicio de las autoridades locales.
44. En ningún caso se permite la construcción de edificios o cualquier obra que pudiera entorpecer el tránsito en las vías generales de comunicación
45. Para llevar a cabo cortes de árboles, desmontes, rozas o quemas en un extensión de un kilómetro a cada lado de la vía general de comunicación, se requiere llenar los requisitos que exija la normatividad forestal y autorización expresa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.



caminos y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DF
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	DF
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV		7	16
				FECHA	ABRIL 1997

LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL

ARTÍCULOS	SINOPSIS
6 .	Para construir, conservar y mantener caminos y puentes federales se requiere de concesión.
22	La construcción y conservación de los caminos y puentes es de utilidad pública. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes efectuará la compraventa o promoverá la expropiación de los terrenos que sean necesarios.
23	Con excepción de los trabajos de urgencia y mantenimiento necesarios, no se podrán ejecutar trabajos de construcción o reconstrucción en los caminos y puentes, sin la previa autorización de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en los planos y demás documentos necesarios
24	Los cruzamientos de caminos federales solo podrán efectuarse previo permiso de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
26	No podrán establecerse trabajos de explotación de canteras o cualquier tipo de obras que requieran de explosivos o de gases nocivos, hasta en una distancia de 100 metros del limite del derecho de vía.
28	Se requiere permiso previo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para efectuar cualquier obra en las vías generales de comunicación que pudiera entorpecer el funcionamiento de los caminos federales.
29.	El derecho de via no esta sujeto a servidumbre



caminos Y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)	
SISTEMA		DIRECCION	
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA	
AREA		CAPITULO	
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV	

SUSTITUYE	
PAG.	DE
FECHA	
PAG. 8	DE 16
FECHA ABRIL 1997	

ARTÍCULOS

SINOPSIS

30

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes podrá otorgar concesiones para construir, mantener o conservar caminos y puentes; excepcionalmente la propia Secretaría otorgará concesiones fuera de licitación a los gobiernos de los estados o a entidades paraestatales



caminos Y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)		S U S T I T U Y E	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	9 DE 16
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV		FECHA	ABRIL 1997

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE

ARTÍCULOS

SINOPSIS

- | | |
|----|---|
| 10 | La Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución destinadas a prever la preservación y restauración del equilibrio ecológico y tiene por objeto: definir la política y ordenamiento ecológico; preservación, restauración y mejoramiento del medio ambiente, aprovechamiento racional de los elementos naturales, preservación y control de la contaminación, y la concurrencia y coordinación entre las partes interesadas. |
| 28 | La realización de obras que puedan causar desequilibrios ecológicos deben sujetarse a la autorización previa del Gobierno Federal y al cumplimiento de los requisitos que se le impongan. Para evaluar el impacto ambiental, la Secretaría requerirá a los interesados una descripción de los efectos de dichas obras en los ecosistemas de que se trate. |
| 29 | Materia en las que corresponde al Gobierno Federal evaluar el impacto ambiental. |
| 30 | Para los estudios y permisos para aprovechamientos forestales, deberán considerarse los dictámenes generales de impacto ambiental que emite la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. |
| 31 | En materias no reservadas a la Federación, corresponde a los estados y municipios evaluar el impacto ambiental. |



caminos Y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	IV

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG 10	DE 16
FECHA ABRIL 1997	

ARTÍCULOS

SINOPSIS

- | | |
|-----|--|
| 34 | En los casos de su competencia la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca resolverá otorgando la autorización para la ejecución de la obra de que se trate en los términos de la solicitud; negar la autorización u otorgaría condicionada. |
| 36 | Las normas técnicas ecológicas que emite la Secretaría del Ramo determinan la condiciones necesarias para asegurar la preservación y restauración del ambiente. |
| 38 | La federación, los estados y los municipios establecerán las medidas de protección a las áreas naturales para preservar y restaurar los ecosistemas. |
| 98 | Criterios que se consideran para la protección y aprovechamiento del suelo |
| 101 | Actividades prioritarias en las zonas selváticas que atenderá el Gobierno Federal. |
| 110 | Criterios para la protección de la atmósfera |
| 117 | Criterios para la prevención y control de la contaminación del agua |
| 120 | Actividades que quedan sujetas a regulación federal o local para evitar la contaminación del agua |
| 134 | Criterios para la prevención y control de la contaminación del suelo |



caminos Y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA	
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV	

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG 11	DE 16
FECHA ABRIL 1997	

LEY DE PRESUPUESTO, CONTABILIDAD Y GASTO PÚBLICO FEDERAL

ARTÍCULOS

SINOPSIS

20. Organismos, instituciones, dependencias, empresas y fideicomisos que ejercen el gasto público federal.
13. El gasto público federal se basa en presupuestos elaborados para cada año y fundados en costos.
15. El presupuesto de egresos de la federación es el que contiene el decreto que aprueba anualmente la Cámara de Diputados.
29. Concluida la vigencia del presupuesto de egresos, solo procederá hacer pagos por conceptos efectivamente devengados en el año de que se trate.
30. Excepcionalmente, y en casos justificados, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, podrá autorizar que se celebren contratos que rebasen las asignaciones presupuestales para el año.
31. La Secretaría establecerá las normas a que se sujetarán las garantías que deben constituirse en los actos y contratos que se celebren con las diversas entidades.
46. Los funcionarios y demás personal de las entidades son responsables de cualquier daño que sufra la Hacienda Pública Federal o el patrimonio de cualquier entidad y los particulares (supervisión) son responsables solidarios en los casos en que hayan participado y originen una responsabilidad.



caminos Y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO		(ANEXO 1)	
SISTEMA		SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		DIRECCION	
AREA		GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA	
CAPITULO		IV		SUSTITUYE	
PAG		12		DF	
FECHA		ABRIL 1997		DF	

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS

ARTÍCULOS	SINOPSIS
14.	Trámite para la obtención de licencias y permisos para la obra pública.
27	Los anticipos se deben pactar en los contratos, se deberán poner a disposición de la constructora con antelación al inicio de los trabajos. El atraso en su entrega serán motivo para diferir el programa. No se otorgarán anticipos para los convenios modificatorios ni para el adicional; tampoco para los ajustes de costos, la amortización deberá efectuarse proporcionalmente a cada una de las estimaciones.
31	Requisitos que deben contener las proposiciones de la constructora en el acto de presentación y apertura.
36.	Documentación que deberá entregar el concursante a quien se adjudique el contrato: análisis de todos los precios y programa detallado de ejecución de los trabajos.
45.	Las estimaciones se formularán con una periodicidad no mayor de un mes; plazos de presentación y autorización de estimaciones.
47.	Actividades mínimas que tiene a su cargo la supervisión
49.	Acta de terminación de los trabajos y requisitos mínimos que debe contener ésta
50	Procedimientos para realizar la revisión de costos.



caminos Y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)		S U S T I T U Y E	
SISTEMA		SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		DIRECCION	
AREA		GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		FECHA	
				PAG 13 DE 16	
				FECHA ABRIL 1997	
		DIRECCION TÉCNICA			
		CAPITULO IV			

ARTÍCULOS

SINOPSIS

- | | |
|-----|--|
| 51 | Obligación de pactar en el contrato el procedimiento elegido para la revisión de costos y condiciones a que se sujetará la revisión |
| 52 | Procedimientos que se deben seguir en los casos de suspensión o rescisión de los contratos. |
| 53 | Obligación de levantar acta circunstanciada en la que se haga constar el estado que guardan los trabajos en los casos de suspensión o rescisión de los contratos |
| 58 | Contratos de servicios relacionados con la obra pública y servicios que quedan comprendidos en esta acepción |
| 59. | Estipulaciones que deben contener los contratos de servicios relacionados con la obra pública. |



caminos y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	DE
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV		14	16
				FECHA	ABRIL 1997

REGLAMENTO DE LA LEY DE PRESUPUESTO, CONTABILIDAD
Y GASTO PÚBLICO FEDERAL

ARTÍCULOS	SINOPSIS
32	El ejercicio del gasto público federal se efectúa con base en calendarios aprobados previamente por la Secretaría
42.	Disposiciones que deberán observar las entidades cuando contraigan compromisos.
44.	Requisitos a que deben sujetarse los pagos que efectúen las entidades con cargo a sus presupuestos.
45.	Requisitos que deberán cumplir las entidades para cubrir los compromisos devengados y no pagados al 31 de diciembre de cada año.
71	Requisitos a que deben sujetarse las garantías constituidas en favor de las entidades por actos y contratos que celebren.



caminos Y puentes

TITULO	SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

SUSTITUYE	
PAG	DF
FECHA	
PAG	DF
FECHA	
15	16
ABRIL 1997	

LINEAMIENTOS Y OFICIOS-CIRCULARES

FECHA DE PUBLICACIÓN

SINOPSIS

15 DE MARZO DE 1996

Lineamientos para el oportuno y estricto cumplimiento del régimen jurídico de las adquisiciones, arrendamientos, prestación de servicios de cualquier naturaleza, obras públicas y servicios relacionados en éstas

14 DE AGOSTO DE 1995

Oficio-circular no SP/100-429/95, que suscriben la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, para reforzar las medidas preventivas relativas al pago oportuno de las contrataciones que realizan las dependencias y entidades.

13 DE SEPTIEMBRE DE 1996

Oficio-circular por el que se requiere a las dependencias y entidades de la administración pública federal el envío de información a la Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo, en materia de ejecución de obra pública, para efectos de inspección y vigilancia.

2 DE OCTUBRE DE 1996

Oficio-circular por el que se dan a conocer los lineamientos y criterios para que en los procedimientos de licitación pública e invitación restringida y en lo relacionado con la ejecución y cumplimiento de los contratos de adquisiciones, obras públicas y servicios de cualquier naturaleza, se observe estrictamente lo dispuesto en la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.



caminos Y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO JURÍDICO (ANEXO 1)		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		DF	
AREA		CAPITULO		FECHA	
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV		PAG 16 DE 16	
				FECHA ABRIL 1997	

**NORMAS OFICIALES MEXICANAS DICTADAS POR LA SECRETARÍA DEL MEDIO
AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA**

FECHA DE PUBLICACIÓN

SINOPSIS

NORMA OFICIAL MEXICANA

NOM-003-CNA-1996

3 DE FEBRERO DE 1996

Requisitos para prevenir la contaminación de acuíferos durante la construcción de pozos de extracción.



caminos Y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO ORGANIZACIONAL (ANEXO 2)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	IV

SUSTITUYE	
PAG.	DF
FECHA	
PAG	1 DF 3
FECHA	ABRIL 1997

ETAPA	TRÁMITE	AREA
Después del concurso de supervisión	Recibe proyecto general de la obra	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia de Conservación
Visita al sitio de la obra	Realiza verificación física	<ul style="list-style-type: none"> • Superintendencia
Análisis de factibilidad del proyecto general de la obra	Entrega informe de factibilidad del proyecto general	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia de Conservación • Subdirección Técnica
Después del fallo del concurso de la obra	Asiste a la reunión inicial	<ul style="list-style-type: none"> • Subdelegación Técnica • Gerencia de Normas y Estudios Técnicos
Reunión inicial	a) Presentación de la constructora designada b) Recibe proyecto ejecutivo de la obra c) Recibe información de la constructora d) Nombramiento de representantes técnicos e) Entrega plantilla de personal técnico en campo f) Elabora minuta y recaba firmas g) Apertura de bitácoras	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia de Conservación • Gerencia de Supervisión de Obra Pública • Subdelegado Técnico • Superintendencia
Análisis de congruencia	Entrega informe de congruencia del proyecto ejecutivo	<ul style="list-style-type: none"> • Subdelegado Técnico • Representante Técnico del Organismo
Propuesta de modificaciones al proyecto ejecutivo	Elaboran y soportan solicitud de modificación contractual	<ul style="list-style-type: none"> • Representantes Técnicos del Organismo, constructora y supervisora



caminos Y
puentes

TÍTULO		SINOPSIS DEL MARCO ORGANIZACIONAL (ANEXO 2)		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	DE
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV		2	3
				FECHA	ABRIL 1997

ETAPA	TRÁMITE	AREA
Ajustes autorizados al proyecto ejecutivo, en su caso	Recibe notificación oficial a supervisora y constructora	<ul style="list-style-type: none"> • Dirección Técnica • Subdirección Técnica • Subdelegado Técnico
Implantación de modificaciones	Actualización del proyecto ejecutivo	<ul style="list-style-type: none"> • Representantes Técnicos del Organismo, Constructora y Supervisora
Inicio de obra	Recibe notificación de inicio de obra	<ul style="list-style-type: none"> • Dirección Técnica • Subdelegado Técnico • Gerencia de Supervisión de Obra Pública
Decisiones que no modifican costos o programa de obra	Reunión de trabajo para análisis, decisión e implantación	<ul style="list-style-type: none"> • Representantes Técnicos del Organismo, Constructora y Supervisora • Subdelegado Técnico
Revisión de generadores	Revisión y autorización de generadores	<ul style="list-style-type: none"> • Representantes Técnicos de la Constructora y del Organismo
Visto bueno de estimaciones	Análisis de estimaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Representantes Técnicos de la Constructora y del Organismo
Pago de estimaciones	Revisión en Delegación Regional y oficinas centrales	<ul style="list-style-type: none"> • Delegado Regional • Gerencia de Conservación • Subdirección Técnica
Auditorias externas	Atención y presentación de documentos	<ul style="list-style-type: none"> • Delegación Regional • Contraloría Interna
Supervisión interna	Atención y presentación de documentos	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia de Supervisión de Obra Pública
Informe de supervisión	Elaboración y presentación	<ul style="list-style-type: none"> • Gerencia de Supervisión de Obra Pública
Terminación de obra	Recibe aviso de terminación	<ul style="list-style-type: none"> • Representante Técnico de la Constructora
Verificación de terminación	Inspección física, documental y de comprobación	<ul style="list-style-type: none"> • Representantes Técnicos del Organismo y de la Constructora
Estimación final	Análisis y verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Representante Técnico de la Constructora • Subdelegado Técnico



caminos Y
puentes

TITULO		SINOPSIS DEL MARCO ORGANIZACIONAL (ANEXO 2)		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	DE
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV		3	3
				FECHA	ABRIL 1997

ETAPA	TRÁMITE	AREA
Cierre de bitacora de obra	Reunión de trabajo	<ul style="list-style-type: none">• Representante Técnico de la Constructora• Subdelegado Técnico
Acta de entrega recepción	Elaboración y firma	<ul style="list-style-type: none">• Representantes Técnicos del Organismo y de la Constructora• Subdelegado Técnico
Documentación soporte	Integración y entrega	<ul style="list-style-type: none">• Representante Técnico del Organismo• Subdelegado Técnico



caminos Y
puentes

TITULO		FACULTADES DE LA GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA (ANEXO 3)		S U S T I T U Y E		
SISTEMA		SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		PAG		DF
DIRECCION		TÉCNICA		FECHA		
AREA		GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		PAG		1 DF 1
CAPITULO		IV		FECHA		ABRIL 1997

- 1- Revisar permanentemente la norma CAPUFE 008-I-DT-1997 para la **supervisión de obra pública** y someter a consideración del Comité de Normalización las propuestas de modificación y actualización de la misma
- 2- Formular las invitaciones correspondientes para **concursos de invitación restringida** en esta materia, en acuerdo con la Dirección Técnica o Dirección General Adjunta.
- 3- Coordinar y **evaluar el trabajo de supervisión** con un enfoque preventivo, respecto al cumplimiento de la normatividad vigente y la eficiencia en el uso de los recursos de CAPUFE.
- 4- Elaborar y sistematizar un **procedimiento de evaluación de empresas supervisoras**.
- 5- Realizar **visitas periódicas** a las obras para verificar la aplicación de las normas y procedimientos de supervisión.
- 6- Realizar periódicamente **reuniones de evaluación** de la supervisión de obras en coordinación con **las áreas operativas** de la Dirección Técnica.
- 7- Preparar informes mensuales de evaluación de las empresas supervisoras contratadas
- 8- Definir los criterios para la selección de empresas supervisoras y elaborar un programa de invitaciones para la adjudicación de contratos a empresas supervisoras en acuerdo con la Dirección Técnica y Dirección General adjunta.
- 9- Constatar que las Superintendencias desahoguen las observaciones de las auditorías externas en tiempo y forma, auxiliándose de las empresas supervisoras externas en coordinación con las Gerencias operativas.
- 10.- La Gerencia de Supervisión de Obra Pública tomará sus acuerdos directamente con el Director Técnico y/o Director General Adjunto.
11. La Gerencia de Supervisión de Obra Pública, deberá establecer una coordinación obligada entre la Dirección Técnica y la Contraloría Interna



caminos Y
puentes

TITULO		GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE EMPRESAS SUPERVISORAS (ANEXO 4)		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	1 DE 2
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV		FECHA	ABRIL 1997

OBJETIVO

Obtener el mejor y mayor apoyo técnico posible de las empresas de supervisión externa de obra existentes en el mercado, así como verificar ponderada y sistemáticamente su desempeño durante la relación contractual con el Organismo.

POLÍTICAS

1. Conforme a sus atribuciones, el Organismo establecerá criterios de análisis para asegurarse de que las empresas que califiquen para participar en los procesos de licitación de la supervisión externa de la obra pública a cargo de Caminos y Puentes, reúnan los conocimientos necesarios y experiencia práctica para realizar con la mayor eficiencia las tareas de análisis técnico, verificación de acciones y resolución de problemas.
2. El análisis y evaluación del desempeño de las empresas supervisoras contratadas por el Organismo, en ningún caso deberá contravenir las disposiciones que al respecto establece la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas y demás disposiciones relativas y vigentes.
3. El Organismo considerará la mayor capacidad técnica, responsabilidad y ética profesional de la supervisora, entre otros factores de evaluación.
4. La empresa supervisora integrará a sus acciones la mejor tecnología posible para la consecución eficaz de los objetivos, políticas, procedimientos de trabajo y lineamientos establecidos en este Manual.
5. El Organismo podrá realizar evaluaciones periódicas o aleatorias respecto del desempeño de la supervisora contratada, siempre con base a los resultados obtenidos por la misma comparativamente con los compromisos contractuales convenidos entre las partes.
6. El Organismo podrá realizar asimismo evaluaciones parciales o totales respecto del desempeño de la supervisora, a través de una o varias áreas cuyas funciones las faculten para ello.

FASES PREVISTAS PARA LA EVALUACIÓN

Para realizar la evaluación del desempeño de la supervisora, a continuación se enlistan las etapas del proceso de supervisión de la obra en las que será conveniente realizar dichas revisiones, así como los conceptos de resultados y actuación que podrían considerarse sujetos de análisis

1 ANTES DE LA CONTRATACIÓN DE LA SUPERVISORA

- a) Experiencia con el Organismo o similar, y ante la Secodam y Contaduría Mayor de Hacienda
- b) Curriculum Empresarial



caminos Y
puentes

TITULO		GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE EMPRESAS SUPERVISORAS (ANEXO 4)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	IV

SUSTITUYE	
PAG.	DF
FECHA	
PAG.	2 DF 2
FECHA ABRIL 1997	

- c) Infraestructura de la empresa para la obra
 - d) Curricula del personal técnico
 - e) Capacidad técnica (equipo de transporte, comunicación, informática, laboratorios, etc.)
 - f) Conocimiento del proyecto
 - g) Experiencia específica en obra tipo
 - h) Experiencia específica en el Organismo
2. PREVIAMENTE AL INICIO DE LA OBRA
- a) Capacidad de análisis técnico
 - b) Capacidad de análisis financiero
 - c) Verificación de factores de Protección al Medio Ambiente
 - d) Verificación de factores de Protección y Seguridad
 - e) Conocimiento del medio
- 3 DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA
- a) Manejo de bitácoras
 - b) Atención a la seguridad
 - c) Verificación de estimaciones
 - d) Informes de avance físico y financiero
 - e) Actuación del personal técnico
 - f) Verificación de la calidad
 - g) Control de proyectos, programas, presupuestos y administración
 - h) Coordinación de obra, información y comunicación
 - i) Efectividad del apoyo técnico
 - j) Efectividad en la resolución de problemas
 - k) Relaciones de trabajo
 - l) Ética profesional
- 4 DURANTE EL FINIQUITO DE LA OBRA
- a) Verificación de resultados contractuales
 - b) Verificación de acabados
 - c) Integración de archivos (soporte documental)
5. DESPUÉS DEL FINIQUITO DE LA OBRA
- a) Responsabilidad por pendientes de la constructora
 - b) Proyecto modificado autorizado de la obra
 - c) Acta de entrega-recepción

La ponderación y escala numérica que corresponde a cada etapa y a cada factor de calificación queda a criterio del Organismo.



TITULO		GUÍA PARA EL ANÁLISIS DEL PROYECTO GENERAL DE LA OBRA (ANEXO 5)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	IV

S U S T I T U Y E	
PAG	DF
FECHA	
PAG	1 DE 3
FECHA	ABRIL 1997

OBJETIVO

Asegurar el correcto desarrollo de una obra determinada, analizando anticipadamente la factibilidad técnica y económica del proyecto general, así como la congruencia de los programas autorizados para su realización.

POLÍTICAS

- 1 El Organismo podrá apoyarse en la opinión profesional de una empresa supervisora para validar la factibilidad técnica y económica del proyecto general de una obra que así lo requiera, antes de su licitación.
- 2 La supervisora utilizará la mayor capacidad, experiencia, objetividad y ética profesional en el análisis del proyecto general de la obra asignada por el Organismo, identificando y ponderando los efectos negativos de las incongruencias e inconsistencias localizadas.
- 3 La supervisora elaborará y entregará oportunamente al Organismo un informe detallado de recomendaciones y modificaciones necesarias al proyecto general de la obra, antes de su licitación.
- 4 El Organismo analizará y determinará la procedencia de incorporar al proyecto general de la obra las recomendaciones técnicas propuestas por la supervisora, antes del proceso de licitación de la obra
- 5 El Organismo requerirá la opinión profesional de la supervisora para determinar la congruencia de los programas de trabajo presentados por la constructora, conforme a las especificaciones generales y particulares del proyecto ejecutivo, antes del inicio de la obra
- 6 La supervisora realizará una comparación técnica y objetiva de los recursos humanos, materiales y equipo propuestos por la constructora, contra los volúmenes de catálogo y parámetros económicos establecidos en el proyecto ejecutivo de la obra
- 7 La supervisora elaborará y entregará oportunamente al Organismo un informe detallado de modificaciones y ajustes necesarios a la propuesta de recursos humanos, materiales y equipo presentada por la constructora, antes del inicio de la obra
- 8 El Organismo analizará y determinará la procedencia de autorizar las modificaciones y ajustes a la propuesta de la constructora, recomendadas por la supervisora antes del inicio de la obra
- 9 La supervisora vigilara que la constructora ajuste su propuesta de recursos humanos materiales y equipo, conforme a lo autorizado por el Organismo en esta materia.



caminos Y
puentes

TITULO	GUÍA PARA EL ANÁLISIS DEL PROYECTO GENERAL DE LA OBRA (ANEXO 5)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

SUSTITUYE	
PAG	DF
FECHA	
PAG	2 DE 3
FECHA	
ABRIL 1997	

10. La supervisora será responsable de realizar la coordinación necesaria para que al inicio de la obra se hayan analizado, autorizado e implantado las modificaciones y ajustes detectados y propuestos por la misma

SECUENCIA PARA DETERMINAR LA CONGRUENCIA DE PLANOS CONTRA CATÁLOGO DE CONCEPTOS

1. Revisión por plano del contenido de la información.

1.1 Revisar que cada plano contenga la información suficiente en dimensiones, niveles y referencias

1.2 Ponderar su importancia constructiva y con ello normar el criterio para emitir las recomendaciones de complemento o corrección en su caso.

1.3 Realizar una revisión cruzada del plano con aquellos que le sean afines en ubicación y de cada especialidad requerida para constatar que la información común sea igual en todos los casos a que haya lugar.

2. Revisión de cuantificación de trabajos por plano

2.1 Siguiendo la lógica constructiva, se deberán revisar la cantidad de conceptos y su volumetría por ejecutar manifestada en el catálogo de conceptos y se deberá ir llenando la tabla comparativa de cantidades de obra (Ver formatos TSFA-01.1 y TSFA-01.2, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma) en donde se incluirán aquellos conceptos que no fueron considerados y que por proceso constructivo se deberán realizar conforme a lo manifestado en planos.

3. Resumen de revisión y recomendación por plano

3.1 Con las diferencias encontradas generar, jerarquizando su importancia, un dictamen con las modificaciones o complemento pertinentes

4. Concentrado de modificaciones al catálogo de conceptos.

4.1 Con las diferencias en volumetrías, conceptos faltantes en el catálogo o conceptos de más, generar un catálogo de conceptos depurado y recalcular importes de presupuesto base



caminos Y
puentes

TITULO		GUÍA PARA EL ANÁLISIS DEL PROYECTO GENERAL DE LA OBRA (ANEXO 5)		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DF
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	3 DE 3
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV		FECHA ABRIL 1997	

SECUENCIA PARA DETERMINAR LA CONGRUENCIA DE VOLÚMENES DE CATÁLOGO CONTRA PROGRAMAS

- 1 Recursos humanos (Ver formato TSFA-02 1, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma).

A partir del grupo de actividades principales del catálogo de conceptos, analizar los rendimientos de cuadrillas con respecto al volumen por ejecutar de esas actividades, a fin de obtener el número de días efectivos de trabajo y poder comparar con el número de días programados (se busca determinar la factibilidad de los días programados ó plazos de ejecución).

- 2 Recursos materiales (Ver formato TSFA-02.2, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma)

A partir del grupo de actividades principales del catálogo de conceptos, analizar las cantidades de material programado contra la cantidad de material resultante de la revisión de la cuantificación de volumetrías y de los conceptos de obra.

3. Recursos de maquinaria y equipo (Ver formato TSFA-02.3, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma)

A partir del grupo de actividades principales del catálogo de conceptos, analizar los rendimientos del equipo a utilizar con respecto al volumen por ejecutar de esas actividades, a fin de obtener el número de días efectivos de trabajo de la maquinaria o equipos (se busca determinar la suficiencia de equipo ó maquinaria con respecto a los plazos de ejecución).



caminos Y
puentes

TITULO	LINEAMIENTOS PARA LA TRAMITACIÓN DE MODIFICACIONES CONTRACTUALES (ANEXO 6)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCIÓN TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

SUSTITUYE	
PAG	DF
FECHA	
PAG	1 DF 5
FECHA ABRIL 1997	

OBJETIVO

Establecer y normar la secuencia de los pasos a seguir para determinar, proponer y tramitar la autorización e implantación de cambios necesarios al proyecto ejecutivo de obra, considerando siempre el respeto a los lineamientos de calidad, seguridad, medio ambiente y política social

POLÍTICAS

1. El presente instructivo se aplicará exclusivamente cuando se trate de modificaciones al proyecto ejecutivo de la obra que impliquen alteraciones al presupuesto o al programa de obras.
2. La supervisora será responsable de gestionar ante el Organismo la autorización de modificaciones contractuales al proyecto ejecutivo de la obra señaladas en el presente instructivo.
3. Las solicitudes de modificación al proyecto ejecutivo de obra se realizarán por escrito y serán soportadas por la información técnica y administrativa necesaria y suficiente, señalando los beneficios de su aplicación.
4. Las solicitudes de modificación al proyecto ejecutivo de la obra deberán integrarse con la firma de los representantes técnicos del Organismo, de la constructora y de la supervisora, con el visto bueno del Subdelegado Técnico
5. La implantación de las modificaciones solicitadas sólo procederá con la autorización expresa y escrita de la Dirección Técnica y/o Subdirección Técnica del Organismo
6. Toda modificación al proyecto ejecutivo de la obra deberá formalizarse mediante la celebración del convenio respectivo.
7. En ningún caso se iniciarán trabajos de modificación, sin que se cuente con el presupuesto correspondiente debidamente autorizado por el Organismo.



caminos y
puentes

TITULO		LINEAMIENTOS PARA LA TRAMITACIÓN DE MODIFICACIONES CONTRACTUALES (ANEXO 6)		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DF
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	DF
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV		FECHA	ABRIL 1997

SECUENCIA

1. DIFERIMIENTO DE LA FECHA REAL DE INICIO DE LA OBRA.

- 1.1 Cuando la constructora no recibe en la fecha programada el anticipo que sirve de base para indicar el inicio del programa oficial de ejecución de la obra contratada, se atiende lo dispuesto en la fracción I del artículo 63 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, presenta a la Supervisora solicitud de diferimiento debidamente soportada, obtiene su visto bueno y la entrega a la Gerencia de Normas y Estudios Técnicos del Organismo
- 1.2 La Gerencia de Normas y Estudios Técnicos del Organismo gestiona la autorización de la solicitud de diferimiento y la fecha definitiva para el inicio de la obra, formalizando su aplicación mediante un convenio explícito firmado por los representantes técnicos del Organismo, supervisora y constructora

2. REPROGRAMACIÓN

- 2.1. Cuando el programa de obra no se pueda iniciar en la fecha prevista, por responsabilidad del Organismo, la constructora presenta a la supervisora solicitud de reprogramación con la documentación que sustente día a día el plazo que considera procedente, anexando notas de bitácora, minutas de trabajo y oficios en los que claramente se puedan contabilizar los días solicitados.
- 2.2 La supervisora analiza y concilia con la constructora los documentos soporte y elabora proyectos de dictamen y convenio.
- 2.3. La supervisora presenta solicitud de reprogramación al Superintendente del Organismo para su revisión y visto bueno.
- 2.4 La supervisora entrega solicitud de reprogramación al Subdelegado Técnico para su revisión y envío a la Gerencia de Conservación que corresponda, en oficinas centrales.
- 2.5 La Gerencia de Conservación que corresponda revisa la solicitud de reprogramación y con su visto bueno la envía a la Gerencia de Normas y Estudios Técnicos para la elaboración del convenio definitivo
- 2.6. La Gerencia de Normas y Estudios Técnicos elabora acuerdo de la Dirección o Subdirección Técnica, según sea el caso y lo entrega al Director o Subdirector.
- 2.7. La Dirección o Subdirección Técnica autoriza la reprogramación.
- 2.8. La Gerencia de Normas y Estudios Técnicos notifica al Superintendente del Organismo y representantes técnicos de la supervisora y constructora que pueden proceder a la reprogramación solicitada



caminos y
puentes

TITULO LINEAMIENTOS PARA LA TRAMITACIÓN DE MODIFICACIONES CONTRACTUALES (ANEXO 6)		SUSTITUYE PAG. DF	
SISTEMA SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		DIRECCIÓN TÉCNICA	
AREA GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		CAPITULO IV	
		PAG 3 DE 5 FECHA ABRIL 1997	

3. CONVENIO MODIFICATORIO (CUANDO EL MONTO DE LA OBRA O PLAZO POR EJECUTAR NO REBASE EL 25% DEL CONTRATO ORIGINAL).

Con base al artículo 70, primer párrafo de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, se atenderá el siguiente procedimiento:

- 3.1. La constructora entrega solicitud de convenio modificatorio y sustento a la supervisora, para su análisis.
- 3.2. La supervisora revisa y concilia con la constructora presentando la solicitud a visto bueno del Superintendente del Organismo, elaborando el dictamen correspondiente.
- 3.3. La supervisora entrega al Subdelegado Técnico la solicitud analizada para su revisión, visto bueno y trámite.
- 3.4. El Subdelegado Técnico envía a la Gerencia de Conservación que corresponda la documentación que incluye: solicitud, sustentación, visto bueno de la Superintendencia y Subdelegación Técnica, proyectos de dictamen y convenio.
- 3.5. La Gerencia de Conservación revisa y envía a la Gerencia de Normas y Estudios Técnicos la documentación completa para la elaboración definitiva del convenio.
- 3.6. La Gerencia de Normas y Estudios Técnicos elabora acuerdo de la Subdirección Técnica y presenta al Subdirector para su revisión y trámite ante el Director Técnico.
- 3.7. El Subdirector Técnico presenta en acuerdo la solicitud de convenio al Director Técnico.
- 3.8. El Subdirector Técnico envía a la Gerencia de Normas y Estudios Técnicos acuerdo y documentación para trámite enviando copias del convenio a la Delegación Regional y supervisora.

4. CONVENIO ADICIONAL POR UNICA VEZ (CUANDO EL MONTO DE LA OBRA ADICIONAL REBASE EL 25% DEL MONTO O PLAZO FIJADO EN EL CONTRATO ORIGINAL)

- 4.1. Con base al artículo 70, párrafo 2º de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, se atenderá el mismo procedimiento indicando en el apartado 3 anterior, con la salvedad de que en el punto 3.7 la autorización corresponde a la Dirección General del Organismo.

5. AJUSTE DE COSTOS

Cuando la modificación al proyecto ejecutivo implique ajuste de los costos del presupuesto, se atenderá a lo dispuesto en los artículos 67 y 68 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, así como lo establecido en los artículos 27, fracción VII; 50 y 51 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas, y se seguirá el siguiente procedimiento:



caminos y
puentes

TITULO		LINEAMIENTOS PARA LA TRAMITACIÓN DE MODIFICACIONES CONTRACTUALES (ANEXO 6)		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	4 DE 5
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV		FECHA	ABRIL 1997

- 5.1 La supervisora recibe de la constructora la solicitud de ajuste de costos, revisa y analiza la aplicación de los factores publicados por la Secodam y el cálculo del importe de acuerdo a los volúmenes de programa.
- 5.2 La supervisora presenta la solicitud al Superintendente del Organismo para su revisión y visto bueno.
- 5.3 La supervisora entrega la solicitud al Subdelegado Técnico para su revisión y trámite
- 5.4 El Subdelegado Técnico envía la solicitud a la Gerencia de Normas y Estudios Técnicos para su revisión y trámite.
- 5.5 La Gerencia de Normas y Estudios Técnicos revisa y elabora dictamen de la Comisión Interna de Precios Unitarios, acuerdo y oficio de autorización de escalatoria y lo presenta a la Comisión Interna de Precios Unitarios para su autorización
- 5.6 La Gerencia de Normas y Estudios Técnicos tramita escalatoria y envía copias a la Delegación Regional y supervisora.
- 5.7. La supervisora verifica la aplicación del ajuste de costos autorizado

6. SUSENSIONES TEMPORALES

- 6.1 Cuando por causas técnicamente justificadas, razones o decisiones atribuibles al Organismo, y notificadas por éste, se hace necesaria una suspensión temporal de la obra, se atenderá a lo dispuesto en el artículo 71 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas
- 6.2 Los representantes técnicos del Organismo, de la constructora y de la supervisora elaboran acta circunstanciada en la que consta la aplicación de las instrucciones del Organismo y la entregan al Subdelegado Técnico

7. SUSPENSIÓN, RESCISIÓN ADMINISTRATIVA O TERMINACIÓN ANTICIPADA.

- 7.1 En el caso de que el Organismo determine la aplicación de alguno de los supuestos enunciados, se atenderá a lo dispuesto en el artículo 72 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, conforme a la fracción que corresponda
 - I Suspensión de la obra o rescisión de contrato por causas imputables al Organismo
 - II Rescisión del contrato por causas imputables a la constructora.
 - III. Terminación anticipada por razones de interés general
 - IV Terminación anticipada por caso fortuito o de fuerza mayor.



caminos Y
puentes

TITULO	LINEAMIENTOS PARA LA TRAMITACIÓN DE MODIFICACIONES CONTRACTUALES (ANEXO 6)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

SUSTITUYE	
PAG.	DE
FECHA	
PAG.	5 DE 5
FECHA	ABRIL 1997

- 7.2 Los representantes técnicos del Organismo, de la constructora y de la supervisora implantan la decisión notificada, elaboran y firman la minuta correspondiente para información y trámite de la Delegación Regional.
- 7.3 Concluidos los trámites anteriores, se atienden las actividades correspondientes al finiquito de la obra previstas en el capítulo III.3 de esta Norma.

24



caminos y
puentes

TITULO	NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD APLICABLES A LA OBRA PÚBLICA (ANEXO 7)		SUSTITUYE
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA	PAG DE FECHA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV	PAG 1 DE 2 FECHA ABRIL 1997

OBJETIVO.

Verificar que los materiales, equipos, procesos y elementos de la obra cumplan con las especificaciones de calidad indicadas en el proyecto ejecutivo, con las que tenga establecidas el Organismo o con las normas nacionales aplicables en cada caso.

SECUENCIA.

1. La supervisora realizará sistemáticamente la revisión y seguimiento del programa de suministros de materiales que deben incluir ingeniería básica, procedencia, fechas de fabricación o extracción, embalaje, transporte, período de prueba, recepción en planta y obra e inspección final
2. Cuando los materiales no cuenten con los antecedentes señalados, la supervisora recabará muestras representativas y las someterá a pruebas de calidad debidamente certificadas y avaladas.
3. La supervisora cumplirá con el programa de pruebas aleatorias de control de calidad aprobado por el Organismo.
4. La supervisora verificará la calidad de los materiales en obra o en planta comparando los resultados de las pruebas aleatorias con los que presenta la constructora y entregará los resultados oportunamente al Organismo.
5. Cuando los resultados de las pruebas aleatorias no sean satisfactorios, la supervisora informará a la constructora que los materiales y/o equipos objeto de las pruebas se rechazan y se ordena su retiro, reemplazo o corrección que proceda.
6. Cuando un lote de material, elemento o proceso haya quedado excluido por efecto del muestreo aleatorio, y se tenga dudas respecto a su calidad, la supervisora solicitará al Organismo autorización para realizar pruebas selectivas soportando debidamente dicha solicitud
7. Si en un proceso constructivo o una etapa no cumple con las normas de calidad previstas, la supervisora no autorizará la prosecución del proceso hasta en tanto se hayan corregido las deficiencias.
8. La supervisora, previa autorización del Organismo, rechazará, temporal o definitivamente los elementos, etapas, materiales o equipos que no cumplan con las especificaciones o normas vigentes hasta en tanto se corrijan sus defectos o se sustituyan según proceda.



caminos Y
puentes

TITULO	NORMAS DE CONTROL DE CALIDAD APLICABLES A LA OBRA PÚBLICA (ANEXO-7)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG 2	DE 2
FECHA ABRIL 1997	

9. Previamente a la autorización de construcción de estructuras provisionales, obra falsa, cimbras y guías mecánicas, la supervisora revisará los planos que le presente la constructora, quien solo podrá construirlas con su autorización.

10. Cuando las características del subsuelo de la cimentación de una estructura sean heterogéneas o indefinidas en su capacidad de carga, de acuerdo como progrese la excavación, la supervisora llevará un registro del avance de la misma y ordenará, cuando lo considere necesario, que se proceda a la determinación de la capacidad de carga.

11. Independientemente de que los bancos de materiales sean o no de proyecto, previo a su acarreo al sitio de la obra, la supervisora verificará su calidad y autorizará su utilización.

12. Para elaborar los informes que correspondan a los resultados de ensayos de laboratorio y en general a cualquier prueba de control de calidad, se utilizarán los formatos que proporcione el Organismo (Ver formatos TSFC-01 al TSFC-32, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma).

Cuando se trate de pruebas especiales, cuyos formatos no estén incluidos en el Capítulo V de esta Norma, se utilizarán los que marque la S.C.T.



caminos Y
puentes

TITULO LINEAMIENTOS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD PARA LA OBRA PÚBLICA (ANEXO 8)		SUSTITUYE PAG DE	
SISTEMA SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		DIRECCION TÉCNICA	
AREA GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		CAPITULO IV	
		PAG 1 DE 3	
		FECHA ABRIL 1997	

JUSTIFICACIÓN.

La necesidad que tiene el país de mejorar la seguridad en el sistema de transporte carretero para que disminuyan los accidentes, adquiere la máxima prioridad, ya que de acuerdo con diversos estudios, el valor de las pérdidas por accidentes, especialmente en carreteras, asciende al 1% del producto interno bruto y es la tercera causa de mortandad general, lo que se convierte ya en un problema de salud pública en el país.

Por otra parte, se subraya el hecho de que los accidentes viales tienen por víctimas, principalmente a personas jóvenes razón por la cual, la utilización y mejoramiento de dispositivos de señalización y protección en obra pública del Organismo, es absolutamente indispensable.

OBJETIVO.

Vigilar que la constructora atienda e incorpore con amplitud y eficacia las normas, procedimientos y dispositivos de seguridad y salvaguarda que garanticen la integridad de los usuarios de las carreteras puentes e instalaciones y la de los trabajadores que participan en la obra.

CLASIFICACIÓN.

En cuanto a su función, los dispositivos usados en el señalamiento transitorio para protección en obra pública, se divide en

- A) Señales.
 - 1 Preventivas.
 - 2 Restrictivas.
 - 3 Informativas

- B) Canalizadores
 - 1 Barreras.
 - 2 Conos
 - 3 Indicadores de alineamiento
 - 4 Dispositivos luminosos.
 - 5 Indicadores de obstáculos

- C) Señales Manuales.
 - 1 Banderas.
 - 2 Lámparas.



caminos y
puentes

TITULO		LINEAMIENTOS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD PARA LA OBRA PÚBLICA (ANEXO 8)		SUSTITUYE	
SISTEMA		SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		PAG DE	
DIRECCION		TÉCNICA		FECHA	
AREA		GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		PAG 2 DE 3	
CAPITULO		IV		FECHA ABRIL 1997	

TIEMPO DE EMPLEO.

El tiempo durante el cual hay que señalar una obra será variable, y los dispositivos necesarios deberán ser colocados invariablemente antes de iniciar cualquier trabajo y ser retirados inmediatamente después de haberse terminado éste.

RESPONSABILIDAD.

En la utilización de dispositivos para protección y seguridad en obra pública del Organismo se deberán cumplir, entre otras, con las obligaciones siguientes:

1. La constructora deberá cumplir con la señalización cuyas características específicas vienen enmarcadas en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, editado por la S.C.T. y será obligación de la supervisora vigilar su cumplimiento, lo cual deberá establecerse en los contratos de obra y supervisión respectivos

En particular deberá observarse lo siguiente.

- A) No iniciar ninguna reparación o construcción sin disponer de las señales necesarias para el tipo de obra que se va a ejecutar y para las características del tramo que entrará en obra (recta, curva, pendiente, ascendente, otro)
 - B) Situar y conservar adecuadamente las señales
 - C) No obstruir la visibilidad de las señales.
 - D) Retirar inmediatamente los dispositivos empleados, tan pronto haya terminado el motivo por el cual fueron colocados
2. La constructora deberá dotar a su personal con el equipo e indumentaria de protección y seguridad de acuerdo con las condiciones que marca el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente en el Trabajo
 3. En el tramo de señalización de obra deberán existir letreros que indiquen el nombre de la constructora, indicando el tipo de trabajo que se desarrolla y precisando, en metros, el tramo que falta para el inicio de la misma.
 4. La constructora deberá contar con la constancia en la que se acredite que ha afiliado al IMSS a los trabajadores asignados a la obra.
 5. La constructora que labore en tramos carreteros deberá contar con un seguro de daños a terceros, vigente desde el inicio de la obra, hasta que ésta retire sus equipos y limpie dichos tramos



caminos Y
puentes

TITULO	LINEAMIENTOS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD PARA LA OBRA PÚBLICA (ANEXO 8)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
ARFA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG	3 DE 3
FECHA	ABRIL 1997

- 6 El personal de la constructora deberá acreditar capacitación en el y para el trabajo, así como cursos registrados y avalados por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social
- 7 La edad mínima de los trabajadores contratados por la constructora será la contemplada en la Ley Federal del Trabajo
- 8 La supervisora verificará que la constructora cuente con un completo inventario de dispositivos, equipos y materiales indispensables y completos para señalización de la obra y protección personal de los trabajadores.
- 9 Cuando por causas fortuitas ocurra algún accidente, la supervisora y constructora atenderán de inmediato las soluciones pertinentes, debiendo informar oportunamente al Organismo las causas, medidas preventivas tomadas y riesgos posibles.
- 10 La supervisora vigilará que durante el proceso de la obra la constructora mantenga las áreas y entornos de construcción con el máximo de limpieza y visibilidad.
- 11 El incumplimiento de cualesquiera de los lineamientos anteriores por parte de la constructora, será responsabilidad conjunta de la supervisora y la constructora



caminos y
puentes

TITULO	LINEAMIENTOS DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE PARA LA OBRA PÚBLICA (ANEXO 9)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

S E S I E N T E	
PAG.	DE
FECHA	
PAG.	1 DE 3
FECHA ABRIL 1997	

OBJETIVO

Verificar que en la integración y desarrollo de los proyectos de obra a cargo del Organismo se incluyan e implanten con amplitud y responsabilidad los preceptos y prácticas obligatorias en materia de protección al medio ambiente

POLÍTICAS

- 1 La supervisora verificará la integración de los artículos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente, aplicables a los proyectos de obra pública que el Organismo someta a su análisis y observaciones.
- 2 La supervisora se mantendrá actualizada respecto de las Leyes, Reglamentos, Normas y prácticas que sobre protección al medio ambiente se encuentren vigentes en materia de la obra pública específica que corresponde atender al Organismo.
- 3 La supervisora será responsable de informar al Organismo tanto de las omisiones que en materia de impacto ambiental fueron localizados en el proyecto general de la obra, como de las modificaciones que a su juicio complementen y enriquezcan el proyecto, antes de su implantación
- 4 La supervisora incluirá entre sus objetivos y actividades a desarrollar, antes, durante y al finiquito de la obra, la verificación de la permanente implantación de las especificaciones de protección al medio ambiente contenidas en el proyecto ejecutivo de la obra
- 5 La supervisora observará permanentemente que la constructora aplique con responsabilidad y oportunidad todas las indicaciones contenidas en el proyecto ejecutivo de la obra, en materia de impacto ambiental, informando de los resultados al Organismo



caminos y
puentes

TITULO	LINEAMIENTOS DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE PARA LA OBRA PÚBLICA (ANEXO 9)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

SUSTITUYE	
PAG.	DE
FECHA	
PAG.	2 DE 3
FECHA ABRIL 1997	

PRINCIPALES MEDIDAS DE CONTROL ECOLÓGICO, A SER VERIFICADAS EN EL PROYECTO EJECUTIVO

Se destacan algunas de las principales medidas adoptadas por el Sector Comunicaciones y Transportes para prevenir y mitigar los impactos ambientales directos y algunos indirectos

Por lo tanto, la supervisora verificará que el proyecto ejecutivo de la obra considere los siguientes conceptos básicos

- a) Formular las manifestaciones de impacto ambiental, cuando la normatividad lo exija y aplicarlas cuando éstas sean aprobadas
- b) Desmontar únicamente las superficies indispensables para la construcción de las obras y para que en la operación no se obstruya la visibilidad.
- c) Conservar los estratos herbáceos y arbustivos que protejan al bosque, eviten la erosión y sirvan como elemento de amortiguamiento y frenado de los vehículos que accidentalmente se salgan de la carretera
- d) Despalmar sólo las superficies necesarias y utilizar el material de despalme, cuando este sea adecuado, para arropar taludes y propiciar su vegetación, restaurar bancos de materiales y controlar la erosión
- e) Prohibir las excavaciones de préstamo lateral, salvo excepciones justificadas
- f) Depositar los desperdicios de cortes y derrumbes en bancos que se planeen cuidadosamente en ubicación y forma; queda cancelada la posibilidad de desperdiciar lateralmente el producto de los cortes en balcón, que tanto dañan el paisaje y a la vegetación de las laderas y que ocasionan el azolve de cuerpos de agua y obras de drenaje.
- g) Estabilizar los taludes de cortes y terrapienes tanto por medios mecánicos tales como bermas, anchas, subdrenes y otros, como por medios vegetativos con siembra de especies herbáceas, cactáceas o arbustivas o utilizando técnicas mixtas de control de la erosión a base de productos industrializados como mallas, geotextiles, georredes y siembras
- h) Restaurar las áreas que se abandonen de campamentos, patios, almacenes y bancos de materiales
- i) Forestar con especies nativas para cortinas rompevientos, para ocultar vistas desagradables, tales como basureros públicos, rellenos sanitarios, bancos de materiales, y en el derecho de vía para mejorar el paisaje.
- j) Racionalizar el ancho de los caminos de acceso y desviaciones, sobre todo en zonas con pendientes y en áreas agrícolas o protegidas. También se deberán estabilizar las superficies de rodamiento revestidas para disminuir la erosión y el polvo.



caminos y
puentes

TITULO LINEAMIENTOS DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE PARA LA OBRA PÚBLICA (ANEXO 9)		SISTEMA Y PAG. DE	
SISTEMA SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		DIRECCIÓN TÉCNICA	
FECHA		PAG. 3 DE 3	
ÁREA GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		CAPÍTULO IV	
		FECHA ABRIL 1997	

- k) Controlar las emisiones a la atmósfera de gases y ruidos, de los equipos de construcción y plantas de procesamiento
- l) Cubrir los equipos de transporte de materiales térreos con lonas que eviten la emisión de polvos
- m) Prevenir y controlar en su caso, los derrames de combustibles, materiales asfálticos y residuos
- n) Ubicar y aislar bancos de materiales en explotación, plantas de trituración, concreto y asfaltos, así como almacenes de materiales pétreos, de tal manera que los vientos dominantes no lleven polvo y partículas a los poblados.
- o) Tomar medidas contra el ruido excesivo que genere el tránsito, como la construcción de carpetas con granulometría abierta, tratamientos superficiales que amortigüen el ruido o mediante la construcción de barreras, cuidando que éstas, no causen una contaminación mayor de la que se pretende solucionar.
- p) Diseñar y construir sistemas adecuados para el tratamiento de aguas residuales en terminales campamentos y centros de trabajo donde no exista sistema municipal de alcantarillado sanitario



caminos Y
puentes

TITULO	LINEAMIENTOS DE POLÍTICA SOCIAL PARA LA OBRA PÚBLICA (ANEXO 10)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

SUSTITUYE	
PAG.	DE
FECHA	
PAG.	1 DE 1
FECHA	ABRIL 1997

OBJETIVO

Verificar que el desarrollo de la obra no altere el entorno social en que se ubica, proporcionando asesoría en la adopción oportuna de medidas preventivas o soluciones.

POLÍTICAS

- 1 La supervisora verificará que el proyecto ejecutivo contenga previsiones específicas para evitar alteraciones del comportamiento social en el entorno de la obra.
- 2 La supervisora verificará que la constructora cumpla estrictamente con las previsiones de respeto al entorno social de la obra en desarrollo
- 3 La supervisora reportará oportunamente al Organismo los casos de posible alteración del clima social en el entorno de la obra, así como las soluciones viables.
- 4 La supervisora asesorará a la constructora cuando a su juicio sea oportuno y posible evitar alteraciones en el entorno social que pudieran poner en riesgo el desarrollo de la obra.
- 5 La supervisora atenderá y realizará los trámites de carácter social que específicamente le solicite o autorice el Organismo



caminos y
puentes

TITULO		LINEAMIENTOS PARA LA EDIFICACIÓN DE OBRA PÚBLICA (ANEXO 11)		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	1 DE 2
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV		FECHA	ABRIL 1997

OBJETIVO.

Coadyuvar en la correcta integración y aplicación de los proyectos de obra pública a cargo del Organismo, cuando estos incluyan conceptos de edificación.

POLÍTICAS.

1. La supervisora tomará en cuenta el reglamento de construcción que corresponda a la entidad federativa en que se ejecutará la obra y, de no existir oficialmente, tomará como base el que corresponda al Distrito Federal.
2. La supervisora llevará el seguimiento sobre los trámites que realiza el Organismo para obtener la licencia de construcción en la localidad específica y notificará a la constructora para los efectos que tenga lugar.
3. La supervisora apoyará su análisis en la verificación de leyes, reglamentos y demás disposiciones locales de desarrollo urbano, lo correspondiente al uso de suelo, impacto urbano y posibles restricciones del terreno.
4. La supervisora elaborará y entregará a la Gerencia de Edificación del Organismo el oportuno informe inicial de observaciones, así como los reportes periódicos y específicos que en materia de edificación se requiera antes, durante y al finiquito de la obra.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

1. Conocer y estudiar las concepciones arquitectónica y estructural; sus dimensiones, funcionamiento, procedimientos constructivos, sus instalaciones, equipamiento y criterios económico y práctico, conocer y estudiar todos los planos, normas, especificaciones y programas, tanto de tiempo como de erogaciones.
2. Verificar en leyes, reglamentos y demás disposiciones de desarrollo urbano locales, lo correspondiente a uso del suelo, su impacto urbano, así como las restricciones que pudiera tener el terreno.
3. Llevar el seguimiento de los trámites necesarios para la obtención de la licencia de construcción.



caminos y
puentes

TITULO		LINEAMIENTOS PARA LA EDIFICACIÓN DE OBRA PÚBLICA (ANEXO 11)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	IV

SUSTITUYE	
PAG.	DE
FECHA	
PAG.	2 DE 2
FECHA ABRIL 1997	

- 4 Revisar las disposiciones, normas y reglamentos que en materia de diseño arquitectónico se aplican localmente, en caso de no existir tomar como referencia el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal

ACTIVIDADES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.

- 1 Hacer particular hincapié en la revisión de los materiales de construcción a emplearse, en su calidad, transportación, estiba y colocación.
- 2 Mantener al día el registro del avance físico y financiero de la obra, sobre todo cuando las obras son chicas y su ejecución rápida
- 3 Coordinar los trabajos y actividades de las diferentes constructoras, realizar juntas semanales, revisar programa de ejecución e inversión, y levantar el acta correspondiente
- 4 Vigilar la colocación e instalación de los equipos, de los diferentes sistemas que se incorporen a la construcción y las instalaciones, verificar su adecuada ubicación y fijación, así como las pruebas de funcionamiento, operación de las partes que lo forman y, de ser posible con el personal que se encargará de su operación y mantenimiento
- 5 Vigilar que durante el proceso constructivo, exista la mayor limpieza, orden accesos adecuados, para facilitar los trabajos; así como todas las medidas de seguridad que requiera el Organismo para protección y resguardo del personal

FINIQUITO DE LA OBRA.

- 1 Entregar los manuales o instructivos de operación y mantenimiento de los equipos e instalaciones, así como las respectivas garantías
- 2 Entregar la documentación actualizada del proyecto de la obra, todos los planos producidos durante la obra y sus diferentes revisiones, así como de los equipos y tableros de control, localización de ductos, instalaciones y mobiliario, integrando el expediente con los trámites, licencias y demás ordenamientos oficiales.



caminos Y
puentes

TITULO LÍNEAMIENTOS PARA LA INTEGRACIÓN, VALIDACIÓN Y AUTORIZACIÓN DE ESTIMACIONES DE OBRA (ANEXO 12)	
SISTEMA SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG 1	DE 3
FECHA	ABRIL 1997

OBJETIVO

Mantener actualizados y controlados los aspectos financieros de la obra, realizando el oportuno análisis, seguimiento y verificación de los generadores y estimaciones originadas durante el desarrollo de la misma.

POLÍTICAS

1. La supervisora realizará el seguimiento detallado del presupuesto de la obra, por cada frente de trabajo, con importes de etapas y obra determinada.
2. La supervisora analizará y emitirá su opinión técnica respecto de las propuestas de modificación presupuestal al proyecto ejecutivo, considerando cualquier factor que afecte el costo original, así como los indicadores económicos del mercado.
3. La supervisora actualizará oportunamente los presupuestos originales del proyecto ejecutivo de la obra, cuando el Organismo autorice modificaciones al costo original.
4. La supervisora analizará sistemáticamente las estimaciones de obra que presente la constructora en los períodos preestablecidos y será responsable de su justificación y congruencia con los términos contractuales y financieros de la obra.
5. La supervisora se hará responsable ante el Organismo por la correcta validación de las estimaciones de obra presentadas por la constructora.
6. **En ningún caso se autorizarán preestimaciones de obra, ni estimaciones que incluyan conceptos fuera de especificaciones o de obra realizada fuera de proyecto, con excepción, si es el caso, de los convenios autorizados por el Organismo**
7. Sólo se aceptarán estimaciones que contengan cantidades que correspondan a unidades de obra terminada.



caminos y
puentes

TITULO LÍNEAMIENTOS PARA LA INTEGRACIÓN, VALIDACIÓN Y AUTORIZACIÓN DE ESTIMACIONES DE OBRA (ANEXO 12)	
SISTEMA SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

SUSTITUYE	
PAG	DF
FECHA	
PAG	2 DE 3
FECHA ABRIL 1997	

- 2 Las estimaciones por trabajos ejecutados se presentarán a más tardar por periodos mensuales

SECUENCIA

- 1 La supervisora establece el control de avance de obra en el cual se registran los conceptos aceptados, así como para la cuantificación de los volúmenes de obra concluidos, modificaciones autorizadas, precios unitarios actualizados y debidamente autorizados, programa de ejecución y amortización de anticipos, verificando que estos rubros estén contemplados en el proyecto ejecutivo y en el presupuesto de obra.
- 2 La periodicidad para la elaboración y revisión de estimaciones atenderá lo dispuesto en el artículo 45, fracción I del Reglamento de la Ley de Obras Públicas.
- 3 Cuando existan diferencias en más de volúmenes de obra, la supervisora solicita a la constructora la justificación correspondiente y, en caso de ser procedente, lo notifica por escrito al Subdelegado Técnico del Organismo, solicitando su autorización.
- 4 Conforme a los términos contractuales, la supervisora revisa y concilia las estimaciones de obra que le presenta la constructora, (Ver formatos TSFE-01, TSFE-02 y TSFE-03, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma) verificando
 - a) Cantidades de obra concluidas conforme al proyecto original o modificación autorizada.
 - b) La correcta aplicación de los precios unitarios autorizados.
 - c) Periodo de ejecución, conforme al programa de obras
 - d) Amortización de los anticipos de obra.
 - e) Números generadores
 - f) Revisión aritmética
 - g) Informe fotográfico
- 5 La supervisora cuantifica por separado en las estimaciones de obra, los rubros previamente autorizados por el Organismo.
 - a) Cantidades de obra extraordinaria
 - b) Conceptos fuera de catálogo
 - c) Precios fuera de catálogo



caminos Y
puentes

TITULO LÍNEAMIENTOS PARA LA INTEGRACIÓN, VALIDACIÓN Y AUTORIZACIÓN DE ESTIMACIONES DE OBRA (ANEXO 12)	
SISTEMA SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION TÉCNICA
AREA GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO IV

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG	DE
3	3
FECHA	
ABRIL 1997	

6. La supervisora identifica y separa las estimaciones originadas por ajuste de costos (Ver formatos TSFE-04 y TSFE-05, Catálogo de Formatos, Capítulo V de esta Norma) o por convenios, especificando números consecutivos, períodos que cubren y en el caso de ajuste de costos, verifica que se apliquen correctamente los procedimientos establecidos en el contrato de obra, conforme a los artículos 68 y 70 de la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas, así como a los artículos 27,50 y 51 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas.

7. Una vez concluida la revisión y conciliación de la estimación presentada por la constructora, la supervisora avala con su firma los documentos que la integran y la entrega al representante técnico del Organismo. En este paso se atenderá, si es el caso, lo previsto en el artículo 45, fracción II del Reglamento de la Ley de Obras Públicas.

8. El representante técnico del Organismo revisa y autoriza la estimación presentada por la supervisora, turnándola al Subdelegado Técnico de dicho Organismo para trámite de pago.

9. En caso de que el Organismo detecte algún error en el trámite de estimaciones en cualquier momento del proceso, la supervisora tendrá la obligación de reiniciar el trámite, informando por escrito y regresando las estimaciones y facturas a la constructora, para su corrección y entrega a la supervisora.



caminos Y
puentes

TITULO		LINEAMIENTOS PARA LA ATENCIÓN DE AUDITORÍAS OPERATIVAS EXTERNAS (ANEXO 13)	
SISTEMA		DIRECCION	
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA	
AREA		CAPITULO	
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		IV	

S U S T I T U Y E	
PAG	DF
FECHA	
PAG	1 DE 2
FECHA ABRIL 1997	

OBJETIVO.

Facilitar los registros del control de obra y de la información relativa al proyecto elegido para tal fin y aclarar con disposición las dudas que surjan en la revisión de la auditoría operativa externa, en el entendido que la revisión se efectuará a los documentos que se generan por la supervisora con apego a esta Norma.

POLÍTICAS.

- 1 Para comprobar el cumplimiento de las cláusulas de los contratos, el apego a los proyectos y programas, así como la transparencia de la aplicación de los recursos dentro del marco de la normatividad de la obra pública, el Organismo determinará la participación y periodicidad de las auditorías operativas externas en las obras que a su conveniencia requiera de esta práctica.
- 2 En caso de que la empresa de auditoría operativa externa requiera y por así convenir a los intereses del Organismo, información adicional o distinta a la que genera la supervisora conforme a lo estipulado en esta Norma, deberá solicitarlo por escrito a la Dirección Técnica del Organismo quien será la responsable de instruir a la supervisora a dar cumplimiento de lo solicitado
- 3 Las empresas de auditoría operativa externa, no darán instrucciones de trabajo directas en la obra o pretender modificar la estrategia de trabajo que la supervisora mantenga, para dar cumplimiento a esta Norma.
- 4 En caso de surgir o detectar en la práctica de auditoría operativa externa alguna situación emergente para corregir posibles fallas o desviaciones, será la propia supervisora quien informe y explique los orígenes y causas de los problemas detectados, su valoración y magnitud, sus efectos y las recomendaciones aplicables debidamente respaldadas
- 5 Las empresas de auditoría operativa externa no podrán retirar de las oficinas de campo de la supervisora la información proporcionada, y será la Dirección Técnica del Organismo, a solicitud expresa de la empresa de auditoría operativa externa, quien autorice le sea proporcionada copia de la información que genera o con la que se realiza la obra.



caminos y
puentes

TITULO		LINEAMIENTOS PARA LA ATENCIÓN DE AUDITORÍAS OPERATIVAS EXTERNAS (ANEXO 13)	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	IV

S U S T I T U Y F	
PAG	DF
FECHA	
PAG	2 DF 2
FECHA	ABRIL 1997

SECUENCIA DE LAS AUDITORÍAS OPERATIVAS EXTERNAS

- 1 Verificar que la autorización de estimaciones por la supervisión, así como el pago por parte del Organismo estén de acuerdo al costo de construcción, volúmenes de obra del proyecto, precios unitarios e importes totales fijados por el contratista.
- 2 Constatar, en base al tiempo de construcción, que se haya dado cumplimiento a los programas de obra pactados en las condiciones del contrato, verificando que se hayan ejecutado las obras de acuerdo con los tiempos máximos que se establecen en dichos programas.
- 3 Constatar, mediante inspecciones y levantamientos físicos aleatorios, que los conceptos de trabajo ejecutados, las técnicas y materiales empleados, correspondan a lo estipulado en el proyecto ejecutivo y se apeguen a las normas, manuales y especificaciones con las que cuenta la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y el Organismo
- 4 Comprobar el volumen de obra real de los conceptos más representativos en forma aleatoria contra el volumen de obra original
- 5 Verificar que las modificaciones realizadas al proyecto original se encuentren debidamente autorizadas por el Organismo.
- 6 Verificar la actuación de la supervisora, comprobando que se cuente con los siguientes controles internos: bitácoras de obra y de supervisión, control de estimaciones, control de números generadores y demás condiciones contractuales.
- 7 Constatar que existan, y en su caso revisar, los resultados de las pruebas de control de calidad que se requirieron durante la ejecución de la construcción de la obra.
- 8 Verificar y determinar las discrepancias que pudieran existir en cuanto a volúmenes excedentes ejecutados en la obra y al mismo tiempo identificar el personal que intervino en su autorización.



caminos y
puentes

TITULO CATÁLOGO DE FORMATOS		SUSTITUYE PAG. DE FECHA
SISTEMA SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCIÓN TÉCNICA	PAG. 1 DE 2 FECHA ABRIL 1997
ÁREA GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO V	

- TSFR-01.- Minuta
- TSFR-02 - Informe de problemas y soluciones
- TSFR-03 - Forma general de reporte

- TSFA-01.1 - Cédula técnica de revisión por plano
- TSFA-01.2 - Tabla comparativa de cantidades de obra
- TSFA-02 1.- Cédula técnica de revisión de recursos programados (Recursos humanos)
- TSFA-02 2.- Cédula técnica de revisión de recursos programados (Recursos materiales)
- TSFA-02.3.- Cédula técnica de revisión de recursos programados (Maquinaria y equipo)

- TSFS-01 - Cédula informativa
- TSFS-02.- Avance general de obra
- TSFS-03.- Avance financiero
- TSFS-04 - Gráfica de avance financiero
- TSFS-05 - Avance físico
- TSFS-06 - Programa de obra
- TSFS-07 - Concentrado de estimaciones
- TSFS-08 - Reporte de maquinaria y equipo
- TSFS-09.- Gráfica de lluvias
- TSFS-10 - Reporte de personal
- TSFS-11 - Informe fotográfico
- TSFS-12 - Expediente técnico administrativo

- TSFE-01 - Carátula de estimación
- TSFE-02 - Relación de hojas de estimacion
- TSFE-03.- Hoja de estimacion
- TSFE-04 - Relación de hojas de estimación de escalatoria
- TSFE-05 - Estimación de escalatoria

- TSFC-01 - Calidad de terracerias
- TSFC-02 - Informe de compactación de terracerias
- TSFC-03 - Calidad de materiales para sub-base y base
- TSFC-04 - Informe de compactacion de sub-base y bases
- TSFC-05 - Ensaye de cemento asfáltico
- TSFC-06.- Calidad de emulsiones asfálticas
- TSFC-07.- Ensaye de cemento asfáltico modificado con polímero
- TSFC-08 - Ensaye de cemento asfáltico modificado con hule
- TSFC-09 - Ensaye reologico de cemento asfáltico para clasificación
- TSFC-10 - Reporte de riegos de productos asfálticos
- TSFC-11.- Calidad de materiales para concreto asfáltico
- TSFC-12.- Calidad de materiales para concreto asfáltico de graduación abierta
- TSFC-13 - Calidad de materiales para concreto asfáltico de graduación abierta c/hule molido



caminos y
puentes

TITULO	
CATÁLOGO DE FORMATOS	
SISTEMA	DIRECCION
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	TÉCNICA
AREA	CAPITULO
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	V

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG	2 DE 2
FECHA	ABRIL 1997

- TSFC-14.- Calidad de materiales para concreto asfáltico (ZR)
- TSFC-15 - Calidad de materiales para base asfáltica
- TSFC-16 - Informe de temperaturas y tendido de mezcla asfáltica elaborada en caliente
- TSFC-17 - Reporte de control de carpeta por medio de pastillas marshall
- TSFC-18.- Informe de espesores, compactación y permeabilidad
- TSFC-19 - Equivalente de arena
- TSFC-20 - Temperatura de la mezcla asfáltica al compactarse
- TSFC-21 - Graduación de agregado para mezcla asfáltica
- TSFC-22 - Vacios en el concreto asfáltico
- TSFC-23.- Vacios ocupados por el asfalto y flujo marshall
- TSFC-24 - Contenidos asfálticos y peso volumétrico máximo
- TSFC-25 - Estabilidad marshall del concreto asfáltico
- TSFC-26 - Prueba marshall para estudio de mezcla asfáltica
- TSFC-27 - Pruebas físicas de agregados para concreto hidráulico
- TSFC-28 - Pruebas de concreto hidráulico
- TSFC-29 - Revenimiento del concreto
- TSFC-30 - Análisis estadístico de resistencia del concreto hidráulico
- TSFC-31 - Resistencia del concreto hidráulico
- TSFC-32 - Resistencia del mortero necho en obra

SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:

TRAMO:

CONSTRUCTORA:

M I N U T A

LUGAR : _____ FECHA : _____

MOTIVO : _____

Participantes:

	NOMBRE	CARGO	FIRMA
POR :	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
POR :	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
POR :	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____

La reunión se sujetará al siguiente :

ORDEN DEL DÍA

ASUNTOS TRATADOS

TSFR-01

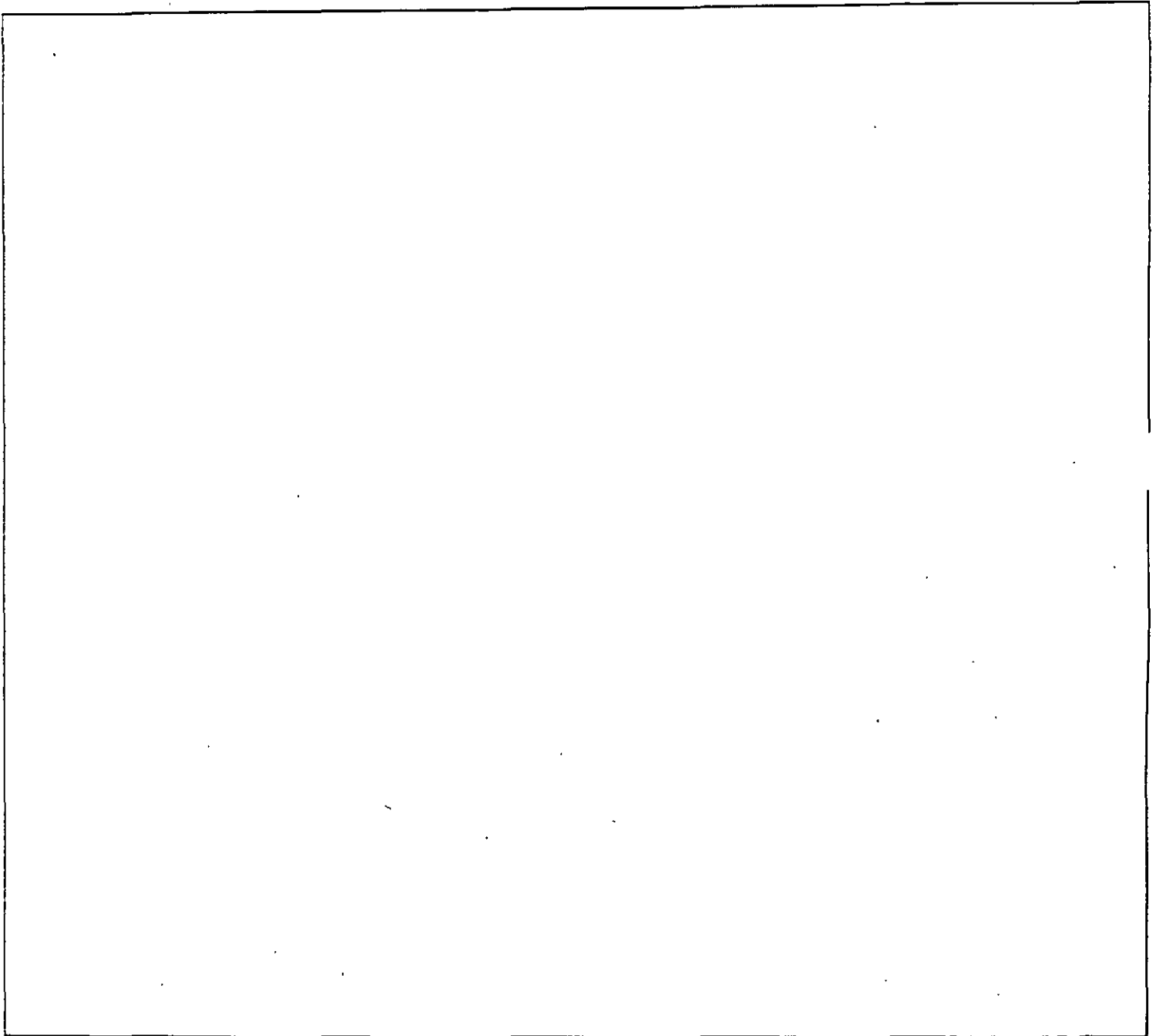
SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:

TRAMO:

CONSTRUCTORA:

FORMA GENERAL DE REPORTE



FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ
_____	_____	_____

TSFR-03

INSTRUCTIVO DE LLENADO

FORMA: FORMA GENERAL DE REPORTE

CÓDIGO: TSFR-03

USO: Este formato se utilizará para reportar los ensayos, datos, croquis o cualquier información para la que no se cuenta con un formato específico.

DESCRIPCIÓN:

SUPERINTENDENCIA
CAMBIOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS

OBRA:
TRAMO:

CONSTRUCTORA:

CÉDULA TÉCNICA DE REVISIÓN POR PLANO

PLANO No _____ TÍTULO _____ DISCIPLINA _____	No DE PLANOS POR DISCIPLINAS _____													
<p>ANÁLISIS BÁSICOS:</p> <p>COTAS _____</p> <p>NIVELES _____</p> <p>DIMENSIONES _____</p> <p>REFERENCIAS _____</p>														
INFORMACIÓN SUFICIENTE <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO														
VALOR DE IMPORTANCIA DEL PLANO														
PUNTO DE VISTA CONSTRUCTIVO _____	CATÁLOGO _____													
PUNTO DE VISTA ESTRUCTURAL _____	P U _____													
PUNTO DE VISTA INSTALACIONES _____	ARQ _____													
PUNTO DE VISTA ESPECIFICACIONES _____	OTROS _____													
(A) MUY IMPORTANTE	(B) REGULAR													
(C) COMPLEMENTARIO														
REVISION CRUZADA														
TOPOGRAFÍA						EDIFICACIÓN				INSTALACIONES				
TRAZO	NIVELES	SECCIONES	DISEÑO GEOM	DRENAJES	LIBERACIÓN DERECHO DE VIA	ARQ	ESTRUC	ACAB	OTROS	HIDRO SAN	ELEC	ESP	A A	TEL.
OBSERVACIONES DIFERENCIAS DETECTADAS:														

**SUPERVISIÓN PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS**

FECHA: _____

OBRA:

CONSTRUCTORA:

TRAMO:

**CÉDULA TÉCNICA DE REVISIÓN DE RECURSOS PROGRAMADOS
RECURSOS HUMANOS**

GRUPO DE ACTIVIDADES PRINCIPALES	No CUADRILLAS REQUERIDAS	REQUERIMIENTO POR DÍA EFECTIVO	VOLUMEN A EJECUTAR SEGÚN REVISIÓN DE CUANTIFICACIÓN	COMPARATIVA	
				No DE DÍAS EFEC DE TRABAJO	No DE DÍAS PROGRAMADOS

TSFA-02.1

**SUPERVISIÓN PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS
CONEXOS**

FECHA: _____

OBRA:

CONSTRUCTORA:

**CÉDULA TÉCNICA DE REVISIÓN DE RECURSOS PROGRAMADOS
RECURSOS MATERIALES**

GRUPO DE ACTIVIDADES PRINCIPALES	VOLUMEN A EJECUTAR SEGÚN REVISIÓN DE CUANTIFICACIÓN	MATERIAL PRINCIPAL POR ACTIVIDAD	COMPARATIVA	
			CANTIDAD DE MATERIAL SEGÚN CUANTIFICACIÓN	CANTIDAD DE MATERIAL PROGRAMADO

TSFA-02.2

**SUPERVISIÓN PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS**

FECHA: _____

OBRA:

CONSTRUCTORA:

TRAMO:

**CÉDULA TÉCNICA DE REVISIÓN DE RECURSOS PROGRAMADOS
MAQUINARIA Y EQUIPO**

GRUPO DE ACTIVIDADES PRINCIPALES	EQUIPO A UTILIZAR	NÚM. EQUIPO REQUERIDO	RENDIMIENTO POR DÍA EFECTIVO	VOLUMEN A EJECUTAR SEGÚN REVISIÓN DE CUANTIFICACIÓN	COMPARATIVA	
					No. DE DÍAS EFEC DE TRABAJO	No. DE DÍAS PROGRAMADOS

TSFA-02.3

SUPERVISIÓN PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

FECHA _____

CÉDULA INFORMATIVA

LICITACION No _____	CONTRATO No _____
DE FECHA _____	DE FECHA _____
PERIODO DE EJECUCIÓN _____	IMPORTE \$ _____
	PERIODO DE EJECUCIÓN _____

ASIGNACIONES

REVALIDACIONES				
AÑO	No	IMPORTE (\$)	PERIODO	
Inicial				
CONVENIOS ADICIONALES				
AÑO	No	IMPORTE (\$)	PERIODO	
Inicial				

ASIGNACIONES A LA FECHA A

P.U. DE CONCURSO

ESTADO DE LA ULTIMA ASIGNACIÓN

REVALIDACIÓN O CONVENIO	AVANCE FINANCIERO					
	PROGRAMADO		EJECUTADO		DIFERENCIA	
	IMPORTE (\$)	%	IMPORTE (\$)	%	IMPORTE (\$)	%
AVANCE FÍSICO %						
PROGRAMADO		EJECUTADO		DIFERENCIA		

INCIDENCIAS IMPORTANTES

SUPERVISIÓN PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:

TRAMO:

CONSTRUCTORA

AVANCE GENERAL DE OBRA

CONTRATO: _____

PERIODO _____

HOJA No. _____

CONCEPTO		ASIGNACIÓN	A V A N C E S				
No.	DESCRIPCIÓN SIMPLIFICADA	IMPORTE	PROGRAMADO DEL PERIODO	ACUMULADO	EJECUTADO DEL PERIODO	ACUMULADO	ESTIMADO ACUMULADO
SUMAS DE ESTA HOJA:							
T O T A L E S :							
OBSERVACIONES				A) AVANCE PROGRAMADO \$ B) AVANCE EJECUTADO \$ C) AVANCE $\frac{B - A}{A}$			

INSTRUCTIVO DE LLENADO

FORMA: AVANCE GENERAL DE OBRA

CÓDIGO: TSFS-02

USO: Esta forma se emplea para reportar el avance de la obra con cualquier periodicidad y analizando un lapso determinado (semana, quincena, mes).

DESCRIPCIÓN:

Concepto: Las dos columnas que lo integran se llenan con los datos del catálogo de conceptos de concurso y adicionales autorizados por el Organismo, describiendo el concepto en forma simplificada.

Asignación: Se anotará el importe correspondiente a cada concepto señalado en la asignación que se está ejerciendo

Avances: En estas columnas, lo que se indica como programado o ejecutado en el período, es lo que corresponde al lapso por analizar (semana, quincena o mes), y lo programado y ejecutado acumulado, es lo considerado o realizado desde el inicio del programa a la fecha de corte

Estimado o Acumulado: Se anotará el importe estimado acumulado de cada concepto, a la fecha de corte. La suma de estos importes, no coincidirá necesariamente con lo ejecutado acumulado, debido a que el proceso de elaboración de estimación requiere de más tiempo, o bien no se ajustan los lapsos analizados con lo que se cubren en las estimaciones.

NOTA: Todos los importes que se consignan en este informe, estarán expresados en miles de pesos.

SUPERVISIÓN PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA .

TRAMO

CONSTRUCTORA :

AVANCE FINANCIERO

CONTRATO _____

ASIGNACIÓN : _____

AL : _____

HOJA _____

CONCEPTO		ASIGNACIÓN IMPORTE \$	FACTOR DE INTERVENCIÓN	PROGRAMADO		EJECUTADO		AVANCE%	
No.	DESCRIPCIÓN SIMPLIFICADA			IMPORTE \$	%	IMPORTE \$	%	PROGRAMADO	EJECUTADO
SUMAS DE ESTA HOJA									
T O T A L E S									
OBSERVACIONES									

INSTRUCTIVO DE LLENADO

FORMA: AVANCE FINANCIERO

CÓDIGO: TSFS-03

USO: Informar a los niveles Directivo y Ejecutivo los avances financieros totales de la obra acumulados a la fecha de corte entregándose con periodicidad quincenal o mensual.

DESCRIPCIÓN:

Concepto Las 3 primeras columnas corresponden a los datos anotados en el catálogo de conceptos del concurso con excepción de la descripción, que será simplificada

Factor de intervención Es el resultado de dividir el importe total de concepto entre el monto total de la asignación

Importe programado y ejecutado: En estas cuatro columnas se anotará lo programado y ejecutado acumulado a la fecha de corte y su porcentaje respecto al total asignado a cada concepto

Avance (%) Estas dos columnas son el resultado de efectuar los porcentajes programado y ejecutado de cada concepto, por el factor de intervención

SUPERVISIÓN PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA

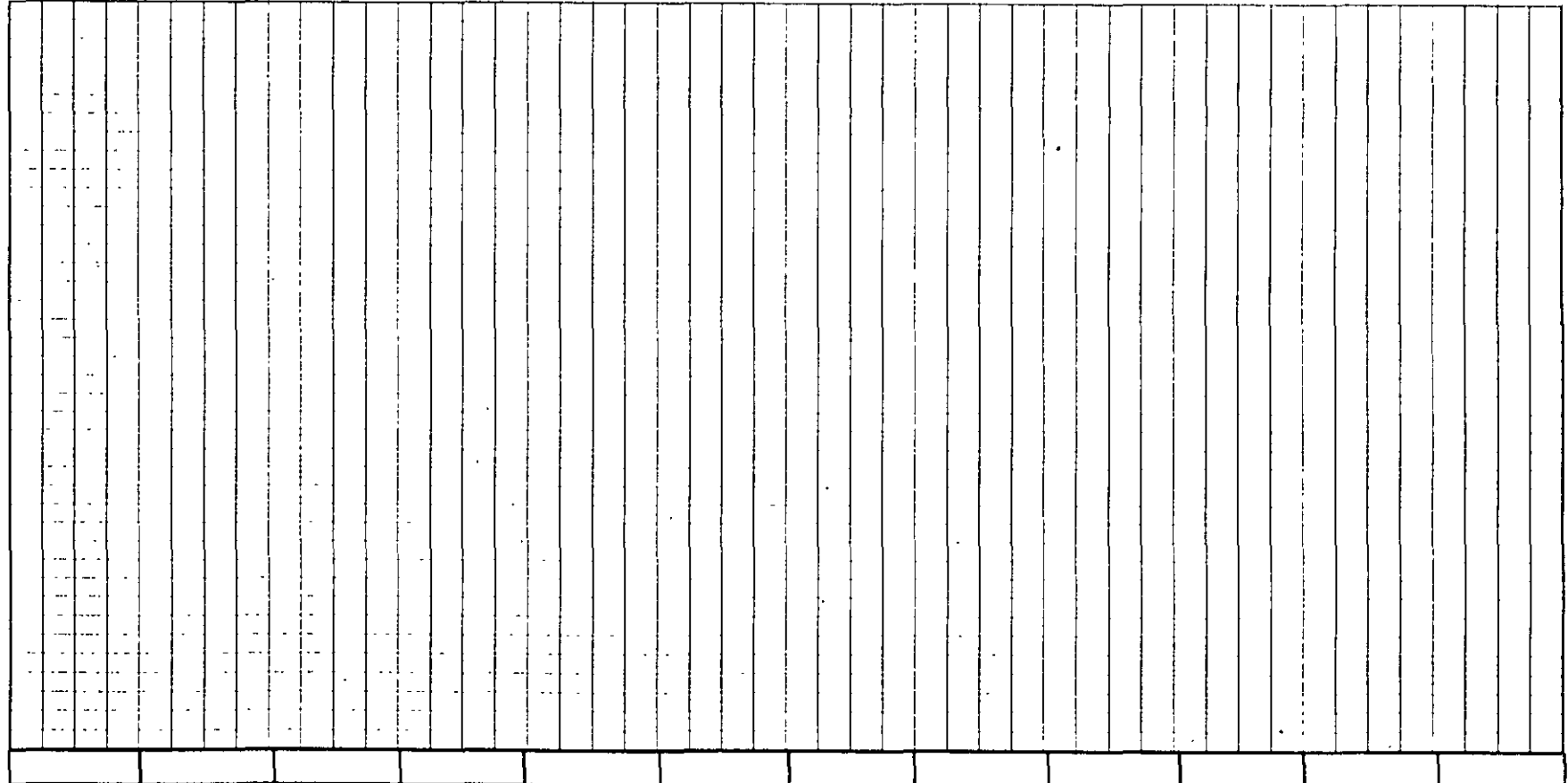
TRAMO

CONSTRUCTORA

GRÁFICA DE AVANCE FINANCIERO

\$ CONTRATO _____ AL _____ %

IMPORTE



TIEMPO

— PROGRAMADO — REPROGRAMACIÓN — EJECUTADO

OBSERVACIONES

SUPERVISIÓN PARA :
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

AVANCE FÍSICO

CONTRATO _____

AL : _____

HOJA No _____

CONCEPTO		UNI- DAD	CANTIDADES Y PORCENTAJES				FACTOR DE PONDE- RACIÓN	AVANCE %		
No.	DESCRIPCIÓN SIMPLIFICADA		CANTIDAD TOTAL DE OBRA	PROGRAMADO		EJECUTADO		PROGRA- MADO	EJECU- TADO	
				CANTIDAD	%	CANTIDAD				%
OBSERVACIONES							SUMA			

INSTRUCTIVO DE LLENADO

FORMA: AVANCE FÍSICO

CÓDIGO: TSFS-05

USO: Informar a los niveles Directivo y Ejecutivo los avances físicos totales de la obra acumulados a la fecha de corte esto será con periodicidad quincenal o mensual.

DESCRIPCIÓN:

Concepto: En las 3 columnas en que se subdivide el concepto, se utilizarán los datos anotados en el catálogo de conceptos de concurso, con la excepción que la descripción será simplificada

Cantidad total de la obra: Se anotará la cantidad total de obra de cada concepto, a realizar en una asignación específica

Programado: Se anotará la cantidad de obra programada a la fecha y su porcentaje respecto al total de la asignación

Ejecutado: Se consignará la cantidad de obra realizada a la fecha y su porcentaje respecto al total de la asignación

Factor porcentaje: Se anexa instructivo.

Avance %: En estas columnas se anotará el producto de multiplicar los porcentajes programado y ejecutado por el factor de ponderación

INSTRUCTIVO DE LLENADO

FORMA: REPORTE DE MAQUINARIA Y EQUIPO

CÓDIGO: TSFS-08

USO: Informe correspondiente a la actividad de supervisión, que se utiliza solo en los casos que es necesario llevar un registro o control de vehículos, equipo y maquinaria

DESCRIPCIÓN:

Maquinaria y/o equipo: Se indicará el nombre genérico de cada unidad.
Ejemplo: (Tractor de Orugas).

No Económico La nomenclatura utilizada por la empresa constructora

Modelo: Compuesto: Siglas de la marca, y el código del modelo de fábrica
(CAT DEN)

Días del periodo El encabezado corresponde a los días
En el cuerpo de este encabezado, se llenará con las opciones delineadas en la simbología de la hoja

Días activos. Se colocará, el número de días activos (A) que ocurra en cada unidad de maquinaria.

SUPERVISIÓN PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:

TRAMO
CONSTRUCTORA

GRÁFICA DE LLUVIAS

		DÍAS																																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
HORAS	0 A 1																																	
	1 A 2																																	
	2 A 3																																	
	3 A 4																																	
	4 A 5																																	
	5 A 6																																	
	6 A 7																																	
	7 A 8																																	
	8 A 9																																	
	9 A 10																																	
	10 A 11																																	
	11 A 12																																	
	12 A 13																																	
	13 A 14																																	
	14 A 15																																	
	15 A 16																																	
	16 A 17																																	
	17 A 18																																	
	18 A 19																																	
	19 A 20																																	
	20 A 21																																	
	21 A 22																																	
	22 A 23																																	
23 A 24																																		

DATOS REGISTRADOS EN : _____ LUGAR: _____

SIMBOLOGÍA

	LIGERA		MEDIA		INTENSA	
--	--------	--	-------	--	---------	--

MES _____

INSTRUCTIVO DE LLENADO

FORMA: GRÁFICA DE LLUVIAS

CÓDIGO: TSFS-09

USO: Informe de la actividad de supervisión en el que se reporte mensualmente los periodos de lluvia que ocurrieron en el mes. Se empleará una forma por cada frente de trabajo activo

DESCRIPCIÓN:

Subtramo Kilometrajes que delimitan los frentes de trabajo activos

Recomendación Engrosar las líneas horizontales para delimitar los horarios de los turnos de trabajo.

SUPERVISIÓN PARA :
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS
OBRA .

TRAMO

CONSTRUCTORA :

INFORME FOTOGRÁFICO

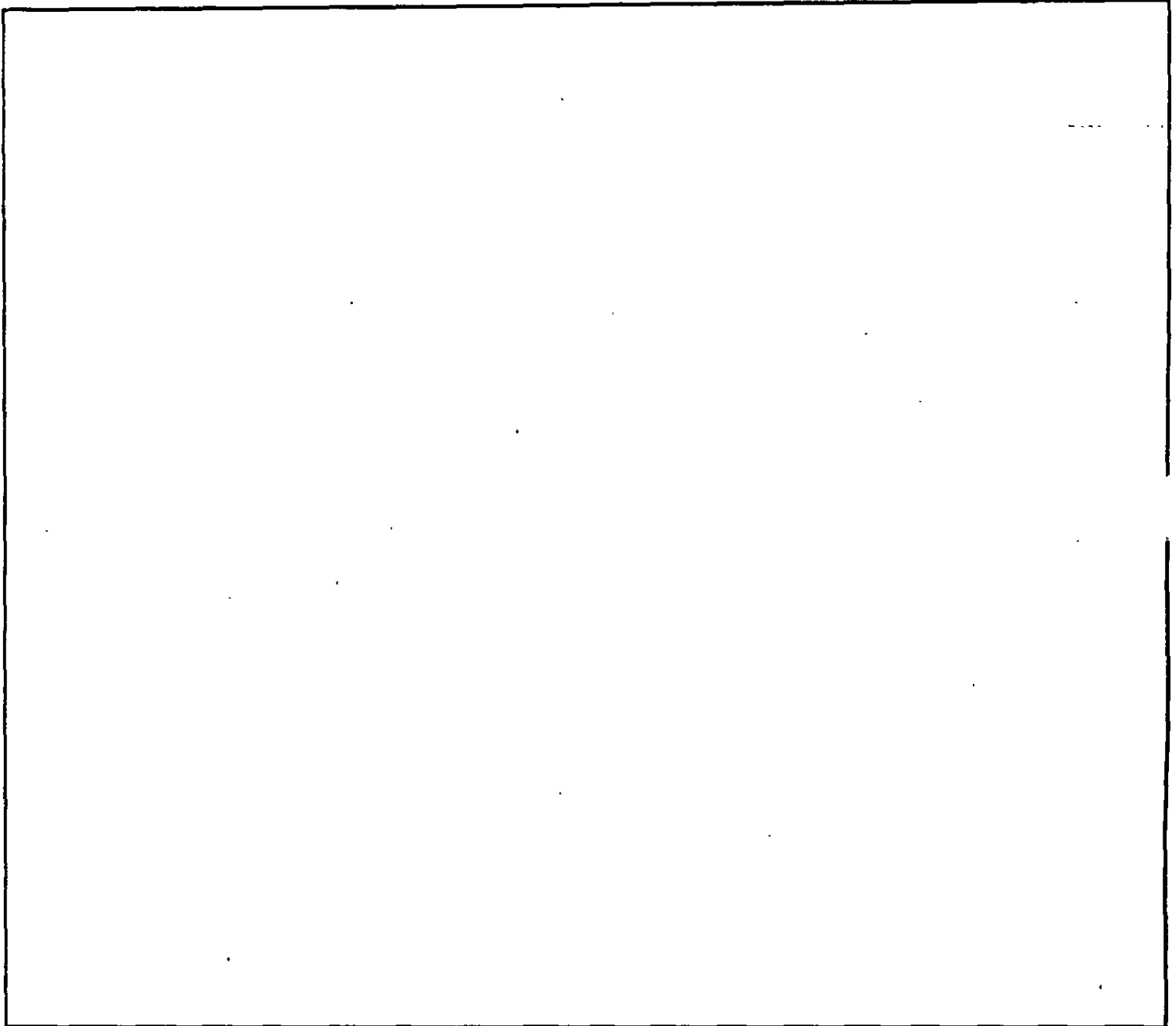


FOTO No _____ KILOMETRAJE _____ CUERPO _____ VISTA _____

DESCRIPCIÓN : _____

FECHA : _____

INSTRUCTIVO DE LLENADO

FORMA:	INFORME FOTOGRÁFICO
CÓDIGO:	TSFS-11
USO:	<u>Informes mensuales especiales</u>

DESCRIPCIÓN:

Foto.	Número ordinal de la fotografía en el informe a que corresponde
Kilometraje	Cadenamiento a que corresponde la toma
Cuerpo	Cuerpo vial (Ejemplo: "A", "B")
Vista.	Dirección en que se toma la fotografía (Ejemplo: Hacia adelante, Hacia atrás del cadenamiento, lateral izquierda o derecha)
Descripción	Del concepto de obra y/o observaciones que desea resaltar
Fecha	La que corresponda a la toma

SUPERVISIÓN PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO

CONSTRUCTORA :

**EXPEDIENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO
PARA FINIQUITO DE OBRA**

CONTRATO _____

HOJA 1 de 5

No.	DOCUMENTO	LOCALIZACIÓN DEL DOCUMENTO				OBSERVACIONES	
		GERENCIA DE NORMAS Y ESTUDIOS TÉCNICOS		GERENCIA DE PUENTES	GERENCIA DE AUTOPISTAS		DELEGACIÓN CORRESPOND.
		DEPARTAMENTOS					
		NORMAS TÉCNICAS	PREC UNIT Y ESTIMACIONES				
1	Oficio de autorización de S.H.C.P.						
2	Proyecto de obra						
3	Presupuesto base						
4	Oficio de publicación de convocatoria						
5	Convocatoria						
6	Recibo de caja (pago de bases de concurso)						
7	Manifestación escrita de conocer el sitio de trabajo y copia acta de junta de aclaraciones						
8	Básicos de Costos M.O., materiales y maq						
9	Costos horarios de maquinaria						
10	Programa de utilización de Personal Técnico - Admvo.						
11	Programa de ejecución mensual de los trabajos						
12	Relación de maquinaria y equipo, indicando si es de su propiedad y ubicación física.						
13	Programa utilización de maquinaria						
14	Programa de suministro de materiales						
15	Especificaciones generales, complementarias, particulares y reglamento de obra.						
FORMULÓ		REVISÓ			APROBÓ		

SUPERVISIÓN PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA :

**EXPEDIENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO
PARA FINIQUITO DE OBRA**

CONTRATO _____

HOJA 2 de 5

No.	DOCUMENTO	LOCALIZACIÓN DEL DOCUMENTO				OBSERVACIONES	
		GERENCIA DE NORMAS Y ESTUDIOS TÉCNICOS DEPARTAMENTOS		GERENCIA DE PUENTES	GERENCIA DE AUTOPISTAS		DELEGACIÓN CORRESPOND.
		NORMAS TÉCNICAS	PREC. UNIT. Y ESTIMACIONES				
16	Primera acta de apertura (Técnica)						
17	Carta compromiso y/o escrito de proposición						
18	Garantía de seriedad (copia del recibo entregado al contratista)						
19	Catálogo de conceptos con unidades de medición e importe						
20	Análisis de precios unitarios						
21	Análisis de indirectos						
22	Análisis de costo de financiamiento						
23	Programa de erogaciones mensuales						
24	Segunda acta de apertura (económica)						
25	Cuadro comparativo de proposiciones						
26	Dictamen de adjudicación						
27	Acta de fallo						
28	Contrato de obra						
29	Fianzas de anticipo y cumplimiento						
30	Aviso de iniciación de obra						

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

SUPERVISIÓN PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO

CONSTRUCTORA :

**EXPEDIENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO
PARA FINIQUITO DE OBRA**

CONTRATO _____

HOJA 3 de 5

No.	DOCUMENTO	LOCALIZACIÓN DEL DOCUMENTO				OBSERVACIONES	
		GERENCIA DE NORMAS Y ESTUDIOS TÉCNICOS		GERENCIA DE PUENTES	GERENCIA DE AUTOPISTAS		DELEGACIÓN CORRESPOND.
		DEPARTAMENTOS					
		NORMAS TÉCNICAS	PREC. UNIT. Y ESTIMACIONES				
31	Permiso y licencias de construcción						
32	Revalidaciones						
33	Convenio de diferimiento						
34	Convenios adicionales en su caso						
35	Fianzas de los convenios y revalidaciones						
36	Oficios de la S.H.C.P. y SECODAM de convenios adicionales						
37	Presupuesto de obra extraordinaria						
38	Análisis de P.U. extraordinarias, solicitud, autorización y dictamen						
39	Oficios de justificación y solicitud de reprogramaciones						
40	Oficios de autorización de las reprogramaciones						
41	Escrito de solicitud de ajuste de costo de la contratista						
42	Análisis detallado del factor de ajuste de costo y financiamiento						
43	Oficio de resolución que acuerde el incremento o decremento						
44	Planos actualizados (modificaciones en su caso)						
45	Estimaciones pagadas con sus correspondientes facturas						
FORMULÓ		REVISÓ		APROBÓ			

SUPERVISIÓN PARA :
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :
 CONSTRUCTORA

**EXPEDIENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO
 PARA FINIQUITO DE OBRA**

CONTRATO _____

HOJA 4 de 5

No.	DOCUMENTO	LOCALIZACIÓN DEL DOCUMENTO					OBSERVACIONES
		GERENCIA DE NORMAS Y ESTUDIOS TÉCNICOS		GERENCIA	GERENCIA	DELEGACIÓN	
		DEPARTAMENTOS		DE	DE	CORRESPOND.	
		NORMAS TÉCNICAS	PREC. UNIT Y ESTIMACIONES	PUENTES	AUTOPISTAS		
46	Números generadores, conciliados y firmados						
47	Documentación que comprueben el pago de anticipos de estimaciones (boletas de entero, póliza de cheque, cuentas por liquidar, etc)						
48	Concentrado de volúmenes de obra						
49	Concentrado de estimaciones						
50	Avances de obra físico y financiero						
51	Reportes de control de calidad						
52	Aviso de terminación y recepción de obra						
53	Finiquito de obra						
54	Acta de entrega-recepción parcial y definitiva.						
55	Fianzas de vicios ocultos (terminación de obra)						
56	Acta circunstanciada (en su caso)						
57	Contratos de supervisión						
58	Copia de estudio de impacto ambiental						
59	Informes del ejercicio y control de obra (IECO)						
60	Bitácora de obra						

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

SUPERVISIÓN PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA :

TRAMO :

CONSTRUCTORA

**EXPEDIENTE TÉCNICO ADMINISTRATIVO
PARA FINIQUITO DE OBRA**

CONTRATO _____

HOJA 5 de 5

No.	DOCUMENTO	LOCALIZACIÓN DEL DOCUMENTO				OBSERVACIONES	
		GERENCIA DE NORMAS Y ESTUDIOS TÉCNICOS DEPARTAMENTOS		GERENCIA DE PUENTES	GERENCIA DE AUTOPISTAS		DELEGACIÓN CORRESPOND.
		NORMAS TÉCNICAS	PREC UNIT. Y ESTIMACIONES				
61	Album fotográfico						
62	Reportes de control de calidad						
63	Informe meteorológico de la región						
64	Oficios de suspensión temporal						
65	Planta						
66	Perfiles						
67	Secciones de Terreno Original						
68	Secciones de construcción						
69	Libretas de Tránsito						
70	Libretas de Nivel						
71	Cassette Formato VHS, cuando sea el caso						
72	Minutario, oficios, memorándum, circulares, etc , de la unidad a la compañía, supervisión y viceversa						
73	Localización de Bancos de Préstamos y de servicios						

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

CONTRATO No. :	DE FECHA	ESTIMACIÓN No. :
REVALIDACIÓN O CONVENIO :	DE FECHA	
OBRA :	PERIODO DEL :	AL DE

CONTRATISTA :

DESCRIPCIÓN		IMPORTE \$
I.- IMPORTE DE ESTA ESTIMACIÓN CONFORME A RELACIÓN DE HOJAS DE ESTIMACIÓN		[]
II.- PROGRAMADO ACUMULADO	IMPORTE	OBSERVACIONES
ESTIMADO ACUMULADO	[]	
DIFERENCIA	[]	
III.- CÁLCULO DE LA RETENCIÓN Y/O PENALIZACIÓN • FECHA DE INICIO DE OBRA • FECHA DE REVISIÓN (ESTIMACIÓN) • FECHA DE TERMINACIÓN DE OBRA • PERIODO TRANSCURRIDO ENTRE EL INICIO Y LA REVISIÓN (meses) • IMPORTE DE LA DIFERENCIA ENTRE LO PROGRAMADO Y ESTIMADO • TASA MENSUAL DE RETENCIÓN O PENALIZACIÓN IMPORTE DE LA RETENCIÓN O PENALIZACIÓN HASTA ESTE PERIODO		[]
IV.- IMPORTE DE LA DEVOLUCIÓN DE LA RETENCIÓN DEL PERIODO ANTERIOR		[]
V.- PAGOS DE SUPERVISIÓN POR ATRASO DE OBRA		[]
VI.- OTRAS RETENCIONES O PENALIZACIONES		[]
IMPORTE TOTAL DE LA ESTIMACIÓN		[]

IMPORTA ESTA ESTIMACIÓN :
OBSERVACIONES
LUGAR :
FECHA :
FORMULÓ CONTRATISTA:
Vo.. Bo. DELEGADO :
REVISÓ SUPERVISIÓN CONTRATADA :
EVALUÓ GERENTE :
ESTIMÓ SUBDELEGADO TÉCNICO:
AUTORIZÓ SUBDIRECTOR TÉCNICO :

INSTRUCTIVO DE LLENADO

FORMA:	RELACIÓN DE HOJAS DE ESTIMACIÓN
CÓDIGO:	TSFE-02
USO:	<u>Es un soporte documental que requiere que la empresa supervisora lo tenga actualizado y disponible a solicitud del Organismo</u>

DESCRIPCIÓN:

Contrato:	Se colocará el número de contrato, de acuerdo con la nomenclatura del Organismo-
Al	Fecha a que corresponda la última estimación
Hoja	Número de hoja, respecto al conjunto de hojas que contienen el concentrado (Notación 1/3)
Col. Número	El número que corresponde al catálogo de conceptos de la forma E-7 del concurso. En el caso de nuevos conceptos se asignará un número consecutivo.
Descripción Simplificada	Nombre abreviado del concepto
P U :	Precio unitario de concurso, o autorizado por el Organismo
Periodo	A que corresponda la estimación de cada grupo
Estimación no :	Son grupos de columnas que resumen a nivel concepto, las cantidades e importes estimadas. A cada grupo le corresponde un número de estimación
Observaciones	A que corresponde la estimación, de cada grupo Indicar en su caso si el concentrado se refiere a una asignación específica

CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA _____

TRAMO _____
CONSTRUCTORA _____

CALIDAD DE TERRACERÍAS

DATOS DEL MUESTREO EN BANCO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL _____ A UTILIZARSE EN _____ km _____ MUESTRAS OBTENIDAS EN _____	ENSAYES Nos _____ FECHA DE RECIBO _____ FECHA DE INFORME _____	
IDENTIFICACIÓN Y DATOS DEL LUGAR			
NÚM DE ENSAYE			
ESTACIÓN			
PROFUNDIDAD DEL SONDEO			
% DE COMPACTACIÓN			
CONTENIDO DE AGUA EN %			
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL			
TAMAÑO MÁXIMO			
% QUE PASA EN MALLA NUM 4			
% QUE PASA EN MALLA NUM 40			
% QUE PASA EN MALLA NUM 200			
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO kg/m ³			
PESO VOLUMÉTRICO MÁXIMO kg/m ³			
HUMEDAD ÓPTIMA, %			
LÍMITE LÍQUIDO, %			
LÍMITE PLÁSTICO, %			
ÍNDICE PLÁSTICO, %			
CONTRACCIÓN LINEAL, %			
CLASIFICACIÓN S U C S			
V R S ESTÁNDAR SATURADO, %			
EXPANSIÓN %			
PRUEBAS DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE			
TIPO DE PRUEBA			
% DE COMPACTACIÓN			
HUMEDAD DE PRUEBA			
VALOR RELATIVO SOPORTE			
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES			
FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ	

**CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS**

OBRA _____

TRAMO _____

CONSTRUCTORA: _____

CALIDAD DE MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE

MATERIAL PARA _____	EXPEDIENTE _____	
ENSAYE NÚM. _____	MUESTRA NUM _____	FECHA DE RECIBO. _____
ENVIADA POR _____		FECHA DE INFORME: _____
PROCEDENCIA _____		

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PÉTREO		
PESO VOL. SUELTO, kg/m ³ _____	<div style="text-align: center;"> GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA </div>	
PESO VOL. MÁXIMO, kg/m ³ _____		
HUMEDAD ÓPTIMA % _____		
GRANULOMETRÍA		
MALLA	% QUE PASA	
2"	_____	
1 1/2"	_____	
1"	_____	
3/4"	_____	
3/8"	_____	
Nº 4	_____	
Nº 10	_____	
Nº 20	_____	
Nº 40	_____	
Nº 60	_____	
Nº 100	_____	
Nº 200	_____	
DESPERDICIO EN LA MUESTRA % _____		
V.R S. ESTANDAR % _____		
EXPANSIÓN % _____		
EQUIVALENTE DE ARENA % _____		
AFINIDAD CON EL ASFALTO _____		
PRUEBAS EN MAT. MAYOR DE 9.520 mm	PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA DE 0.420 mm	
ABSORCIÓN % _____	LIMITE LIQUIDO % _____	CONTRACCIÓN LINEAL % _____
DENSIDAD _____	LIMITE PLÁSTICO % _____	
DURABILIDAD _____	ÍNDICE PLÁSTICO % _____	
AGENTE ESTABILIZADOR _____	CLASIFICACIÓN SUCS _____	
TIPO _____		
DISIFICACIÓN _____		
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES. _____		
FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ
_____	_____	_____

CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA: _____

TRAMO: _____

CONSTRUCTORA: _____

ENSAYE DE CEMENTO ASFÁLTICO

TIPO DE ASFALTO _____	FECHA DE RECIBO _____
PARA EMPLEARSE EN: _____	ENSAYE No _____
MUESTREO EN _____	PROCEDENCIA _____
MUESTRA No _____	ESPECIFICACIÓN
FECHA DE MUESTREO _____	NORMA VALOR
PRUEBA AL ASFALTO ORIGINAL	
PESO ESPECIFICO A 25°C	
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO (%)	
PUNTO DE INFLAMACION (°C)	
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO ANILLO Y ESFERA (°C)	
PENETRACION A 25°C, 100 Gms. 5 seg (0.1 mm)	
PENETRACION A 4°C, 200 Gms 60 seg (0.1 mm)	
DUCTILIDAD A 25°C, 5 cms p m (cm)	
* DUCTILIDAD A 4°C 5 cms p.m (cm)	
VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL 135°C (seg)	
VISCOSIDAD ABSOLUTA 60°C (Poises)	
VISCOSIDAD CINEMATICA 135°C (Centistokes)	
PERDIDA POR CALENTAMIENTO TFO (%)	
** INDICE DE PENETRACION	
* RECUPERACION ELASTICA POR TORSION A 25°C. %	
RESILIENCIA A 25°C	
PRUEBAS EN EL RESIDUO DE PELÍCULA DELGADA TFO	
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO ANILLO Y ESFERA (°C)	
PENETRACION A 25°C, 100 Gms. 5 seg. (0.1 mm)	
* PENETRACION A 4°C, 200 Gms 60, seg (0.1 mm)	
DUCTILIDAD A 25°C 5 cms p m (cm)	
DUCTILIDAD A 4°C, 5 cms p m (cm)	
* VISCOSIDAD ABSOLUTA 60°C (Poises)	
* VISCOSIDAD CINEMATICA 135°C (Centistokes)	
** PENETRACION RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 25°C	
** PENETRACION RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 4°C	
** DUCTILIDAD RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 25°C	
** DUCTILIDAD RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 4°C	
** INDICE DE PENETRACION	
** RELACION DE VISCOSIDAD	
** INDICE DE ENVEJECIMIENTO	
** RELACION DE PENETRACION (%)	
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES	
FORMULO	REVISO
APROBO	

* PRUEBAS DE REFERENCIA
** VALORES DE REFERENCIA

CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA: _____

TRAMO: _____

CONSTRUCTORA: _____

CALIDAD DE EMULSIONES ASFÁLTICAS

ENSAYE No. _____	FECHA DE MUESTREO: _____	FECHA DE INFORME. _____
FABRICA DE DONDE PROCEDE LA EMULSIÓN _____		
TIPO DE EMULSION INDICADO EN LA REMISIÓN: _____		
DEPÓSITOS MUESTREADOS _____		
EMULSIÓN PARA UTILIZARSE EN: _____		

P R U E B A S		E N S A Y E S	E S P E C I F I C A C I O N E S	
EN LA EMULSIÓN	VISCOSIDAD SAYBOLT	A 25°C		
	FUROL SEG.	A 50°C		
	RESIDUO DE LA DESTILACIÓN % PESO			
	ASENTAMIENTO EN 5 DÍAS %			
	RETENIDO EN MALLA No. 0.850 %			
	MISCIBILIDAD CON CEMENTO PORTLAND			
	CARGA DE LA PARTICULA			
	DISOLVENTE EN VOLUMEN %			
	DEMULSIBILIDAD. %			
PESO ESPECÍFICO A 25°C				
EN EL RESIDUO DE LA DESTILACIÓN	PENETRACIÓN			
	EN GRADOS			
	SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO. %			
	DUCTILIDAD 25°C cm			
PESO ESPECÍFICO A 25°C				

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ
---------	--------	--------

**CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS**

OBRA:

TRAMO:

CONSTRUCTORA:

ENSAYE DE CEMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO CON POLÍMERO

TIPO DE ASFALTO	FECHA DE RECIBO.				
MODIFICADOR UTILIZADO	MUESTREADO EN				
PARA EMPLEARSE EN.	ENSAYES No				
MUESTRA No					ESPECIFICACIÓN
FECHA DE MUESTREO					
CANTIDAD DE MODIFICADOR (%)					NORMA VALOR
PRUEBAS AL ASFALTO NO ENVEJECIDO					
PESO ESPECIFICO A 25°C					
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO (%)					
PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C)					
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO ANILLO Y ESFERA (°C)					
PENETRACIÓN A 25°C. 100 grs. 5 seg. (0.1 mm)					
PENETRACIÓN A 4°C. 200 grs. 60 seg (0.1 mm)					
* DUCTILIDAD A 25°C. 5 cm p.m. (cm)					
* DUCTILIDAD A 4°C. 5 cm p.m (cm)					
SEPARACIÓN DIFERENCIA ANILLO Y ESFERA (°C)					
VISCOSIDAD SAYBOLT-FUROL 135°C (seg)					
VISCOSIDAD ABSOLUTA 60°C (Paises)					
VISCOSIDAD CINEMÁTICA 135°C (Centistokes)					
* RESILENCIA. (%)					
* RECUPERACIÓN ELÁSTICA POR TORSIÓN A 25°C (%)					
** ÍNDICE DE PENETRACIÓN					
PÉRDIDA POR CALENTAMIENTO TFO (%)					
PRUEBAS EN EL RESIDUO DE PELÍCULA DELGADA TFO 6 RTFO					
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO ANILLO Y ESFERA (°C)					
* PENETRACIÓN A 25°C. 100 grs. 5 seg (0.1 mm)					
* PENETRACIÓN A 4°C. 200 grs. 60 seg. (0.1 mm)					
* DUCTILIDAD A 25°C. 5 cm p.m. (cm)					
DUCTILIDAD A 4°C. 5 cm p.m (cm)					
VISCOSIDAD SAYBOLT-FUROL 135°C (seg)					
* VISCOSIDAD ABSOLUTA 60°C (Paises)					
* VISCOSIDAD CINEMÁTICA 135°C (Centistokes)					
* RECUPERACIÓN ELASTICA A 25°C (%)					
* RESILENCIA. (%)					
* TENACIDAD					
** ÍNDICE DE PENETRACIÓN					
** PENETRACIÓN RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 25°C					
** PENETRACIÓN RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 4°C					
** DUCTILIDAD RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 25°C					
** DUCTILIDAD RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 4°C					
** RELACIÓN DE VISCOSIDAD					
** ÍNDICE DE ENVEJECIMIENTO					
** RELACIÓN DE PENETRACIÓN (%)					

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

FÓRMULÓ	REVISÓ	APROBÓ
---------	--------	--------

* PRUEBAS DE REFERENCIA
** VALORES DE REFERENCIA

CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:

TRAMO:
CONSTRUCTORA:

ENSAYE DE CEMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO CON HULE

TIPO DE ASFALTO	FECHA DE RECIBO:					
MODIFICADOR UTILIZADO	MUESTREADO EN:					
PARA EMPLEARSE EN	ENSAYES No.:					
MUESTRA No						ESPECIFICACIÓN
FECHA DE MUESTREO						
CANTIDAD DE MODIFICADOR (%)						NORMA VALOR ..
PRUEBAS AL ASFALTO NO ENVEJECIDO						
PESO ESPECIFICO A 25°C						
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO (%)						
PUNTO DE INFLAMACIÓN (°C)						
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO ANILLO Y ESFERA (°C)						
PENETRACIÓN A 25°C. 100 grs. 5 seg (0.1 mm)						
PENETRACIÓN A 4°C. 200 grs. 60 seg. (0.1 mm)						
* DUCTILIDAD A 25°C. 5 cm p m (cm)						
* DUCTILIDAD A 4°C. 5 cm p m. (cm)						
VISCOSIDAD SAYBOLT-FUROL 135°C (seg)						
VISCOSIDAD BROOKFIELD 177°C (Centipoises)						
* RESILENCIA (%)						
* RECUPERACIÓN ELASTICA POR TORSIÓN A 25°C (%)						
** ÍNDICE DE PENETRACIÓN						
* RECUPERACIÓN DE HULE POR LAVADO (%)						
PERDIDA POR CALENTAMIENTO TFO (%)						
PRUEBAS EN EL RESIDUO DE PELÍCULA DELGADA TFO 6 RTFO						
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO ANILLO Y ESFERA (°C)						
PENETRACIÓN A 25°C. 100 grs. 5 seg (0.1 mm)						
* PENETRACIÓN A 4°C. 200 grs. 60 seg (0.1 mm)						
* DUCTILIDAD A 25°C. 5 cm p m (cm)						
DUCTILIDAD A 4°C. 5 cm p m (cm)						
VISCOSIDAD SAYBOLT-FUROL 135°C (seg.)						
VISCOSIDAD BROOKFIELD 177°C (Centipoises)						
* RECUPERACIÓN ELASTICA A 25°C (%)						
* TENACIDAD						
** INDICE DE PENETRACION						
** PENETRACIÓN RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 25°C						
** PENETRACIÓN RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 4°C						
** DUCTILIDAD RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 25°C						
** DUCTILIDAD RETENIDA EN % DEL ORIGINAL A 4°C						
** RELACIÓN DE PENETRACIÓN (%)						
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES						
FORMULÓ	REVISÓ			APROBÓ		

* PRUEBAS DE REFERENCIA
** VALORES DE REFERENCIA

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA _____

TRAMO _____
CONSTRUCTORA _____

ENSAYE REOLÓGICO DE CEMENTO ASFÁLTICO PARA CLASIFICACIÓN

TIPO DE ASFALTO _____		MUESTREADO EN _____			
MODIFICADOR UTILIZADO _____		FECHA DE RECIBO _____			
PARA EMPLEARSE EN _____					
TEMP DE PRUEBA	ENSAYE No /MUESTRA				ESPECIFICACIÓN
	FECHA DE MUESTREO				
	CONTENIDO DE MODIFICADOR				
ASFALTO ORIGINAL:					
64°C	Modulo de Corte G* (KPa)				
	Ángulo Fase δ (grados)				
	G*/Sen δ (KPa)				
70°C	Modulo de Corte G* (KPa)				
	Ángulo Fase δ (grados)				
	G*/Sen δ (KPa)				
	Modulo de Corte G* (KPa)				
	Ángulo Fase δ (grados)				
	G*/Sen δ (KPa)				
ASFALTO DESPUÉS DE TFOT					
64°C	Modulo de Corte G* (KPa)				
	Ángulo Fase δ (grados)				
	G*/Sen δ (KPa)				
70°C	Modulo de Corte G* (KPa)				
	Ángulo Fase δ (grados)				
	G*/Sen δ (KPa)				
	Modulo de Corte G* (KPa)				
	Ángulo Fase δ (grados)				
	G*/Sen δ (KPa)				
ASFALTO DESPUÉS DE PAV.					
	Modulo de Corte G* (KPa)				
	Ángulo Fase δ (grados)				
	G*/Sen δ (KPa)				
	Modulo de Corte G* (KPa)				
	Ángulo Fase δ (grados)				
	G*/Sen δ (KPa)				
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:					
FORMULO		REVISÓ		APROBÓ	

**CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS**

OBRA _____

TRAMO _____

CONSTRUCTORA _____

CALIDAD DE MATERIALES PARA CONCRETO ASFÁLTICO

MATERIAL _____	EXPEDIENTE _____
ENSAYE NUM _____	MUESTRA NUM _____
ENVIADA POR _____	FECHA DE RECIBO _____
PROCEDENCIA _____	FECHA DE INFORME _____

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PÉTREO

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA _____ PESO VOL. SUELTO, kg/m ³ _____	GRÁFICA DE COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA																																						
GRANULOMETRÍA																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">MALLA</th> <th style="width: 55%;">% QUE PASA</th> <th style="width: 30%;">PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1"</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Nº 4</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Nº 10</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Nº 20</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Nº 40</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Nº 60</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Nº 100</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> <tr><td>Nº 200</td><td>_____</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table>		MALLA	% QUE PASA	PROYECTO	1"	_____	_____	3/4"	_____	_____	1/2"	_____	_____	3/8"	_____	_____	1/4"	_____	_____	Nº 4	_____	_____	Nº 10	_____	_____	Nº 20	_____	_____	Nº 40	_____	_____	Nº 60	_____	_____	Nº 100	_____	_____	Nº 200	_____
MALLA	% QUE PASA	PROYECTO																																					
1"	_____	_____																																					
3/4"	_____	_____																																					
1/2"	_____	_____																																					
3/8"	_____	_____																																					
1/4"	_____	_____																																					
Nº 4	_____	_____																																					
Nº 10	_____	_____																																					
Nº 20	_____	_____																																					
Nº 40	_____	_____																																					
Nº 60	_____	_____																																					
Nº 100	_____	_____																																					
Nº 200	_____	_____																																					

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO	
DENSIDAD _____	CEMENTO ASFÁLTICO TIPO _____
ABSORCIÓN % _____	ADITIVO MARCA _____
DESGASTE % _____	CON ÓPT DE ASFALTO (%) _____
PARTÍCULAS ALARGADAS % _____	PROCEDENCIA _____
PARTÍCULAS EN FORMA DE LAJA % _____	ADOSIFICACIÓN % / (C A) _____
PARTÍCULAS DELEZNABLES % _____	PROCEDENCIA DEL ADITIVO _____
EQUIVALENTE DE ARENA % _____	
AFINIDAD CON EL ASFALTO _____	

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA		
ENSAYE	VALORES	ESPECIFICACIÓN
ESTABILIDAD, kg		
FLUJO, mm		
VACÍOS EN LA MEZCLA, %		
VACÍOS AGREGADO MINERAL (V A M.), %		
CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO, %		
TENSIÓN INDIRECTA km/cm ² °C		
DEFORMACIÓN A LA TENSIÓN % °C		
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD POR INMERSIÓN EN AGUA, %		
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES.		

FORMULÓ _____	REVISÓ _____	APROBÓ _____
---------------	--------------	--------------

**CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS**

OBRA: _____

TRAMO: _____
CONSTRUCTORA: _____

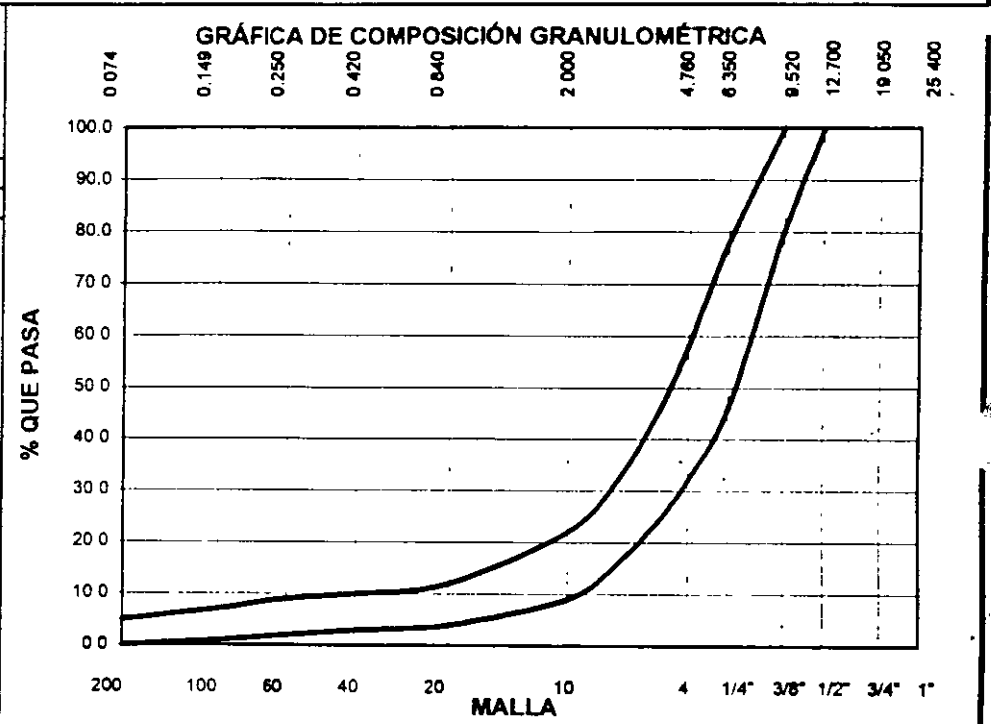
CALIDAD DE MATERIALES PARA CONCRETO ASFÁLTICO DE GRADUACIÓN ABIERTA

MATERIAL _____	EXPEDIENTE: _____
ENSAYE NÚM _____	MUESTRA NUM _____
ENVIADA POR _____	FECHA DE RECIBO _____
PROCEDENCIA _____	FECHA DE INFORME _____

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PÉTREO

CLASIFICACION PETROGRÁFICA _____

PESO VOL. SUELTO, kg/m³ _____



GRANULOMETRÍA		
MALLA	% QUE PASA	PROYECTO
1"	_____	_____
3/4"	_____	_____
1/2"	_____	_____
3/8"	_____	_____
1/4"	_____	_____
Nº 4	_____	_____
Nº 10	_____	_____
Nº 20	_____	_____
Nº 40	_____	_____
Nº 60	_____	_____
Nº 100	_____	_____
Nº 200	_____	_____

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

DENSIDAD _____

ABSORCIÓN % _____

DESGASTE % _____

PARTÍCULAS ALARGADAS % _____

PARTÍCULAS EN FORMA DE LAJA % _____

PARTÍCULAS DELEZNABLES % _____

EQUIVALENTE DE ARENA % _____

AFINIDAD CON EL ASFALTO _____

CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO

CEMENTO ASFÁLTICO TIPO _____

CON ÓPT DE ASFALTO (%) _____

PROCEDENCIA: _____

ADITIVO MARCA _____

DOSIFICACIÓN % (C/A) _____

PROCEDENCIA DEL ADITIVO _____

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYE	VALORES	ESPECIFICACIÓN
ESTABILIDAD, kg	_____	_____
FLUJO, mm	_____	_____
VACÍOS EN LA MEZCLA, %	_____	_____
VACÍOS AGREGADO MINERAL (V.A.M.), %	_____	_____
CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO, %	_____	_____
TENSIÓN INDIRECTA km/cm ² °C	_____	_____
DEFORMACIÓN A LA TENSIÓN % °C	_____	_____
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD POR INMERSIÓN EN AGUA, %	_____	_____

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES _____

FORMULÓ _____	REVISÓ _____	APROBÓ _____
---------------	--------------	--------------

**CONTROL DE CALIDAD PARA:
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS**

OBRA: _____

TRAMO: _____

CONSTRUCTORA: _____

CALIDAD DE MATERIALES PARA CONCRETO ASFÁLTICO DE GRADUACIÓN ABIERTA C/HULE MOLIDO

MATERIAL _____	EXPEDIENTE _____
ENSAYE NUM _____	MUESTRA NUM _____
ENVIADA POR _____	FECHA DE RECIBO _____
PROCEDENCIA _____	FECHA DE INFORME _____

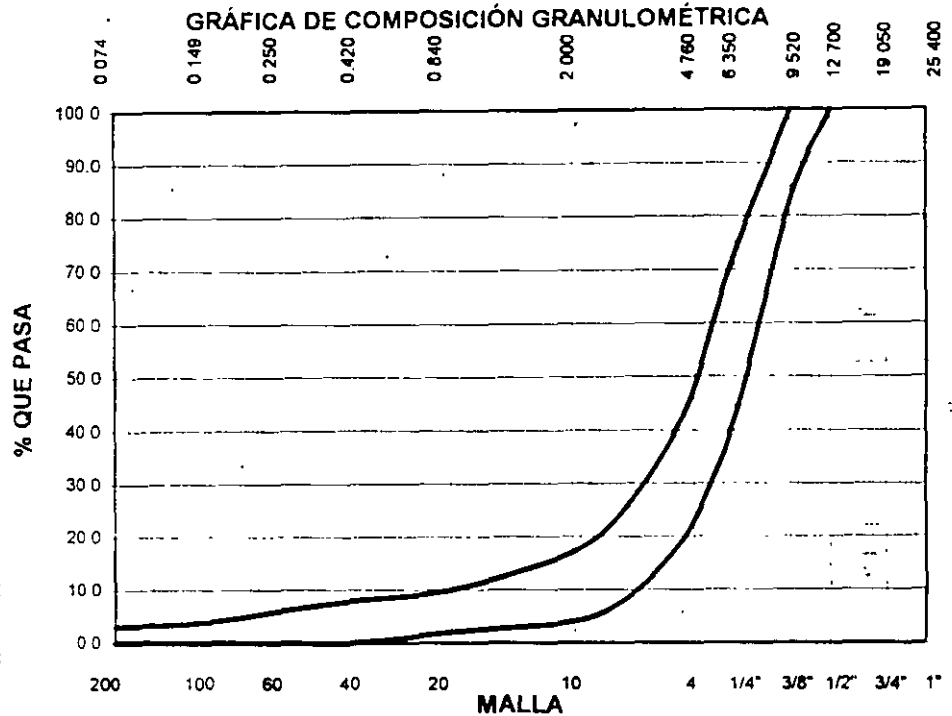
PRUEBAS SOBRE MATERIAL PÉTREO

CLASIFICACION PETROGRAFICA _____

PESO VOL SUELTO. kg/m³ _____

GRANULOMETRIA

MALLA	% QUE PASA	PROYECTO
1"	_____	_____
3/4"	_____	_____
1/2"	_____	_____
3/8"	_____	_____
1/4"	_____	_____
Nº 4	_____	_____
° 10	_____	_____
20	_____	_____
Nº 40	_____	_____
Nº 60	_____	_____
Nº 100	_____	_____
Nº 200	_____	_____



CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

DENSIDAD _____

ABSORCIÓN % _____

DESGASTE % _____

PARTÍCULAS ALARGADAS % _____

PARTÍCULAS EN FORMA DE LAJA % _____

PARTÍCULAS DELEZNABLES % _____

EQUIVALENTE DE ARENA % _____

AFINIDAD CON EL ASFALTO _____

CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO MODIFICADO

TIPO _____	PASA LA MALLA _____
CON OPT. DE ASFALTO (%) _____	DOSIFICACIÓN % (C A) _____
PROCEDENCIA _____	PROCEDENCIA DEL HULE _____

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYE	VALORES	ESPECIFICACIÓN
ESTABILIDAD kg	_____	_____
FLUJO, mm	_____	_____
VACÍOS EN LA MEZCLA, %	_____	_____
VACÍOS AGREGADO MINERAL (V A M), %	_____	_____
CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO, %	_____	_____
TENSIÓN INDIRECTA km/cm ² °C	_____	_____
DEFORMACIÓN A LA TENSIÓN % °C	_____	_____
PERDIDA DE ESTABILIDAD POR INMERSIÓN EN AGUA, %	_____	_____

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES _____

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA

TRAMO

CONSTRUCTORA

CALIDAD DE MATERIALES PARA CONCRETO ASFÁLTICO (ZR)

MATERIAL	EXPEDIENTE
ENSAYE NUM	MUESTRA NUM
ENVIADA POR	FECHA DE RECIBO
PROCEDENCIA	FECHA DE INFORME

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PÉTREO

CLASIFICACIÓN PETROGRÁFICA _____

PESO VOL. SUELTO kg/m³ _____

GRANULOMETRÍA

MALLA	% QUE PASA	PROYECTO
1"		
3/4"		
1/2"		
3/8"		
1/4"		
Nº 4		
Nº 10		
Nº 20		
Nº 40		
Nº 60		
Nº 100		
Nº 200		

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

DENSIDAD _____

ABSORCIÓN % _____

DESGASTE % _____

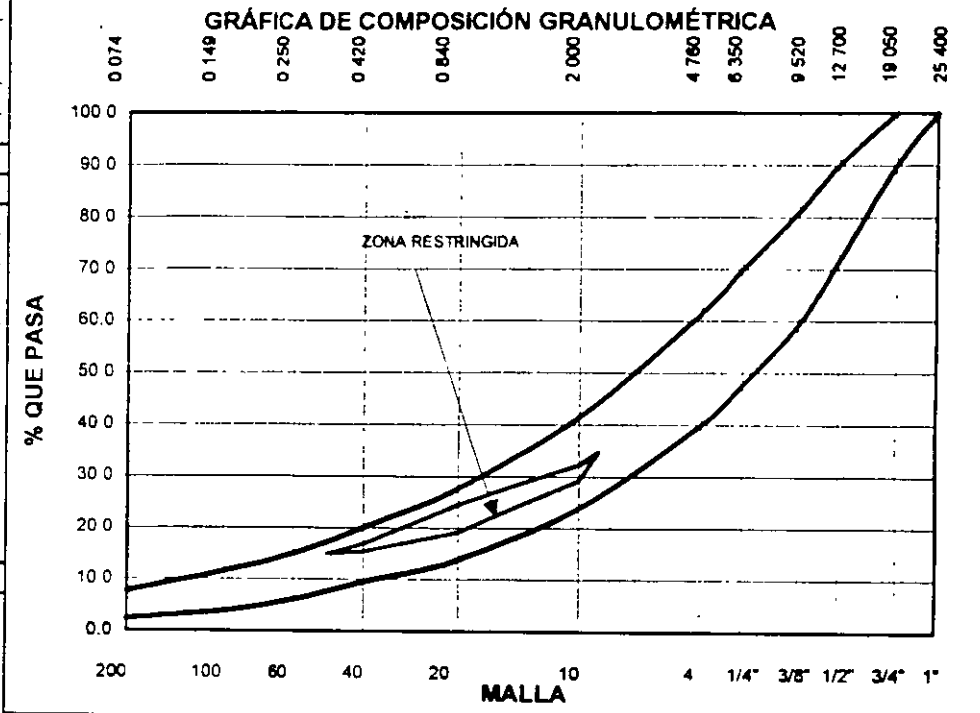
PARTÍCULAS ALARGADAS % _____

PARTÍCULAS EN FORMA DE LAJA % _____

PARTÍCULAS DELEZNABLES % _____

EQUIVALENTE DE ARENA % _____

AFINIDAD CON EL ASFALTO _____



CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO

CEMENTO ASFÁLTICO TIPO _____	ADITIVO MARCA _____
CON ÓPT. DE ASFALTO (%) _____	DOSIFICACIÓN. % (C/A) _____
PROCEDENCIA _____	PROCEDENCIA DEL ADITIVO _____

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAYE	VALORES	ESPECIFICACIÓN
ESTABILIDAD, kg		
FLUJO, mm		
VACÍOS EN LA MEZCLA, %		
VACÍOS AGREGADO MINERAL (V.A.M.), %		
CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO, %		
TENSIÓN INDIRECTA km/cm ² °C		
DEFORMACIÓN A LA TENSIÓN % °C		
PÉRDIDA DE ESTABILIDAD POR INMERSIÓN EN AGUA, %		

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES.

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA: _____

TRAMO: _____
CONSTRUCTOR: _____

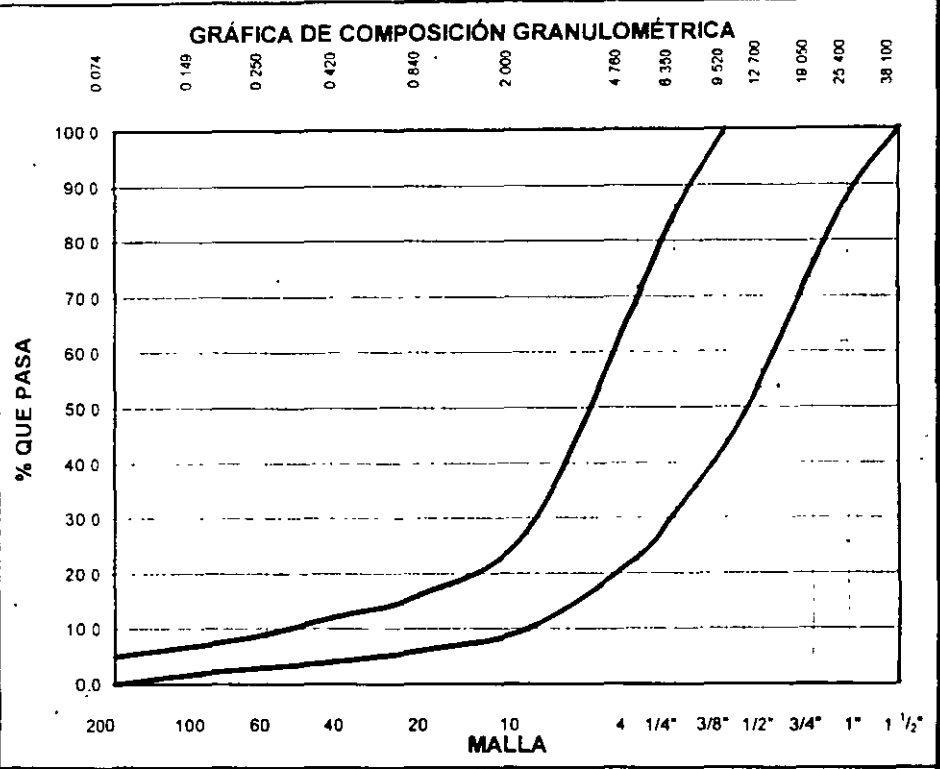
CALIDAD DE MATERIALES PARA BASE ASFÁLTICA

MATERIA: _____	EXPEDIENTE: _____
ENSAJE NUM: _____	MUESTRA NUM: _____
ENVIADA POR: _____	FECHA DE RECIBO: _____
PROCEDENCIA: _____	FECHA DE INFORME: _____

PRUEBAS SOBRE MATERIAL PÉTREO

CLASIFICACION PETROGRAFICA: _____

PESO VOL. SUELTO, kg/m³: _____



GRANULOMETRIA

MALLA	% QUE PASA	PROYECTO
1 1/2"		
1"		
3/4"		
1/2"		
3/8"		
1/4"		
Nº 4		
Nº 10		
Nº 20		
Nº 40		
Nº 60		
Nº 100		
Nº 200		

CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

DENSIDAD: _____

ABSORCIÓN %: _____

DESGASTE %: _____

CONTRACCIÓN LINEAL, %: _____

PARTICULAS ALARGADAS, %: _____

PARTICULAS EN FORMA DE LAJA, %: _____

EQUIVALENTE DE ARENA, %: _____

AFINIDAD CON EL ASFALTO: _____

CARACTERÍSTICAS DEL ASFALTO

TIPO: _____	ADITIVO MARCA: _____
CON.OPT. DE ASFALTO (%): _____	DOSIFICACIÓN: % (C.A.): _____

CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

ENSAJE	VALORES	ESPECIFICACIÓN
ESTABILIDAD kg		
FLUJO, mm		
VACIOS EN LA MEZCLA %		
VACIOS AGR. MIN. (V.A.M.), %		
VACIOS OCUP. ASF. %		
CONT. CEM. ASF. %		
PESO VOL. MAX. EN MEZCLA COMPACTA (kg/m ³)		

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES: _____

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA

TRAMO
CONSTRUCTORA

EQUIVALENTE DE ARENA

HOJA. _____

FECHA	ENSAYE	EQUIVALENTE DE ARENA, %												5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	PROMEDIO	SUMA	PROMEDIO			
	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
	6																		
	7																		
	8																		
	9																		
	10																		
	11																		
	12																		
	13																		
	14																		
	15																		
	16																		
	17																		
	18																		
	19																		
	20																		
	21																		
	22																		
	23																		
	24																		
	25																		
	26																		
	27																		
	28																		
	29																		
	30																		
														$\bar{X} =$	%	$\sigma = \pm$	%	$V =$	%

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

Cada punto de la gráfica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA

TRAMO
CONSTRUCTORA

GRADUACIÓN DE AGREGADO PARA MEZCLA ASFÁLTICA

HOJA: _____

FECHA	ENSAYE	CONTENIDO DE FINOS.* %							5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	CONTENIDO DE ARENA.** %					5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	
		0	2	4	6	8	10	12	14	PROM	SUMA	PROM	40	50	60	70	80	PROM	SUMA	PROM
	1																			
	2																			
	3																			
	4																			
	5																			
	6																			
	7																			
	8																			
	9																			
	10																			
	11																			
	12																			
	13																			
	14																			
	15																			
	16																			
	17																			
	18																			
	19																			
	20																			
	21																			
	22																			
	23																			
	24																			
	25																			
	26																			
	27																			
	28																			
	29																			
	30																			
		$\bar{X} =$	%	$\sigma = \pm$	%	V =	%	$\bar{X} =$	%	$\sigma = \pm$	%	V =	%							

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

* Pasa Malla No. 200 (0.074 mm) ** Pasa Malla No. 4 (4.75 mm)
Cada punto de la gráfica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA

TRAMO
CONSTRUCTORA

VACÍOS EN EL CONCRETO ASFÁLTICO

HOJA: _____

FECHA	ENSAYE	VACÍOS EN LA MEZCLA. %											5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL. %											5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO
		C	2	4	6	8	10	12	14	PROM	SUMA	PROM	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	PROM	SUMA	PROM.				
	1																												
	2																												
	3																												
	4																												
	5																												
	6																												
	7																												
	8																												
	9																												
	10																												
	11																												
	12																												
	13																												
	14																												
	15																												
	16																												
	17																												
	18																												
	19																												
	20																												
	21																												
	22																												
	23																												
	24																												
	25																												
	26																												
	27																												
	28																												
	29																												
	30																												
		$\bar{X} =$	%	$\sigma = \pm$	%	$V =$	%	$\bar{X} =$	%	$\sigma = \pm$	%	$V =$	%																

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES.

FORMULO	REVISO	APROBÓ

Cada punto de la gráfica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos.

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA.

TRAMO
CONSTRUCTORA

VACÍOS OCUPADOS POR EL ASFALTO Y FLUJO MARSHALL

HOJA

FECHA	ENSAYE	VACIOS OCUPADOS POR ASFALTO. %							5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	FLUJO MARSHALL mm					5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	
		60	65	70	75	80	85	90	95	PROM.	SUMA	PROM.	1	2	3	4	5	PROM.	SUMA	PROM.
	1																			
	2																			
	3																			
	4																			
	5																			
	6																			
	7																			
	8																			
	9																			
	10																			
	11																			
	12																			
	13																			
	14																			
	15																			
	16																			
	17																			
	18																			
	19																			
	20																			
	21																			
	22																			
	23																			
	24																			
	25																			
	26																			
	27																			
	28																			
	29																			
	30																			
		$\bar{X} =$	%	$\sigma = \pm$	%	V =	%				$\bar{X} =$	mm	$\sigma = \pm$	mm	V =	%				
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:																				
FORMULO						REVISO						APROBO								

Cada punto de la gráfica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos

157

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA

TRAMO
CONSTRUCTORA

CONTENIDOS ASFÁLTICOS Y PESO VOLUMÉTRICO MÁXIMO

HOJA _____

FECHA	ENSAYE	CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO, %						5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	PESO VOLUMÉTRICO MÁXIMO, kg/m ³					5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO					
		5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	PROM.	SUMA	PROM.	2100	2200	2300	2400	2500	PROM.	SUMA	PROM.				
	1																						
	2																						
	3																						
	4																						
	5																						
	6																						
	7																						
	8																						
	9																						
	10																						
	11																						
	12																						
	13																						
	14																						
	15																						
	16																						
	17																						
	18																						
	19																						
	20																						
	21																						
	22																						
	23																						
	24																						
	25																						
	26																						
	27																						
	28																						
	29																						
	30																						
		$\bar{X} =$	%	$\sigma = \pm$				%	V =			%	$\bar{X} =$	kg/m ³	$\sigma = \pm$				kg/m ³	V =			%

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

FORMULÓ	REVISÓ	APROBO

Cada punto de la gráfica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos

**CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS**

OBRA:

TRAMO:
CONSTRUCTORA:

ESTABILIDAD MARSHALL DEL CONCRETO ASFÁLTICO

HOJA: _____

FECHA	ENSAYE	ESTABILIDAD MARSHALL, kg										5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO			
		500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	PROMEDIO	SUMA	PROMEDIO				
	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
	6																
	7																
	8																
	9																
	10																
	11																
	12																
	13																
	14																
	15																
	16																
	17																
	18																
	19																
	20																
	21																
	22																
	23																
	24																
	25																
	26																
	27																
	28																
	29																
	30																
												$\bar{X} =$	%	$\sigma = \pm$	%	$V =$	%

OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

FORMULÓ	REVISÓ	APROBÓ

Cada punto de la gráfica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:

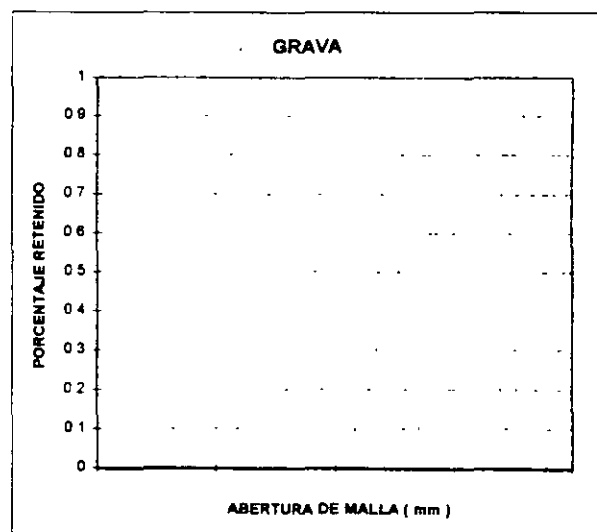
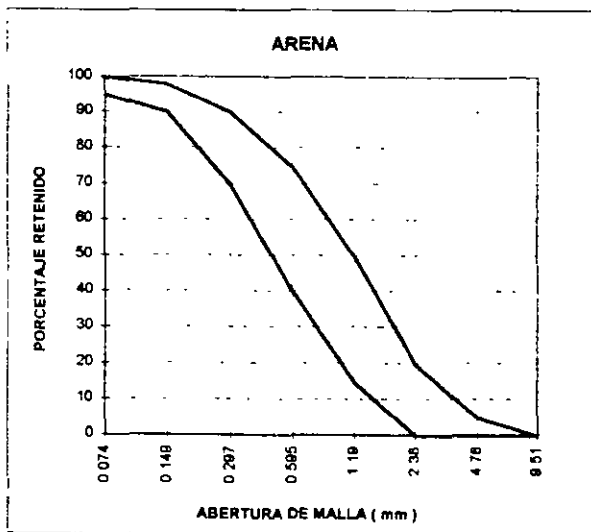
TRAMO:

CONSTRUCTORA :

PRUEBAS FÍSICAS DE AGREGADOS PARA CONCRETO HIDRÁULICO

PROCEDENCIA	MUESTRA No
DESCRIPCION	FECHA DE RECIBO
CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO	CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO
MUESTRA No	MUESTRA No
% RETENIDO EN MALLA 3/8 "	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (PULG)
% RETENIDO EN MALLA No. 4	% RETENIDO EN MALLA
% RETENIDO EN MALLA No. 8	% RETENIDO EN MALLA
% RETENIDO EN MALLA No. 16	% RETENIDO EN MALLA
% RETENIDO EN MALLA No. 30	% RETENIDO EN MALLA
% RETENIDO EN MALLA No. 50	% RETENIDO EN MALLA
% RETENIDO EN MALLA No. 100	% QUE PASA MALLA No. 4
% QUE PASA MALLA No. 200	DENSIDAD
MODULO DE FINURA	ABSORCIÓN
DENSIDAD	PESO VOLUMÉTRICO SUELTO
ABSORCION	PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO
PESO VOLUMETRICO SUELTO	INTEMPERISMO ACELERADO
PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO	PÉRDIDA POR ABRASIÓN
EQUIVALENTE DE ARENA	OBSERVACIONES .
INTEMPERISMO ACELERADO	
MATERIA ORGÁNICA (COLOR)	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS



FORMULO	REVISO.	APROBÓ:	FECHA
---------	---------	---------	-------

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA _____

TRAMO _____

CONSTRUCTORA _____

PRUEBAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

DATOS DE LA MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL _____	ENSAYE Nos _____			
	A UTILIZARSE EN. _____	FECHA DE INFORME _____			
IDENTIFICACIÓN					
	ENSAYE No.				
	MUESTRA No				
	TOMADA DE				
	ELEMENTO COLADO				
DATOS DEL PROPORCIONAMIENTO					
	f'c DE PROYECTO (kg/cm ²)				
	RELACION A/C				
	ELABORADO EN				
ADITIVO	MARCA				
	DOSIFICACIÓN				
	FINALIDAD				
DATOS DE LA OBRA					
	EQUIPO DE MEZCLADO				
	VIBRADO O SIN VIBRAR				
CEMENTO	MARCA				
	TIPO				
	CONSUMO m ³				
	AGUA CONSUMO / SACO				
	REVENIMIENTO, cm				
DATOS DEL ESPECIMEN	DIÁMETRO, cm				
	SECCION, cm ²				
	FECHA DE COLADO				
	FECHA DE RUPTURA				
	EDAD, DÍAS				
	CARGA DE RUPTURA, kg				
	RESISTENCIAS, kg/cm ²				
	% DE LA RESISTENCIA DE PROYECTO				
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES					
FORMULO		REVISO		APROBO	

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:

TRAMO:

CONSTRUCTORA

REVENIMIENTO DEL CONCRETO

HOJA _____

ENSAYE	REVENIMIENTO MEDIO MÓVIL, cm	REVENIMIENTO, cm			IDENTIFICACION				HORA
		5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	MUESTRAS				
					DÍAS				
		PROM	SUMA	PROM	7	7	28	28	
0	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20								
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
		$\bar{X} =$	cm	$\sigma = \pm$	cm	V =	%		
PROPORCIONAMIENTO									
PLANTA									
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES.									
FORMULO			REVISO				APROBO		

Cada punto de la gráfica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos.

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA
TRAMO
CONSTRUCTORA

RESISTENCIA DEL CONCRETO HIDRÁULICO EDAD: _____ DÍAS ($f_c =$ _____ kg/cm^2)

HOJA _____

ENSAJE	INTERVALO MEDIO MÓVIL							10 VALORES CONSECUTIVOS			VALOR MEDIO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE, kg/cm^2							CILINDRO		5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO					
								PROM	SUMA	PROM	1								2	PROM	SUMA	PROM.						
	0	2	4	6	8	10	12				0	50	100	150	200	250	300											
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												
21																												
22																												
23																												
24																												
25																												
26																												
27																												
28																												
29																												
30																												
$\bar{X} =$		kg/cm^2		$\sigma = \pm$		kg/cm^2		$V =$		$\%$		$\bar{X} =$		kg/cm^2		$\sigma = \pm$		kg/cm^2		$V =$		$\%$						
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES																												
FORMULÓ										REVISÓ										APROBÓ								

CONTROL DE CALIDAD PARA
CAMINOS Y Puentes FEDERALES DE INGRESOS Y SERVICIOS CONEXOS

OBRA:
TRAMO:
CONSTRUCTORA:

RESISTENCIA DEL MORTERO HECHO EN OBRA EDAD: 7 DÍAS

HOJA

ENSAJE	INTERVALO MEDIO MÓVIL							10 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE, kg/cm ²							CILINDRO		5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	
	0	2	4	6	8	10	12	PROM.	SUMA	PROM.	0	20	40	60	80	100	120	1	2	PROM	SUMA	PROM	
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
18																							
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							
$\bar{X} =$ kg/cm ²		$\sigma = \pm$ kg/cm ²		V =		%		$\bar{X} =$ kg/cm ²		$\sigma = \pm$ kg/cm ²		V =		%									
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES																							
FORMULÓ								REVISÓ								APROBÓ							

Cada punto de las gráficas representa el promedio de 10 y 5 valores consecutivos respectivamente

163



caminos Y
puentes

TITULO		GLOSARIO DE TÉRMINOS		S U S T I T U Y E	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	DE
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		VI		1	5
				FECHA	ABRIL 1997

TÉRMINO

DEFINICIÓN

Administración	Gobierno de los recursos humanos y materiales de una organización, para lograr los objetivos y metas de la misma.
Aseguramiento de calidad	Conjunto de acciones de planeación, organización y control, tendientes a asegurar la calidad de la obra.
Auditorías operativas externas	Consultor contratado por el Organismo para la revisión técnico - administrativa de las obras y servicios, a fin de dictaminar si la calidad, el costo y el tiempo de ejecución se apegan a los términos contractuales.
Banco	Zona donde se extrae material para utilizarse en la construcción.
Bitácora	Libreta donde se registran las acciones que se realizan en la ejecución de una obra.
Calidad	Cumplimiento cabal de normas y requisitos establecidos.
Concepto	Parte en que se divide un conjunto de actividades.
Construcción	Conjunto de procesos ejecutados por hombres y máquinas en uno o más sitios, para producir las edificaciones, estructuras o instalaciones que forman parte de un proyecto.
Constructora	Persona física o moral responsable de la ejecución material de la obra, o de alguna parte de ella, de acuerdo con contrato celebrado en el organismo o con otro constructor.
Consultor	Persona física o moral que presta servicios de consultoría.
Consultoría	Servicios profesionales que prestan empresas o personas físicas con base en su experiencia, en su organización y en la aplicación de conocimientos tecnológicos para la planeación, diseño, proyecto, supervisión, control de calidad y evaluación del proyecto y otros objetivos específicos relacionados con la obra
Control	Inspección, revisión y verificación del cumplimiento de una norma, un programa, un presupuesto y otros objetivos específicos relacionados con la obra.



caminos Y
puentes

TITULO		GLOSARIO DE TÉRMINOS	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	VI

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG	2 DE 5
FECHA	ABRIL 1997

TÉRMINO

DEFINICIÓN

Control técnico	Control relativo a los aspectos técnicos de la ejecución de una obra, tales como procedimientos de construcción, uso apropiado de equipo y cumplimiento de normas y especificaciones.
Control de la calidad	Acciones programadas y sistemáticas del laboratorio a fin de verificar la calidad de los materiales o elementos de obra, la calificación de la mano de obra y el resultado de los procesos constructivos.
Dirección de obra	Servicios de supervisión de obra y coordinación de los trabajos en el sitio de la misma, para que ésta se desarrolle en forma eficiente y de conformidad con el contrato celebrado entre el Organismo y la constructora.
Elemento	Parte en que se divide el concepto.
Especificaciones	Conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones de aplicación particular a un proyecto, que modifican, amplían o sustituyen las normas correspondientes.
Estimación	Documento en que se consignan las cantidades, precios y montos de los trabajos realizados por la supervisora o constructora en un periodo determinado, de conformidad con lo estipulado en el contrato respectivo.
Evaluación	Calificación predeterminada.
Evaluador	Persona que mediante observación directa califica o evalúa el estado físico y el servicio que brinda.
Factor de influencia	Factor que multiplicado por la calificación de la zona del camino, nos representa su influencia o participación en la calificación total del tramo.
Intensidad	Proporción en la que interviene el deterioro del elemento dentro de la sección considerada.

154



caminos Y
puentes

TITULO		GLOSARIO DE TÉRMINOS		SUSTITUYE	
SISTEMA		DIRECCION		PAG	DE
SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		TÉCNICA		FECHA	
AREA		CAPITULO		PAG	3 DE 5
GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA		VI		FECHA	ABRIL 1997

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Laboratorio	Consultor encargado de hacer en condiciones normalizadas, las pruebas de materiales naturales o elaboradas en fábrica o en obra, y de elementos de ésta, a fin de verificar su comportamiento y su apego a las normas y especificaciones del proyecto.
Muestreo	Obtención de muestras de algún material, de acuerdo con el procedimiento estipulado en las normas y especificaciones.
Normas	Conjunto de reglas, disposiciones y requisitos de aplicación general a determinada clase de actividades.
Normas de construcción	Normas aplicables a la ejecución, equipamiento y puesta en servicio de las obras.
Normas de servicios técnicos	Normas aplicables a los servicios prestados por el consultor.
Obra	El resultado de la construcción, reconstrucción o conservación.
Organismo	Nombre con que se denomina en este documento a Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos
Presupuesto	Documento en el que se indica las partidas que componen el monto total de un servicio, con los conceptos, cantidades y precios respectivos.
Programa	Documento en que se establecen el orden y los plazos de ejecución de las diversas fases y conceptos en que se dividen convencionalmente un servicio o la ejecución de obra, según el contrato respectivo.
Proyecto	Conjunto de planos con sus normas especificaciones y demás datos para la ejecución de una obra, (carreteras, puentes, estructuras), edificaciones o protecciones ambientales.
Proyecto ejecutivo	Conjunto de elementos técnicos aprobados por el Organismo incluyendo planos, especificaciones, listas de materiales y otros, de acuerdo con los cuales se debe llevar a cabo la construcción.

15



TITULO		GLOSARIO DE TÉRMINOS	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	VI

SUSTITUYE	
PAG	DF
FECHA	
PAG	4 DE 5
FECHA	ABRIL 1997

TÉRMINO

DEFINICIÓN

Prueba	Determinación de propiedades hecha por un laboratorio, bajo condiciones controladas, de la muestra de algún material, o bien, de las características de operación de un equipo.
Prueba de calidad	Verificación del cumplimiento de normas y/o especificaciones.
Prueba de funcionamiento	Verificación de un equipo instalado en la obra con el fin de comprobar que su comportamiento bajo condiciones preestablecidas se apega a lo especificado.
Prueba de proporcionamiento	Verificación que tiene por objeto determinar en qué proporciones figuran los componentes de una mezcla, con fines de control.
Socavón	Depresión existente en el derecho de vía, originada por la explotación que se realiza para obtener, generalmente, material para relleno.
Subdelegado Técnico	Persona que representa a la Dirección Técnica del Organismo en una Delegación Regional.
Superintendente	Persona que en el lugar de la obra representa directamente al Organismo ante la supervisora, constructora y terceros, en asuntos relacionados con la ejecución de obra.
Supervisor	Persona física o moral que ejerce las funciones de verificación de obra.
Supervisora externa	Consultor que realiza la supervisión bajo contrato celebrado con el Organismo.
Supervisión interna	Verificación que lleva a cabo con sus propios medios algún departamento o área del Organismo.
Supervisor de obra	Persona encargada de la verificación técnica, la revisión y el control de la ejecución de la obra, para lograr que ésta se ejecute con apego al proyecto ejecutivo y al contrato celebrado entre el Organismo y la constructora.
Tabulador	Listado de categorías de personal y/o de conceptos relacionados con una clase de actividades y los precios aplicables a cada uno, con fines de pago.

166



caminos Y
puentes

TÍTULO	GLOSARIO DE TÉRMINOS	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCIÓN TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPÍTULO VI

SUSTITUYE	
PAG	DE
FECHA	
PAG	5 DE 5
FECHA ABRIL 1997	

TÉRMINO

DEFINICIÓN

Términos de referencia

Documento en que el Organismo señala el alcance, las características y los requisitos de los servicios del consultor

Valor relativo

Factor que multiplicado por la calificación obtenida en el concepto, valoriza su influencia o participación en la calificación total de la zona correspondiente en la sección.



caminos y
puentes

TITULO		EPÍLOGO	
SISTEMA	SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	DIRECCION	TÉCNICA
AREA	GERENCIA DE SUPERVISIÓN DE OBRA PÚBLICA	CAPITULO	VII

SUSTITUYE	
PAG	DF
FECHA	
PAG	1 DF 1
FECHA ABRIL 1997	

Todo manual o norma son perfectibles

Todo manual debe ser dinámico, pues continuamente se presentan cambios en las tecnologías, procedimientos constructivos y de supervisión, así como en Normas y Reglamentos. Por esta razón Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos decidió presentar esta **Norma de Supervisión de Obra Pública** en hojas sustituibles

Mucho agradeceremos nos hagan llegar sus comentarios, observaciones, sugerencias y correcciones para incorporarlos y estar al día en los procesos de actualización.

Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos
Atención Gerencia de Supervisión de Obra Pública de la Dirección Técnica
Calzada de los Reyes 24
Col Tetela del Monte C P. 62130
Cuernavaca, Mor.
Tel (73) 29-31-47 y 29-31-73
Fax 29-31-58
Correo electrónico (e mail) jlaborde @ capufe.gob.mx



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

INTRODUCCÓN

**EXPOSITOR: M. I. RAÚL VICENTE OROZCO SANTOYO
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

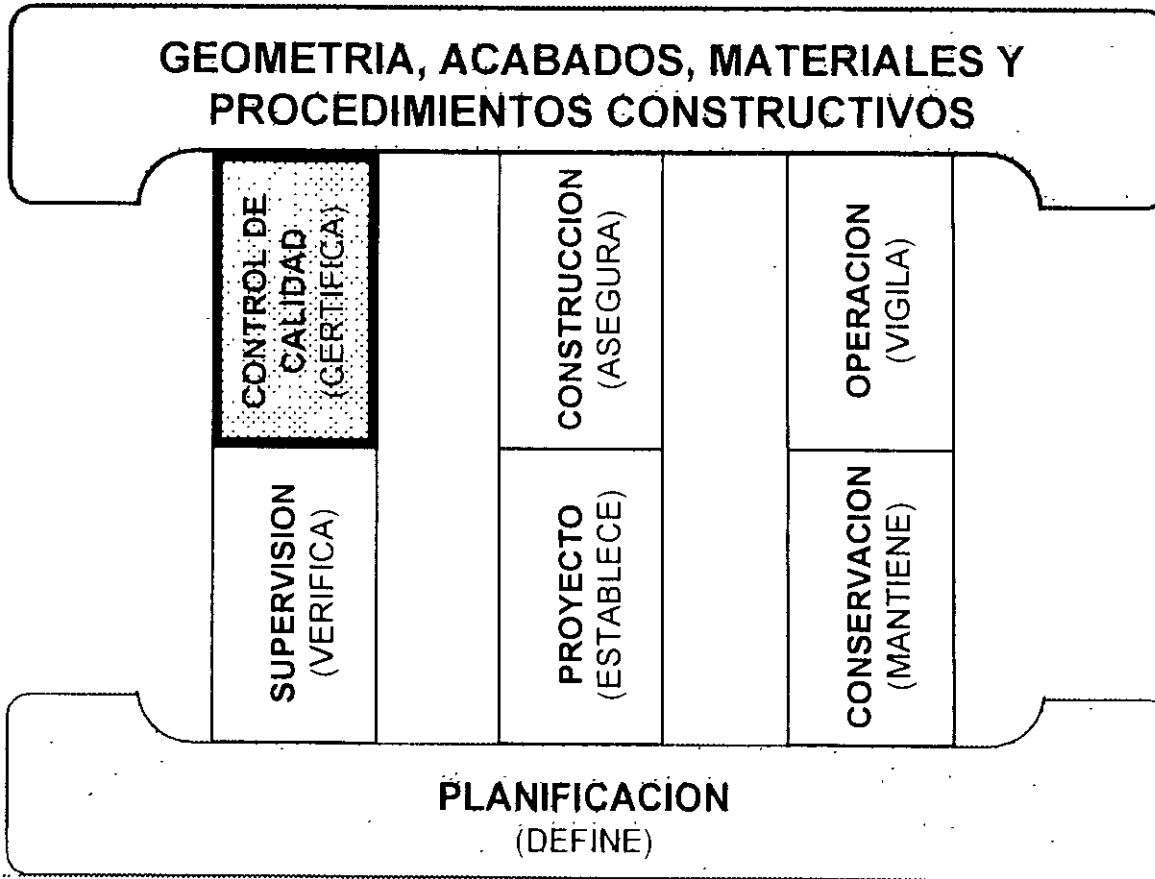
INTRODUCCION

M.I. RAUL VICENTE OROZCO SANTOYO

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

JULIO, 2000

RESPONSABLES DEL NIVEL DE CALIDAD EN CARRETERAS





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y
CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

CALIDAD: NIVEL Y CONTROL

**EXPOSITOR: M. I. RAÚL VICENTE OROZCO SANTOYO
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

**División de Educación Continua-Facultad de
Ingeniería-UNAM**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCION Y
CONSERVACION DE CARRETERAS**

**“CONTROL DE CALIDAD
DE OBRAS”**

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

**México, D.F.
24 de Julio del 2000**

DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE CARRETERAS

“CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS”

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
1.1 Finalidad de las obras	1
1.2 Propiedades fundamentales de los materiales constitutivos	2
1.3 Interrelación entre las actividades de una obra	2
2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	3
2.1 Calidad	3
2.2 Nivel de calidad	3
2.3 Control de calidad durante la construcción	4
2.4 Etapas de control de calidad	4
2.4.1 Etapa de previsión	4
2.4.2 Etapa de acción	5
2.4.3 Etapa de historia	6
2.4.4 Caso del concreto hidráulico	6
A) Previsión	7
B) Acción	8
C) Historia	9
D) Conclusión básica	10
E) Recomendación general	10

3. CARACTERIZACION DE MATERIALES	10
3 1 Relación entre compacidad, contenido de líquido y grado de saturación	10
3 1.1 Generalidades	10
3 1 2 Definiciones	11
A) Mezcla de ingredientes	11
a) Caso de un suelo	11
b) Caso de un concreto asfáltico	11
c) Caso de un concreto hidráulico	11
B) Compacidad de la mezcla (C)	11
C) Porosidad de la mezcla (n)	12
D) Relación de vacíos (e)	12
E) Peso específico (o densidad) del líquido (γ_L)	12
F) Contenido de líquido (C_L)	12
G) Grado de saturación con líquido (S_r)	12
H) Peso volumétrico seco (γ_d)	12
I) Peso volumetrico total (γ_T)	13
J) Peso volumétrico (o específico) del sólido (γ_s)	13
K) Densidad relativa (o peso específico relativo) del sólido (G_s)	13
3 1.3 Relaciones	13
3 2 Propiedades fundamentales y curvas isocaracterísticas	14
3.2.1 Diagrama CAS	14
3.2.2 Correlación con parámetros fácilmente medibles	14
3.3 Criterios de aceptación, corrección y rechazo	14
3.3.1 Caso de un suelo fino compactado	14
3.3.2 Caso de una mezcla asfáltica	15
3.3.3 Comentario general	15
4. SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA LOS RESPONSABLES DE LA REALIZACION DE UNA OBRA CIVIL	16
5. BIBLIOGRAFIA	16

CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS

Raúl Vicente Orozco Santoyo

1. INTRODUCCION

1.1 Finalidad de las obras

Lo más importante para el ingeniero civil es descubrir cuál es la finalidad de una obra, desde su gestación hasta su terminación. Normalmente se construyen las obras sin disponer de toda la información relativa a su proyecto. Por esta razón es necesario hacer una "anatomía" cuidadosa de todas las "partes" que intervienen durante la planificación, el proyecto, la construcción, la supervisión, el control de calidad, la conservación y la operación de la obra, con el enfoque de la calidad global.

Cuando se trata de una presa almacenadora de agua, ya sea para generación hidroeléctrica, riego o prevención de inundaciones, su finalidad será disponer de una cortina contenedora y un vaso de almacenamiento que sean impermeables, para "guardar agua". Esto quiere decir que todos los conceptos de ingeniería deberán enfocarse hacia el logro de la máxima impermeabilidad, dentro de la seguridad y la economía.

En cambio, cuando se trata de una presa de tales, que son el producto final de las plantas concentradoras de mineral, la finalidad de esta obra consiste en disponer de una cortina contenedora permeable y un vaso de almacenamiento, para "guardar residuos sólidos" con el mínimo de agua requerida para el transporte de los mismos, también dentro de la seguridad y de la economía.

En el caso de los canales construidos para los sistemas de riego, al revestirlos deberá tenerse presente la finalidad de la obra, es decir, si se requiere una capa impermeable o permeable, según la posición del nivel freático y otras características específicas que se necesiten. Esto significa que si se trata de recargar el manto acuífero, los canales deben ser permeables en su revestimiento, el cual debe permitir el flujo libre del agua, además de tener otras características de resistencia durante la operación y la conservación de los mismos. Habrán casos en que se requiera la impermeabilidad del revestimiento, independientemente del tipo de material constitutivo, ya sea concreto hidráulico o asfáltico, suelo compactado, membrana sintética enterrada o no, etc.

En el caso de las escolleras marinas, la finalidad de la obra consiste en protegerlas contra la acción de las mareas y la agresividad de las aguas salinas. Esto implica la durabilidad de los elementos constitutivos de la coraza, que viene a ser la propiedad fundamental, independientemente de su resistencia estructural intrínseca para resistir los efectos de impactos, abrasión, etc.

En el caso de los pavimentos, ya sea para aeropistas, autopistas, calles, etc., la principal finalidad de la obra es la indeformabilidad, íntimamente ligada a la capacidad estructural de las capas constitutivas, para lo cual se requieren los estudios previos del terreno de cimentación y de las propiedades de resistencia y deformabilidad de los materiales constitutivos. En el caso de los pavimentos rígidos, la resistencia a la tensión por flexión de las losas de concreto hidráulico es la propiedad fundamental que domina a otras, como la durabilidad. En los pavimentos flexibles, la rigidez relativa de las capas constituye la propiedad fundamental, la cual gobierna a las otras, como la resistencia a la tensión y la durabilidad.

Otras obras, como los edificios habitacionales e instalaciones industriales, aparte de la seguridad de las mismas, tienen como finalidad fundamental la resistencia de los materiales constitutivos, principalmente a la compresión en el caso de concretos hidráulicos y a la tensión para el acero de refuerzo. Si las estructuras son completamente de acero, la compresión, la tensión y la resistencia al esfuerzo cortante son las más importantes.

1.2 Propiedades fundamentales de los materiales constitutivos

Para el control de calidad de los materiales, es fundamental distinguir bien entre las propiedades básicas y las subordinadas a éstas, como se ilustra a continuación.

- La resistencia a la compresión simple o a la tensión por flexión del concreto hidráulico, estimadas en probetas convencionales, es una propiedad básica.
- El coeficiente de permeabilidad de un suelo compactado o del concreto (hidráulico o asfáltico), obtenido de permeámetros diseñados ex profeso, es una propiedad básica.
- La resistencia a la erosión del concreto hidráulico o asfáltico, estimada a partir de una prueba de desgaste convenida, es una propiedad básica.
- El contenido de agua, el grado de saturación y la compacidad de un relleno estructural, por ejemplo, son propiedades subordinadas a su módulo de rigidez o elástico (capacidad de carga y deformabilidad), que es la básica.
- El contenido de asfalto (cemento asfáltico), el grado de saturación y la compacidad de una carpeta asfáltica, también son propiedades subordinadas a su módulo de rigidez o elástico (capacidad de carga y deformabilidad), que es la básica.
- El contenido de agua, el grado de saturación y la compacidad del concreto hidráulico, además de su consistencia y composición, son propiedades subordinadas a la resistencia compresiva o a la tensión, que son las básicas.

1.3 Interrelación entre las actividades de una obra

Para la construcción de las obras civiles de ingeniería, se requiere de una revisión minuciosa de los planos y las especificaciones de proyecto, una eficiente supervisión y un auténtico control de calidad que sea ágil y oportuno, con el fin de lograr que tales obras cumplan con su propósito.

Normalmente todas las actividades de una obra (planificación, proyecto, construcción, supervisión, control de calidad, conservación y operación) se desarrollan con cierta independencia, lo cual da motivo a deficiencias y conflictos innecesarios entre los responsables de esas actividades. Esto se evita con un sistema integrado de acciones de retroalimentación constante, con actitud siempre positiva, para que realmente se logre la "estabilidad" de una obra civil (Lámina 1).

2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

2.1 Calidad

El concepto de "calidad" tiene que estar presente en todas las actividades, desde que se gesta y concibe la idea (obra) hasta que se realiza, y aún después. Debe "infiltrarse" en todas las personas que de un modo u otro intervienen en el logro de una obra y "reflejarse" claramente en sus actitudes, durante el proyecto, la construcción, la supervisión, el control de calidad, la conservación y la operación de la misma.

De acuerdo con el diccionario de la Lengua Española (Real Academia Española XXI, edición 1992), el término calidad viene "Del latín *Qualitas-atis*: Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie".

2.2 Nivel de calidad

El nivel de calidad lo define el responsable de la planificación de la obra, para que el proyectista lo establezca y el constructor lo asegure, el supervisor lo verifique, y el controlador de calidad lo certifique, de manera que los responsables de la conservación y la operación mantengan y vigilen respectivamente ese nivel de calidad estipulado, tanto en geometría y acabados como en materiales y procedimientos constructivos (Lámina 2).

El nivel de calidad viene siendo el conjunto de características cualitativas y cuantitativas que deben satisfacer los materiales, las instalaciones y los componentes de la obra, en los aspectos de resistencia a las cargas por soportar, asentamientos totales y diferenciales, deformaciones, geometría, apariencia, durabilidad, capacidad de carga, etc.

En el caso de los materiales, el nivel de calidad implica el establecimiento del criterio (o los criterios) de aceptación, corrección y/o rechazo, mediante el valor medio de la característica a medir (compacidad, humedad, resistencia, permeabilidad, etc.) y su desviación estándar o coeficiente de variación (como medidas de dispersión de valores), así como la probabilidad de falla en los ensayos (cada ensayo es el promedio de 2 valores, como mínimo, de la propiedad o característica medida). El nivel de calidad deseado lo complementan en la práctica las variaciones permisibles, en más o en menos, con respecto al valor medio requerido de la característica a medir

2.3 Control de calidad durante la construcción

El control de calidad consiste, en certificar que durante el proceso constructivo se vaya asegurando el nivel de calidad establecido, especialmente en el producto ya terminado.

El control de calidad debe incluir todas las operaciones inherentes al muestreo, el ensaye la inspección y la selección de materiales, previamente a, y durante la ejecución de la obra, para asegurar que el procedimiento constructivo satisfaga las exigencias de la misma. En el transcurso de la construcción, el controlador de calidad (responsable del control de calidad) deberá realizar la inspección, el muestreo y los ensayos necesarios, en todas sus etapas, para que se logre el nivel de calidad deseado en los diversos conceptos de obra involucrados. Además, tiene que suministrar información oportuna al responsable de la construcción para que, con debido conocimiento, actúe en plan correctivo, oportuno y eficaz, a fin de evitar defectos en métodos constructivos.

De lo anteriormente expuesto, se puede establecer que el control de calidad es el sistema integrado de actividades, factores, influencias, procedimientos, equipos y materiales, que afectan al establecimiento y, posteriormente, al logro del nivel de calidad estipulado, para que la obra cumpla con su propósito.

2.4 Etapas de control de calidad

El control de calidad implica un mecanismo ágil y oportuno que permite satisfacer el nivel de calidad establecido. Para esto, es muy pertinente distinguir 3 etapas básicas de control (Previsión, Acción e Historia) que están implícitas, pero que conviene separarlas en secuencia, de acuerdo con los enfoques racionales del auténtico control de calidad.

El control de calidad debe llevarse en cada una de estas etapas y en todas las actividades de la obra, según se ilustra en la Tabla 1 y se explica a continuación.

2.4.1 Etapa de previsión

Se refiere a las actividades en que se pueden escoger los materiales antes de su explotación, transporte, mezcla, colocación, "bandeo" y/o compactación. En otras palabras, el control de calidad de los materiales antes de la construcción servirá para aceptarlos como ingredientes separados y es muy conveniente que esto ocurra precisamente en las fuentes de suministro, para evitar desperdicios en tiempo, dinero y energía. ¿Para qué aceptar un material al "pie de la obra", cuando se sabe que está "defectuoso" desde su origen? Si los materiales son aceptados antes de su transporte, también deben serlo en el sitio de construcción o en la planta de procesamiento o mezclado, a no ser que sean "contaminados" por descuido con otros materiales o materias extrañas. Es obvio que en esta etapa se presenta la única oportunidad de aceptar, desechar o mejorar los materiales previamente a la construcción.

Las cartas de control son magníficos auxiliares para satisfacer los niveles de calidad establecidos en el proyecto. Estas deberán actualizarse diariamente para cada parámetro básico que se estipule (contenidos de grava, arena y finos; humedades en el banco y en el sitio; índice plástico y límites de consistencia: líquido y plástico; contracción lineal y equivalente de are-

na módulos de finura de la grava y la arena: tamaños máximos y mínimos de los fragmentos de roca, coeficientes de uniformidad y curvatura de la grava-arena: contenido de partículas deleznable o deletéreas, pesos volumétricos, densidades y absorciones; etc)

Respecto a los estudios previos de los bancos, que incluyen su potencialidad y variabilidad deberán incluirse por rutina los aspectos geológicos y los análisis petrográficos de los materiales para juzgar la durabilidad del concreto (hidráulico o asfáltico) o capas compactadas (balasto de ferrocarril, bases de pavimento, rellenos estructurales, enrocamientos en presas, revestimientos en canales, etc.) En las losas de concreto hidráulico, algunas veces ocurre que los agregados son reactivos con los álcalis del cemento Portland. En otros casos, la carpeta asfáltica se deteriora y desintegra paulatinamente porque confundimos los basaltos recientes con las andesitas o los basaltos muy antiguos que, a veces, contienen minerales expansivos (tipo zeolita), los cuales son muy ávidos de agua y rompen súbitamente a los agregados

- En esta etapa se deben conocer a fondo y mucho antes de la construcción, las dosificaciones básicas de los ingredientes, acordes con el equipo e instalaciones seleccionados

2.4.2 Etapa de acción

Se refiere a la verdadera actividad de aceptación, corrección y/o rechazo durante la construcción. Una vez que se han aceptado los ingredientes separados en la etapa anterior (previsión), se procede al mezclado de los mismos, actividad que define el momento de inicio al proceso constructivo, el cual no debe interrumpirse sino terminarse. En esta etapa no se deben rechazar los materiales separados, es decir, los ingredientes ya pueden mezclarse. En el caso de capas compactadas, a partir de tramos de prueba, que incluyan correlaciones entre el número de pasadas del equipo compactador y las deflexiones con la viga Benkelman o el deformómetro por impacto, en esta etapa se decide si se logra el acomodo o la compacidad deseada, para proceder a los ajustes pertinentes durante la ejecución de la obra.

Las cartas de control deberán estar disponibles en el momento de la ejecución y tendrán que marcarse con claridad las zonas de aceptación, corrección y rechazo, para llevar continuamente las gráficas de tendencias de los últimos 5 valores consecutivos de cada parámetro. Todas las cartas de control deberán tenerse siempre en la obra y actualizarse diariamente, para que el control de calidad sea ágil y oportuno. Esto requiere el apoyo de equipos de medición avanzados en tecnología, para que proporcionen datos inmediatamente después del proceso constructivo, como los medidores nucleares de pesos volumétricos, humedades y contenidos de cemento asfáltico. En el caso del concreto hidráulico tradicional (plástico), el concreto compactado con rodillo (CCR) o las sub-bases rigidizadas con cemento Portland (SBR), se recomiendan las pruebas de "inmersión" para conocer rápidamente la composición de las mezclas, efectuadas además de los ensayos rutinarios convencionales, porque permite corregirlas casi de inmediato al compararlas con la "mezcla patrón".

2.4.3 Etapa de historia

Se refiere al registro histórico de la información requerida por el proyecto, después de que el proceso constructivo ha concluido. En la etapa anterior (acción), la aceptación y/o el rechazo deberán ocurrir precisamente en el momento de la construcción y no después.

Las cartas de control relativas a la etapa de historia se requieren para análisis estadísticos e informes y son útiles también para retroalimentar al proyecto.

2.4.4 Caso del concreto hidráulico

En la Lámina 3 se sugiere un sistema para satisfacer el nivel de calidad establecido por el proyectista, que debe asegurar el constructor mediante la certificación que el controlador de calidad le proporciona.

No basta que el proyectista fije sólo la resistencia de proyecto (f'_c), que es lo más usual, sino que es necesario fijar, además, la probabilidad de falla en los ensayos (P_f). Por ejemplo, si $f'_c=200 \text{ kg/cm}^2$, es necesario saber si de cada cinco ensayos (teoría elástica) o de cada diez (teoría plástica), puede fallar uno, o bien, según la importancia del elemento estructural, por ejemplo, en las losas de una banqueta se podría permitir que de cada tres ensayos fallara uno ($P_f=1/3$) o, si se trata de una trabe maestra de gran importancia, podría adoptarse un valor de $P_f=1/20$ a $1/100$, según lo considere el proyectista.

Ahora bien, el constructor de la obra debe asegurar una resistencia media requerida (f_{cr}) evidentemente mayor que la resistencia de proyecto (f'_c). Con el apoyo del controlador de calidad se fijará la mezcla de diseño (M_d), según el coeficiente de variación total (V_t) obtenido durante la construcción, que representa una medida de la dispersión de los resultados.

En la Lámina 4 se observa que, para una resistencia de proyecto dada ($f'_c=200 \text{ kg/cm}^2$) y una probabilidad de falla en los ensayos determinada ($P_f=1/5$), a mayor coeficiente de variación ($V_t=0.10$ a 0.20) se necesita una mayor resistencia media requerida ($f_{cr}=218$ a 240 kg/cm^2). En otras palabras, mientras menor control de calidad haya durante la construcción, mayor será el coeficiente de variación total (V_t), según se ilustra en la Lámina 5, donde puede observarse que el mayor grado de uniformidad del concreto se logra con el menor valor de V_t .

Para facilitar el cálculo de f_{cr} , en la Lámina 6 se presenta la relación gráfica entre los conceptos anteriormente mencionados. Como ejemplo, para $V_t=0.15$ y $P_f=1/5$, $f_{cr}/f'_c=1.15$. Si $f'_c=200 \text{ kg/cm}^2$, entonces $f_{cr} = 230 \text{ kg/cm}^2$. Por lo tanto la mezcla de diseño (M_d) será sugerida por el controlador de calidad al constructor, para lograr una resistencia media requerida (f_{cr}) de 230 kg/cm^2 .

Una vez que se tiene seleccionada la mezcla de diseño (M_d), el controlador de calidad debe proceder por "Etapas" y "Niveles", tal como se ilustra en la Lámina 7 y se explica a continuación.

A) Previsión

El primer nivel de control corresponde a la etapa de PREVISION de los ingredientes separados, para su aceptación o rechazo. Esto se logra mediante los indicadores o parámetros más relevantes, aplicados a las cartas de control, como los sugeridos en la Lámina 8

Para el caso de la arena, en las Láminas 9 y 10 se presentan dos ejemplos de cartas de control correspondientes al módulo de finura y al contenido de finos, respectivamente

En la Lámina 9 se observa que la gráfica de tendencias está dentro de la zona de aceptación. Cada punto representa, no el valor individual, sino el promedio de los cinco últimos valores consecutivos de los ensayos durante el proceso continuo. En la Lámina 10 se nota que la gráfica de tendencias ha entrado prácticamente a la zona de aceptación.

Lo importante de la PREVISION del controlador de calidad estriba en tomar las medidas correctivas oportunas, para tratar de mantener el ingrediente dentro de la zona de aceptación. En caso de que la gráfica de tendencias entre a la zona de corrección, no debe suspenderse el proceso constructivo continuo (producción) hasta que entre marcadamente a la zona de rechazo

Para el caso de la grava, en las Láminas 11 y 12 se presentan dos ejemplos de cartas de control correspondientes al módulo de finura y al contenido de arena, respectivamente. Este último indicador es importante porque es indeseable tener variaciones en la relación grava/arena que afecten la homogeneidad del concreto.

En la Lámina 11 se observa que la gráfica de tendencias ha entrado a la zona de aceptación. En cambio, en la Lámina 12 hubo interrupciones en el proceso constructivo continuo, debido a que la gráfica de tendencias entró a la zona de rechazo (muestra # 7) y se reinició el cribado, pero dentro de la zona de corrección, hasta que éste realmente se hizo efectivo a partir de la muestra # 27 en que la gráfica de tendencias entró a la zona de aceptación

Se hace notar que los límites de aceptación, corrección y rechazo deben establecerse claramente en el proyecto. De no ser así, deben fijarse de común acuerdo entre el constructor y el propietario de la obra, a través de sus respectivos responsables de supervisión y control de calidad.

Para el caso del cementante (Lámina 8), que puede ser cemento, solo o mezclado con puzolana, ceniza, etc., se pueden llevar cartas de control similares a las expuestas y relativas a "indicadores" sensibles, como la resistencia compresiva en morteros convencionales, que sirve fundamentalmente para conocer indirectamente las variaciones en las propiedades mecánicas que el cementante imparte a la pasta aglutinante y juzgar indirectamente su sanidad o grado de deterioro

Para el caso del agua y los aditivos, se aplican también cartas de control similares.

En esta etapa de PREVISION, que corresponde al primer nivel de control, deben satisfacerse los criterios de aceptación. Si no se satisfacen, no puede continuarse al segundo y tercer nivel de control en que los ingredientes ya están mezclados (Etapa de acción).

B) Acción

Tanto el segundo como el tercer nivel de control se refieren a la etapa de ACCION, cuando el concreto está tierno.

En el segundo nivel debe controlarse la consistencia del concreto mediante la prueba de revenimiento, u otra similar.

En cada colado se debe disponer de una carta de control para llevar la gráfica de tendencias dentro de la zona de aceptación. En la Lámina 13 se presenta una carta de control para el caso del revenimiento medido en la forma, en donde se muestran los valores medios para 30 ensayos consecutivos y el coeficiente de variación medio correspondiente. Se nota que la gráfica de tendencias está en la zona de aceptación y el coeficiente de variación medio en la de rechazo, aunque éste tiende a entrar a la zona de corrección, lo cual refleja una mejora gradual en la homogeneidad del concreto; estas cartas de control se deben llevar tanto en la revolvedora (planta) como en la forma (obra). Además, sirven para conocer la pérdida de agua durante el transporte y la colocación del concreto, a fin de hacer los ajustes pertinentes desde la revolvedora. El número de pruebas de revenimiento depende de los volúmenes por colar y de la distribución aleatoria de las mismas.

El tercer nivel se refiere a la composición del concreto, es decir, al balance de ingredientes en el concreto ya colocado y vibrado, que se puede conocer mediante la "prueba de inmersión"

A grandes rasgos, la "prueba de inmersión" consiste en lo siguiente:

Se toma una muestra representativa del concreto vibrado en el lugar y se pesa al aire. Luego se vacía la muestra en un recipiente cilíndrico y se agrega agua para separar los ingredientes. Se agita con una varilla hasta expulsar todo el aire atrapado. Se dejan reposar los ingredientes y se llena de agua el resto del recipiente hasta enrasarlo. Se pesa el concreto sumergido. Se separa la grava por la malla # 4 mediante lavado y se pesa sumergida. Se separa la arena por la malla # 100 y se pesa sumergida junto con la grava.

Aplicando el principio de Arquímedes y tomando en cuenta todos los datos obtenidos, más el contenido de finos de la arena (que son las partículas que pasan la malla # 100), es posible conocer la cantidad de grava, arena, cemento y agua que componen la unidad de volumen del concreto. En otras palabras, se puede conocer la composición real del concreto "in situ" y compararla con la dosificación de la mezcla de diseño (M_d).

Aquí es donde la etapa de ACCION juega el papel más importante en el control de calidad. Aunque en una planta se esté controlando por peso la dosificación de los ingredientes, durante el transporte, la colocación y el vibrado puede haber modificación o segregación de los mismos y "se presume que el concreto satisface el nivel de calidad estipulado."

Si se efectúa la "prueba de inmersión", se podrá saber si el concreto ya vibrado en la forma satisface ese nivel de calidad para que, en caso contrario, se tomen a tiempo las medidas correctivas y se logre que los ingredientes del concreto ocupen el espacio que les corresponde

La "prueba de inmersión" puede hacerse también con muestras tomadas de la revoladora, para conocer principalmente la eficiencia del mezclado. En la Lámina 14 se muestran los principales indicadores que conviene controlar

En la Lámina 15 se presentan los resultados de una "prueba de inmersión" del concreto tomado en la forma. Se observa que durante el colado se fueron tomando medidas correctivas para lograr el acomodo y el balance de los ingredientes dentro de la masa de concreto

Ahora bien, cabe hacer la siguiente reflexión.

Si el concreto en la forma satisface la mezcla de diseño (M_d) y se toman las medidas necesarias para que el concreto tierno alcance su resistencia con el tiempo, mediante el correcto curado del concreto, ¿es necesario tomar muestras para conocer la resistencia del concreto endurecido?

Al finalizar un colado basta que el responsable del control de calidad constate que el trabajo fue exitoso y se anime a certificar de inmediato los resultados obtenidos, es decir el nivel de calidad establecido por el proyectista. De esta manera el controlador de calidad se puede "ir a dormir tranquilo" después de un colado.

Aquí termina la etapa de ACCION, que viene a ser el auténtico Control de Calidad.

Para continuar con los demás niveles de control, que corresponden a los ingredientes mezclados, pero del concreto ya endurecido, es necesario entrar a la etapa de HISTORIA (niveles cuarto a séptimo).

C) Historia

El cuarto nivel de control se refiere a la resistencia del concreto a partir de probetas tomadas principalmente de la forma, ya sea a las 48 horas de edad, o menos (por medio del curado acelerado a vapor o el autógeno), con el fin de conocer anticipadamente la resistencia a 28 días de edad u otra (quinto nivel de control). En la Lámina 16 se presenta una correlación entre resistencias compresivas a 2 y 28 días que sirven de ejercicio "histórico", pero no es control de calidad oportuno, ni ágil. Conocer la resistencia anticipadamente después de un colado viene a ser HISTORIA, que es conveniente para la obra, pero no sirve para certificar el nivel de calidad.

El quinto nivel de control se refiere a la resistencia a 28 días de edad (u otra) de probetas de concreto curadas convencionalmente y tomadas principalmente de la forma. En la Lámina 17 se presenta la carta de control correspondiente a la resistencia compresiva a 28 días. En las Láminas 18 y 19 se presentan las cartas de control que corresponden, respectivamente, a la flexión (módulo de ruptura) a 7 y 28 días.

La terminación de un colado indica, que en los diversos "niveles", las cartas de control estuvieron bien aplicadas. Cuando se presenten problemas de resistencia, se acude a las pruebas indirectas (esclerómetro) o directas (corazones), que corresponden a los niveles de control sexto y séptimo indicados en la Lámina 7, para decidir si se demuele o no un elemento de concreto. ¿Para qué llegar a esto, si es fácil aceptar el elemento recién colado? (Prueba de Inmersión)

D) Conclusión básica

No es necesario tomar probetas cilíndricas del concreto hidráulico para ensayarse a la compresión simple, ni a los 28 días, ni a edades menores, ya que si el concreto vibrado en la forma tiene la dosificación de proyecto ("prueba de inmersión"), hay una probabilidad muy grande de que se logre la resistencia esperada.

E) Recomendación general

Para finalizar, conviene hacer hincapié en que cada uno de los que participan en el proceso constructivo del concreto hidráulico, deben desarrollar sus actividades con la mayor eficiencia posible, como la correcta ejecución de las pruebas de laboratorio y, principalmente, la observación de los resultados; el vibrado efectivo; la aplicación correcta y oportuna del agua y la membrana para el curado; el ranurado completo y oportuno de las losas de concreto para el control del agrietamiento; etc.

3. CARACTERIZACION DE MATERIALES

3.1 Relación entre compacidad, contenido de líquido y grado de saturación

3.1.1 Generalidades

Con un enfoque geotécnico puro, el ingeniero civil puede tratar con facilidad muchos materiales, como el suelo (natural o compactado), la roca (natural o en fragmentos compactados), el concreto (asfáltico o hidráulico), etc. Es posible unificar el comportamiento de estos materiales mediante la aplicación del concepto de compacidad, íntimamente relacionado con el contenido de líquido y el grado de saturación. Todos estos conceptos están inspirados en los esquemas gravimétricos de la mecánica de suelos.

Desde el punto de vista geotécnico, es muy conveniente unificar el concepto estructural de los materiales, de acuerdo con las definiciones siguientes:

3.1.2 Definiciones

A) Mezcla de ingredientes

Es la unión de partículas sólidas con o sin líquido (agua o asfalto) y gas, homogéneamente distribuidas por un proceso.

a) Caso de un suelo

La parte sólida se refiere a las partículas secas del suelo, incluyendo el agua molecular absorbida. La parte líquida corresponde al agua libre o la capilar. La parte gaseosa se refiere a los vacíos llenos de aire o cualquier otro gas.

b) Caso de un concreto asfáltico

La parte sólida corresponde a las partículas de agregado grueso y fino, totalmente secas. La parte líquida consiste en el cemento asfáltico puro. La parte gaseosa se refiere a los huecos llenos de aire o cualquier otro gas.

Téngase presente que, realmente, la parte líquida puede ser semilíquida, semisólida o sólida, según la "vida" del concreto asfáltico o las condiciones climatológicas actuantes.

c) Caso de un concreto hidráulico

La parte sólida está constituida por el cementante y por los agregados grueso y fino, totalmente saturados y superficialmente secos: el agua incluida dentro de las partículas es únicamente la de absorción. La parte líquida corresponde al agua de mezclado, la cual se combinará con el cementante (reacción química). Algunos aditivos pueden quedar incluidos en esta parte líquida. La parte gaseosa se refiere a las burbujas de aire incluidas ex profeso o generadas durante el mezclado.

Es importante considerar que la concepción de las partes sólida, líquida y gaseosa, en el concreto hidráulico, es válida solamente para el concreto tierno, ya que una vez que se han iniciado las reacciones de fraguado, la parte líquida se transformará gradualmente en sólida y gaseosa.

B) Compacidad de la mezcla (C)

Es la relación entre el volumen de la parte sólida (V_s) y el volumen de todas las partes (volumen total, V_T).

$$C = \frac{V_s}{V_T} \quad (1)$$

C) Porosidad de la mezcla (n)

Es la relación entre el volumen de la parte líquida más la gaseosa (volumen de vacíos V_v) y el volumen total (V_T).

$$n = \frac{V_v}{V_T} \quad (2)$$

D) Relación de vacíos (e)

Es la relación entre el volumen de vacíos (V_v) y el volumen de sólidos (V_s)

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (3)$$

E) Peso específico (o densidad) del líquido (γ_L)

Es la relación entre el peso de la parte líquida (W_L) y el volumen correspondiente (V_L)

$$\gamma_L = \frac{W_L}{V_L} \quad (4)$$

F) Contenido de líquido (C_L)

Es la relación entre el peso de la parte líquida (W_L) y el peso de la parte sólida (W_s)

$$C_L = \frac{W_L}{W_s} \quad (5)$$

G) Grado de saturación con líquido (S_r)

Es la relación entre el volumen de la parte líquida (V_L) y el volumen de vacíos (V_v).

$$S_r = \frac{V_L}{V_v} \quad (6)$$

H) Peso volumétrico seco (γ_d)

Es la relación entre el peso de la parte sólida (W_s) y el volumen total (V_T)

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V_T} \quad (7)$$

I) Peso volumétrico total (γ_T)

Es la relación entre el peso de las partes sólida más la líquida (peso total, W_T) y el volumen total (V_T)

$$\gamma_T = \frac{W_T}{V_T} \quad (8)$$

J) Peso volumétrico (o específico) del sólido (γ_s)

Es la relación entre el peso de la parte sólida (W_s) y el volumen de sólidos (V_s)

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \quad (9)$$

K) Densidad relativa (o peso específico relativo) del sólido (G_s)

Es la relación entre el peso volumétrico del sólido (γ_s) y el peso específico del líquido (γ_L)

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_L} \quad (10)$$

Estas definiciones están representadas esquemáticamente en la Lámina 20.

3.1.3 Relaciones

Las relaciones principales entre "C", "n" y "e", son las siguientes:

$$C + n = 1 \quad (11)$$

$$C = \frac{1}{1 + e} \quad (12)$$

$$C = \frac{n}{e} \quad (13)$$

$$C = \frac{\gamma_d}{\gamma_s} = \frac{\gamma_d}{G_s \gamma_L} \quad (14)$$

$$C = \frac{1}{1 + \frac{C_L}{S_r} G_s} \quad (15)$$

3.2 Propiedades fundamentales y curvas isocaracterísticas

3.2.1 Diagrama CAS

La representación gráfica de la Ec. 15 se designa como el diagrama CAS [Compacidad-Contenido de Agua o Asfalto-Grado de Saturación]. En la Lámina 21 se presenta el caso para $G_s=2.55$

El diagrama CAS tiene aplicaciones prácticas para muchos materiales, ya sean rocas, suelos con o sin cementantes hidráulicos, o bien, mezclas con agua o asfalto para aglutinar etc. ya que en dicho diagrama se pueden ubicar los estados o condiciones iniciales o finales de esos materiales y, además, se pueden trazar las curvas de igual propiedad fundamental (isocaracterísticas).

3.2.2 Correlación con parámetros fácilmente medibles

Mediante el diagrama CAS es posible localizar con un punto la posición correspondiente a la condición inicial de un material, definido por sus propiedades índice (C , C_L , S_r), que son parámetros fácilmente medibles. Entonces, la propiedad básica de interés se anota a un lado del punto y se trazan las curvas de igual valor ("isocaracterísticas").

Esta representación conduce a un mejor entendimiento de las interrelaciones que hay entre las propiedades índice (C , C_L , S_r) y las fundamentales.

3.3 Criterios de aceptación, corrección y rechazo

Para ilustrarlos, a continuación se presentan dos ejemplos:

3.3.1 Caso de un suelo fino compactado

En este caso se puede establecer que los cambios volumétricos unitarios ($\Delta V/V_0$) sean menores de cierto valor (4 %) y la resistencia a la compresión simple (q_u) sea mayor que otro valor (9 t/m²), para optimizar simultáneamente las propiedades de estabilidad volumétrica y resistencia al esfuerzo cortante del suelo; es decir, "sacarle jugo".

Para obtener la zona de aceptación combinada, se trazan las curvas de igual cambio volumétrico unitario en el diagrama CAS₁ y se delimita la zona de rechazo (Lámina 22), similarmente, también se delimita la zona de rechazo para las curvas de igual resistencia en el diagrama CAS₂ (Lámina 23). Después, se empalma el diagrama CAS₂ sobre el CAS₁ y se define la zona de aceptación combinada que satisface simultáneamente los dos criterios:

- a) $\Delta V / V_0 < 4 \%$
- b) $q_u > 9 \text{ t/m}^2$

Finalmente, en un diagrama CAS se dibuja la zona de aceptación y se establecen los criterios correspondientes:

- a) $58.5 \% \leq C \leq 67.5 \%$
- b) $18 \% \leq C_L \leq 21 \%$

Lo anterior se ilustra en la Lámina 24, la cual constituye una carta de control bidimensional

3.3.2 Caso de una mezcla asfáltica

En este caso interesa la rigidez de la mezcla asfáltica, estimada mediante el modulo Marshall, según se define enseguida:

$$M_M = \frac{S}{f t} \quad (16)$$

M_M	=	módulo Marshall, kg/cm ²
S	=	estabilidad Marshall, kg
f	=	flujo, cm
t	=	espesor del espécimen, cm

Las curvas de igual módulo Marshall ("isocaracterísticas") se han trazado en el diagrama CAS correspondiente (Lámina 25), para lo cual se efectuaron pruebas con diferentes contenidos de cemento asfáltico ($4\% < C_L < 8\%$) y energías de compactación ($25 \leq N \leq 150$). N representa el número de golpes / cara en los especímenes Marshall.

Los criterios de aceptación propuestos, fueron:

- a) $75 \% \leq S_r \leq 85 \%$
- b) $700 \text{ kg/cm}^2 \leq M_M \leq 1,000 \text{ kg/cm}^2$

Lo anterior corresponde a los criterios de aplicación práctica siguientes

- a) $82 \% \leq C \leq 84 \%$
- b) $6.3 \% \leq C_L \leq 6.9 \%$

Esto conviene representarlo en una carta de control bidimensional, como la ilustrada en la Lámina 26.

3.3.3 Comentario general

Los criterios de aceptación y rechazo aquí esbozados para el concreto asfáltico, tienen un apoyo sólido de laboratorio, pero es conveniente insistir en la necesidad de obtener información experimental a escala natural, a fin de conocer el comportamiento de los materiales con la estructura real que resulta de utilizar los equipos de construcción habituales. Por ejemplo un módulo Marshall de laboratorio (600 kg/cm^2) es superior al obtenido de un "corazón" en el campo (200 kg/cm^2).

Cuando se tengan datos suficientes, podrán establecerse los criterios de aceptación que se acerquen más a la realidad.

4. SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA LOS RESPONSABLES DE LA REALIZACIÓN DE UNA OBRA CIVIL

Como ya se soslayó en el Capítulo 1, el fracaso de muchas obras civiles se debe básicamente a la falta total o parcial de conocimiento, observación, entendimiento y comunicación entre los responsables de las mismas (proyectista, supervisor, constructor, controlador de calidad, etc.) Por esta razón conviene resaltar las actividades inherentes a estos responsables tomando en cuenta el orden lógico de su intervención y la importancia de su colaboración estrecha.

Por ejemplo, cuando de suelos finos se trata, el proyectista normalmente fija el nivel de calidad con el criterio del "mínimo" de compactación y, por desconocer el comportamiento de los suelos compactados, logra que el constructor fabrique y asegure, "sin querer" o por ignorancia, una estructura peligrosa; en otras palabras, transforma un suelo "noble" en "rebelde". Y lo que es más, el controlador de calidad y el supervisor se encargan, respectivamente, de certificar y verificar esta aberración.

En cambio, si el proyectista correlacionara las propiedades básicas del suelo compactado (estabilidad volumétrica y resistencia al esfuerzo cortante) con parámetros fácilmente medibles (compacidad y humedad), podrían establecerse racionalmente los criterios de aceptación, corrección y rechazo, tomando en cuenta la opinión del experto en construcción y efectuando tramos de prueba como el ilustrado en la Lámina 27. De esta manera se aprovecharía mejor el material y el equipo que proponga el constructor y, por otra parte, el control de calidad sí tendría entonces mayor razón de ser.

Para finalizar, conviene insistir en que, para cada caso particular, se establezca el sistema detallado de supervisión y control de calidad propio de la obra, donde deben intervenir también el proyectista y el constructor. Es importante definir las principales actividades de los responsables de la obra (Tabla 2), así como la secuencia más recomendable de las mismas (Tabla 3)

5. BIBLIOGRAFIA

Orozco y Orozco, José Vicente (1970-1986). Escritos inéditos y comunicaciones personales. México, D.F.

Orozco Santoyo, Raúl Vicente (1977). "Reflexiones sobre Control de Calidad" Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura. Vol. LVI, N° 2. Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México (AIAM). México, D.F.

Orozco S., R.V. (1978). "Compactación y Control de Calidad" IX Reunión Nacional de Mecánica de Suelos. Tomo I. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos (SMMS) Mérida. Yuc

Orozco S., R.V. (1979). "Comentarios en el..." Simposio Internacional de Mecánica de Suelos Vol 2. SMMS. Oaxaca. Oax.

Orozco S., R.V. (1980). "Criterios Básicos de Control de Calidad" Asociación Mexicana de Caminos (AMC). México. D.F.

R.V. Orozco y Cía., S.A. de C.V. (1986). "Control de Calidad en el Aeropuerto de Mazatlán, Sin." Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA). México, D.F.

Orozco Santoyo, Raúl Vicente (1986). "Construcción y Control de Calidad de Pavimentos." XIII Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Vol. I. Mazatlán, Sin.

Orozco S., R.V. y Torres Verdín, Víctor (1986). "Criterios de Aceptación para Mezclas Asfálticas" XV Congreso Panamericano de Carreteras (PIARC), Tomo II. México. DF

Orozco S., R.V. (1996). El Concepto "Calidad en las Vías Terrestres". XII Reunión Nacional de Vías Terrestres (AMIVTAC), San Luis Potosí, S.L.P

Orozco S., R.V. (1996). "Control de Calidad Geotécnico y Diseño de Normas". Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Qro.

Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (1997). Lineamientos de Supervisión de Obra Pública.

Orozco S., R.V. (1997) "Supervisión y Control de Calidad de Obras", Diplomado en Ingeniería de Sistemas Carreteros (CENTRO SCT, N.L. E ITESM, CAMPUS MONTERREY), Monterrey, N.L.

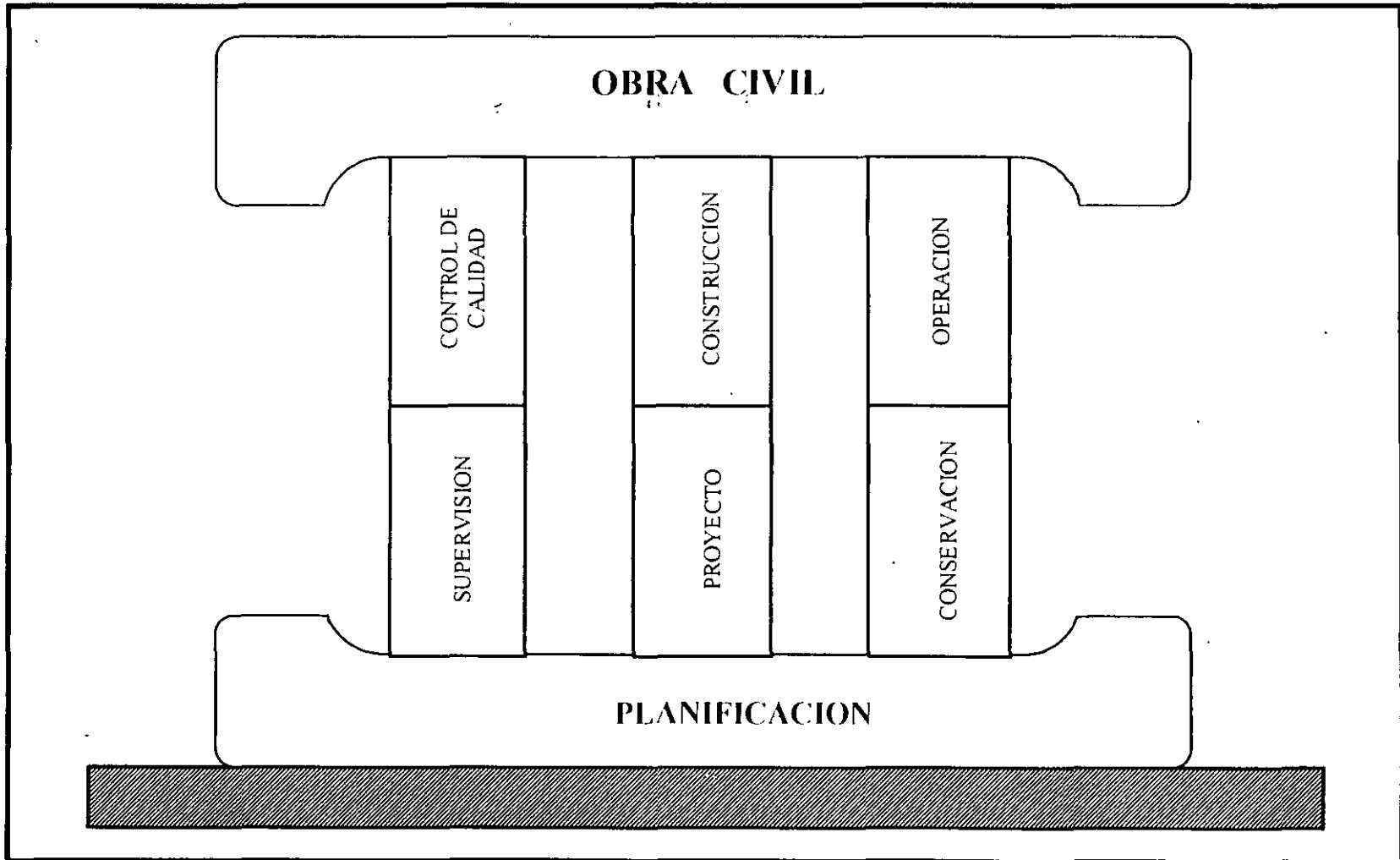
Orozco S., R.V. (1998 y 1999). Diplomado en "Proyecto, Construcción y Conservación de Carreteras". División de Educación Continua-Facultad de Ingeniería-UNAM. México. D.F.

Orozco S., R.V. (1998, 1999 y 2000). "Control de Calidad de Obras", Maestría en Construcción y Geotecnia, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue

Orozco S., R.V. (1999) "Control de Calidad Aplicado a las Vías Terrestres". Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dirección General de Carreteras Federales, Zacatecas, Zac.

Lámina 1

ESTABILIDAD DE UNA OBRA CIVIL



NIVEL DE CALIDAD

(GEOMETRIA, ACABADOS, MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS)

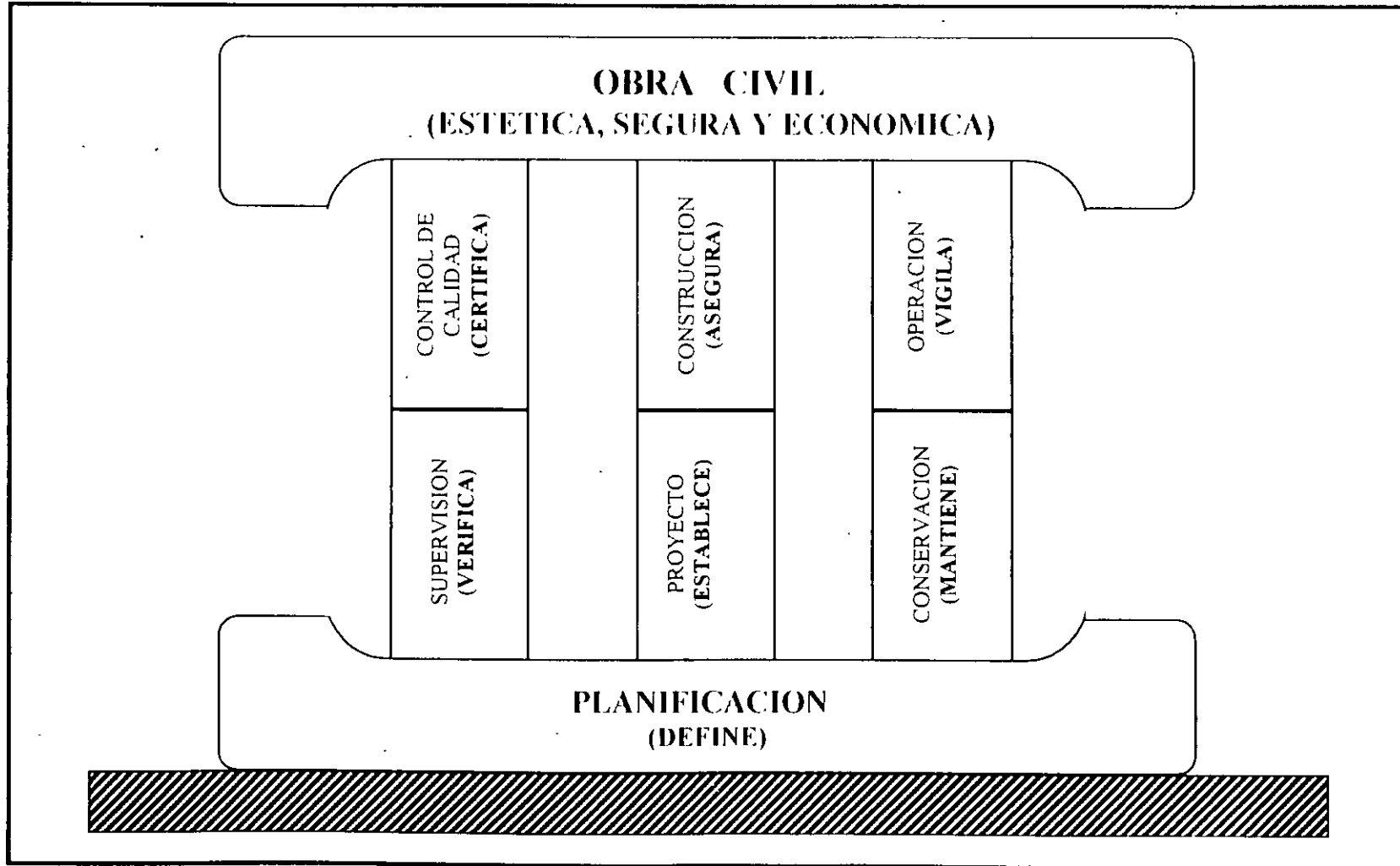
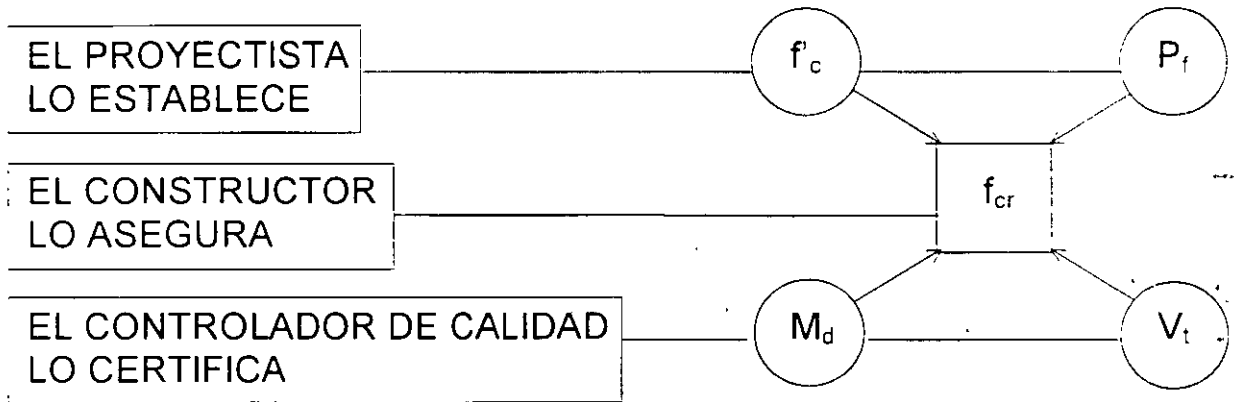


Lámina 3

SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD
EN EL CASO DEL CONCRETO HIDRAULICO

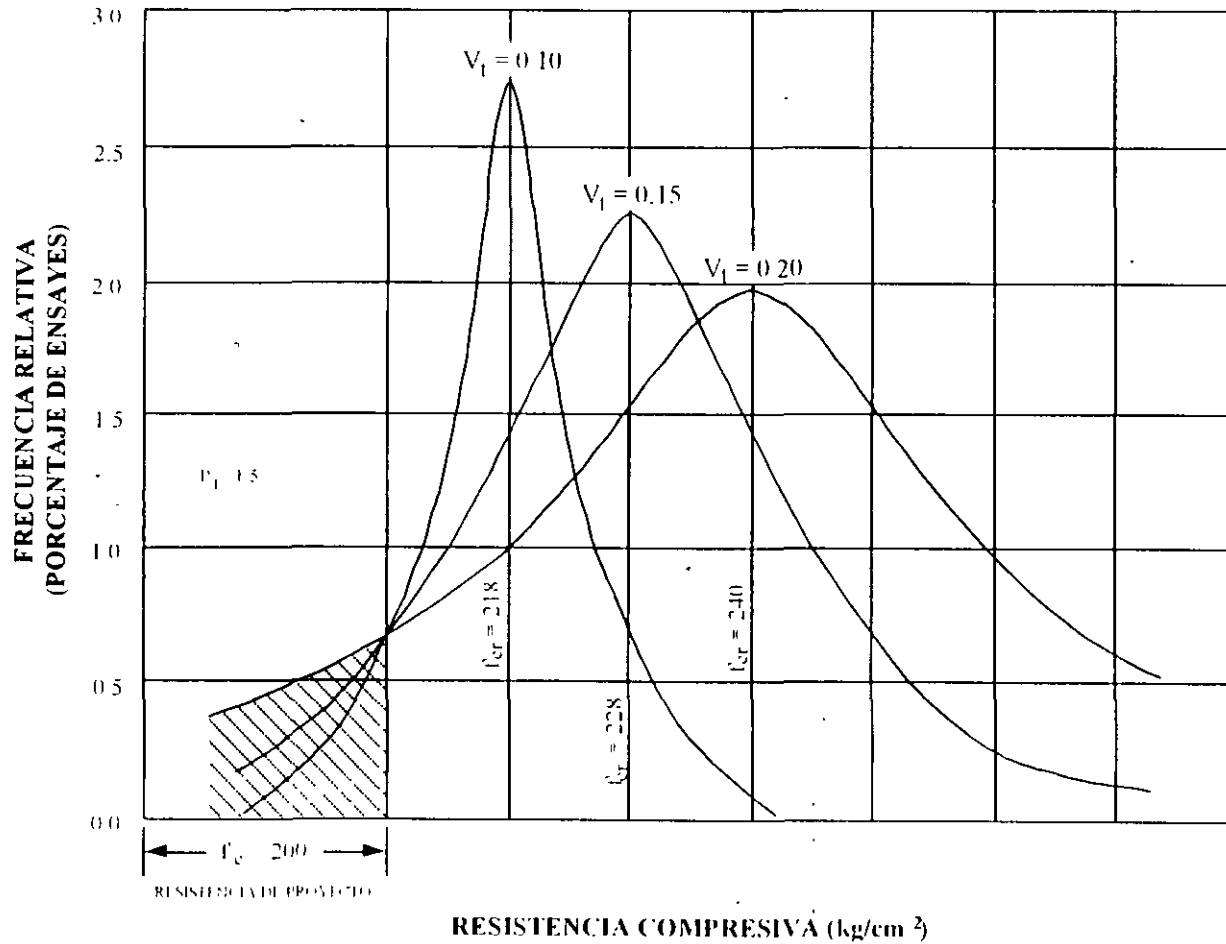
NIVEL DE CALIDAD



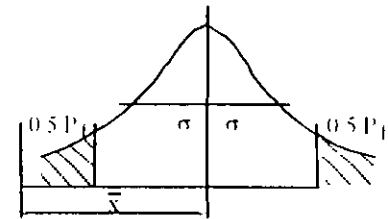
- f_c = resistencia de proyecto
- f_{cr} = resistencia media requerida
- P_f = probabilidad de falla en los ensayes
- M_d = mezcla de diseño
- V_t = coeficiente de variacion total

Lámina 4

CURVAS NORMALES DE FRECUENCIA



$$V_t = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$



- \bar{x} = valor medio = f_{cr}
- σ = desviación estándar
- V_t = coeficiente de variación total
- P_f = probabilidad de falla en los ensayos
- f_{cr} = resistencia media requerida
- f_c = resistencia de proyecto

Lámina 5

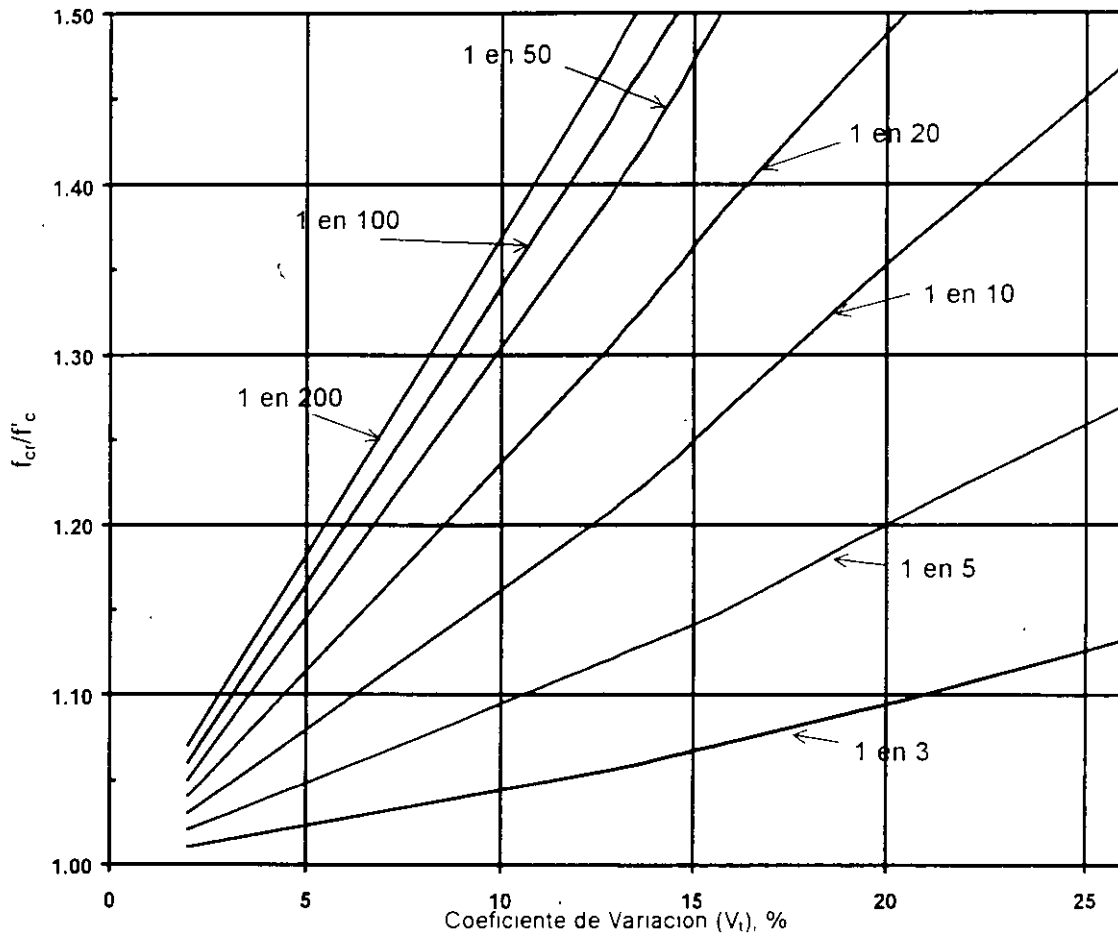
GRADO DE UNIFORMIDAD DEL CONCRETO

COEFICIENTE DE VARIACION TOTAL(V_t)	CALIFICACION	CONDICION
0 a 0.05	EXCELENTE	LABORATORIO
0.05 a 0.10	MUY BUENO	<u>PRECISO</u> CONTROL DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION POR PESO
0.10 a 0.15	BUENO	<u>BUEN</u> CONTROL DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION POR PESO
0.15 a 0.20	MEDIANO	<u>ALGUN</u> CONTROL DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION POR PESO
0.20 a 0.25	MALO	<u>ALGUN</u> CONTROL DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION POR VOLUMEN
> 0.25	MUY MALO	<u>NINGUN</u> CONTROL DE LOS MATERIALES Y DOSIFICACION POR VOLUMEN

Lámina 6

SELECCION DE LA MEZCLA DE DISEÑO

PROBABILIDAD DE FALLA EN LOS ENSAYES (P_t)



$$\frac{f_{cr}}{f'_c} = \frac{\text{Resistencia Media Requerida}}{\text{Resistencia de Proyecto}}$$

Lámina 7

ETAPAS Y NIVELES DE CONTROL

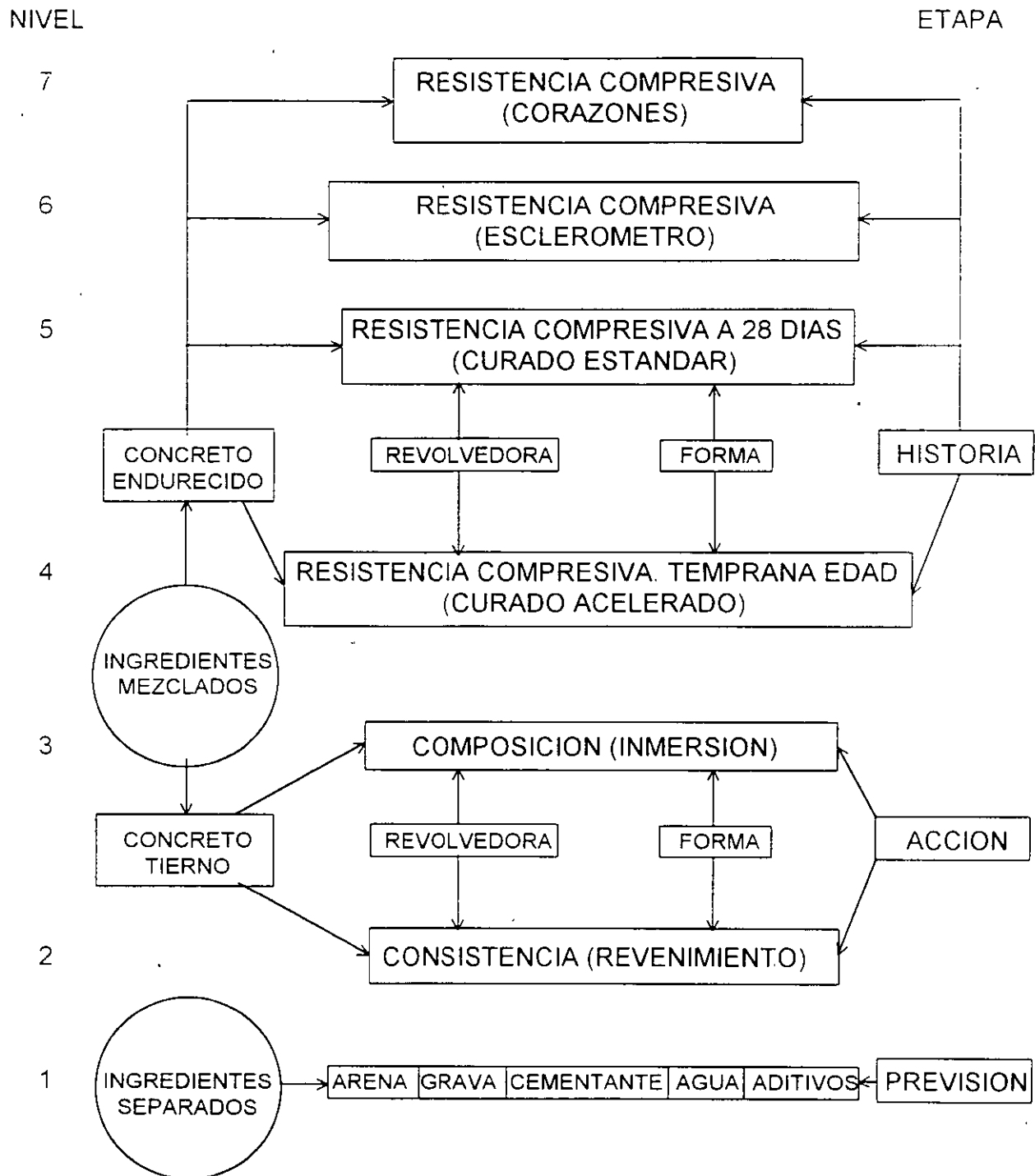


Lámina 8

REVISION DE INGREDIENTES SEPARADOS

ARENA	MODULO DE FINURA
	CONTENIDO DE FINOS
	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA
	CONTENIDO DE GRAVA
GRAVA	MODULO DE FINURA
	CONTENIDO DE ARENA
	CONTENIDO DE FINOS
CEMENTANTE	PROPIEDADES FISICAS
	PROPIEDADES QUIMICAS
	RESISTENCIA COMPRESIVA
AGUA	PROPIEDADES FISICAS
	PROPIEDADES QUIMICAS
ADITIVOS	PROPIEDADES ESPECIFICAS

Lámina 9

CARTA DE CONTROL:
MODULO DE FINURA DE LA ARENA (M_{fa})

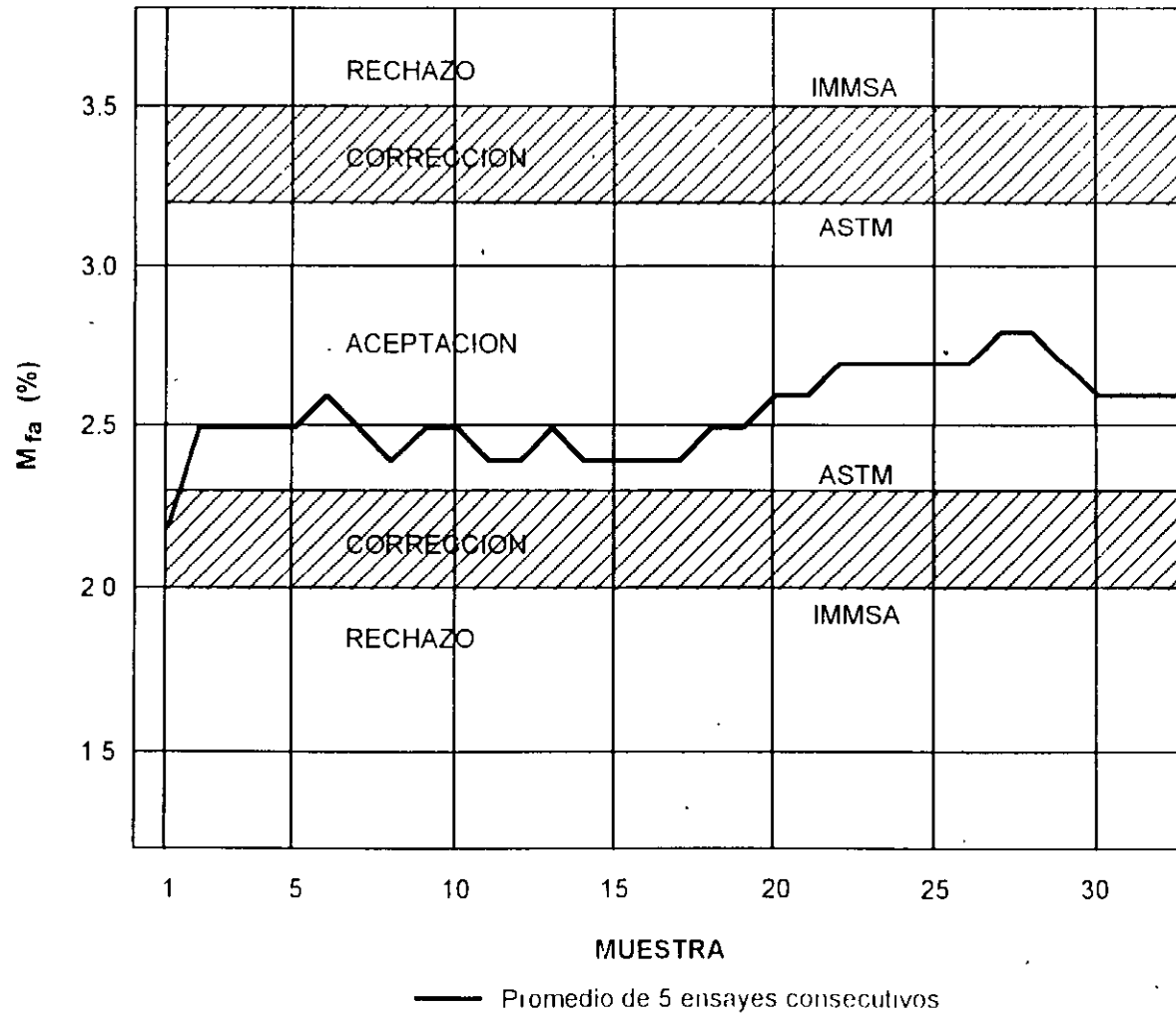
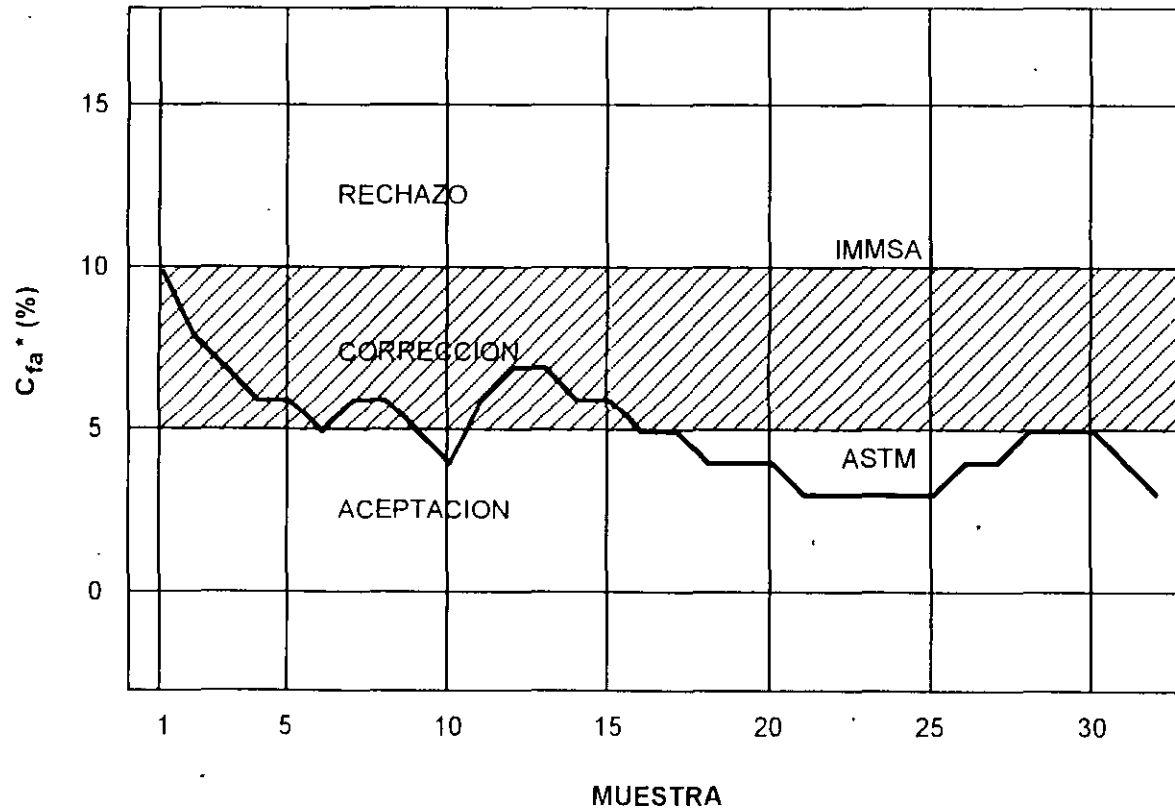


Lámina 10

CARTA DE CONTROL:
CONTENIDO DE FINOS EN LA ARENA (C_{fa})



— Promedio de 5 ensayos consecutivos

* Pasan malla # 100
Industria Minera México, S A de C V (IMMSA)
American Society of Testing Materials (ASTM)

Lámina 11

CARTA DE CONTROL:
MODULO DE FINURA DE LA GRAVA (M_{fg})

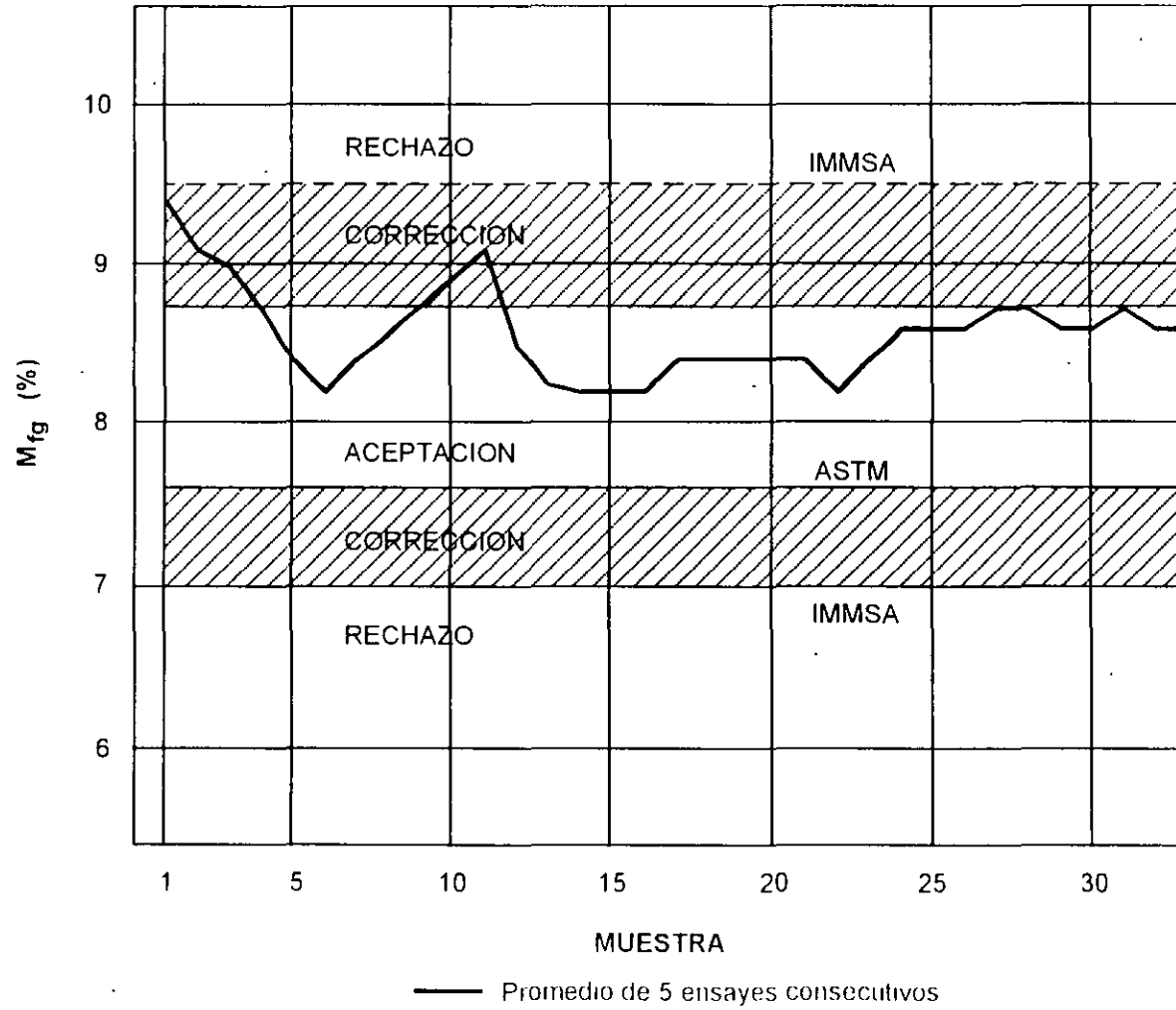
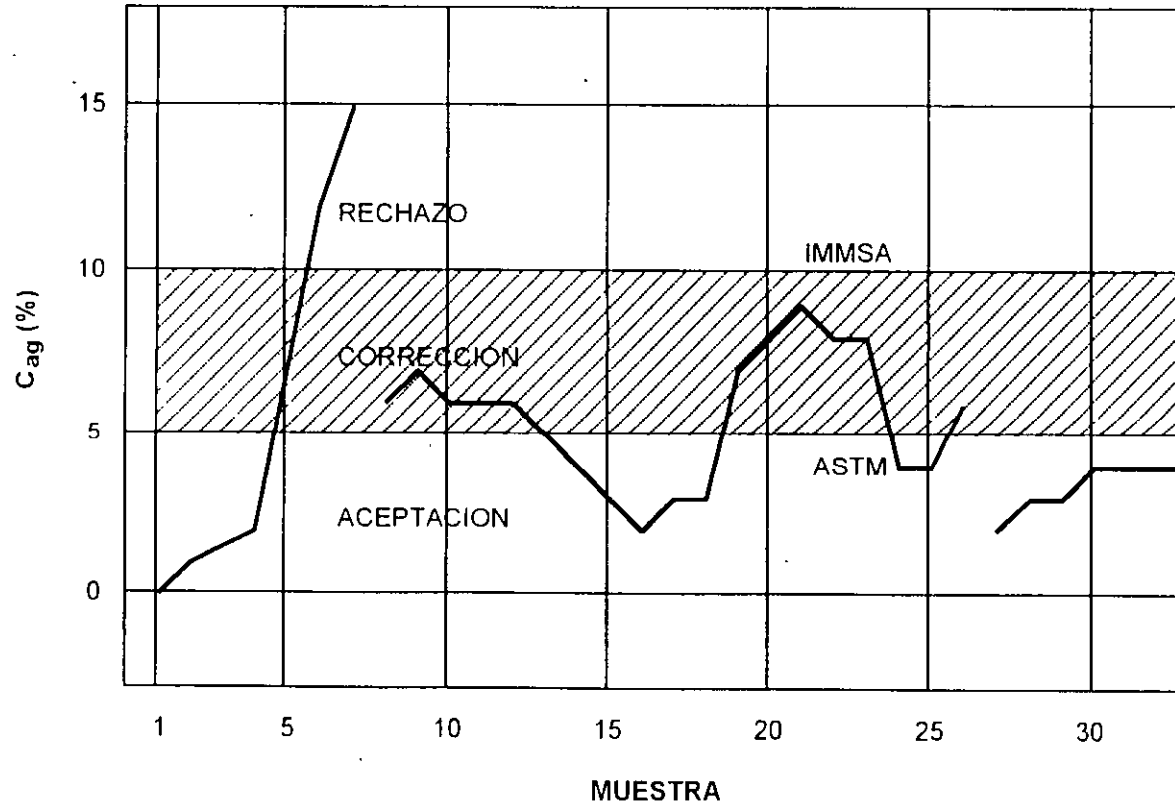


Lámina 12

CARTA DE CONTROL:
CONTENIDO DE ARENA EN LA GRAVA (C_{ag})



— Promedio de 5 ensayos consecutivos

Lámina 13

CARTA DE CONTROL:
ANALISIS ESTADISTICO DE REVENIMIENTOS EN LA FORMA

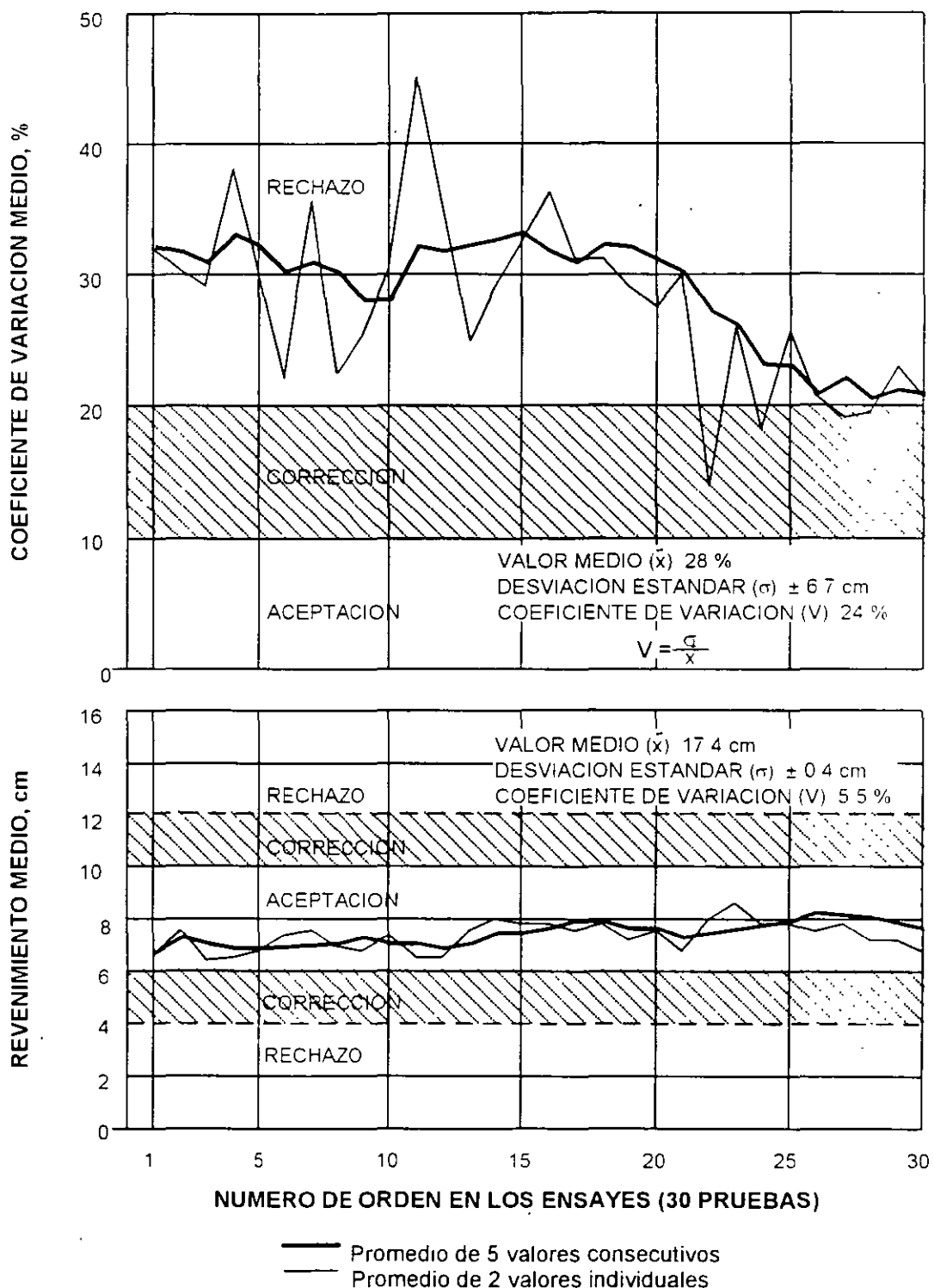


Lámina 14

CONTROL DE INGREDIENTES MEZCLADOS
(COMPOSICION DEL CONCRETO TIERNO)

RELACIONES

AGUA / CEMENTANTE

AGREGADOS / CEMENTANTE

GRAVA / ARENA

CONTENIDOS

CONSUMO UNITARIO DE
CEMENTANTE

PORCENTAJE DE AIRE INCLUIDO

Lámina 15

CARTA DE CONTROL:
COMPOSICION DEL CONCRETO TIERNO
PRUEBA DE INMERSION EN MUESTRAS TOMADAS DE LA FORMA

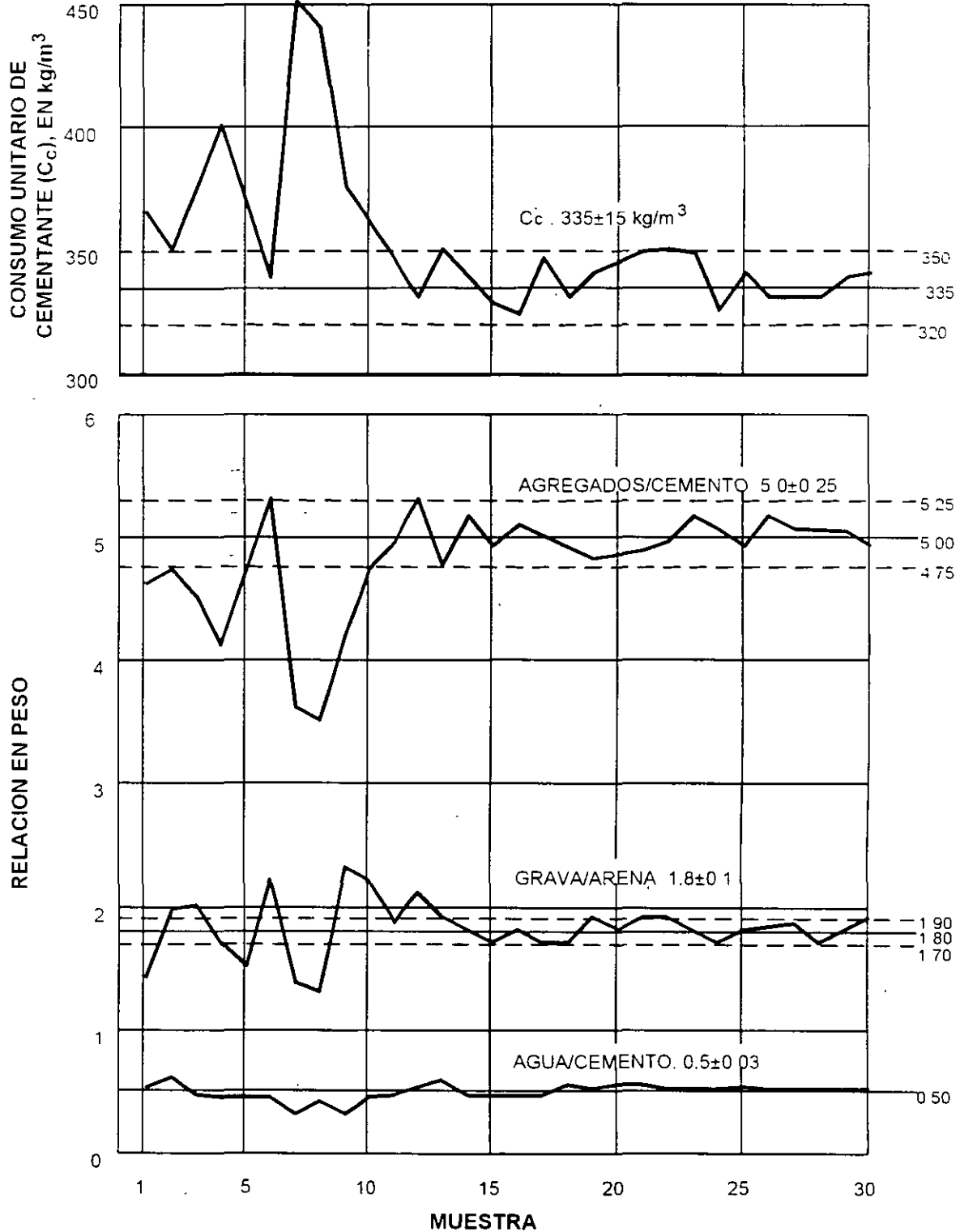


Lámina 16

CORRELACION ENTRE RESISTENCIAS COMPRESIVAS $R_{28} \rightarrow R_2$

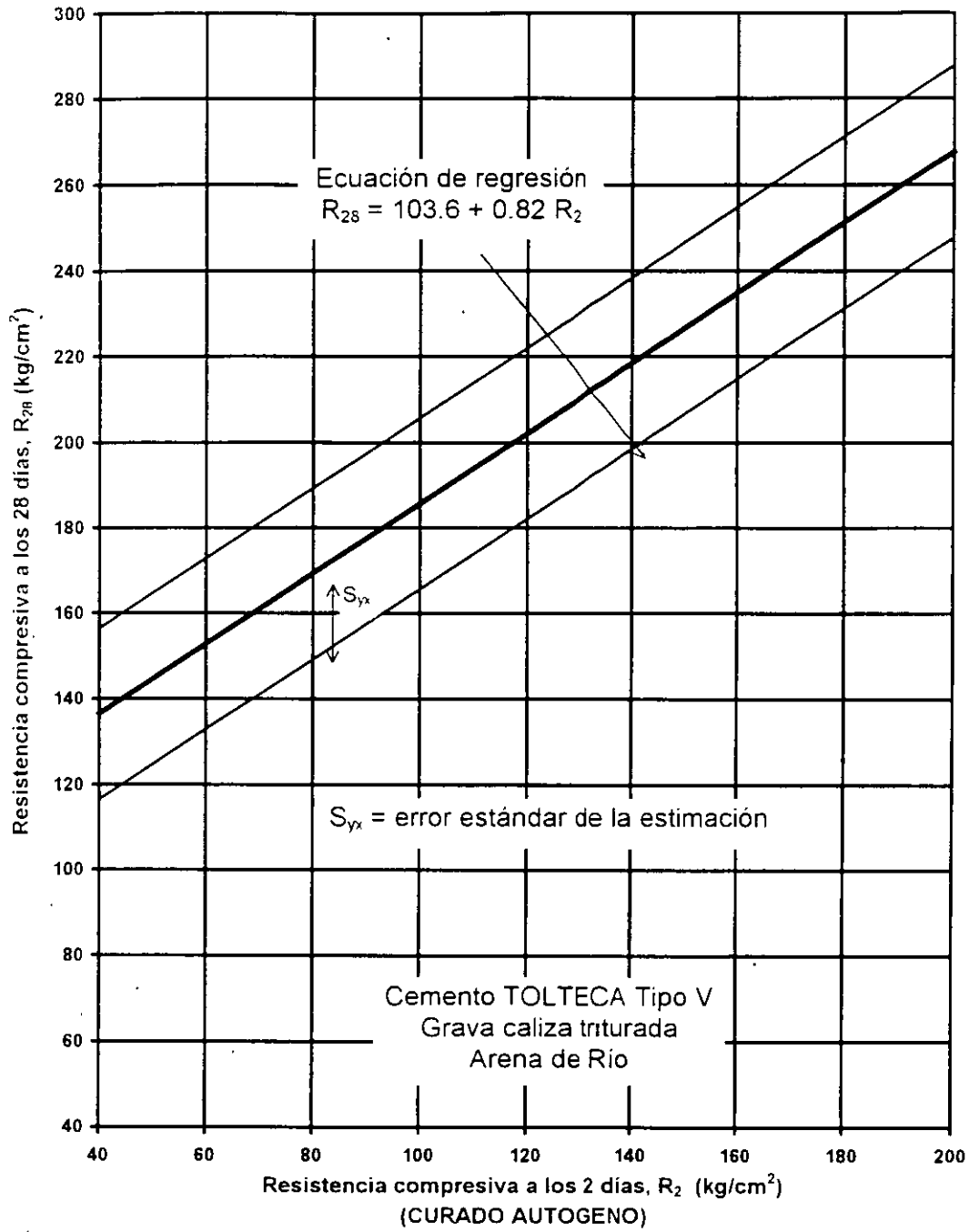


Lámina 17

CARTA DE CONTROL
ANALISIS DE RESISTENCIAS COMPRESIVAS A 28 DIAS

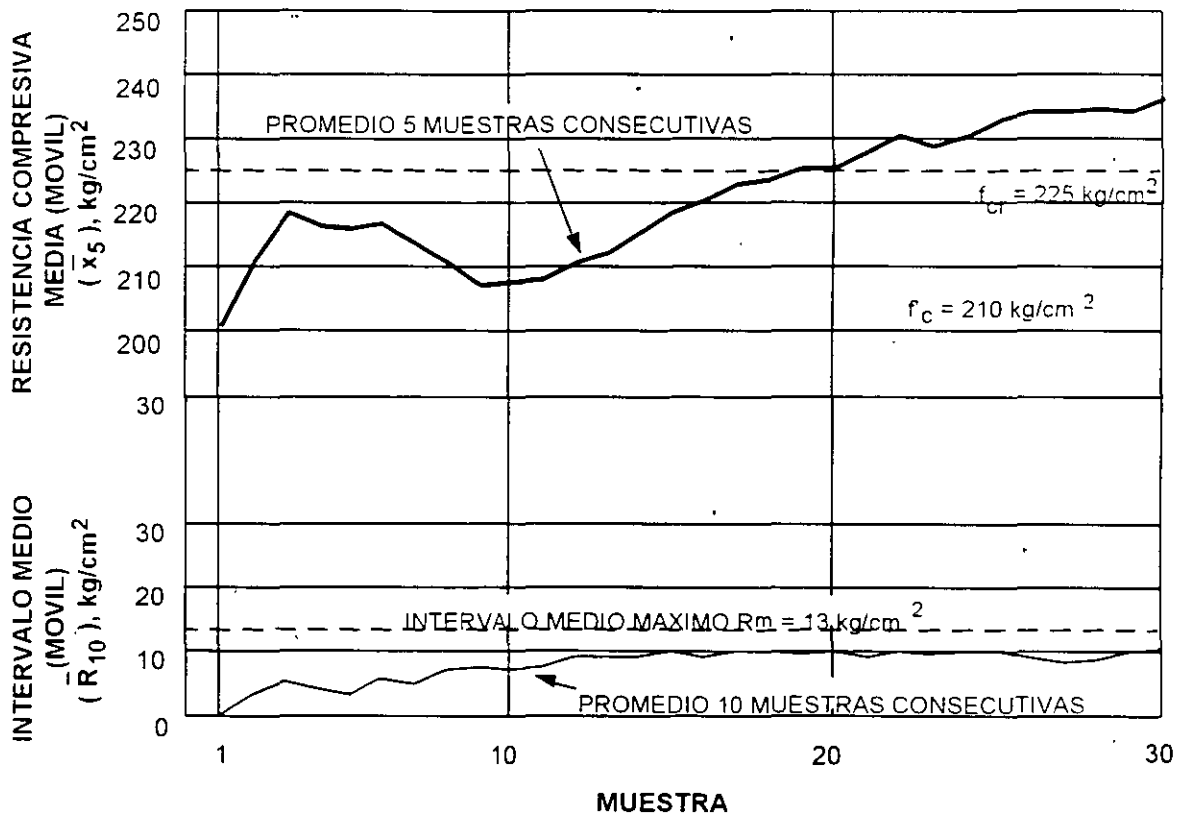
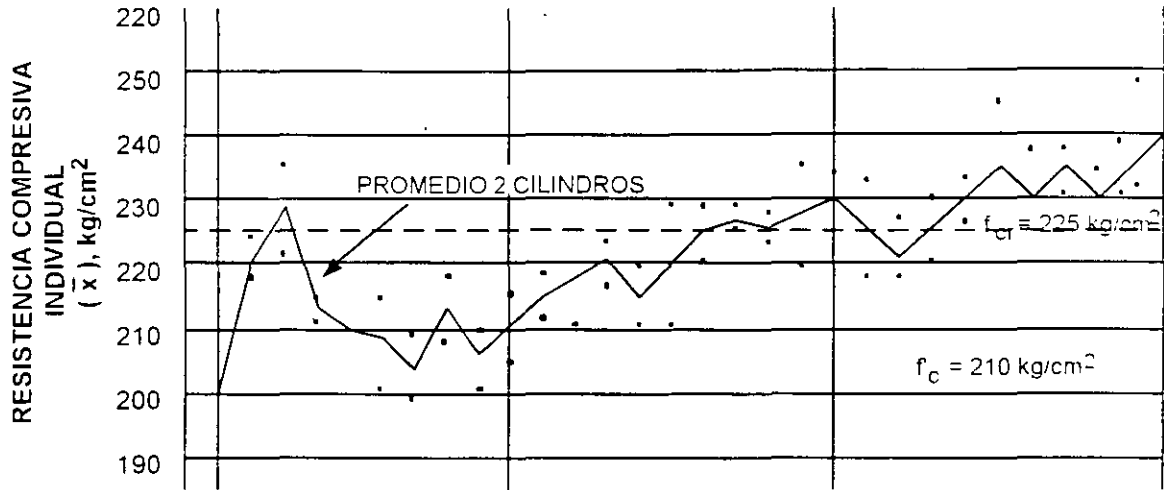


Lámina 18

CARTA DE CONTROL:
RESISTENCIA EN LOSAS

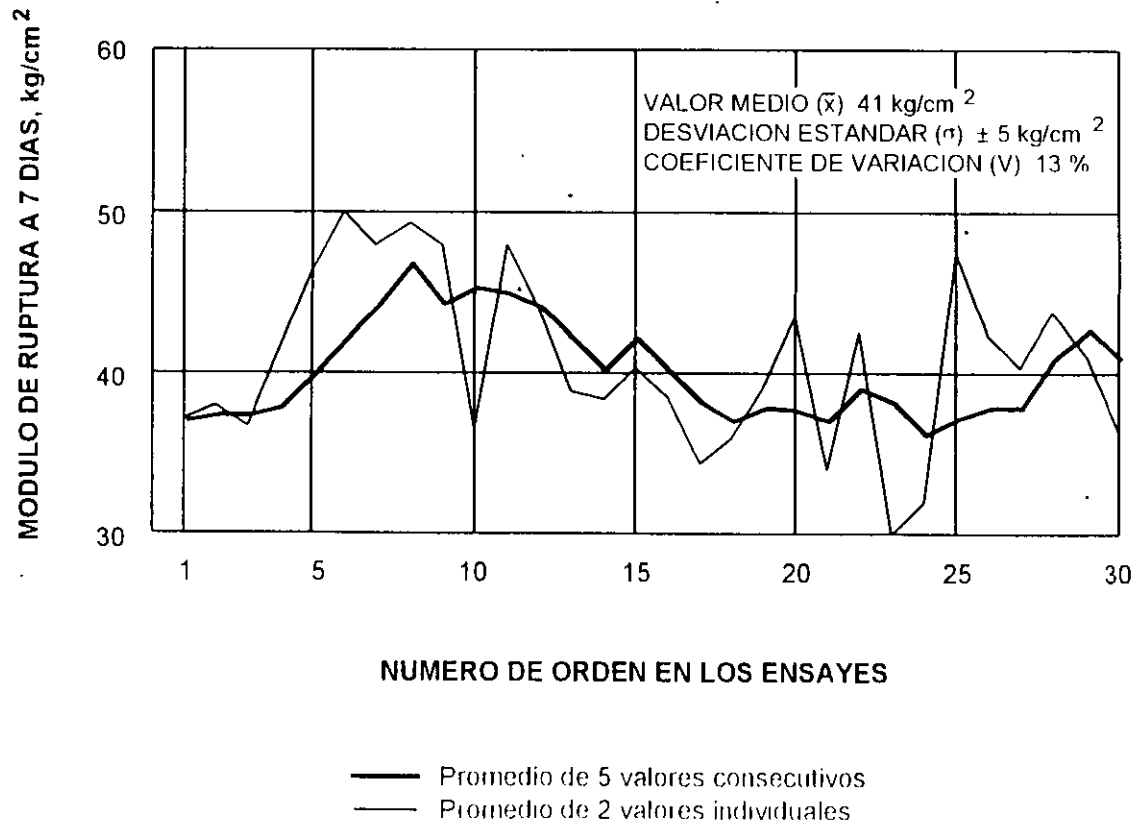
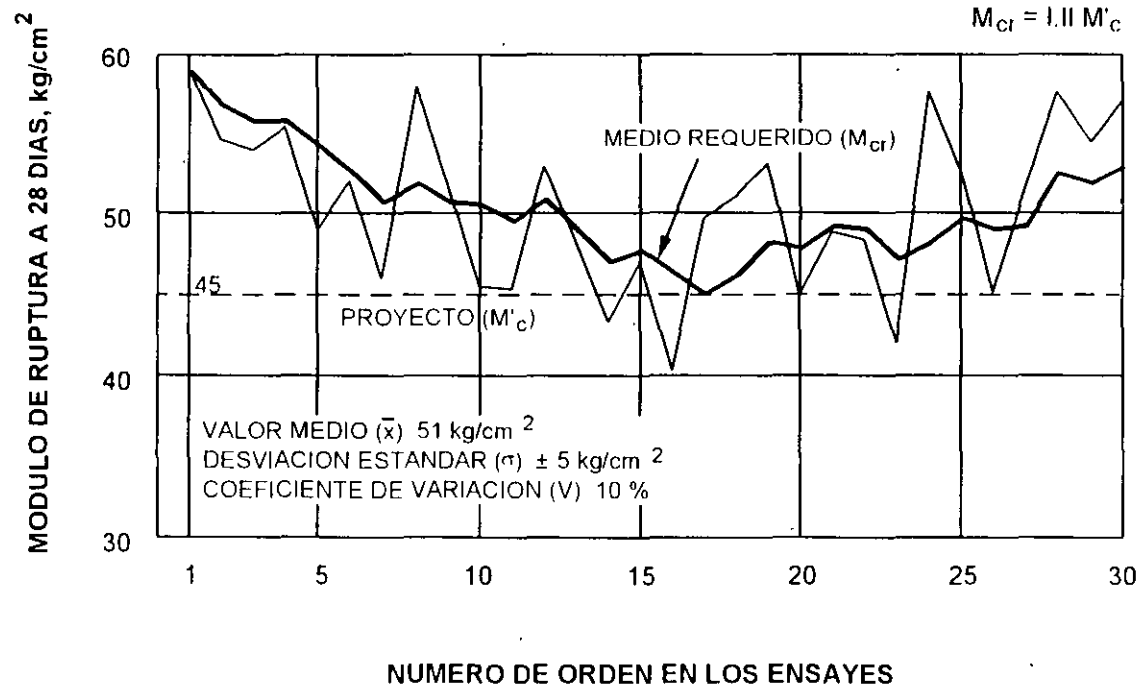


Lámina 19

CARTA DE CONTROL:
RESISTENCIA EN LOSAS



- Promedio de 5 valores consecutivos
- Promedio de 2 valores individuales

Lámina 20

DEFINICIONES GRAVIMETRICAS FUNDAMENTALES EN UNA MEZCLA

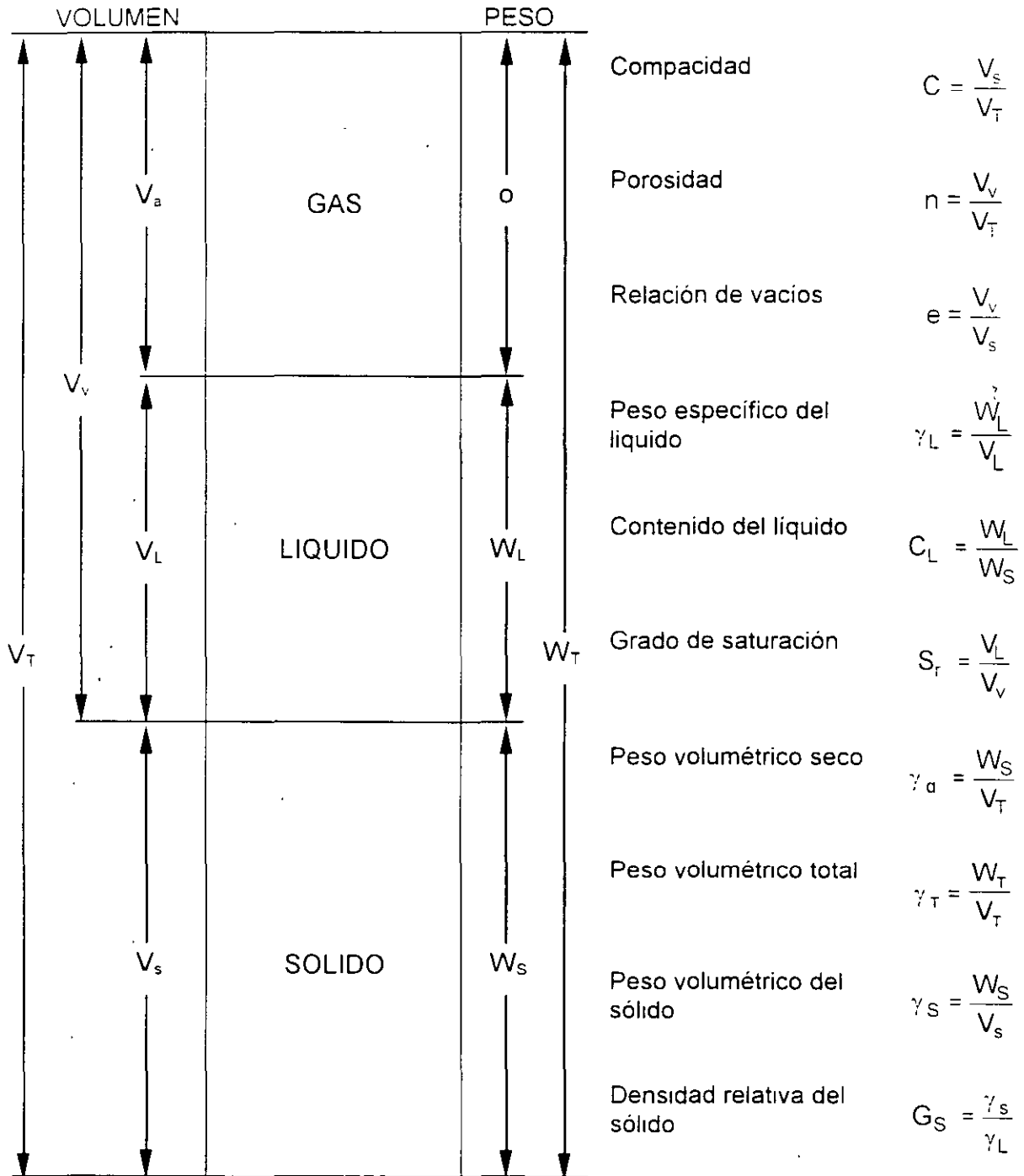
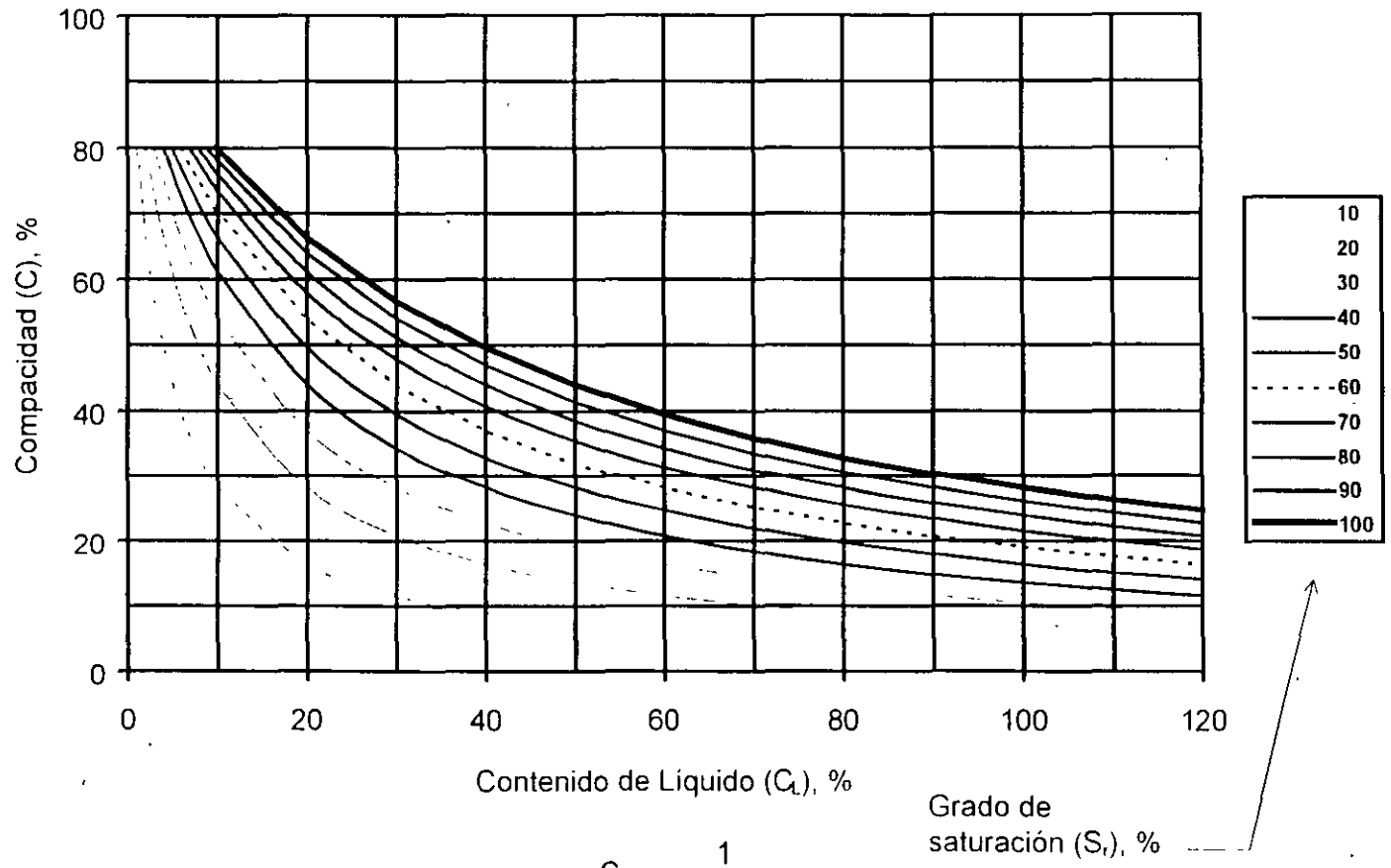


Lámina 21

DIAGRAMA CAS (COMPACIDAD-AGUA O ASFALTO-SATURACION)

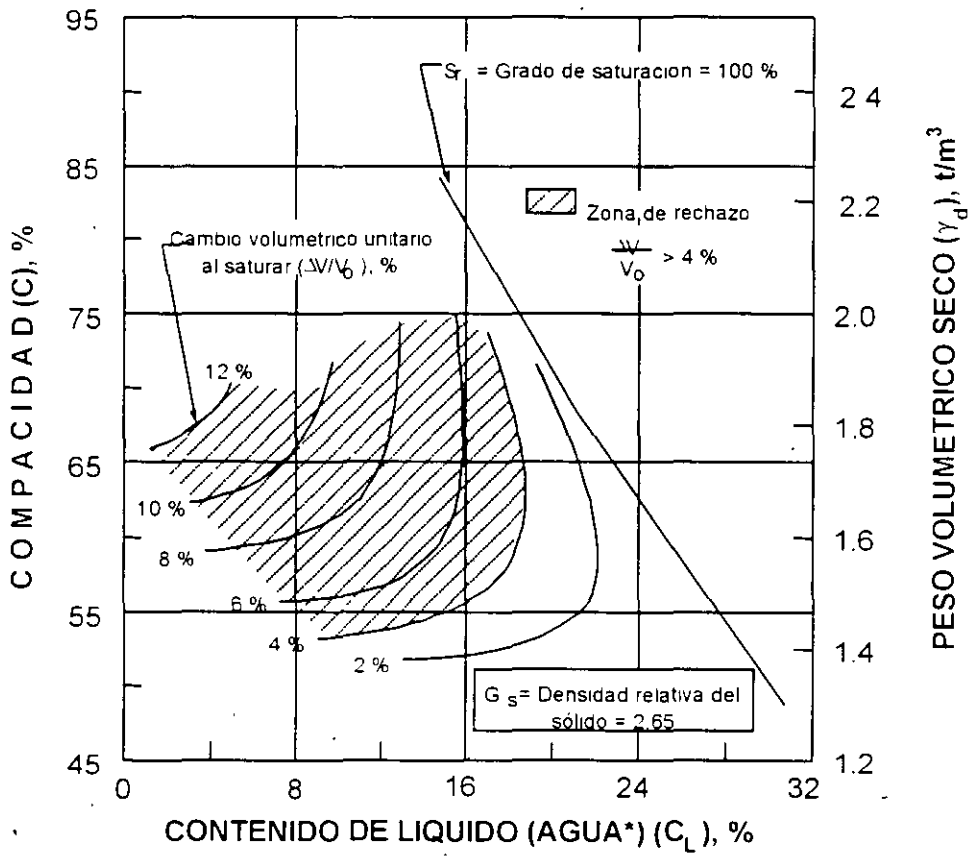


$$C = \frac{1}{1 + \frac{C_L}{S_r} G_s}$$

G_s = Densidad relativa del Sólido = 2.55

Lámina 22

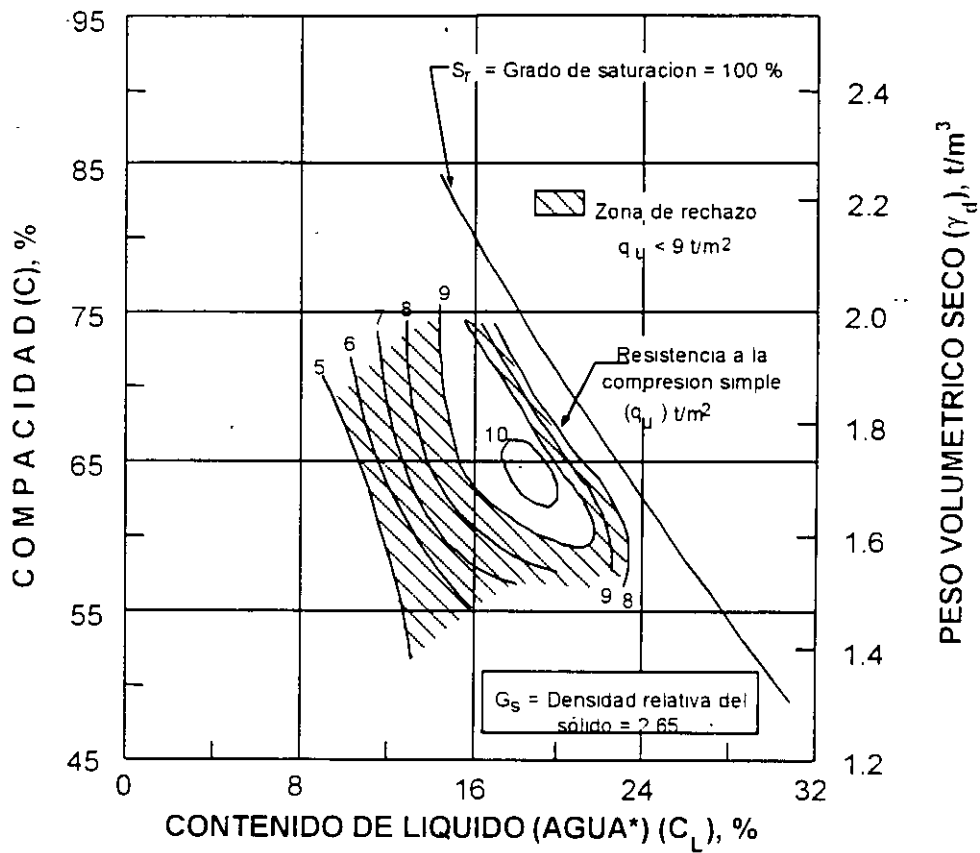
DIAGRAMA CAS₁.- CURVAS DE IGUAL CAMBIO VOLUMETRICO AL SATURAR UN SUELO COMPACTADO



* En mecánica de suelos, el contenido de agua o humedad se designa con el símbolo w

Lámina 23

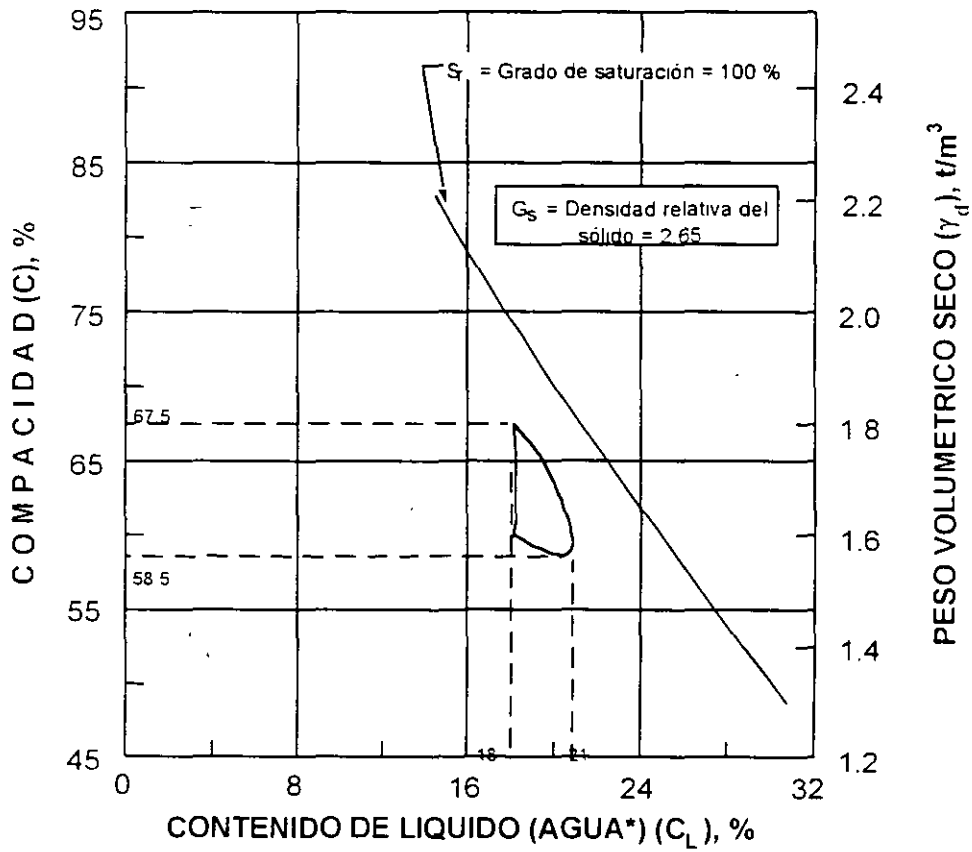
DIAGRAMA CAS₂.- CURVAS DE IGUAL RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE EN UN SUELO COMPACTADO



* En mecanica de suelos, el contenido de agua o humedad se designa con el simbolo w

Lámina 24

DIAGRAMA CAS PARA CARTA DE CONTROL.- ZONA DE ACEPTACION PARA EL SUELO COMPACTADO DE LAS LAMINAS 22 Y 23



* En mecánica de suelos, el contenido de agua o humedad se designa con el símbolo w

Lámina 25

DIAGRAMA CAS.- CURVAS DE IGUAL
MODULO MARSHALL



M_M = Módulo Marshall
 S_r = Grado de Saturación
 con asfalto
 G_s = Densidad relativa
 del Sólido = 2.54

Criterios de Aceptación Propuestos

1. 75 % $\leq S_r \leq$ 85 %
2. 700 kg/cm² $\leq M_M \leq$ 1000 kg/cm²

Recomendaciones:

1. 82 % $\leq C \leq$ 84 %
2. 6.3 % $\leq C_a \leq$ 6.9 %

SIMBOLOGIA		
N = No. de golpes por cara en los especímenes Marshall		
□	150	
△	125	
●	100	
○	75	
+	50	
x	25	
		Zona de rechazo

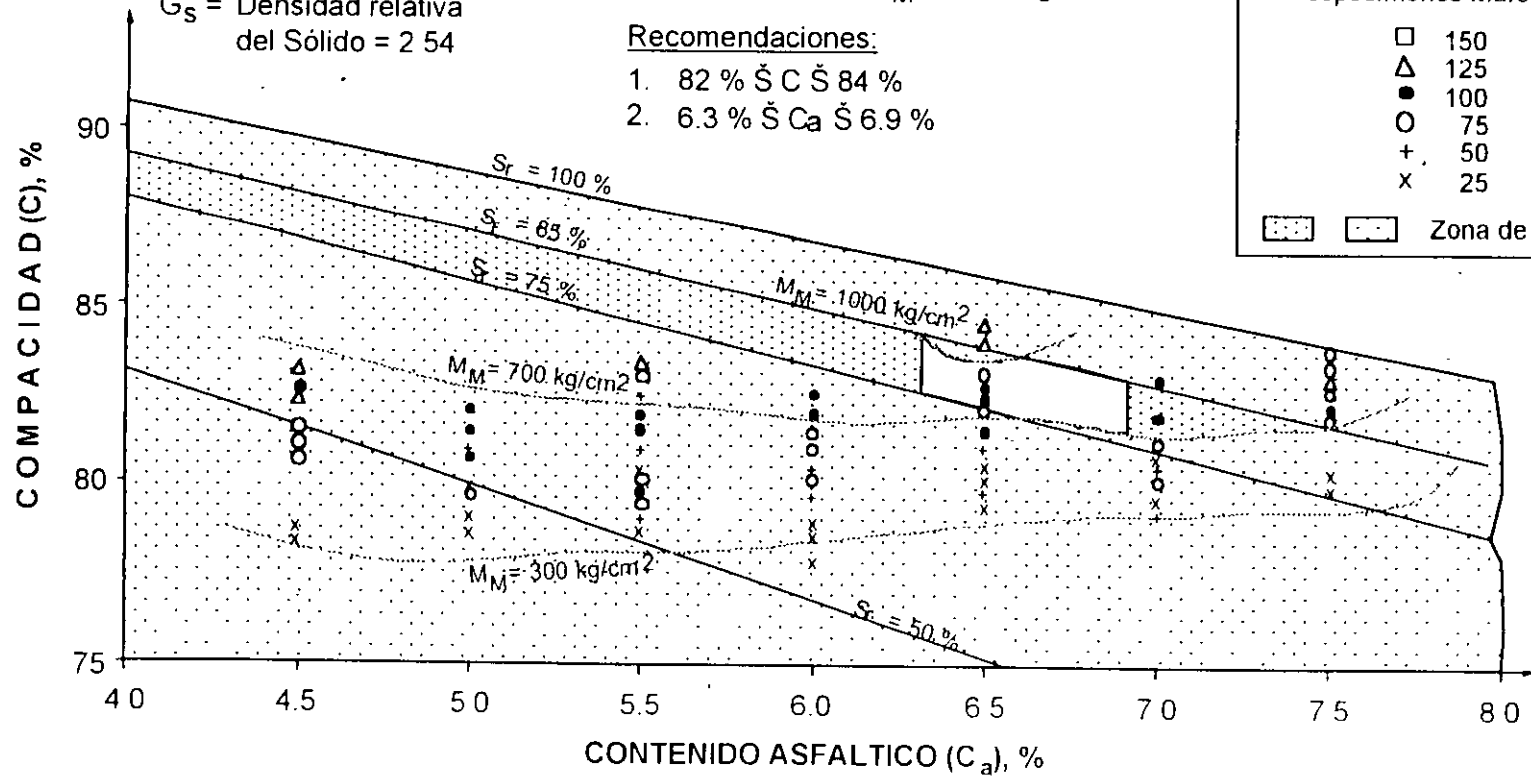


Lámina 26

DIAGRAMA CAS PARA CARTA DE CONTROL.- ZONA DE ACEPTACION PARA EL CONCRETO ASFALTICO DE LA LAMINA 25

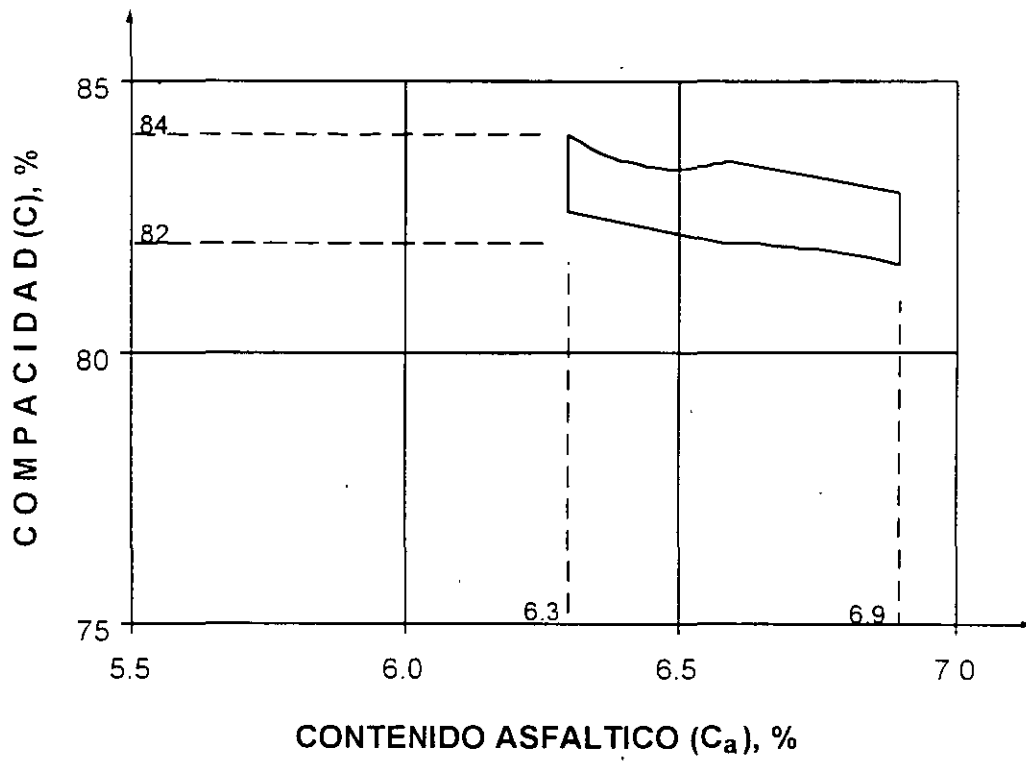


Lámina 27

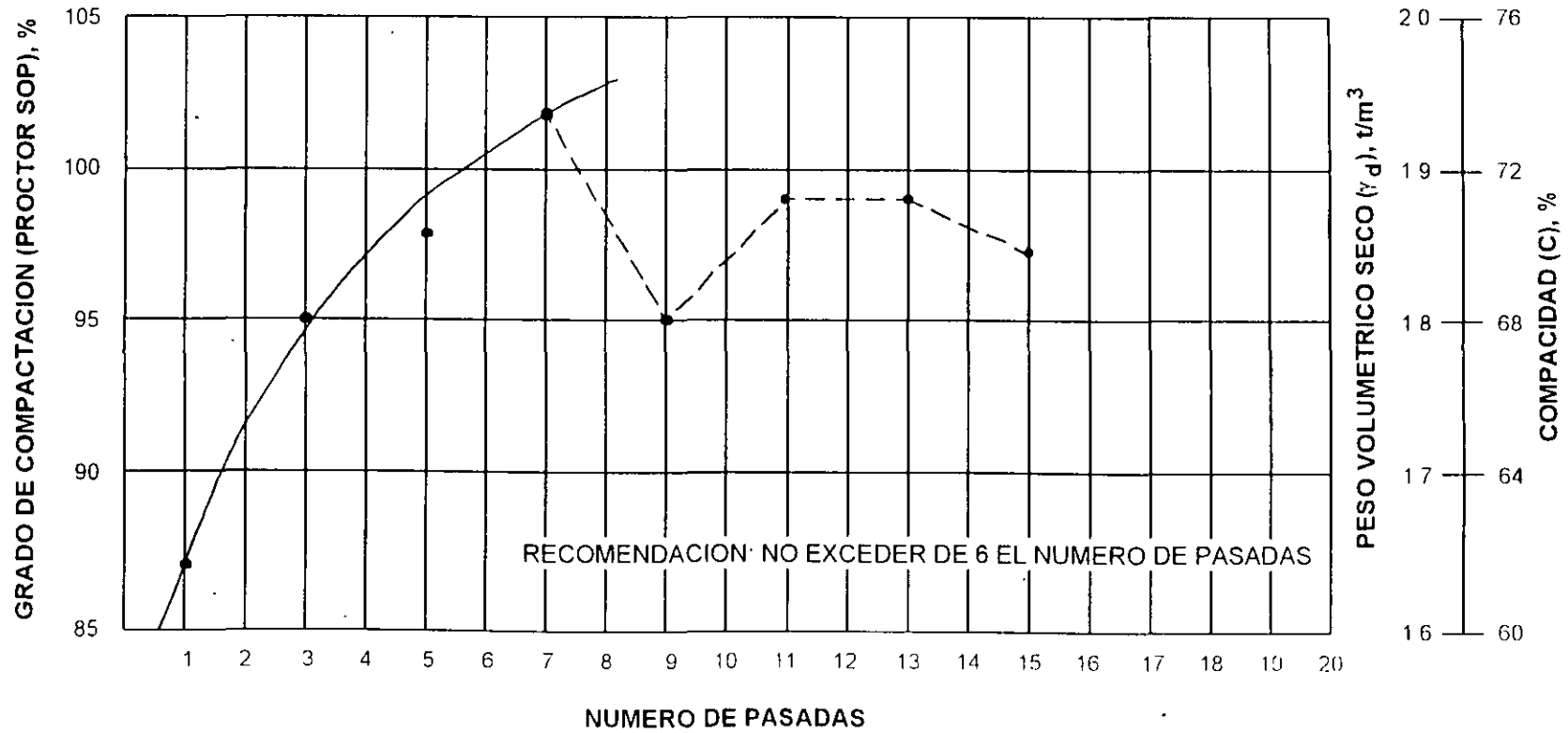
TRAMO DE PRUEBA EN CAPA SUBRASANTE
AEROPUERTO "DOS MONTES" VILLAHERMOSA, TAB. (SEPTIEMBRE, 1976)

CAPA COMPACTA DE 25 cm
ARCILLA ARENOSA (CL)

RODILLO VIBRATORIO CA-25; 1500 vpm

HUMEDAD INICIAL: 15.5 ± 1.5 %
HUMEDAD OPTIMA 18.5 %

$$\text{RELACION DE HUMEDAD} = \frac{15.5}{18.5} = 0.84$$



**División de Educación Continua-Facultad de
Ingeniería-UNAM**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCION Y
CONSERVACION DE CARRETERAS**

**“CERTIFICACION DE NIVELES DE
CALIDAD CARACTERISTICOS”**

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

**México, D.F.
24 de Julio del 2000**

“CERTIFICACION DE NIVELES DE CALIDAD CARACTERISTICOS”

M.I Raúl Vicente Orozco Santoyo

INDICE

	Pág.
1. CONCEPTOS BÁSICOS	1
2. ACCIONES DE LOS RESPONSABLES DE LA OBRA	1
3. RESPONSABILIDAD DEL CONTROLADOR DE CALIDAD	2
4. UN ENFOQUE DEL CONTROL DE CALIDAD	3
5. RECOMENDACIONES	4
6. REFERENCIAS	4

“CERTIFICACION DE NIVELES DE CALIDAD CARACTERISTICOS”

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

1. CONCEPTOS BASICOS

Según el diccionario de la Lengua Española (Ref. 1), la expresión calidad proviene del latín *Qualitas-atés* y se define como. "Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa. que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie" Esto lo debemos asociar con un "rasero" o "patrón" de comparación. que denominaremos nivel de calidad característico. es decir. el valor medio de la propiedad o característica a medir o valorar, como se ilustra en la Lámina 1 (carta de control típica)

El nivel de calidad característico implica el establecimiento de los criterios de aceptación corrección y rechazo. mediante el valor medio de la característica a medir o valorar y su desviación estándar o coeficiente de variación (como medidas de dispersión de valores) tomando en cuenta la probabilidad de falla en las pruebas de aceptación El nivel de calidad característico que se desea. lo complementan en la práctica las variaciones permisibles. en más o en menos, con respecto al valor medio requerido de la característica a medir o valorar (Ref 2)

El nivel de calidad característico viene siendo el conjunto de características cualitativas y cuantitativas. que deben satisfacer los materiales. las instalaciones y los componentes de la obra. en los aspectos de resistencia a las cargas por soportar. asentamientos totales y diferenciales. deformaciones. geometría. apariencia. durabilidad. capacidad de carga. etc (Ref. 2).

2. ACCIONES DE LOS RESPONSABLES DE LA OBRA

Con el fin de satisfacer todos los niveles de calidad característicos (mediante sus indicadores correspondientes) para cada componente de la obra, es necesario estipular con mucha claridad la acción de los responsables involucrados, como se sugiere a continuación:

NIVELES E INDICADORES DE CALIDAD CARACTERISTICOS		
RESPONSABLE	ACCION	CUALIDAD PRINCIPAL
Planificación	Definir	Criterios básicos de ingeniería
Proyecto	Establecer	Planos, especificaciones y manuales
Construcción	Asegurar	Personal, maquinaria y equipo
Conservación	Mantener	
Operación	Vigilar	
Supervisión	Verificar	Personal y equipos (topografía, laboratorio y campo, no destructivos, ...)
Control de Calidad	Certificar	

Por lo tanto, el responsable de la planificación define dichos niveles e indicadores de calidad en un documento fundamental que se puede denominar "Criterios básicos de ingeniería", para que el proyectista los establezca en los planos, las especificaciones y los manuales

De esta manera, el constructor sería el único responsable de asegurar dichos niveles e indicadores de calidad característicos, cuya verificación es competencia exclusiva del supervisor, con el apoyo del controlador de calidad, quien los certifica de manera ágil y oportuna

Finalmente, los responsables de la conservación y operación de la carretera deberán dedicarse exclusivamente a mantener y vigilar el cumplimiento de los niveles de calidad estipulados.

3. RESPONSABILIDAD DEL CONTROLADOR DE CALIDAD

Para apoyar a la supervisión en la verificación del proyecto, es necesario que el controlador de calidad fije conjuntamente con el supervisor las propiedades fundamentales y su correlación con las subordinadas y los parámetros o indicadores de control, que sean fácilmente medibles, para que se puedan certificar de manera ágil y oportuna todos los niveles de calidad característicos de cada componente de la obra.

La auténtica certificación de los niveles de calidad característicos, a través de los indicadores asignados a cada propiedad geométrica, de acabados, materiales o procedimientos constructivos, implica constatar (por escrito) que se están cumpliendo dichos niveles e indicadores durante las etapas del control de calidad.

Para ilustrar lo anterior, tomaremos el caso específico de una carpeta drenante ahulada, como se ilustra en la Lámina 2 (Ref. 3). La secuencia de actividades constructivas son las siguientes

- La fabricación de los elementos constitutivos (cemento asfáltico, hule molido y agregados pétreos)
- El mezclado de los ingredientes del asfalto ahulado (cemento asfáltico y hule molido)
- La reacción del asfalto ahulado
- El mezclado del concreto asfáltico ahulado
- El tendido del concreto asfáltico ahulado
- El compactado del concreto asfáltico ahulado

Los indicadores de calidad para la primera etapa de control, la de previsión, se refieren a las características específicas (físicas y químicas) de los elementos constitutivos.

En la segunda etapa, la de acción, los indicadores de calidad característicos para el asfalto ahulado corresponden a la dosificación de los ingredientes (D), los tiempos de mezclado y reacción (t), las temperaturas de mezclado y reacción (T), las viscosidades cinemáticas (ν), etc. En cambio, los indicadores característicos para el concreto asfáltico ahulado se refieren a las temperaturas (T), compacidades (C), tiempos (t), módulos elásticos (E), etc., durante las actividades de tendido y compactado.

Para la tercera etapa, la de historia, los indicadores característicos del concreto asfáltico ahulado ya terminado corresponden a los coeficientes de permeabilidad (k), los espesores (e), los módulos elásticos (E), etc., obtenidos de los "corazones" extraídos *ex profeso*, así como los coeficientes de permeabilidad (k), los coeficientes de fricción (μ), los índices internacionales de rugosidad (IRI), etc., obtenidos *in situ* de la carpeta asfáltica ahulada

4. UN ENFOQUE DEL CONTROL DE CALIDAD

Para certificar o confirmar los niveles de calidad característicos, es imperioso conocer a fondo la finalidad y los alcances del control de calidad, para fijar el nivel de calidad relativo en la escala correspondiente (excelente, alto, medio y bajo), como se ilustra en la Lámina 3.

Una vez que se fije el nivel de calidad relativo entre el supervisor y el controlador de calidad, se procede a establecer el tipo y la frecuencia de los indicadores de calidad característicos, de acuerdo con los niveles de confianza preestablecidos para cada elemento o componente de la obra, las pruebas de aceptación convenidas, los muestreos aleatorios resultantes acordes con las características geométricas y de acabados, así como las correspondiente a los materiales y los procedimientos constructivos (Lámina 3).

De acuerdo con lo expresado anteriormente, será posible instalar en la obra al grupo de control de calidad con su estructura técnica idónea (plantilla de personal, organización, bienes y servicios, cronogramas, flujos financieros y de información, métodos y sistemas, etc.), cuyos servicios pueden ser por administración directa o contratados, como se indica en la Lámina 3.

5. RECOMENDACIONES

PRIMERA. Considero que con este enfoque esquemático para la certificación ágil y oportuna de los niveles de calidad característicos, realizada por el controlador de calidad, coadyuvará enormemente en la verificación que el supervisor realiza para que, con el debido conocimiento el constructor actúe en plan correctivo, oportuno y eficaz a fin de evitar defectos en métodos constructivos.

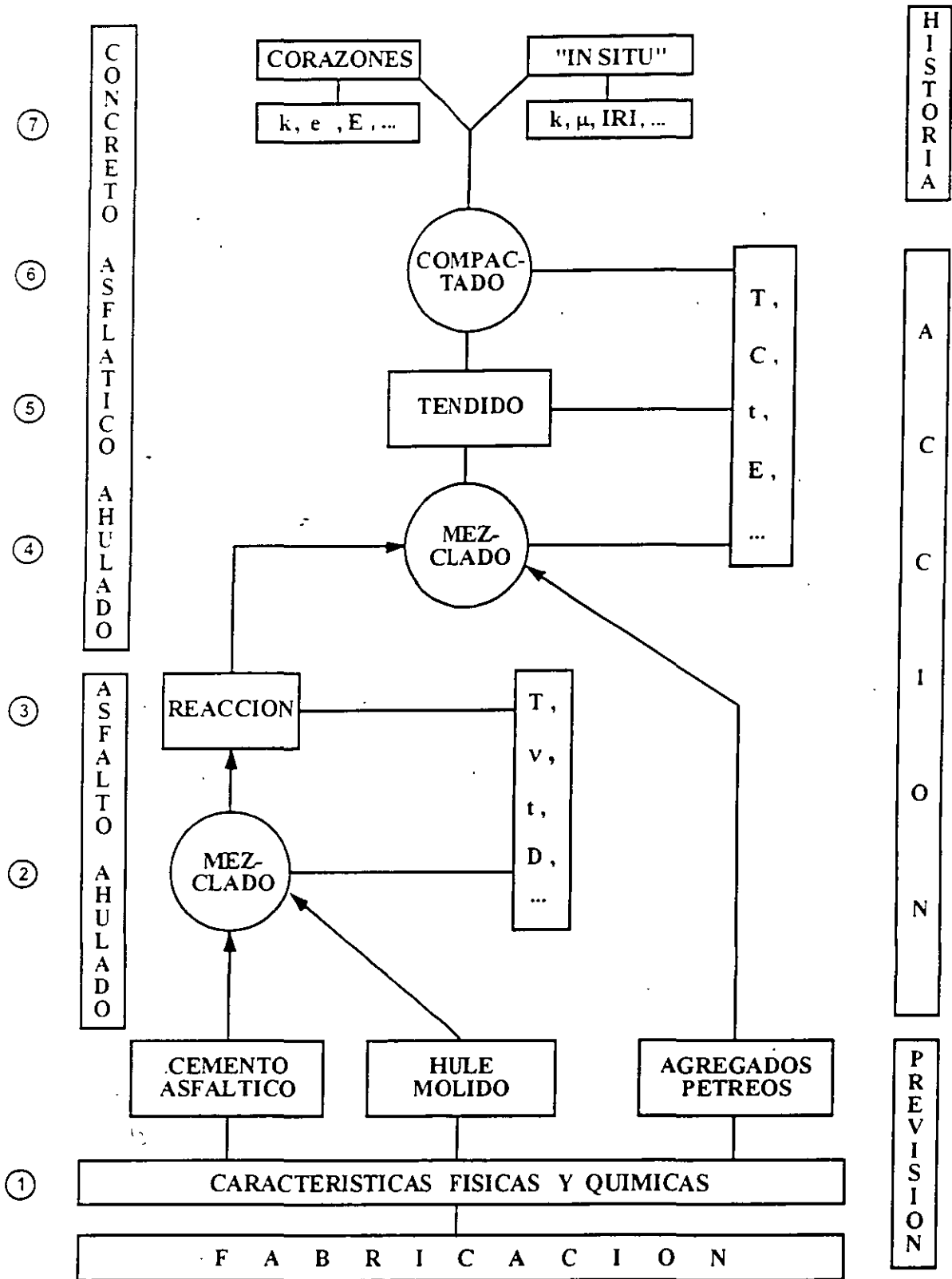
SEGUNDA. Lo expresado anteriormente es lo que el supervisor espera del controlador de calidad quienes deben trabajar íntimamente para lograr el éxito del control de calidad integral que merecen nuestras carreteras.

6. REFERENCIAS

- 1) Diccionario de la Real Academia Española XXI, edición 1992
- 2) Orozco S. R.V (1996). El Concepto "Calidad en las Vías Terrestres". XII Reunión Nacional de Vías Terrestres (AMIVTAC), San Luis Potosí, S.L.P
- 3) Orozco S.. R.V (1998) Conceptos Fundamentales, Seminario: Carpetas Drenantes Ahuladas (AMIVTAC, AMAAC, CITEA y CAPUFE), Cuernavaca, Mor.
- 4) Orozco S. R.V (1998) Certificación de Niveles de Calidad Característicos. XIII Reunión Nacional de Vías Terrestres (AMIVTAC), Oaxtepec, Mor.

Nota: Este trabajo está tomado de la Ref. 4

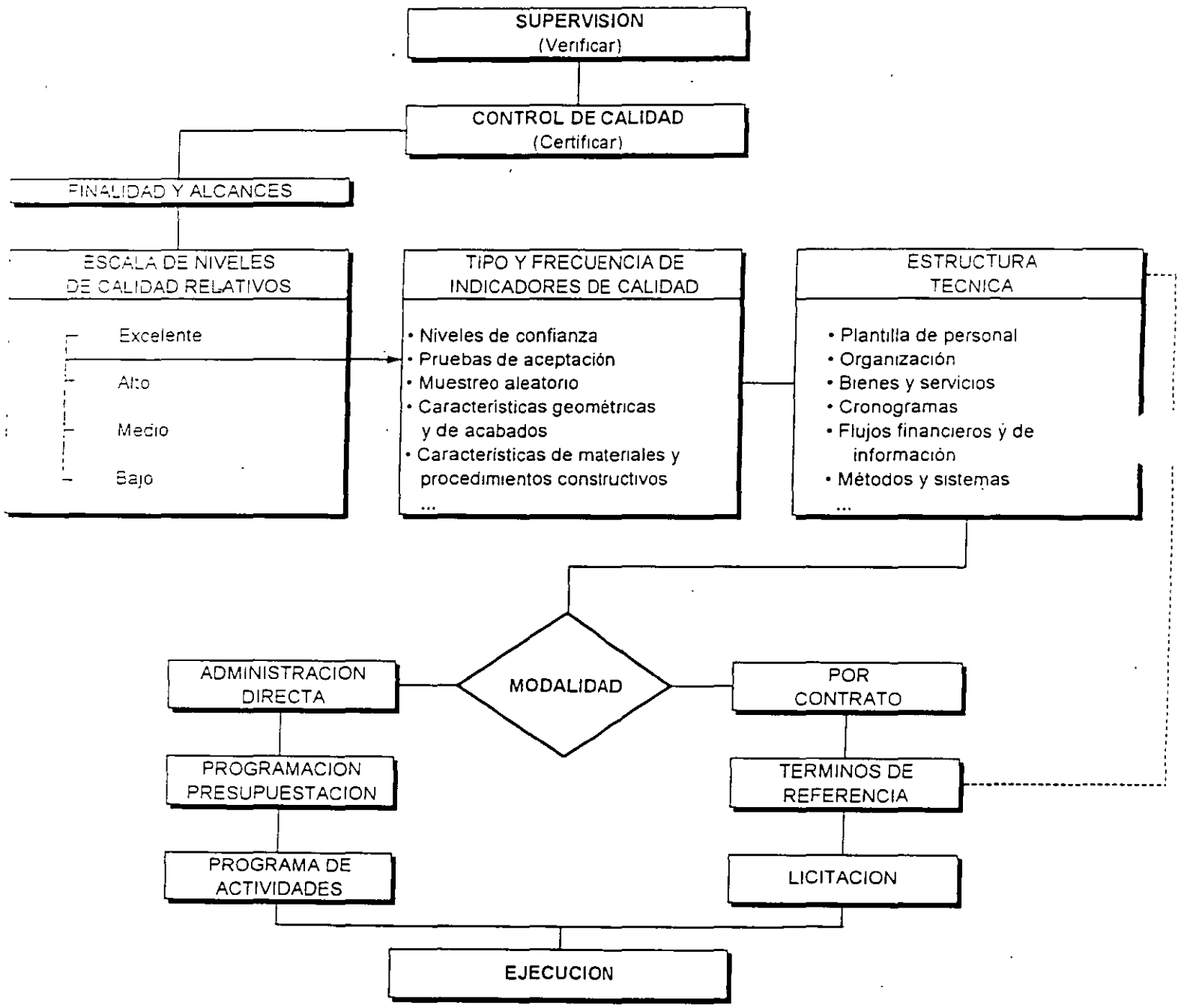
ETAPAS DE CONTROL DE CALIDAD PARA UNA CARPETA DRENANTE AHULADA



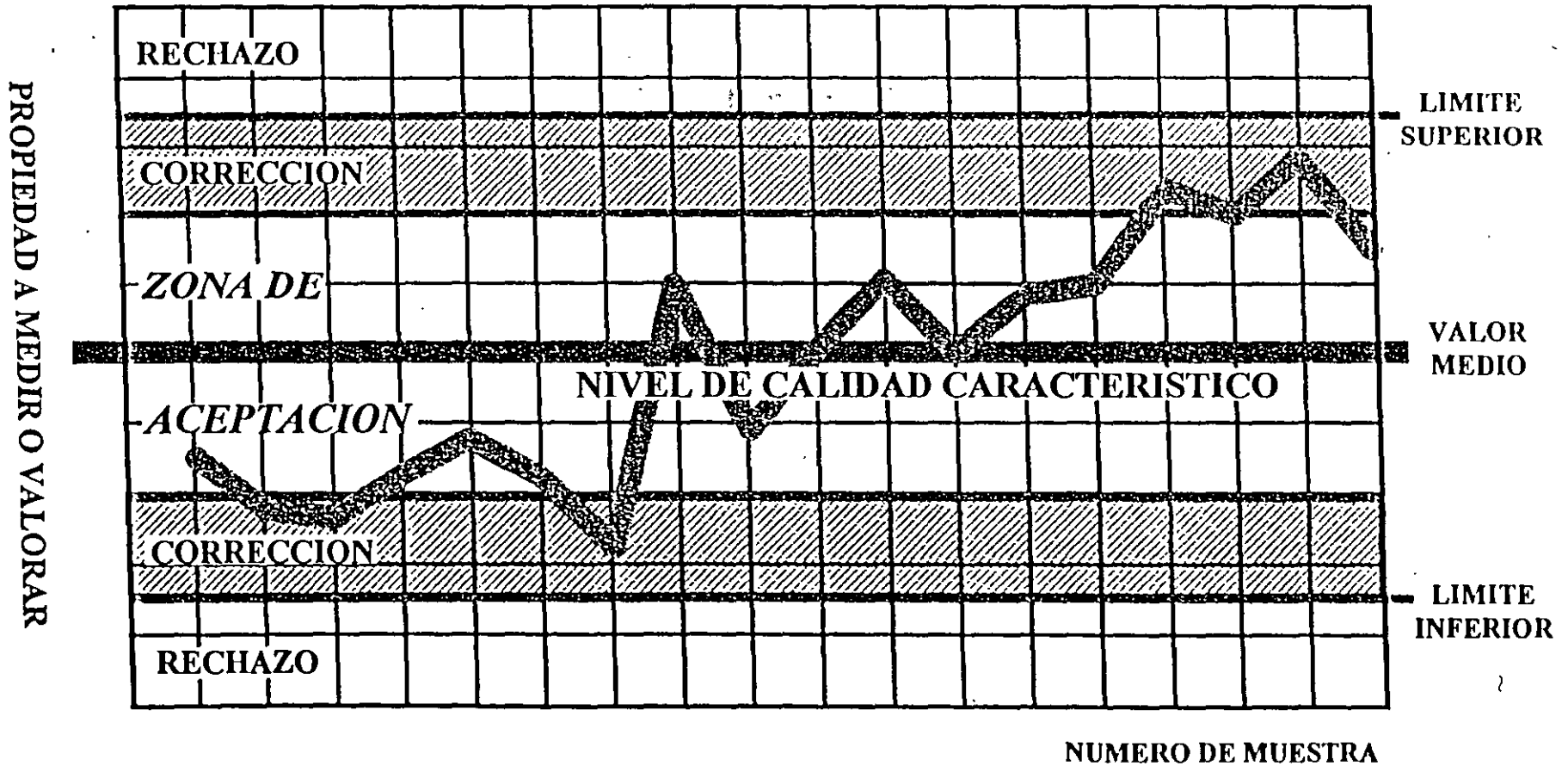
PRUEBAS DE ACEPTACION

ETAPAS DE CONTROL

UN ENFOQUE DEL CONTROL DE CALIDAD



CARTA DE CONTROL DE CALIDAD



CONTROL DE CALIDAD APLICADO
A LAS VIAS TERRESTRES

GRANULOMETRIAS
DISCONTINUAS

GRANULOMETRIAS DISCONTINUAS*

SEGUNDA REFLEXION

¿Qué ocurre si se rompe la continuidad en la granulometría de un agregado para concreto hidráulico? ¿Qué pasa si la curva granulométrica se sale de los límites tradicionales?

Normalmente los laboratorios rechazan las gravas cuya granulometría esté fuera de los límites especificados, como los de la Lámina 18, "porque solamente deben aceptarse agregados cuya graduación siga una cierta ley de continuidad" exceptada por la costumbre. Sin embargo, es muy conveniente pensar en que la sucesión de tamaños más adecuada para lograr un mejor acomodo entre las partículas del agregado, no es la de la ley parabólica o similar, sino el de los cambios bruscos en tamaños, como se explica en continuación:

Si se tienen tres esferas de radio R_1 sobre un plano horizontal y se trata de formar un tetraedro con una cuarta esfera también de radio R_1 , el espacio comprendido entre las cuatro esferas sólo puede ser llenado con otra de radio menor R_2 , como se ilustra en la Lámina 19. El espacio dejado entre las esferas de radios R_1 y R_2 puede llenarse con una esfera de radio menor R_3 , como se muestra en la Lámina 20. De la misma manera se puede ir obteniendo teóricamente la ley de variación, como la indicada en la Lámina 21.

* Orozco Santoyo, Raúl Vicente (1977). "Reflexiones sobre Control de Calidad". Revista Mexicana de Ingeniería y Arquitectura, Vol. LVI, N^o. 2. Asociación de Ingenieros y Arquitectos de México. 10 -

Los límites recomendables para una granulometría discontinua se sugieren en la Lámina 22.

Es importante hacer notar que el concreto más compacto se logra con el mínimo de arena y de agua. Un concreto compacto tendrá menor agrietamiento y, por consiguiente, será más impermeable y resistente, manteniendo otros factores constantes.

Supóngase que en el tetraedro de la Lámina 19 se coloca una esfera intermedia entre las de radio R_1 y R_2 . ¿Qué pasará? Pues simplemente esa esfera desplazará a las demás. Si se continúan llenando huecos con esferas de graduación continua, siempre se seguirán acomodando las demás esferas.

Precisamente la granulometría que da la mayor permeabilidad es la continua, como la de las arenas o gravas que en especial se recomienda en los subdrenes o capas filtrantes; es decir, la graduación continua da la máxima permeabilidad.

La graduación discontinua rompe esa continuidad y permite un mejor acomodo entre las partículas del agregado pétreo.

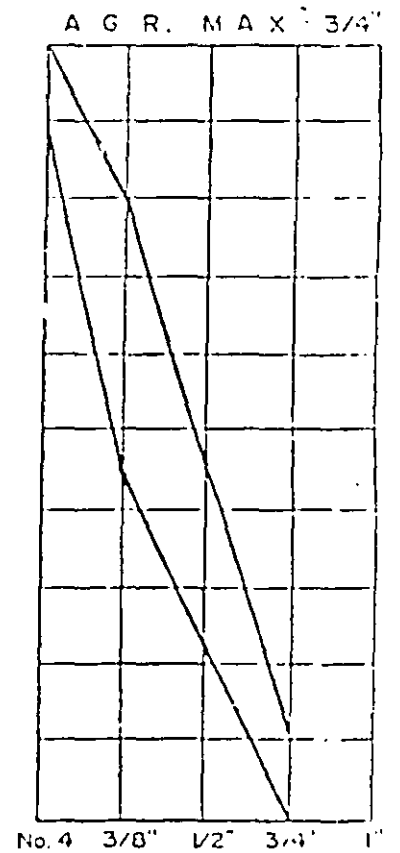
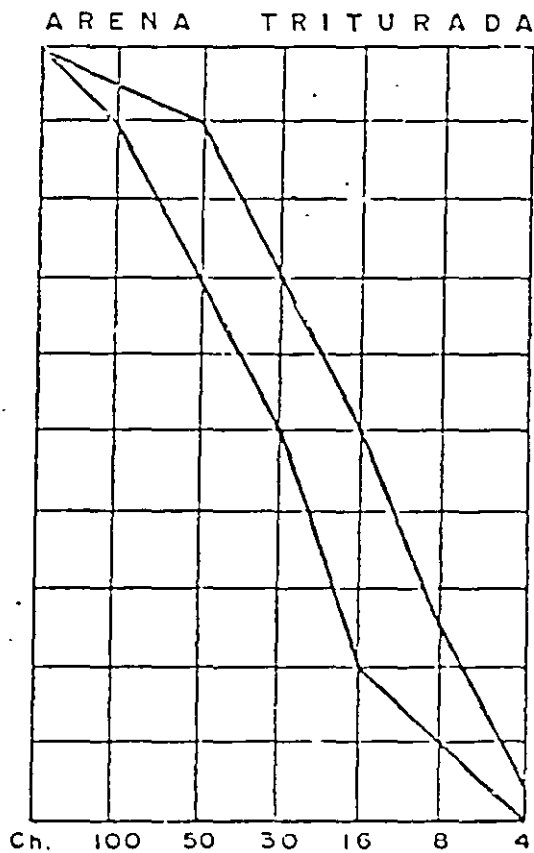
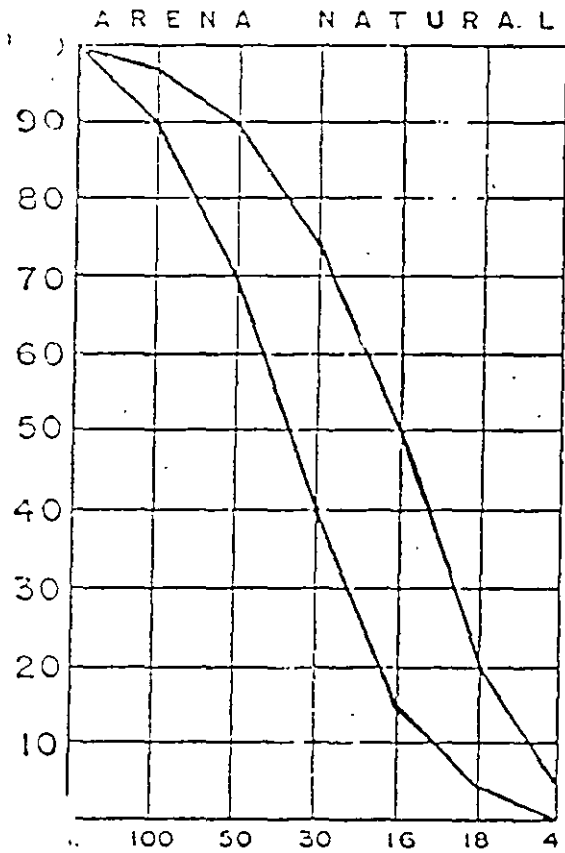
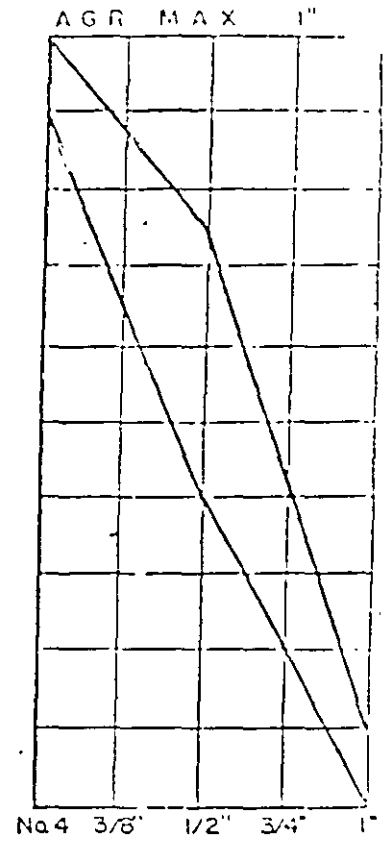
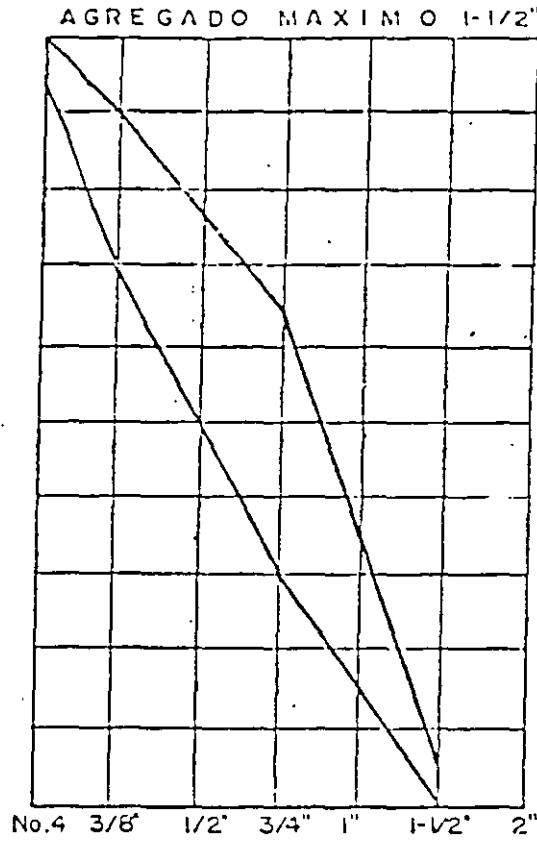
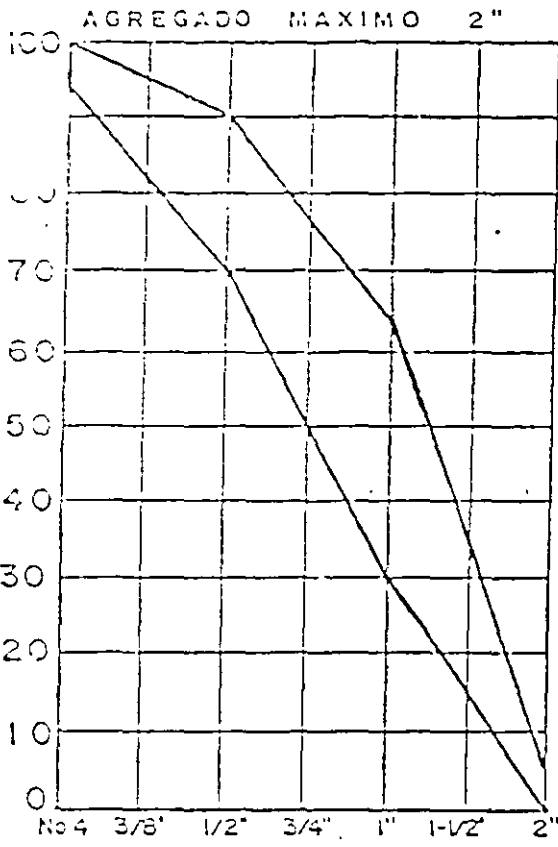
Existen muchas experiencias sobre los ventajas de los concretos con agregados de granulometría discontinua, en relación a los que tienen agregados con graduación continua convencional. Por ejemplo, en la Lámina 23 se puede observar que para una relación agua/cemento y revenimiento dados, la resistencia compresiva a 28 días de edad resulta mayor para un concreto con graduación discontinua que si éste fuera continua y, además, con un consumo de cemento menor. El incremento en resistencia es de $270 - 220 = 50 \text{ kg/cm}^2$, que representa un 23%.

Hay un caso palpable que actualmente se está

presentando en los concretos de los puentes y obras auxiliares del camino Salina Cruz - Pochutla. Para una Resistencia de Proyecto dada ($f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$), con granulometría continua se obtienen consumos de cementos de unos 380 kg/m^3 , y, al provocar una discontinuidad en el agregado grueso (quitando los tamaños menores de $1/2"$ para usarlos como material de sello), el consumo de cemento se redujo a 300 kg/m^3 , aproximadamente. Esto representa un ahorro del 21%.

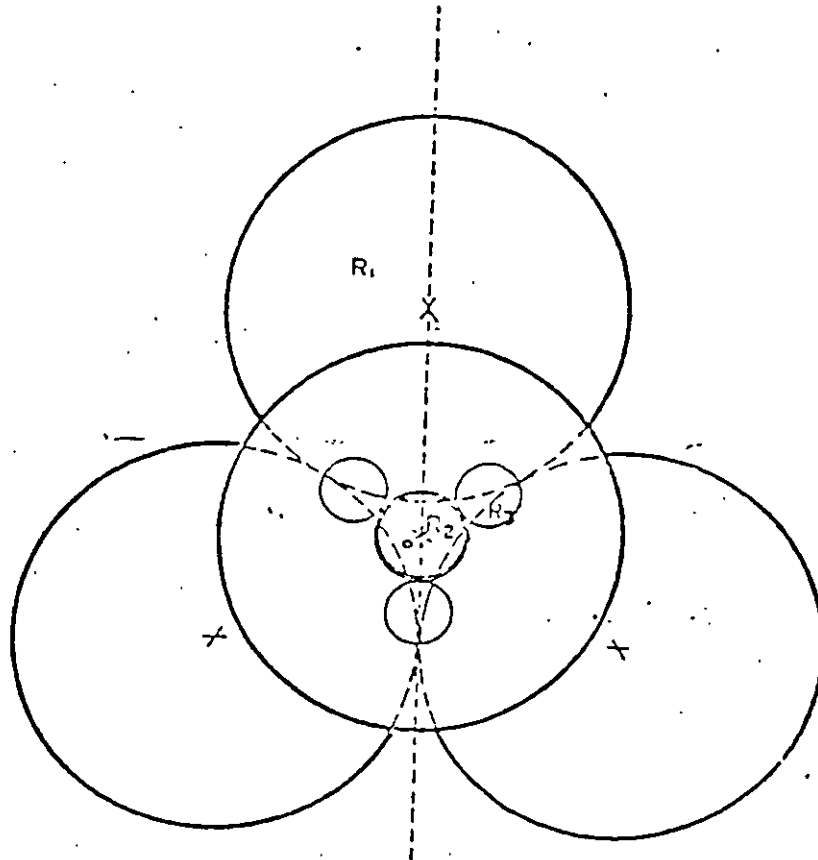
En resumen, si la curva granulométrica "se sale" de las normas tradicionales o son aparentemente defectuosas, es posible lograr mejores concretos, siempre y cuando se diseñen las mezclas adecuadas y se evite la segregación con el empleo de aditivos apropiados.

Es importante hacer notar que los concretos con agregados de graduación discontinua han tenido buena aceptación por parte de las autoridades (SARH y SAHOP).



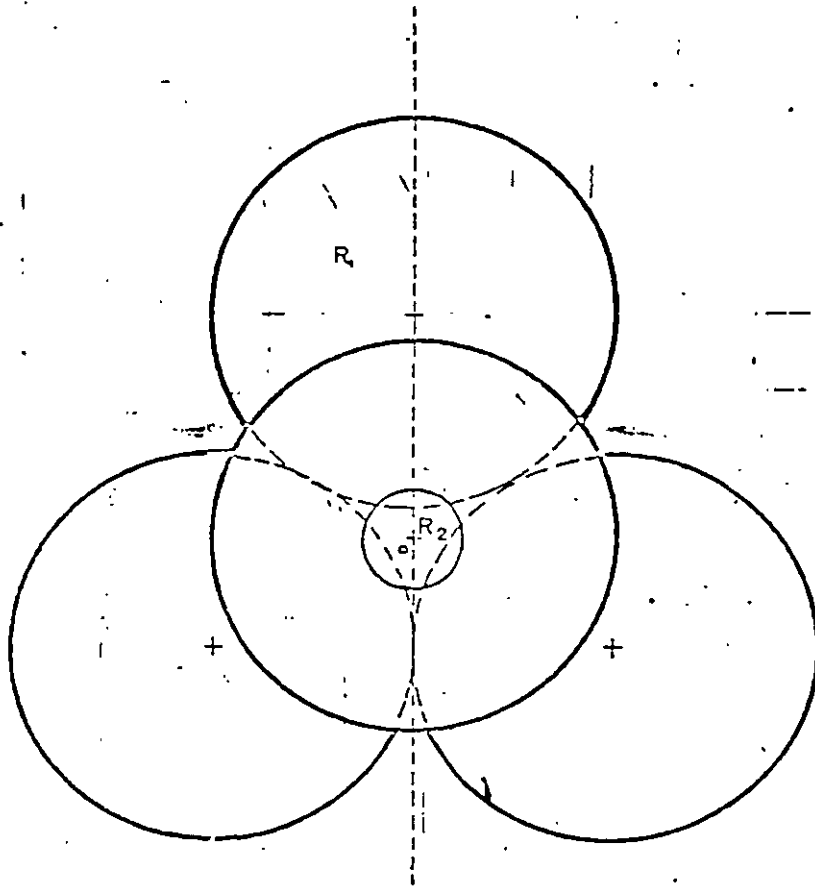
LIMITES GRANULOMETRICOS DE AGREGADOS

PLANTA R_1 , R_2 y R_3



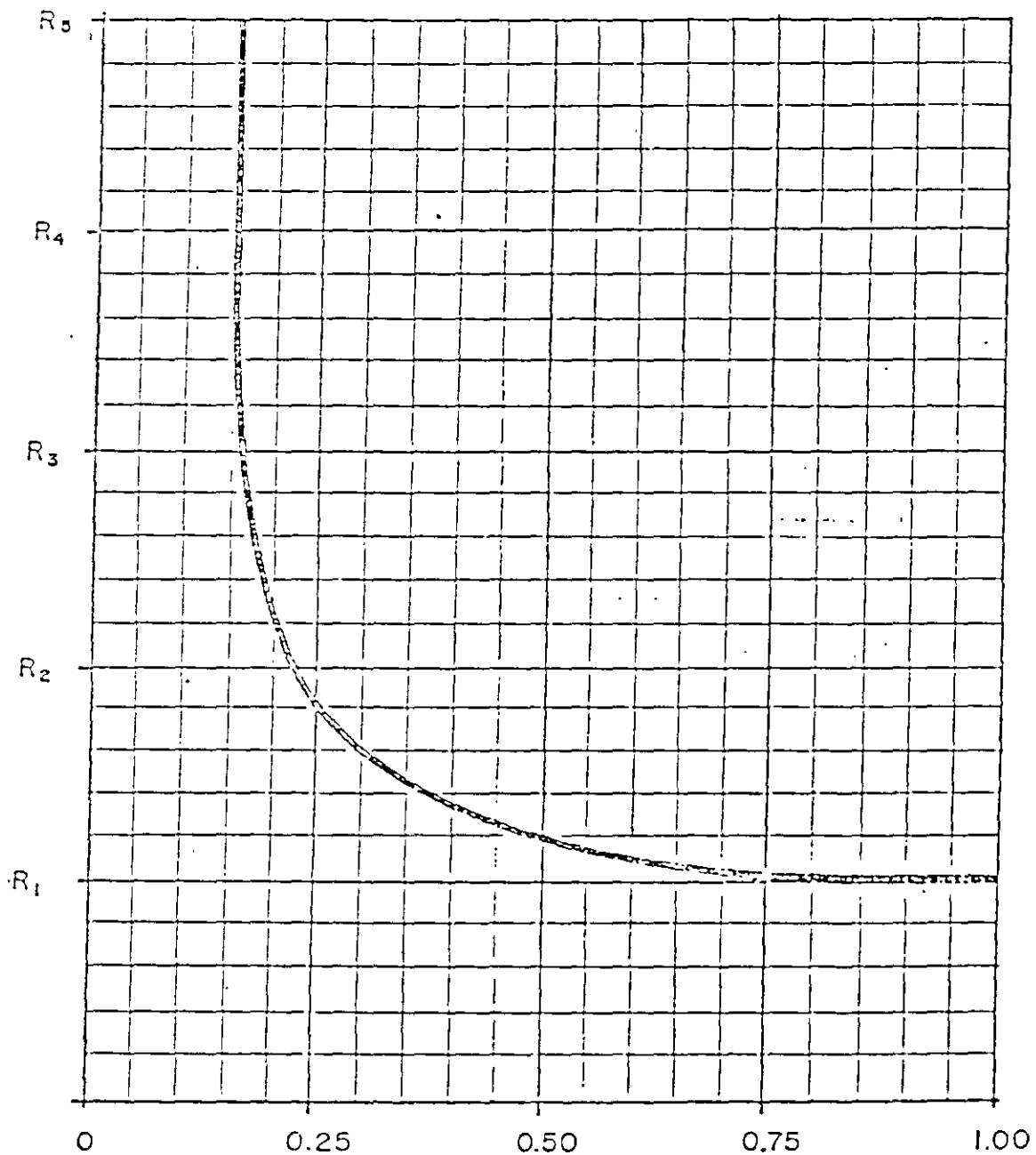
R. A. O. S.

PLANTA R₁ y R₂



R.A.O.S.

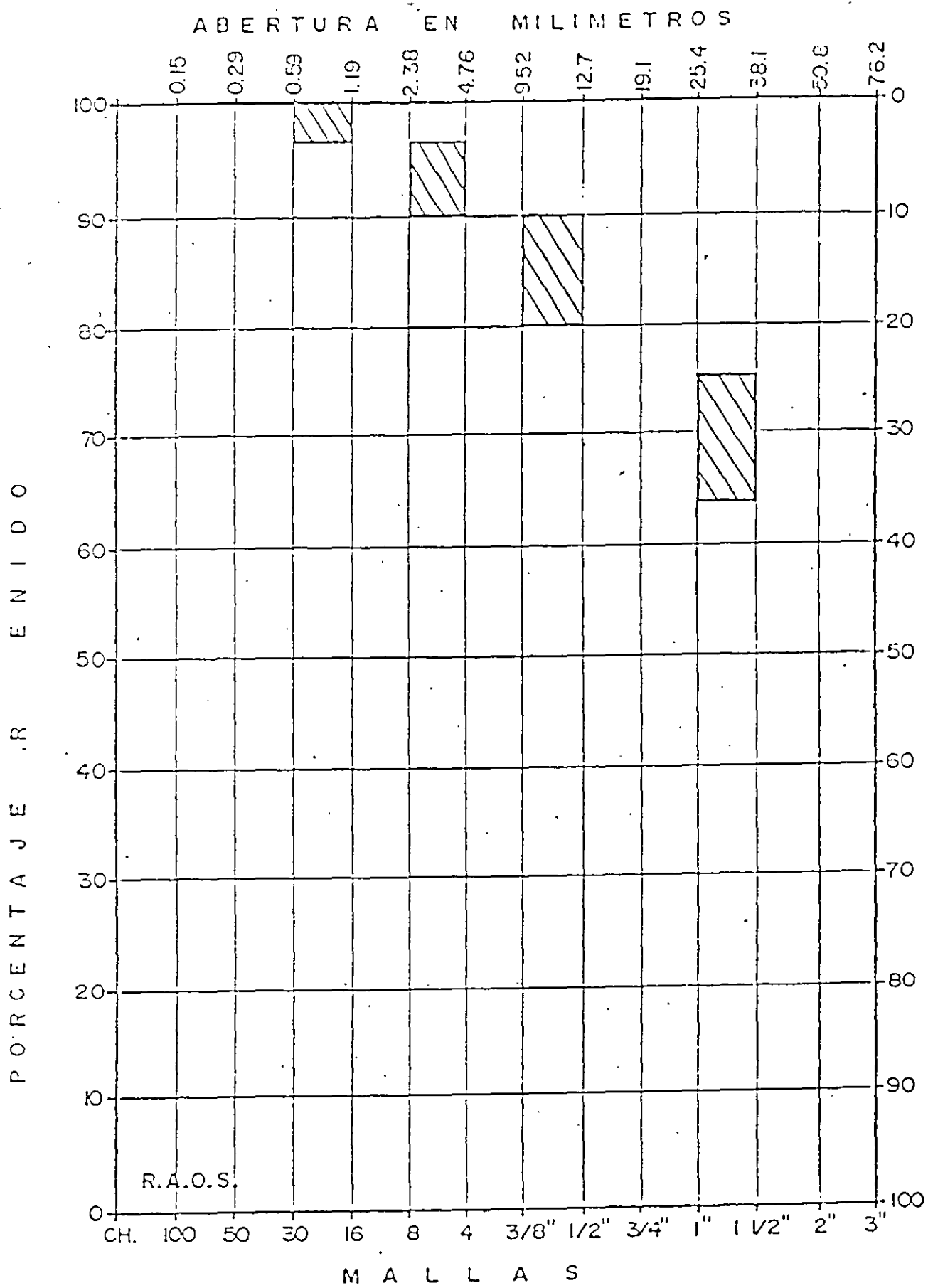
RELACION ENTRE RADIOS



R.A.O.S.

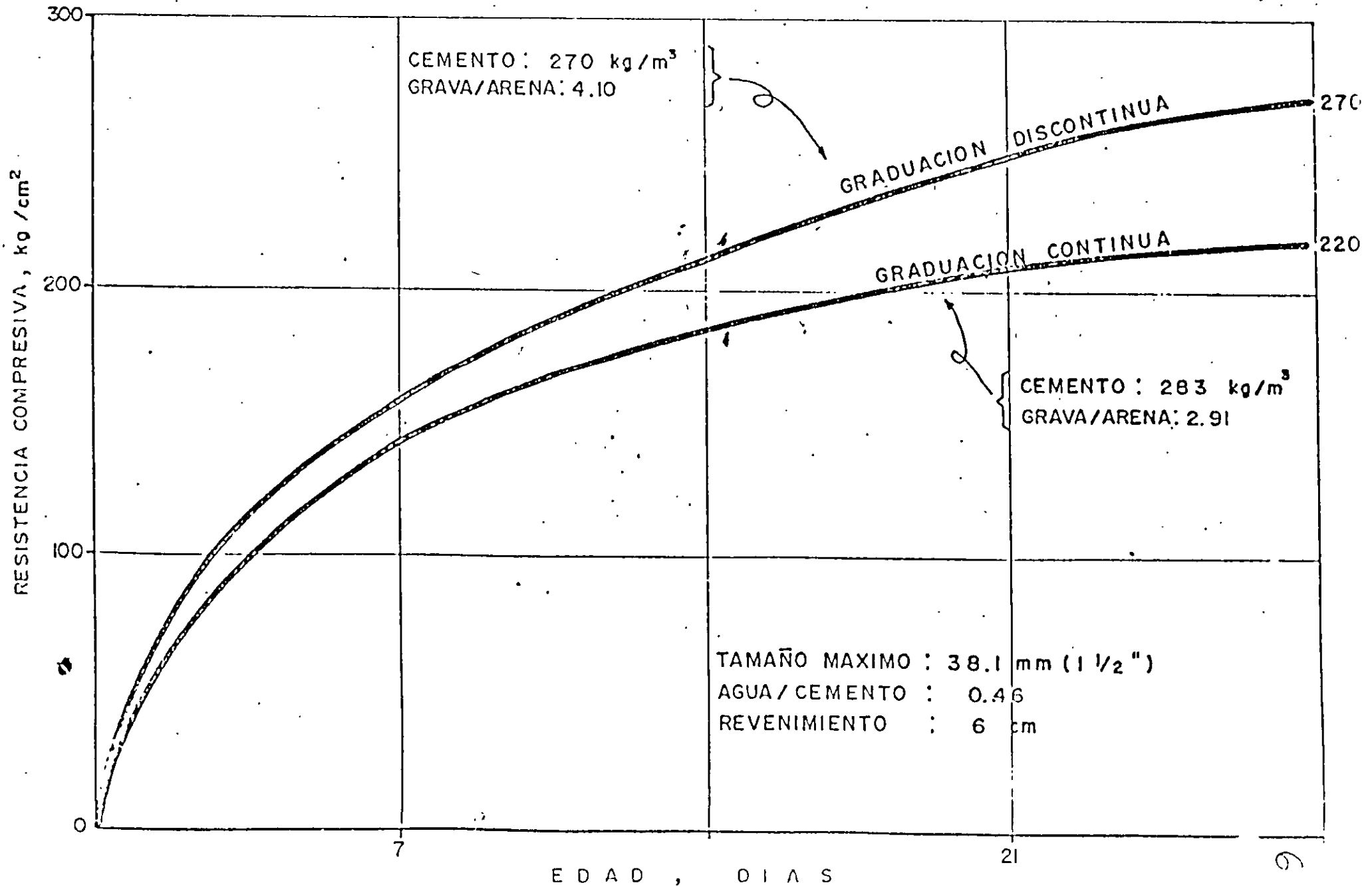
R_l / R_1

$l = 1, 2, 3$



ZONAS GRANULOMETRICAS RECOMENDABLES
 PARA AGREGADOS CON GRANULOMETRIA
 DISCONTINUA

RESISTENCIAS COMPARATIVAS EN CONCRETOS



CONTROL DE CALIDAD APLICADO
A LAS VIAS TERRESTRES

Láminas tomadas de la ponencia
“Compactación y Control de Calidad”,
presentada por el M.I. Raúl Vicente Orozco
Santoyo en el Tomo I de las memorias de la
IX Reunión Nacional de Mecánica de Suelos.
Mérida, Yuc. 1978



R. V. OROZCO Y CIA., S. A. DE C. V.
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

OBRA: Rehabilitación del pavimento de la Autopista
México - Querétaro

TRAMO: km 93 0 - 100 0 y del km 107 0 - 125 0 CPO "A"

LAMINA: 10

VACIOS EN EL OPEN GRADED

FECHA 1997	ENSAYE	VACIOS CON AIRE EN LA MEZCLA, * %	5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL, * %	5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO
			PROM.	SUMA	PROM.		PROM.	SUMA	PROM.
6-feb	1		15	64	12.8		26	127	25.4
7-feb	2		20	73	14.6		29	131	26.2
7-feb	3		17	76	15.2		28	132	26.4
7-feb	4		17	81	16.2		28	135	27.0
12-feb	5		17	86	17.2		28	139	27.8
12-feb	6		16	87	17.4		28	141	28.2
19-feb	7		13	80	16.0		27	139	27.8
19-feb	8		14	77	15.4		28	139	27.8
19-feb	9		15	75	15.0		27	138	27.6
19-feb	10		17	75	15.0		28	138	27.6
19-feb	11		15	74	14.8		27	137	27.4
20-feb	12		19	80	16.0		30	140	28.0
20-feb	13		18	84	16.8		32	144	28.8
20-feb	14		19	88	17.6		30	147	29.4
20-feb	15		18	89	17.8		30	149	29.8
20-feb	16		17	91	18.2		30	152	30.4
21-feb	17		17	89	17.8		29	151	30.2
24-feb	18		17	88	17.6		29	148	29.6
24-feb	19		18	87	17.4		31	149	29.8
24-feb	20		19	88	17.6		31	150	30.0
25-feb	21		18	89	17.8		29	149	29.8
25-feb	22		19	91	18.2		29	149	29.8
25-feb	23		19	93	18.6		30	150	30.0
25-feb	24		19	94	18.8		31	150	30.0
25-feb	25		18	93	18.6		30	149	29.8
28-feb	26		15	90	18.0		28	148	29.6
28-feb	27		16	87	17.4		28	147	29.4
28-feb	28		17	85	17.0		28	145	29.0
	29								
	30								

$\bar{X} = 17.1 \%$ $\sigma = \pm 1.73 \%$ $V = 10.1 \%$ $\bar{X} = 28.9 \%$ $\sigma = \pm 1.45 \%$ $V = 5.0 \%$

OBSERVACIONES: * v.a.m. (1 - Saturación) OBSERVACIONES: * V.A.M. (Porosidad)

Cada punto de la gráfica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos

A= ACEPTACION
C=CORRECCION
R=RECHAZO

EL LABORATORISTA	EL JEFE DE LABORATORIO	Vo. Bo.
GABINO AUSENCIO P.	J CESAR SALAS P	ING AURELIO VARGAS DE LA H



R. V. OROZCO Y CIA., S. A. DE C. V.
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

OBRA: Rehabilitación del pavimento de la Autopista
México - Querétaro

TRAMO: km 93 0 - 100 0 y del km 107 0 - 125 0 CPO "A"

LAMINA: 11

MODULO ELASTICO DEL OPEN GRADED (MARSHALL)

ENSAYE	MODULO ELASTICO MEDIO MOVIL, kg/cm ²										5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	FECHA	
	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	PROMEDIO	SUMA	PROMEDIO	1997
1												110	472	94.4	6-feb
2												54	426	85.2	7-feb
3												71	395	79.0	7-feb
4												63	369	73.8	7-feb
5												81	380	76.0	12-feb
6												86	356	71.2	12-feb
7												70	372	74.4	19-feb
8												70	371	74.2	19-feb
9												81	389	77.8	19-feb
10												77	385	77.0	19-feb
11												75	374	74.8	19-feb
12												76	380	76.0	20-feb
13												61	371	74.2	20-feb
14												61	351	70.2	20-feb
15												60	334	66.8	20-feb
16												70	329	65.8	20-feb
17												70	323	64.6	21-feb
18												96	358	71.6	24-feb
19												64	361	72.2	24-feb
20												72	373	74.6	24-feb
21												72	375	75.0	25-feb
22												72	377	75.4	25-feb
23												59	340	68.0	25-feb
24												52	328	65.6	25-feb
25												59	315	63.0	25-feb
26												92	335	67.0	28-feb
27												90	353	70.6	28-feb
28												73	367	73.4	28-feb
29															
30															

RECH. CORR. Acep. CORR. RECHAZO

$\bar{X} = 72.8$ $\sigma = \pm 13.3$ $V = 18.2 \%$

OBSERVACIONES:

Cada punto de la gráfica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos

EL LABORATORISTA

EL JEFE DE LABORATORIO

Vo Bo.

GABINO AUSENCIO P.

J CESAR SALAS P

ING AURELIO VARGAS DE LA H



R. V. OROZCO Y CIA., S. A. DE C. V.
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

OBRA: Rehabilitación del pavimento de la Autopista
México - Querétaro

TRAMO: km 93.0 - 100.0 y del km 107.0 - 125.0 CPO "A"

LAMINA: 6

EQUIVALENTE DE ARENA (OPEN GRADED)

ENSAYE	EQUIVALENTE DE ARENA, %														5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	FECHA
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	PROMEDIO	SUMA	PROMEDIO	1997		
1															77	385	77.0	6-feb
2															78	386	77.2	7-feb
3															77	387	77.4	7-feb
4															78	387	77.4	7-feb
5															77	387	77.4	12-feb
6															77	387	77.4	12-feb
7															76	385	77.0	19-feb
8															77	385	77.0	19-feb
9															78	385	77.0	19-feb
10															77	385	77.0	19-feb
11															76	384	76.8	19-feb
12															76	384	76.8	20-feb
13															78	385	77.0	20-feb
14															77	384	76.8	20-feb
15															77	384	76.8	20-feb
16															77	385	77.0	20-feb
17															77	386	77.2	21-feb
18															78	386	77.2	24-feb
19															77	386	77.2	24-feb
20															77	386	77.2	24-feb
21															77	386	77.2	25-feb
22															78	387	77.4	25-feb
23															77	386	77.2	25-feb
24															77	386	77.2	25-feb
25															79	388	77.6	25-feb
26															78	389	77.8	28-feb
27															77	388	77.6	28-feb
28															77	388	77.6	28-feb
29																		
30																		
														$\bar{X} = 77.2$ %	$\sigma = \pm 0.7$ %	$V = 0.9$ %		

OBSERVACIONES.

Cada punto de la gráfica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos

.....

.....

.....

.....

.....

EL LABORATORISTA	EL JEFE DE LABORATORIO	Vo. Bo.
GABINO AUSENCIO P.	J CESAR SALAS P	ING AURELIO VARGAS DE LA H



R. V. OROZCO Y CIA., S. A. DE C. V.
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

OBRA: Rehabilitación del pavimento de la Autopista
México - Querétaro

TRAMO: km 93.0 - 100.0 y del km 107.0 - 125.0 CPO "A"

LAMINA: 8

CONTENIDOS ASFALTICOS Y PESO VOLUMETRICO MAXIMO (OPEN GRADED)

FECHA 1997	ENSAYE	CONTENIDO DE CEMENTO ASFALTICO, %					5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	PESO VOLUMETRICO MAXIMO, kg/m ³					5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO		
		5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	PROM.	SUMA	PROM.	1900	2000	2100	2200	2300	PROM.	SUMA	PROM.		
6-feb	1						5.9	32.5	6.5						2093	10701	2140		
7-feb	2						6.0	31.5	6.3						1991	10541	2108		
7-feb	3						5.8	29.6	5.9						2037	10486	2097		
7-feb	4						5.7	28.6	5.7						2040	10400	2080		
12-feb	5						5.9	29.3	5.9						2031	10192	2038		
12-feb	6						5.8	29.2	5.8						2048	10147	2029		
19-feb	7						6.6	29.8	6.0						2084	10240	2048		
19-feb	8						6.5	30.5	6.1						2067	10270	2054		
19-feb	9						6.1	30.9	6.2						2071	10301	2060		
19-feb	10						5.8	30.8	6.2						2040	10310	2062		
19-feb	11						5.8	30.8	6.2						2069	10331	2066		
20-feb	12						6.0	30.2	6.0						1994	10241	2048		
20-feb	13						5.9	29.6	5.9						1977	10151	2030		
20-feb	14						6.5	30.0	6.0						1997	10077	2015		
20-feb	15						6.4	30.6	6.1						2007	10044	2009		
20-feb	16						6.4	31.2	6.2						2010	9985	1997		
21-feb	17						5.9	31.1	6.2						2029	10020	2004		
24-feb	18						6.0	31.2	6.2						2033	10076	2015		
24-feb	19						5.6	30.3	6.1						1976	10055	2011		
24-feb	20						6.1	30.0	6.0						1972	10020	2004		
25-feb	21						6.0	29.6	5.9						2001	10011	2002		
25-feb	22						6.1	29.8	6.0						2003	9985	1997		
25-feb	23						6.5	30.3	6.1						1979	9931	1986		
25-feb	24						6.2	30.9	6.2						1963	9918	1984		
25-feb	25						5.9	30.7	6.1						1985	9931	1986		
28-feb	26						5.5	30.2	6.0						2068	9998	2000		
28-feb	27						5.9	30.0	6.0						2061	10056	2011		
28-feb	28						6.1	29.6	5.9						2059	10136	2027		
	29																		
	30																		
		R	C	A	C	R				ACEPTACION									
		$\bar{X} = 6.0\%$					$\sigma = \pm 0.29\%$		$V = 4.7\%$		$\bar{X} = 2024 \text{ kg/m}^3$					$\sigma = 88.02 \text{ kg/m}^3$		$V = 1.9\%$	

OBSERVACIONES:

Cada punto de la grafica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos

A= ACEPTACION

C=CORRECCION

R=RECHAZO

OBSERVACIONES:

EL LABORATORISTA

GABINO AUSENCIO P.

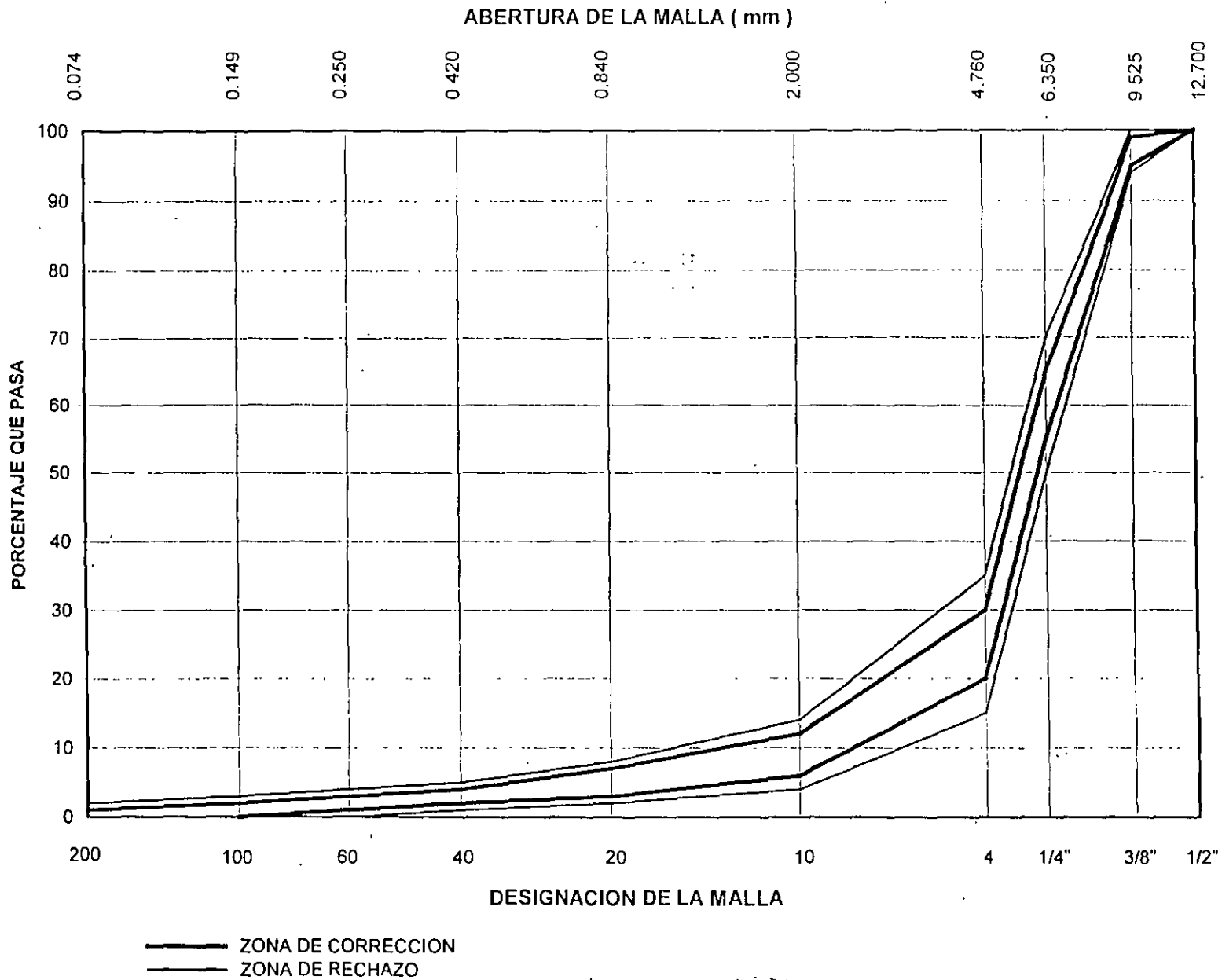
EL JEFE DE LABORATORIO

J CESAR SALAS P

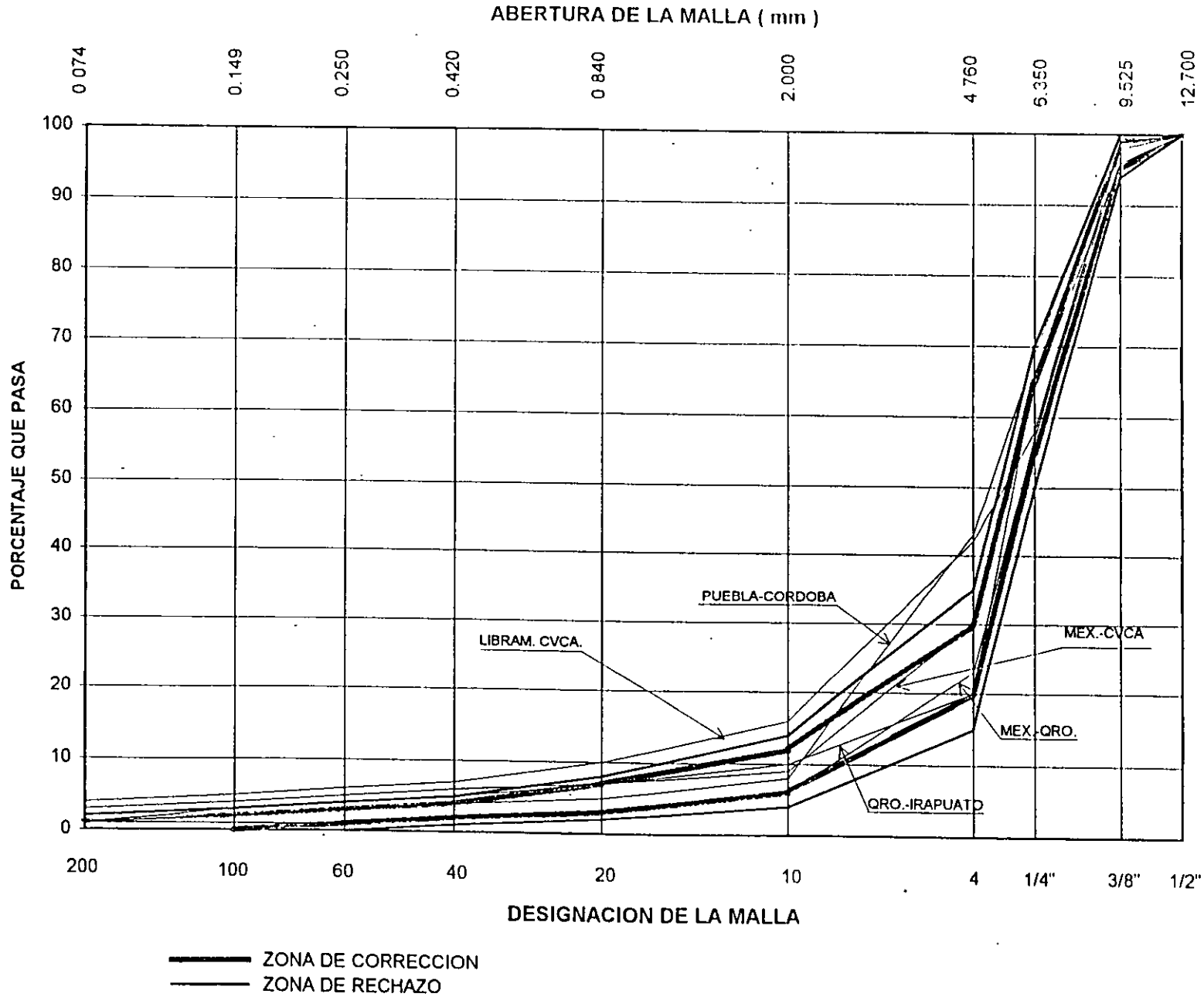
Vo Bo.

ING AURELIO VARGAS DE LA H

GRANULOMETRIA DEL LEGADO PETREO
 PARA TAMAÑO MAXIMO DE 3/8" (9.525 mm)



GRANULOMETRIA DEL AGREGADO PETREO (EJEMPLOS)
 PARA TAMAÑO MAXIMO DE 3/8" (9.525 mm)



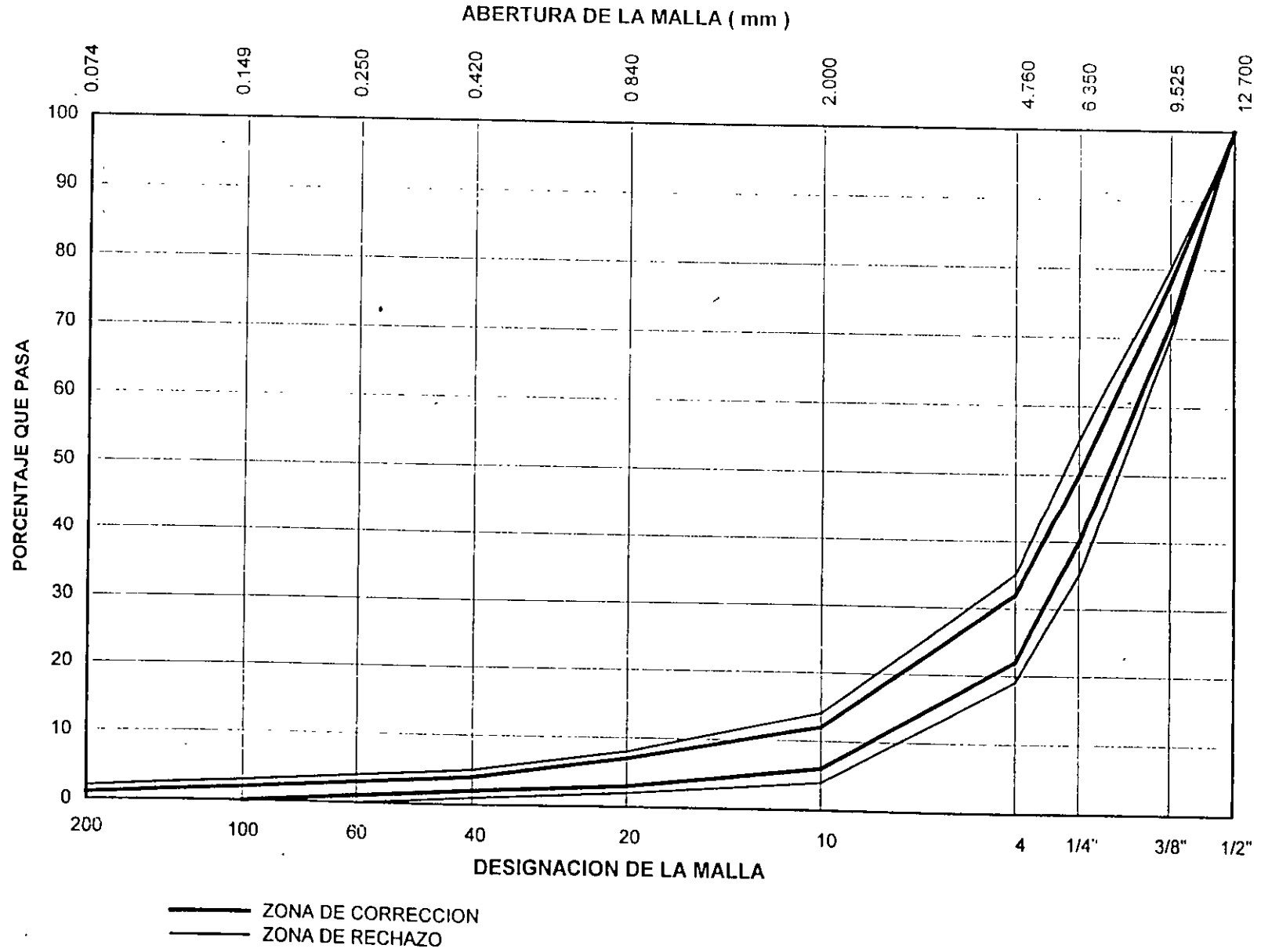
**INDICADORES DE CALIDAD PARA DIFERENTES CARACTERISTICAS DEL ASFALTO AHULADO
Y LA MEZCLA CON HULE MOLIDO**

Característica	Unidad	Indicadores de Calidad					
		Intervalo Recomendado	Zona de Aceptación	Zona de Corrección		Zona de Rechazo	
				Inferior	Superior	Inferior (<)	Superior (>)
Viscosidad Brookfield (Viscosímetro tipo Haake). 350 °F (177 °C)	Centipoise	3,750 ± 2,250	3,750 ± 1,250	1,500 a 2,500	5,000 a 6,000	1,500	6,000
Penetración (100 g, 5 s). 77 ° F (25 °C). ASTM-D 5.	1/10 mm	20 ± 25	50 ± 15	25 a 35	65 a 75	25	75
Punto de reblandecimiento (anillo y bola). ASTM-D 36	°F (°C)	-	> 135 (57)	-	-	135 (57)	-
Resiliencia. 77 °F (25 °C). ASTM-D 3407	%	-	> 20	-	-	20	-
Contenido de hule molido (neumáticos)	%	20 ± 3	20 ± 2	17 a 18	22 a 23	17	23
Contenido de asfalto ahulado (obtenido con densímetro nuclear)	%	7.5* ± 1.5	7.5* ± 0.5	6 a 7*	8 a 9*	6*	9*
Temperatura del cemento asfáltico al mezclarse con el hule molido	°F	375 ± 25	375 ± 15	350 a 360	390 a 400	350	400
	°C	190.5 ± 14	190.5 ± 8.5	176.5 a 182	199 a 204.5	176.5	204.5
Temperatura de almacenamiento/reacción de la mezcla	°F	337.5 ± 37.5	337.5 ± 30.5	300 a 307	368 a 375	300	375
	°C	169.7 ± 20.9	169.7 ± 15	148.8 a 154.7	184.7 a 191	148.8	190.6
Temperatura de elaboración de la mezcla	°F	-	302 ± 8	284 a 302	-	284	-
	°C	-	160 ± 10	140 a 150	-	140	-
Temperatura de tendido de la mezcla	°F	-	> 275	266 a 275	-	266	-
	°C	-	> 135	130 a 135	-	130	-
Temperatura de compactación de la mezcla	°F	-	> 266	257 a 266	-	257	-
	°C	-	> 130	125 a 130	-	125	-

* Valor óptimo, según el procedimiento de absorción de kerosina en el agregado pétreo (equivalente de kerosina centrifugada, EKC).

Este valor se podrá ajustar con los resultados de la prueba Marshall, para una estabilidad de 300 ± 50 kg, flujo de 3 ± 1 mm, vacíos de 17 ± 3 % y V.A.M. de 24 % (mínimo)

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO PETREO
 PARA TAMAÑO MAXIMO DE 1/2" (12.7 mm)



GRANULOMETRIA DEL AGREGADO PETREO PARA CARPETAS DRENANTES AHULADAS

A) TAMAÑO MAXIMO DE 1/2" (12.7 mm)

Malla cuadrada tipo Tyler		Porcentaje que pasa (en peso seco)					
Designación	Abertura (mm)	Intervalo recomendado	Zona de Aceptación	Zona de Corrección		Zona de Rechazo	
				Inferior	Superior	Inferior	Superior
1/2"	12.700	100 ± 0	100 ± 0	-	-	-	-
3/8"	9.525	75 ± 5	75 ± 3	70 a 72	78 a 80	< 70	> 80
1/4"	6.355	45 ± 10	45 ± 5	35 a 40	50 a 55	< 35	> 55
# 4	4.760	27 ± 8	27 ± 5	19 a 22	32 a 35	< 19	> 35
# 10	2.000	9 ± 5	9 ± 3	4 a 6	12 a 14	< 4	> 14
# 20	0.841	5 ± 3	5 ± 2	2 a 3	7 a 8	< 2	> 8
# 40	0.420	3 ± 2	3 ± 1	1 a 2	4 a 5	< 1	> 5
# 60	0.250	2 ± 2	2 ± 1	0 a 1	3 a 4	-	> 4
# 100	0.149	1.5 ± 1.5	1 ± 1	-	2 a 3	-	> 3
# 200	0.074	1 ± 1	0.5 ± 0.5	-	1 a 2	-	> 2

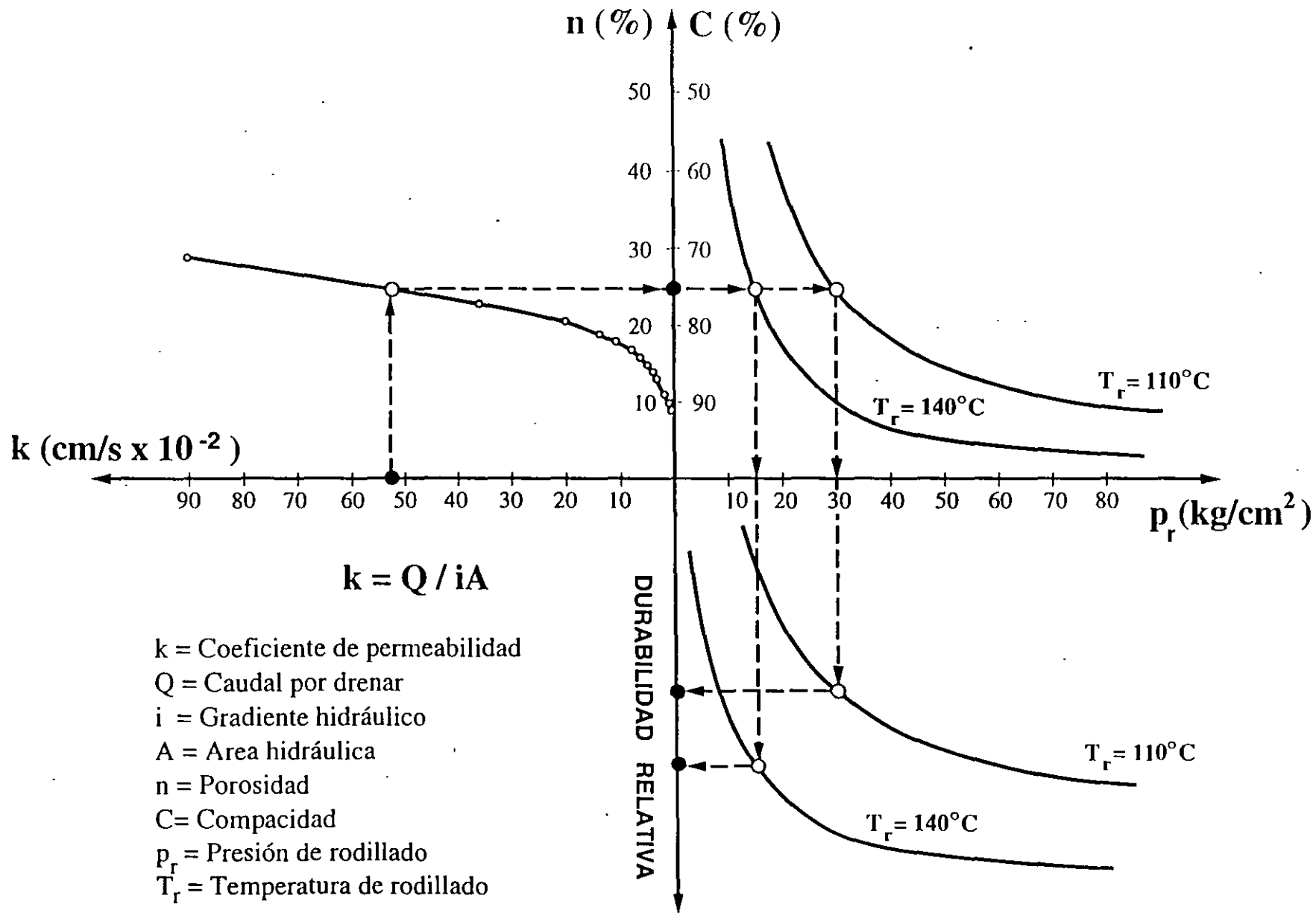
(Veáse la Lámina 12)

B) TAMAÑO MAXIMO DE 3/8" (9.525 mm)

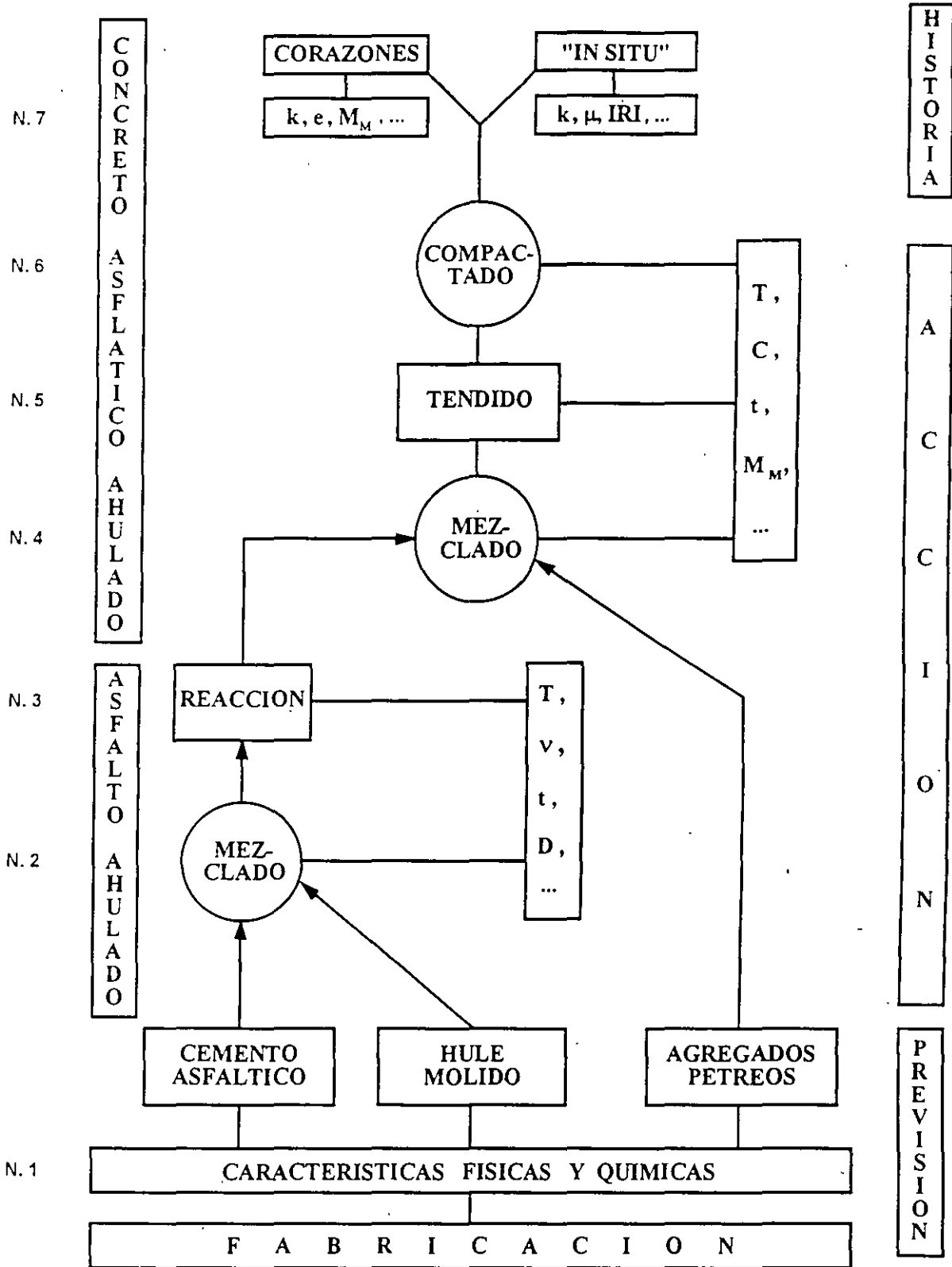
Malla cuadrada tipo Tyler		Porcentaje que pasa (en peso seco)					
Designación	Abertura (mm)	Intervalo recomendado	Zona de Aceptación	Zona de Corrección		Zona de Rechazo	
				Inferior	Superior	Inferior	Superior
1/2"	12.700	100 ± 0	100 ± 0	-	-	-	-
3/8"	9.525	97 ± 3	97 ± 2	94 a 95	99 a 100	< 94	-
1/4"	6.355	60 ± 10	60 ± 5	50 a 55	65 a 70	< 50	> 70
# 4	4.760	25 ± 10	25 ± 5	15 a 20	30 a 35	< 15	> 35
# 10	2.000	9 ± 5	9 ± 3	4 a 6	12 a 14	< 4	> 14
# 20	0.841	5 ± 3	5 ± 2	2 a 3	7 a 8	< 2	> 8
# 40	0.420	3 ± 2	3 ± 1	1 a 2	4 a 5	< 1	> 5
# 60	0.250	2 ± 2	2 ± 1	0 a 1	3 a 4	-	> 4
# 100	0.149	1.5 ± 1.5	1 ± 1	-	2 a 3	-	> 3
# 200	0.074	1 ± 1	0.5 ± 0.5	-	1 a 2	-	> 2

(Veáse la Lámina 13)

FACTORES QUE AFECTAN LA PERMEABILIDAD Y LA DURABILIDAD DEL CONCRETO ASFALTICO POROSO



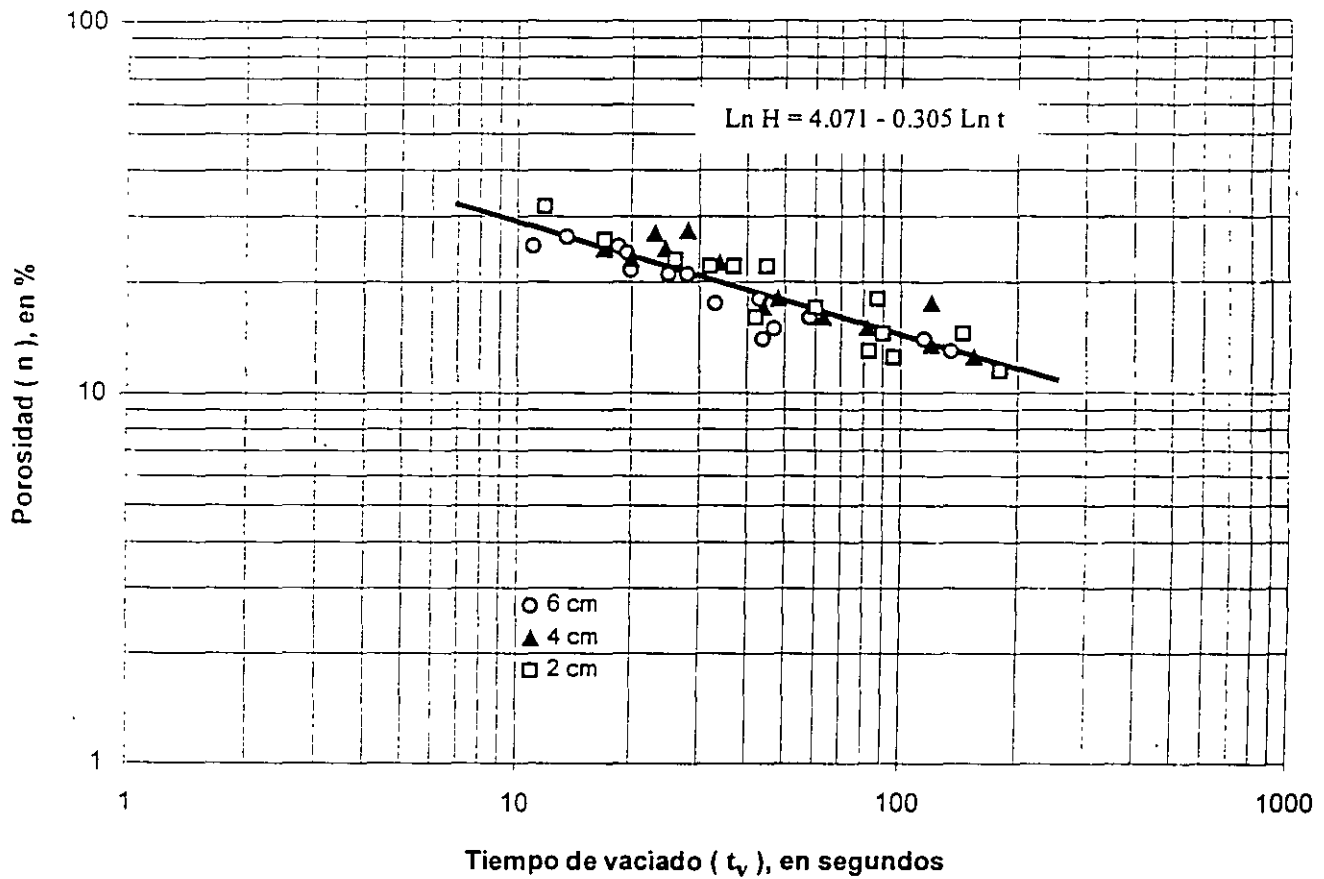
ETAPAS Y NIVELES DE CONTROL PARA UNA CARPETA DRENANTE AHULADA



NIVELES

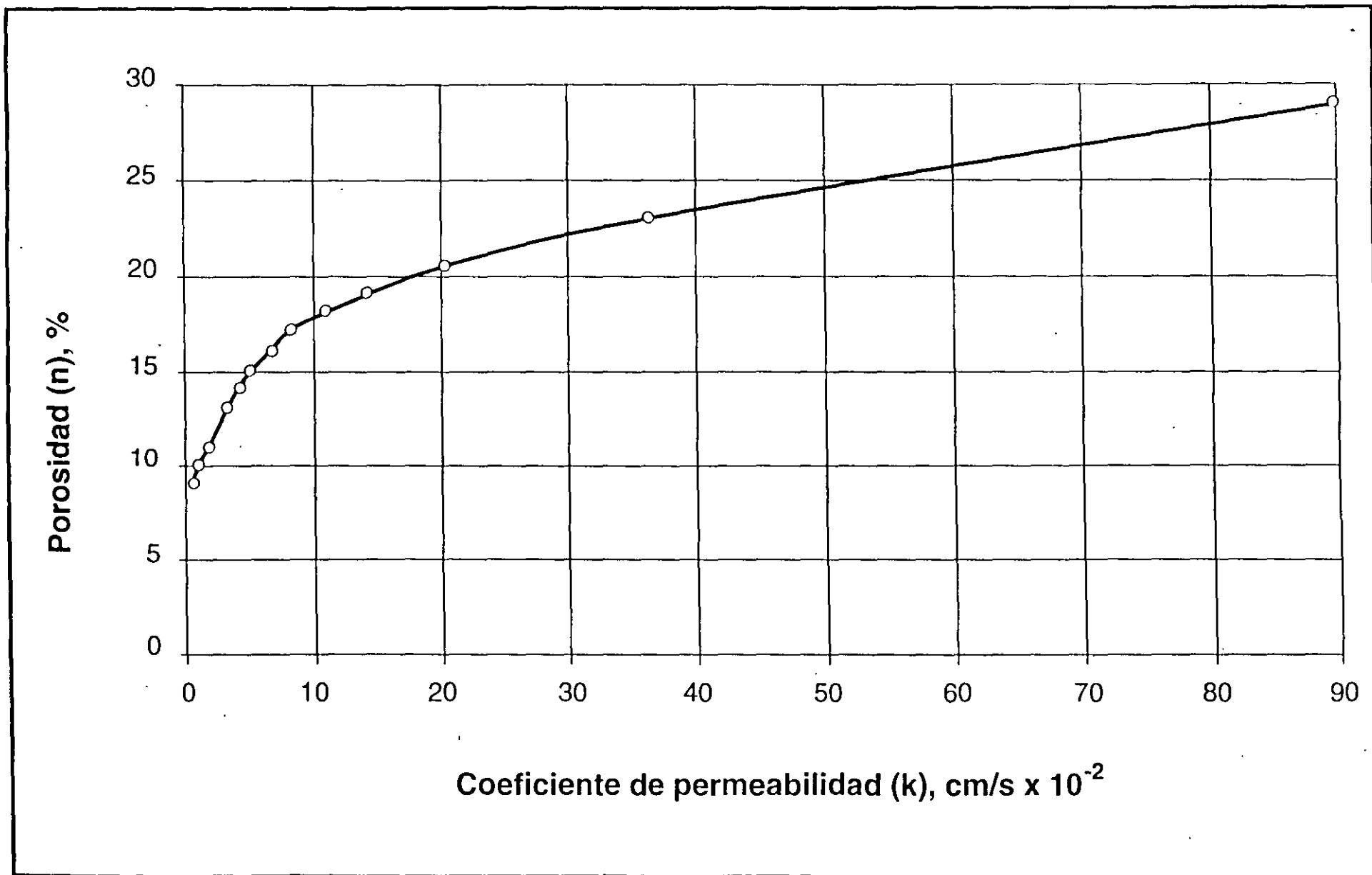
ETAPAS

**DETERMINACION DE LA PERMEABILIDAD IN SITU
DE CARPETAS DRENANTES MEDIANTE
EL USO DEL PERMEAMETRO LCS**

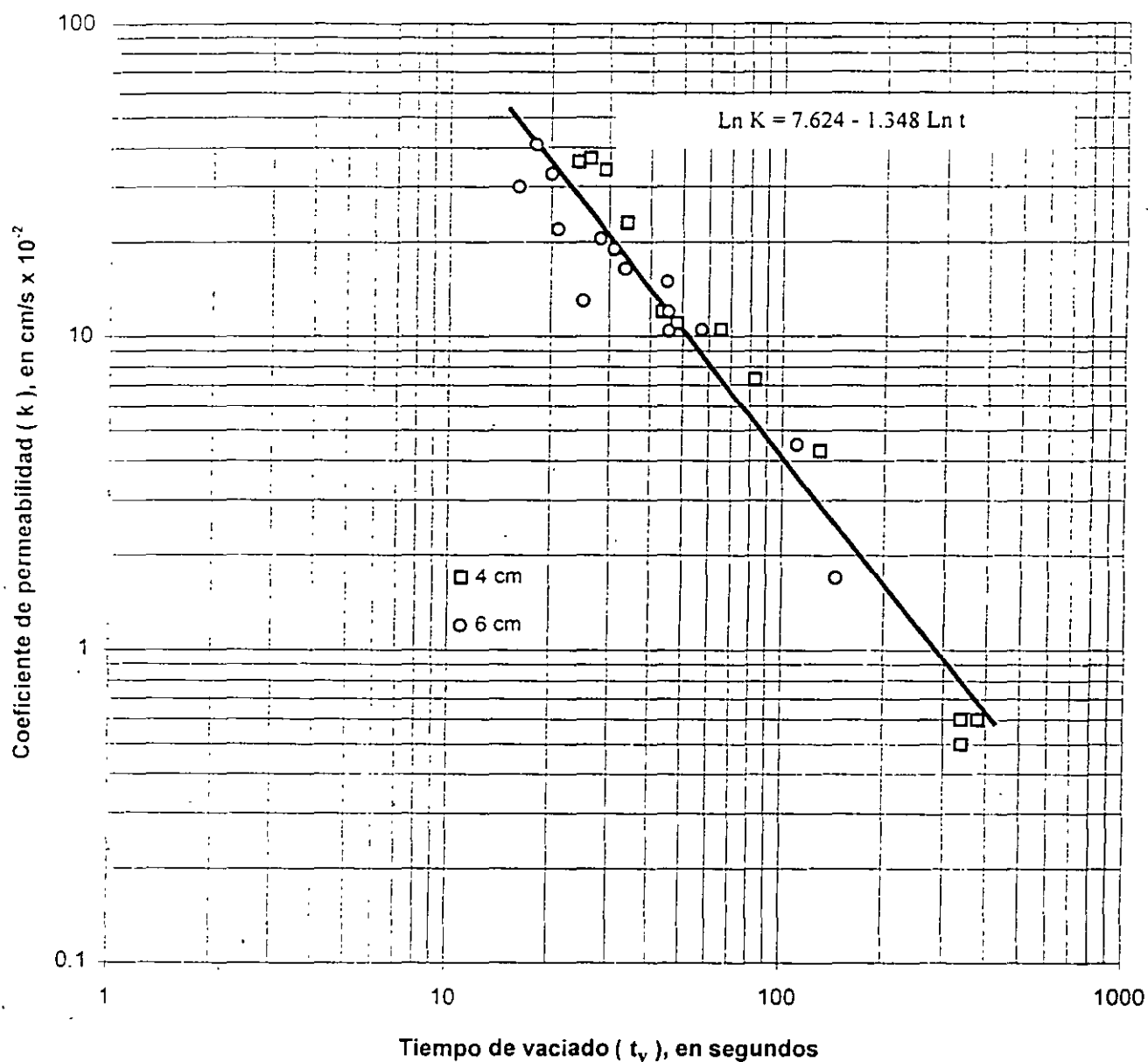


NLT-327/88

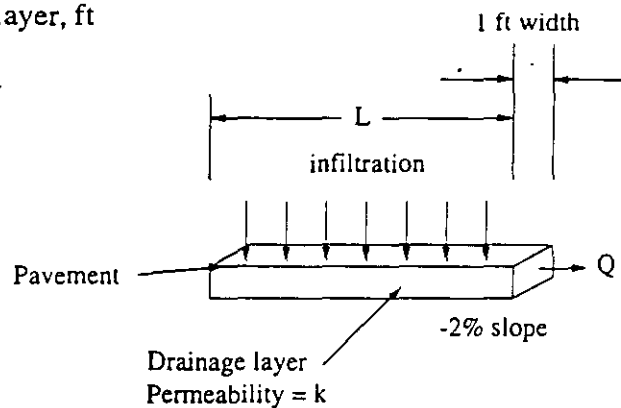
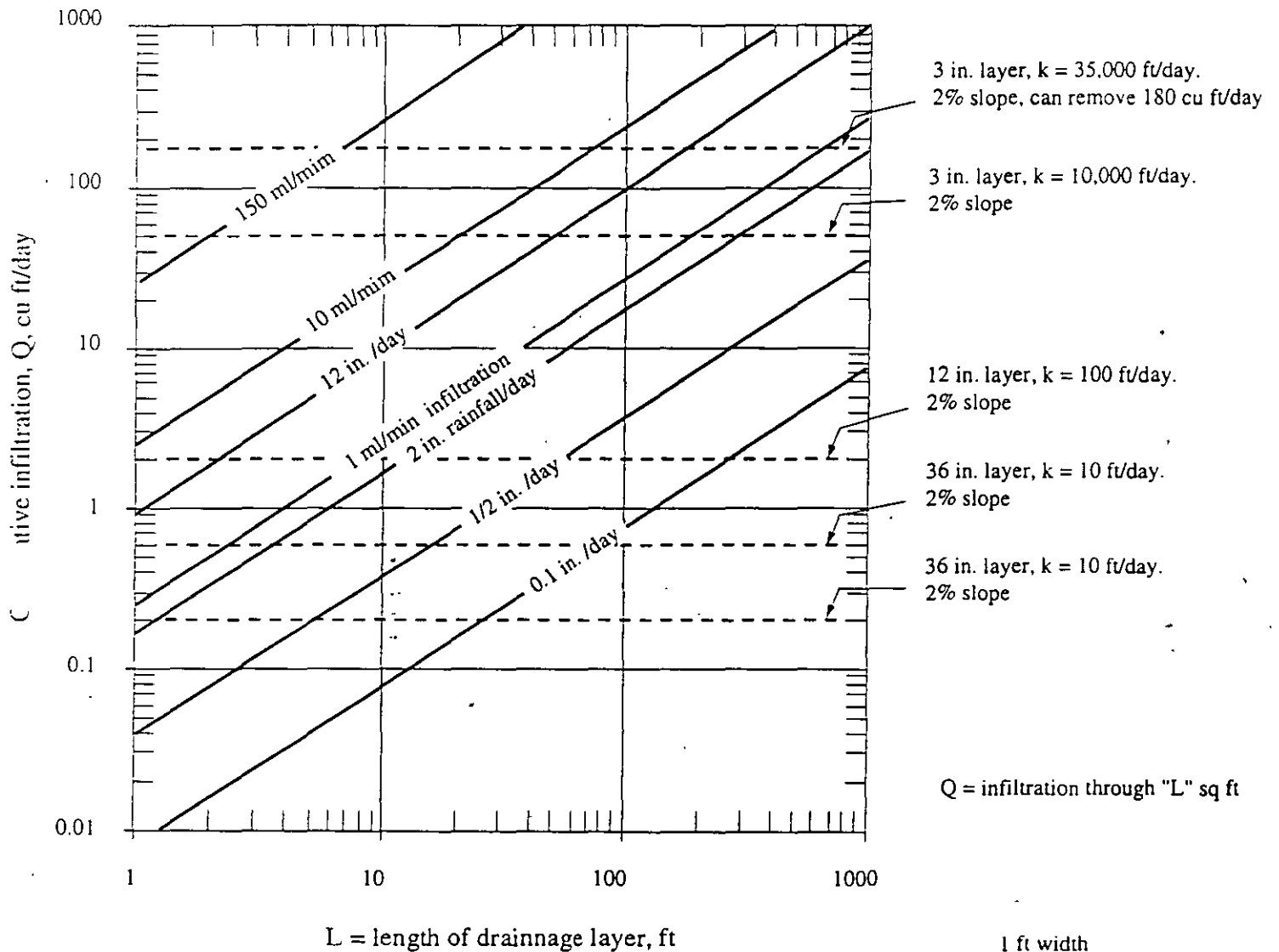
CORRELACION ENTRE k y n



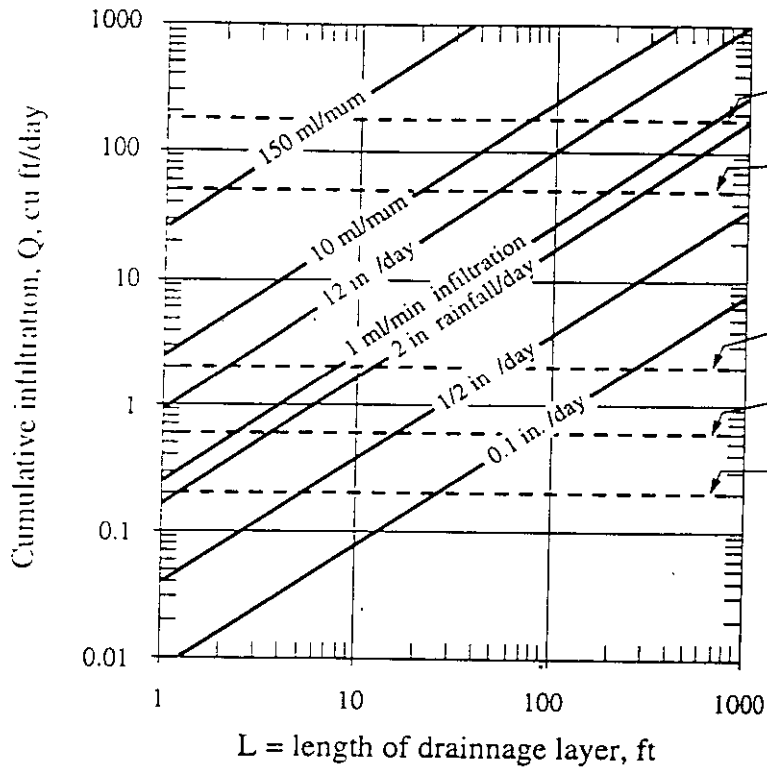
**DETERMINACION DE LA PERMEABILIDAD IN SITU
DE CARPETAS DRENANTES MEDIANTE
EL USO DEL PERMEAMETRO LCS**



NLT-327/88



REF. Seepage, Drainage and Flow Nets
(Cedergren, 1967)



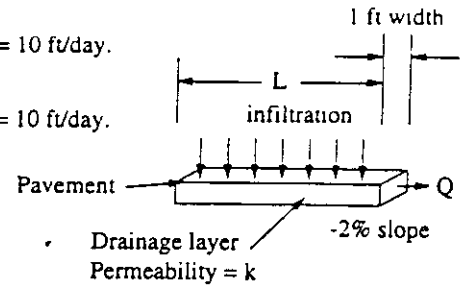
3 in. layer, $k = 35,000$ ft/day.
2% slope, can remove 180 cu ft/day

3 in. layer, $k = 10,000$ ft/day.
2% slope

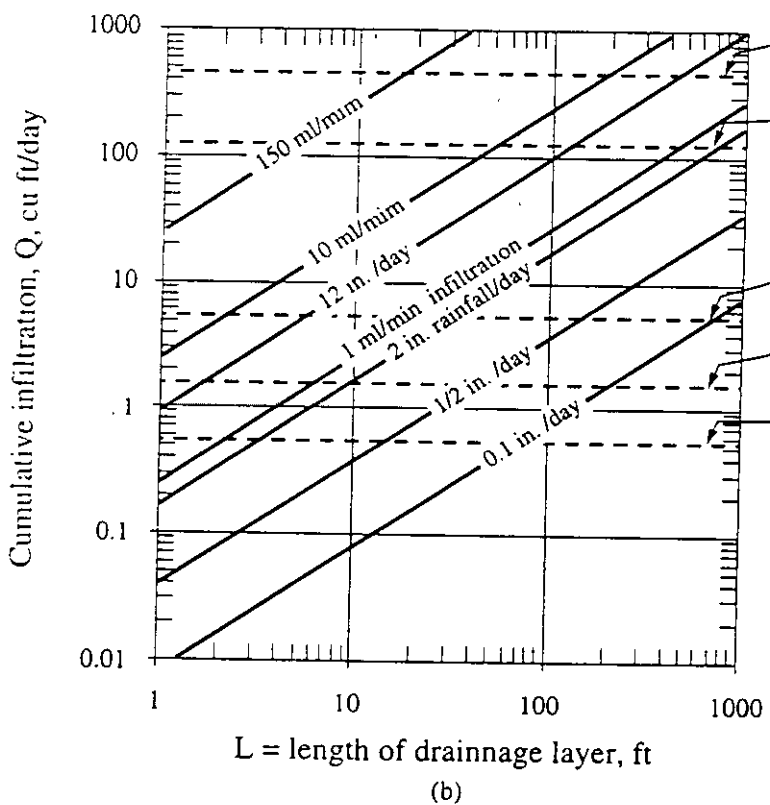
12 in. layer, $k = 100$ ft/day.
2% slope

36 in. layer, $k = 10$ ft/day.
2% slope

36 in. layer, $k = 10$ ft/day.
2% slope



Q = infiltration through " L " sq ft



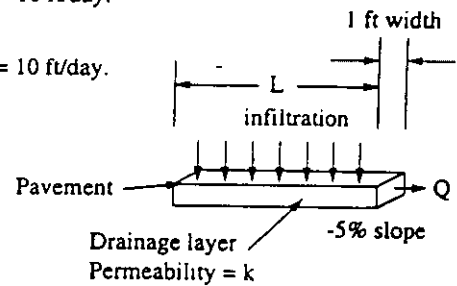
3 in. layer, $k = 35,000$ ft/day.
5% slope, can remove 450 cu ft/day

3 in. layer, $k = 10,000$ ft/day
5% slope

12 in. layer, $k = 100$ ft/day.
5% slope

36 in. layer, $k = 10$ ft/day.
5% slope

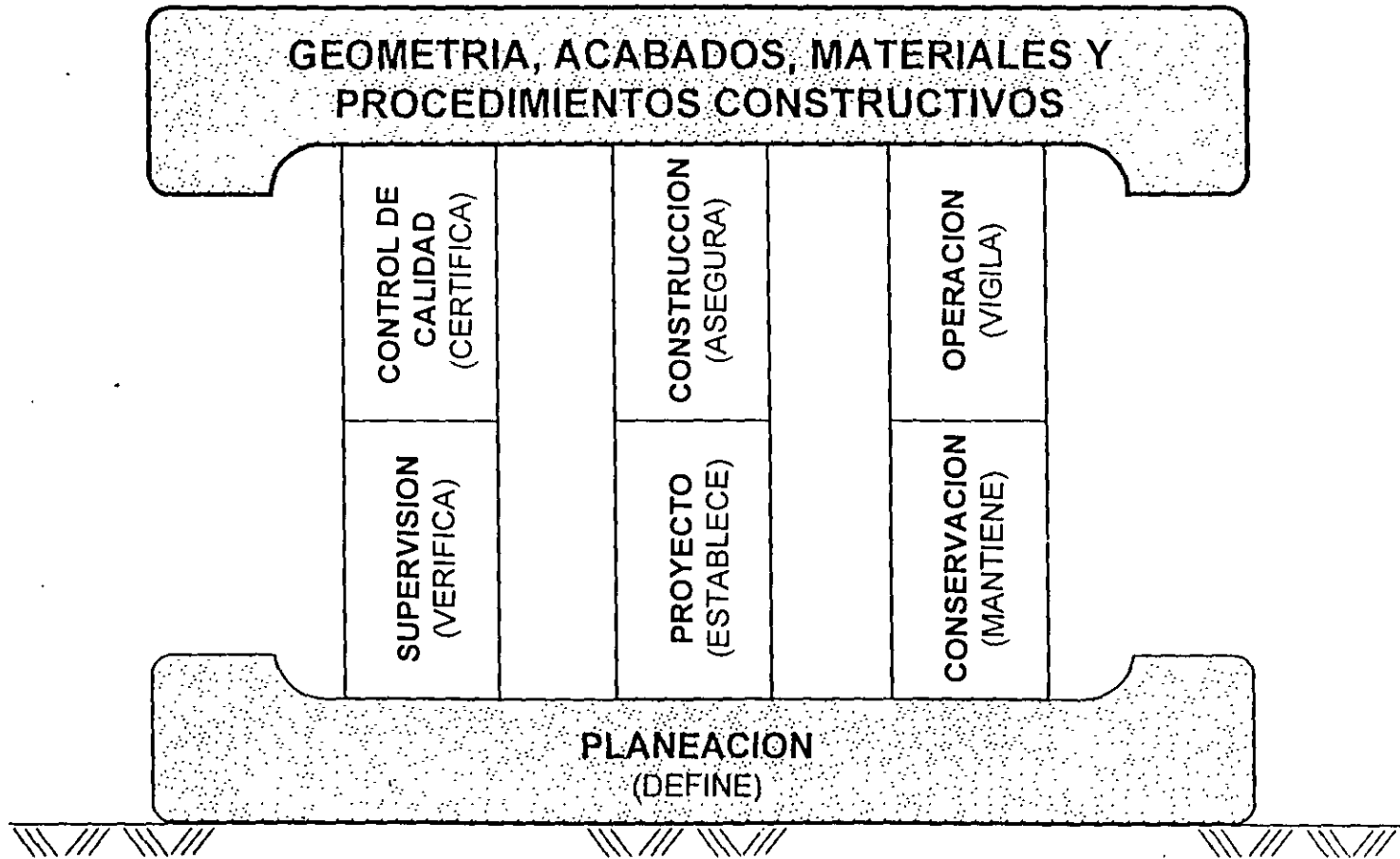
36 in. layer, $k = 10$ ft/day.
5% slope



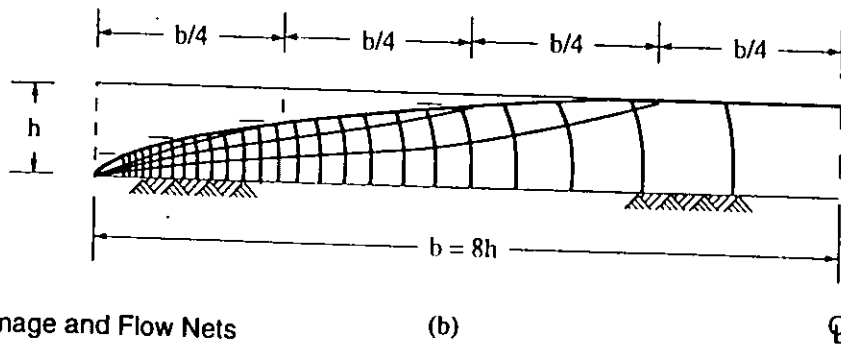
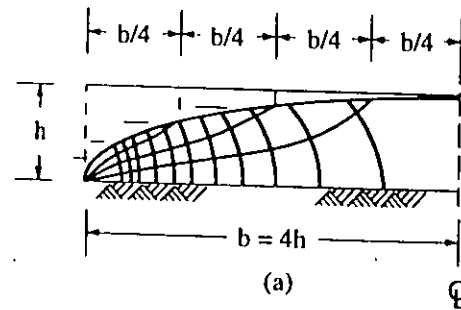
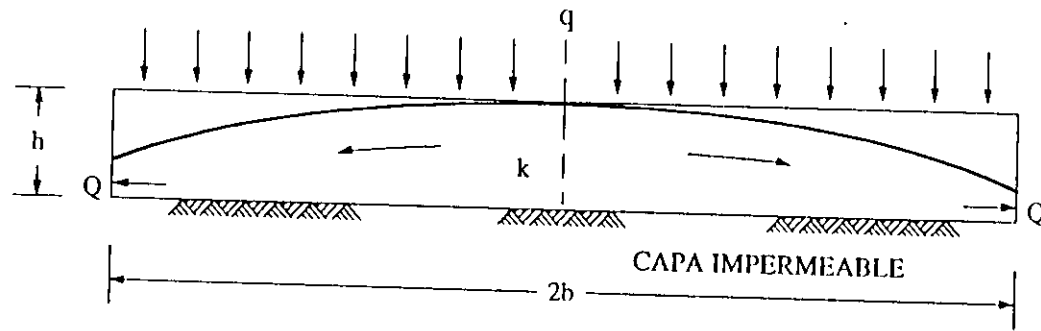
Q = infiltration through " L " sq ft

REF. Seepage, Drainage and Flow Nets
(Cedergren, 1997)

RESPONSABLES DEL NIVEL DE CALIDAD DE LA CARPETA DRENANTE

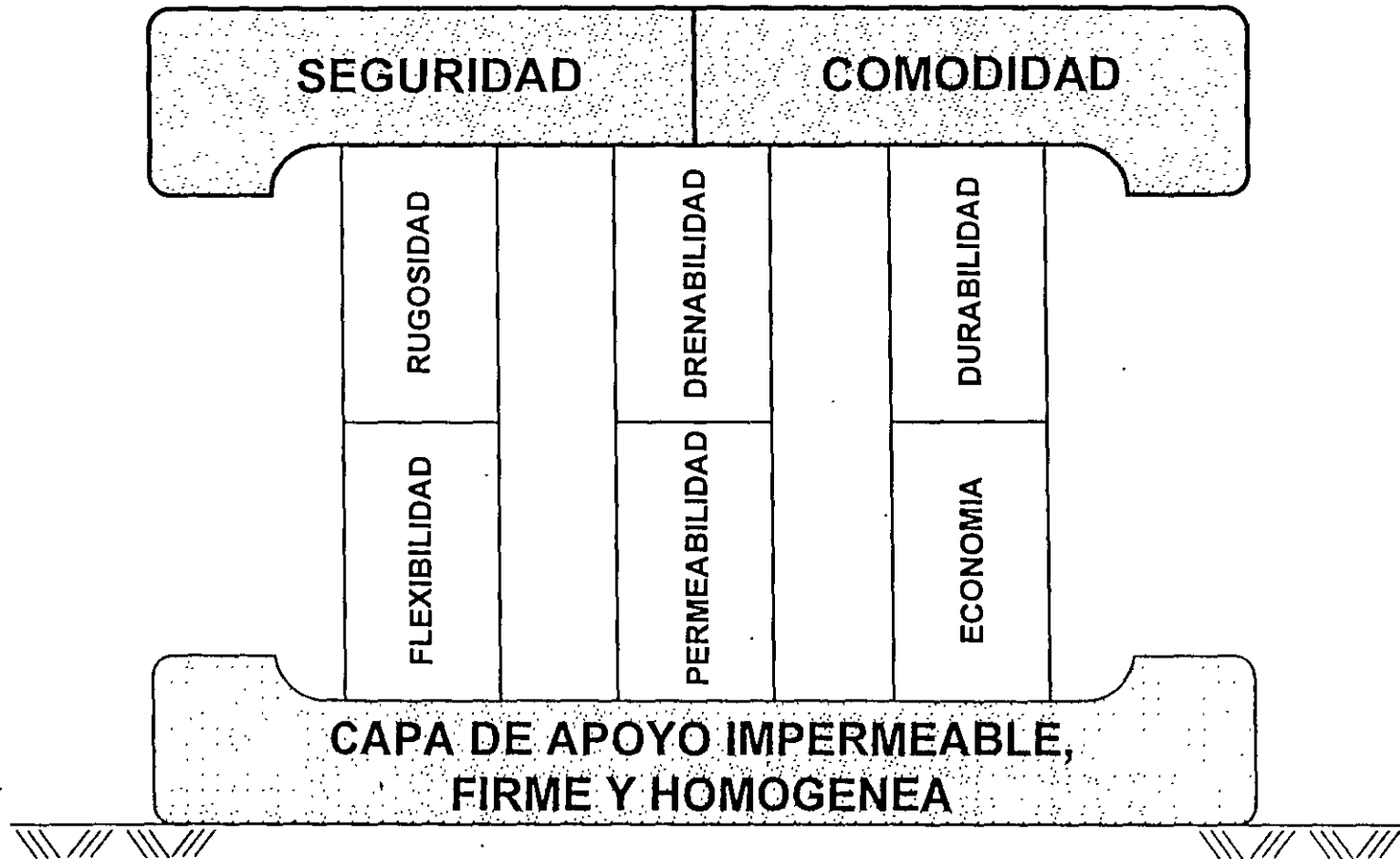


FLUJO EN UNA CAPA DRENANTE



REF. Seepage, Drainage and Flow Nets
(Cedergren, 1967)

CUALIDADES O PROPIEDADES DE UNA CARPETA DRENANTE



RELACION ENTRE NIVELES DE CALIDAD Y CUALIDADES O PROPIEDADES DE UNA CARPETA DRENANTE

CUALIDAD O PROPIEDAD	NIVEL DE CALIDAD			
	Geometría (Anchos y pendientes)	Acabados (Textura y color)	Materiales (Dureza y sanidad)	Procedimientos Constructivos
Seguridad	●	●	●	
Comodidad	●	●	●	
Drenabilidad	●		●	
Permeabilidad			●	●
Rugosidad		●	●	●
Flexibilidad			●	●
Durabilidad			●	●
Economía	●	●	●	●

Tabla 1

**División de Educación Continua-Facultad de
Ingeniería-UNAM**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCION Y
CONSERVACION DE CARRETERAS**

**“CARPETAS DRENANTES AHULADAS”
CONCEPTOS FUNDAMENTALES***

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

**México, D.F.
24 de Julio del 2000**

ponencia presentada en el seminario: “Carpetas Drenantes Ahuladas”,
Cuernavaca, Mor. Febrero de 1998

SEMINARIO: CARPETAS DRENANTES AHULADAS

CONCEPTOS FUNDAMENTALES

1. INTRODUCCION

2. CUALIDADES O PROPIEDADES DE UNA CARPETA DRENANTE (L1)

3. NIVELES DE CALIDAD DE UNA CARPETA DRENANTE
 - a) Relación con las cualidades o propiedades (T1)
 - b) Actividades de los responsables (L2)
 - c) Factores que afectan la drenabilidad (L3 a 9)
 - d) Factores que afectan la permeabilidad y la durabilidad (L10)

4. CONTROL DE CALIDAD DE UNA CARPETA DRENANTE AHULADA
 - a) Etapas y niveles de control (L11)
 - b) Criterios de aceptación, corrección y rechazo (T2 y 3, L12 a 14)
 - c) Cartas de control (L15 a 23)

5. COMENTARIOS

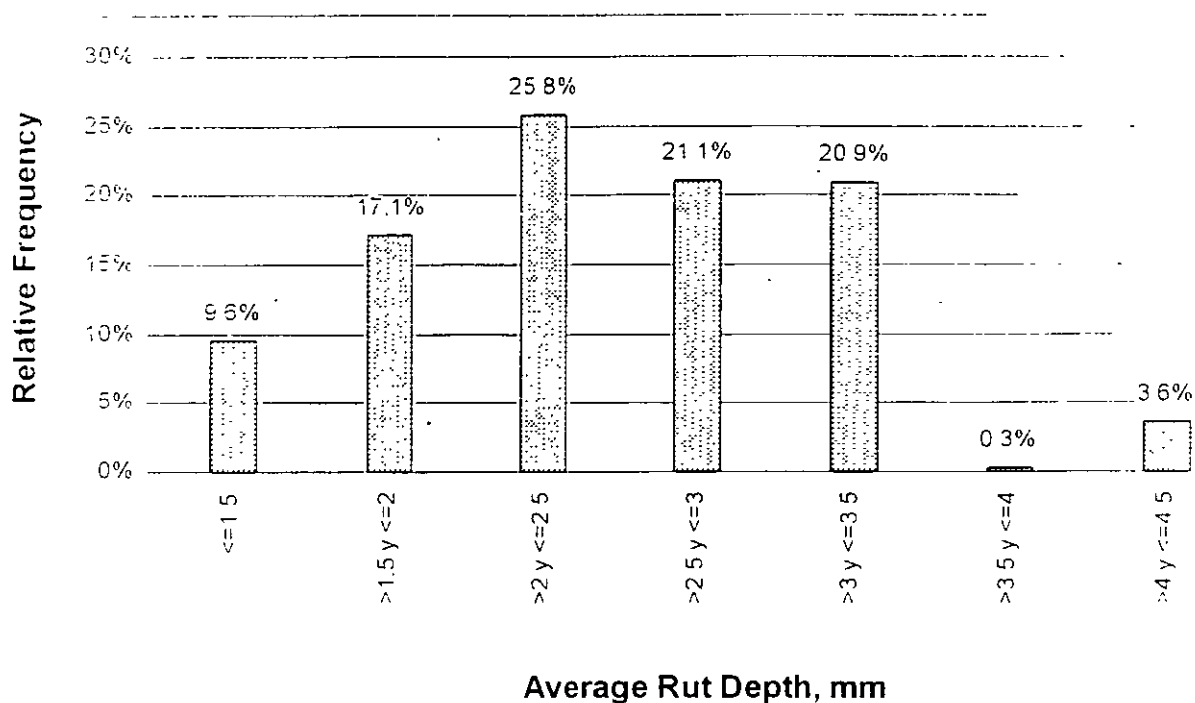


Figure 2 Frequency distribution of average rut depth for all pavement sections measured with a laser profilometer in Mexico.

If all measured toll highways are considered, an average rut depth value of 2.2 mm is obtained. According to the acceptance range stipulated by the SCT, all pavement sections would fall within the acceptance range. However, it is important to note the average of maximum rut depth is not as low as the previous value, and for some highways it goes above 23 mm. Therefore, localized rutting problems exist in many pavement subsections, and they should be corrected as soon as possible.

In some cases, low IRI values were measured along with relatively high rut depths. In general, this situation corresponds to badly rutted pavements with a relatively smooth rut, as reflected by the longitudinal profile data. Therefore, it was observed that rut depth should be used as a supplementary criterion to establish maintenance strategies, in those cases that IRI may not be an adequate indicator per se.

3. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Based on the recent experience gained in Mexico with the measurements summarized in this paper, the following conclusions can be drawn.

- Laser profilometers can be considered as an excellent device for a quick and effective evaluation of highway pavements in Mexico
- Rut depth data can provide additional information, supplementary to IRI, that can be used to select required pavement maintenance and rehabilitation strategies
- A relatively small part of the Mexican toll-highway network requires urgent actions to correct pavement unevenness and rutting, according to the acceptance criteria set up by the SCT
- In some toll highways, a relatively high initial IRI value has been measured since they were open to traffic, due to poor geometric control of pavement surface during construction. Therefore, in some cases, high IRI values recently measured are not necessarily related to a significant decrease in serviceability due to the combined action of traffic loading and environmental factors

The main recommendations stemming from this paper are provided below

- Continuation of the IRI and rut-depth measurement program on an annual basis. These activities could be extended to the federal and state road network of Mexico
- Validation of pavement design methods currently used in Mexico, based on a long-term research on IRI variation resulting from traffic loading, environmental factors and pavement structure, among other variables
- Permanent verification of acceptance and rejection ranges of new and overlaid pavements, as a function of both IRI and rut depth. New specifications could be implemented that penalize poor construction practices and result in smoother pavements in Mexico

4. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to express their gratitude to Ing. Oscar de Buen Richkarday, General Director of the Agency for Toll Highways of the SCT, who kindly encouraged this paper's publication and allowed use of all collected data

5. REFERENCES

[1] SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, UNIDAD DE AUTOPISTAS DE CUOTA. « Medición de la Rugosidad Actual de la Superficie de Rodamiento en Autopistas de Cuota mediante Equipo de Alto Rendimiento (Clase 1). Incluyendo el Cálculo del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) » Technical Report, Mexico City, Mexico, July 1999 (Private Contractor: Raul Vicente Orozco y Cía., SA de CV)

- a) Acceptance range. When the average IRI value varies from 0.00 to 2.81 m/km, only routine maintenance is required.
- b) Warning threshold. IRI mean value of 2.81 m/km for 10-km long sections and short subsections with average IRI values of up to 3.81 m/km. These sections may require some type of corrective maintenance in localized areas, and preventive maintenance may be necessary on some subsections.
- c) Corrective range. IRI mean value greater than 2.81 m/km for 10-km long sections and short subsections with average IRI values greater than 3.81 m/km. In this rejection range, more detailed evaluations are usually required to establish the most efficient corrective actions for the pavement.

In Figure 1, the frequency distribution of average IRI for all toll highways is presented. The basic information from which this chart was generated corresponds to IRI values for 10-km long sections.

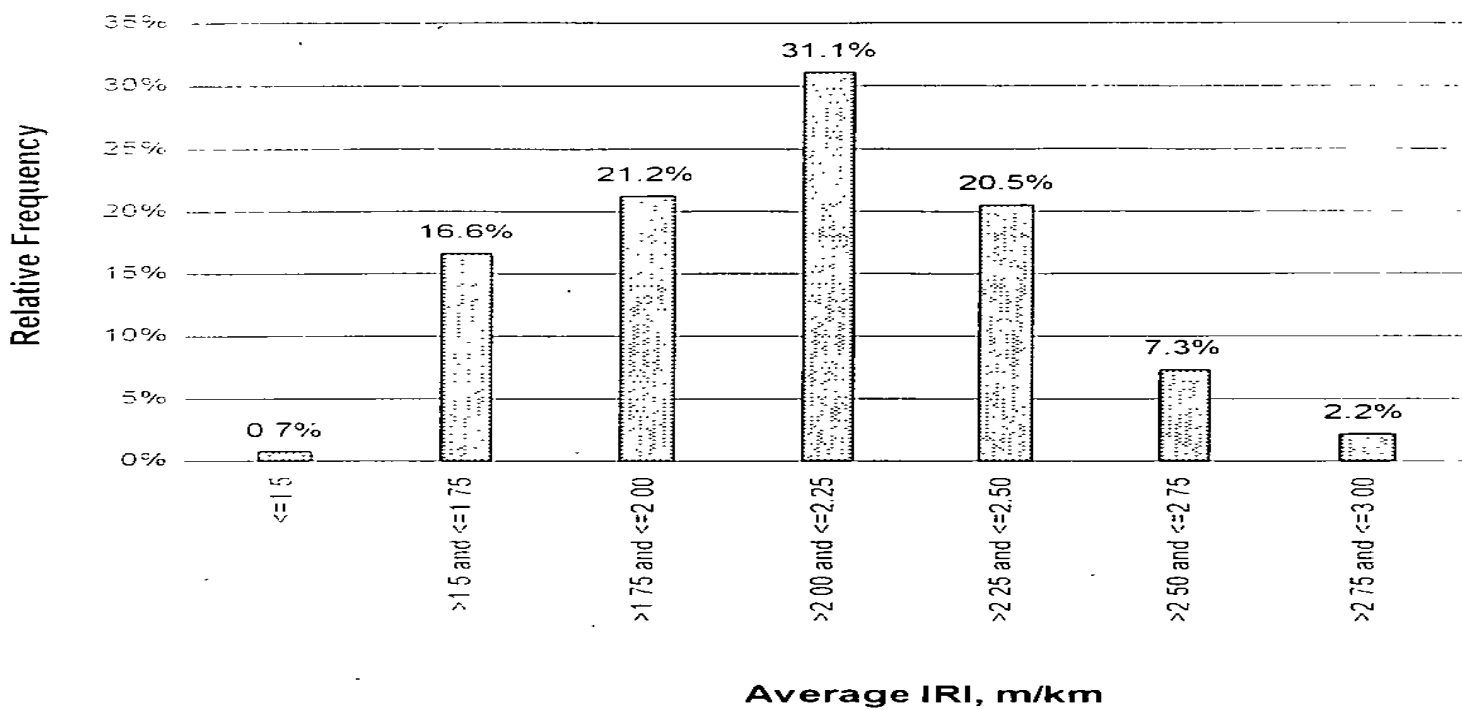


Figure 1 Frequency distribution of average IRI for all pavement sections measured by a profilometer in Mexico

The average IRI value for all toll highway sections evaluated in Mexico is 2.06 m/km. In the sections, 98.3% are below the threshold value of 2.81 m/km; in only 1.5% of the evaluated sections, the average IRI value is above 3.0 m/km.

Rut depth is also used as a supplementary criterion to establish acceptance, correction, and rejection ranges, for maintenance purposes. The SCT currently uses the following rut-depth ranges:

- a) Acceptance range: average rut depth, between 0.0 and 5.0 mm
- b) Correction range: average rut depth, between 5.1 and 15.0 mm
- c) Rejection range: average rut depth greater than 15.0 mm

Figure 2 was generated using a similar process as that of Figure 1. The former figure shows the frequency distribution of average rut depth for all measured toll highways.

MEXICAN EXPERIENCE ON ROUGHNESS MEASUREMENT WITH A LASER PROFILOMETER

Raúl Vicente OROZCO-SANTOYO, M.E., General Director RVO y Cia. and General Director EIOC
Victor TORRES-VERDÍN, Ph.D., General Director Torres Consultores and Technical Director EIOC
Ricardo TORRES-VELAZQUEZ, M.E., Technical Manager RVO y Cia. and Technical Manager EIOC

ABSTRACT

In Mexico almost 85 % of freight is moved on highways. For that reason, recent roughness measurement surveys are an important data source to optimize resources for maintenance works.

This paper will include a description of pavement evaluation activities currently performed in Mexico. Data used in this paper were measured on different types of toll highways.

PREMIÈRES EXPERIENCES AU MEXIQUE DE LA MESURE DE L'UNI LONGITUDINAL AU MOYEN D'UN PROFILOMÈTRE AVEC CAPTEURS À LASER

M.I. Raúl Vicente OROZCO SANTOYO, Directeur Général, RVO y Cia. et EIOC
Dr. Victor TORRES VERDÍN, Directeur Général, Torres Consultores et Directeur Technique EIOC
M.I. Ricardo TORRES VELÁZQUEZ, Gerant Technique, RVO y Cia. et EIOC

RÉSUMÉ

Au Mexique, presque 85 % des marchandises sont transportées sur le réseau routier. Pour la gestion de cette infrastructure, l'évaluation périodique de l'état des chaussées en service devient très important pour établir la stratégie d'entretien la plus efficace.

Dans cet article, on fournit une description du relevé actuel des données de l'uni longitudinal et du profondeur d'ornières au Mexique. Les données utilisées ont été enregistrées sur une diversité d'autoroutes à péage.

FIRST EXPERIENCES IN MEXICO OF ROUGHNESS MEASUREMENTS WITH A LASER PROFILOMETER

Main Authors

MI Raul Vicente OROZCO SANTOYO, General Director, RVO y Cia and EIOC

Dr Victor TÓRRES VERDÍN, General Director, Torres Consultores, and Technical Director EIOC

MI Ricardo TORRES VELAZQUEZ, Technical Manager, RVO y Cia And EIOC

1. INTRODUCTION

In 1998, a laser profilometer was first used in Mexico to measure longitudinal unevenness and rut depth along various highways and urban networks. This device is a Dynatest Road Surface Profiler (RSP) equipped with 5 laser sensors and 2 accelerometers, and it is capable of measuring both the International Roughness Index (IRI) and rut depth simultaneously on both wheelpaths. IRI is calculated in accordance with World Bank specifications. The RSP meets the ASTM E-950 (USA) Class 1 profile precision and bias specifications.

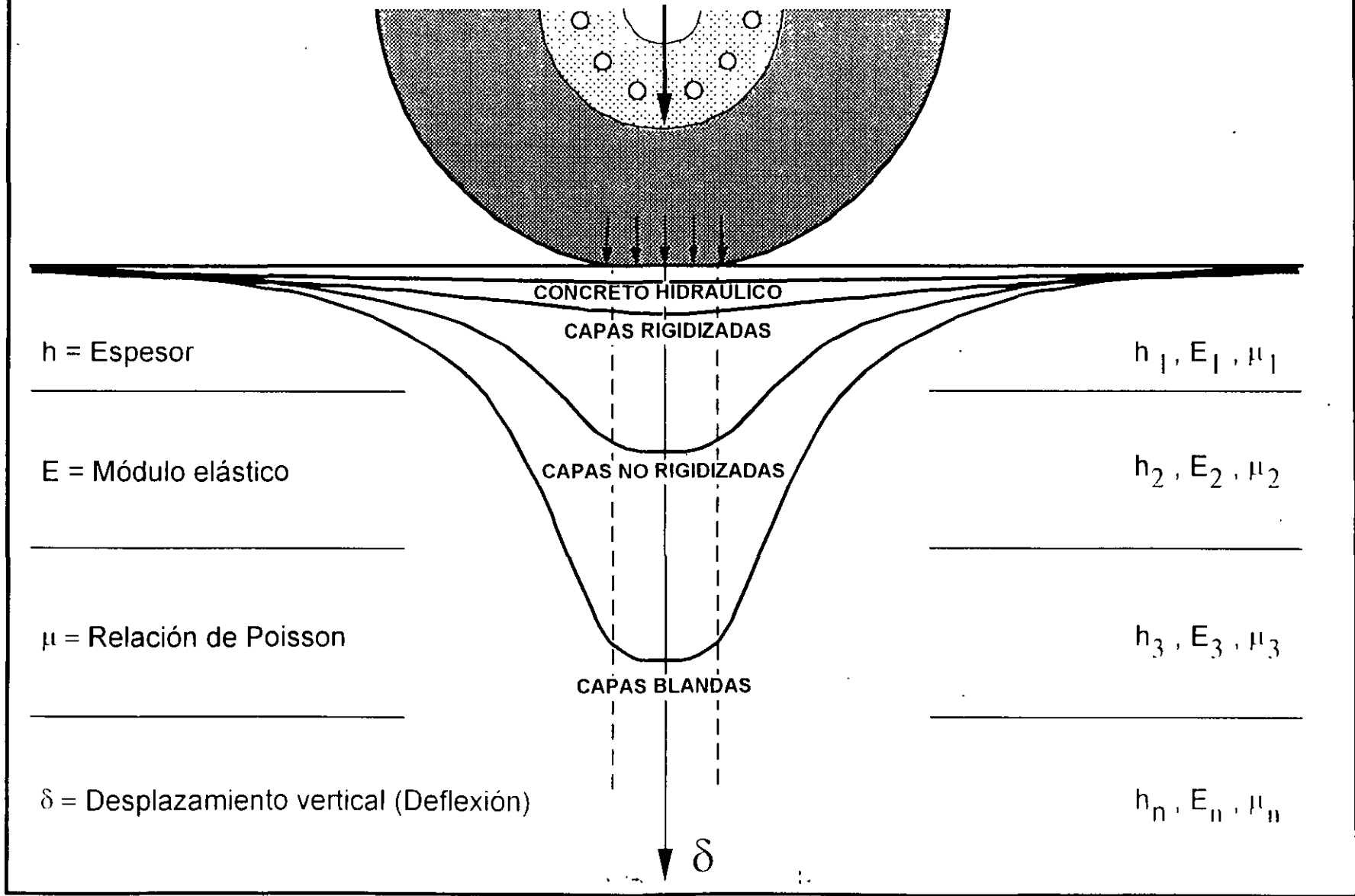
The Mexican Ministry of Communications and Transportation (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, SCT) through the Agency for Toll Highways (Unidad de Autopistas de Cuota) launched a pavement evaluation program on over 22,000 km-lane of toll highways scattered throughout the country. For these activities a private company was contracted in 1999, following a public bidding process. In this paper a summary is presented of the main results generated from these measurements [1].

2. ACCEPTANCE CRITERIA

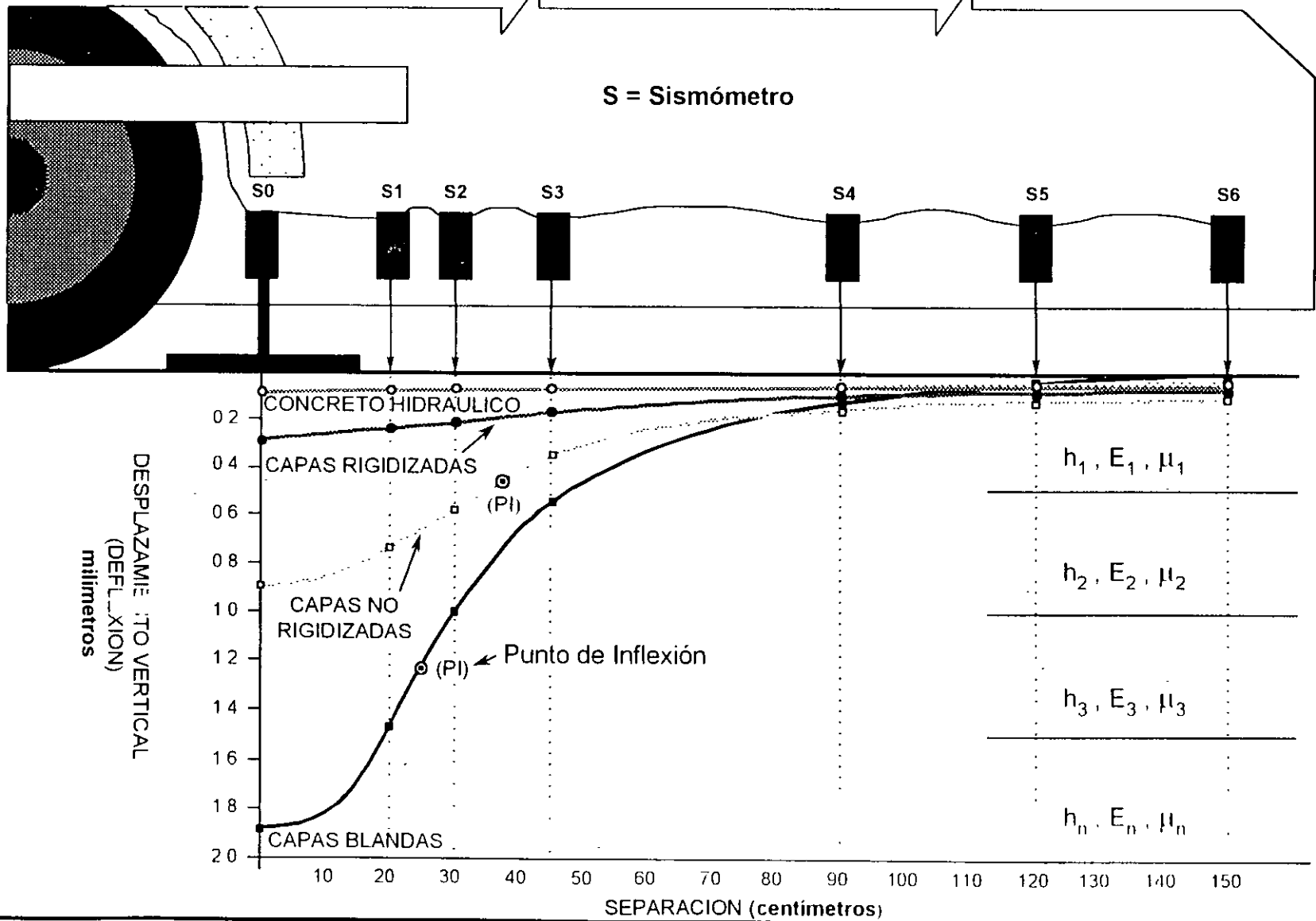
Based on the measured IRI and rut depth values, toll roads highways were divided into approximately homogeneous sections. Preliminary maintenance and rehabilitation requirements were established from these measurements and candidate sections were selected for further evaluation. It is pertinent to mention that most of the evaluated highways are relatively new, and that they were built in the early 1990's.

The SCT defined some acceptance and rejection criteria based on similar experiences in other countries and on a detailed analysis of data collected with the laser profilometer. It is pointed out that these criteria are less strict than those used in developed countries. In a first screening process, 10-km long sections are evaluated according to their IRI value. Measurements for both wheelpaths are combined on a lane basis to compute an average IRI value for each lane. Subsections with particularly high IRI values within a given 10-km section are clearly identified for further evaluation and are scheduled for the required corrective actions. From a maintenance viewpoint, the following IRI ranges were established

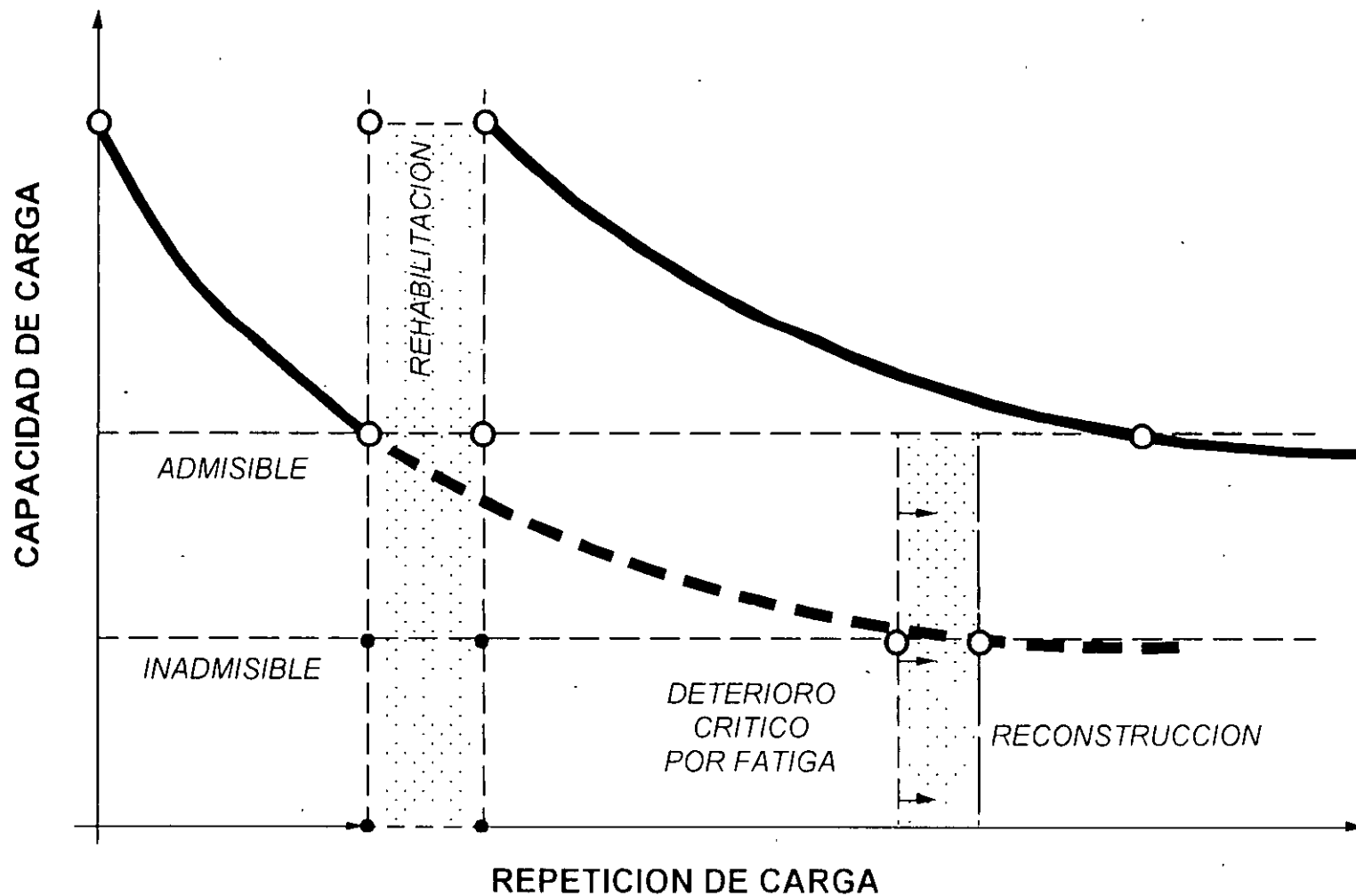
PERFILES DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL TÍPICOS



PERFILES DE DESPLAZAMIENTOS VERTICALES OBTENIDOS CON DEFORMOMETRO DE IMPACTO



PREVENCION DE LA FATIGA EN PAVIMENTOS



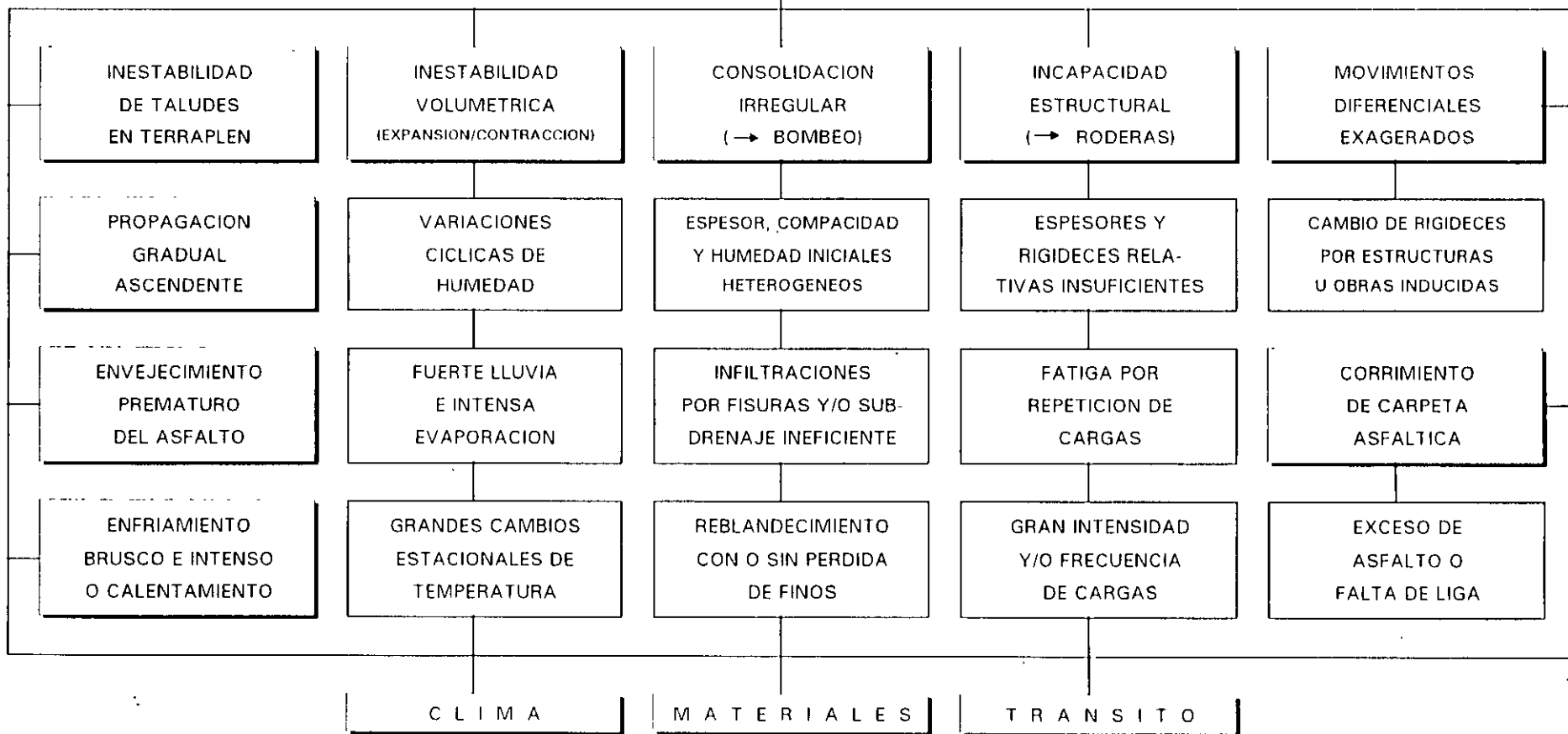
CARACTERIZACION DE MATERIALES PARA PAVIMENTO

MATERIAL		MODULO ELASTICO (E), kg/cm ²		RELACION DE POISSON (μ)
		RECOMENDADO	OBTENIDO *	
CONCRETO	ASFALTICO	30,000 a 40,000	5,000 a 60,000	0.35
	HIDRAULICO	250,000 a 400,000	150,000 a 450,000	0.15 a 0.20
	COMPACTADO	70,000 a 120,000	40,000 a 100,000	0.25 a 0.35
SUELOS GRUESOS	BASES	3,000 a 5,000	1,500 a 4,000	0.40
	SUB-BASES	2,000 a 4,000	700 a 2,000	
SUELOS FINOS	SUB-RASANTE Y CAPAS INFERIORES	300 a 1,500	70 a 1,000	0.45

* A partir de mediciones con el "deformómetro de impacto" (FWD)

DETERIORO PRIMARIO DEL PAVIMENTO

DEFORMACIONES / ONDULAMIENTOS / AGRIETAMIENTOS



DETERIORO SECUNDARIO DEL PAVIMENTO

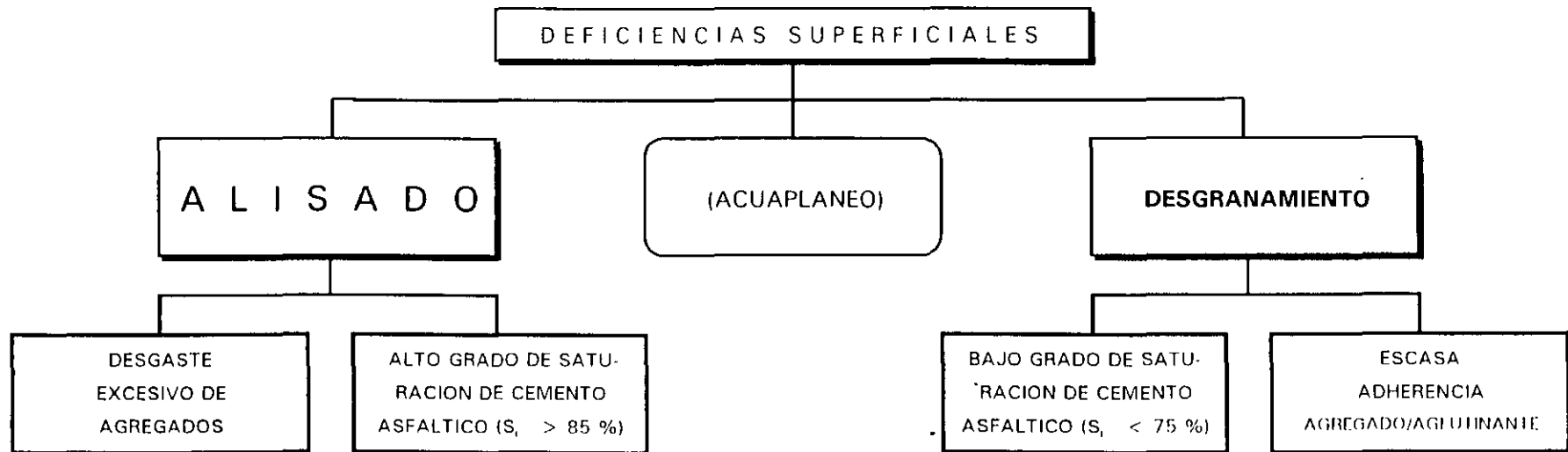
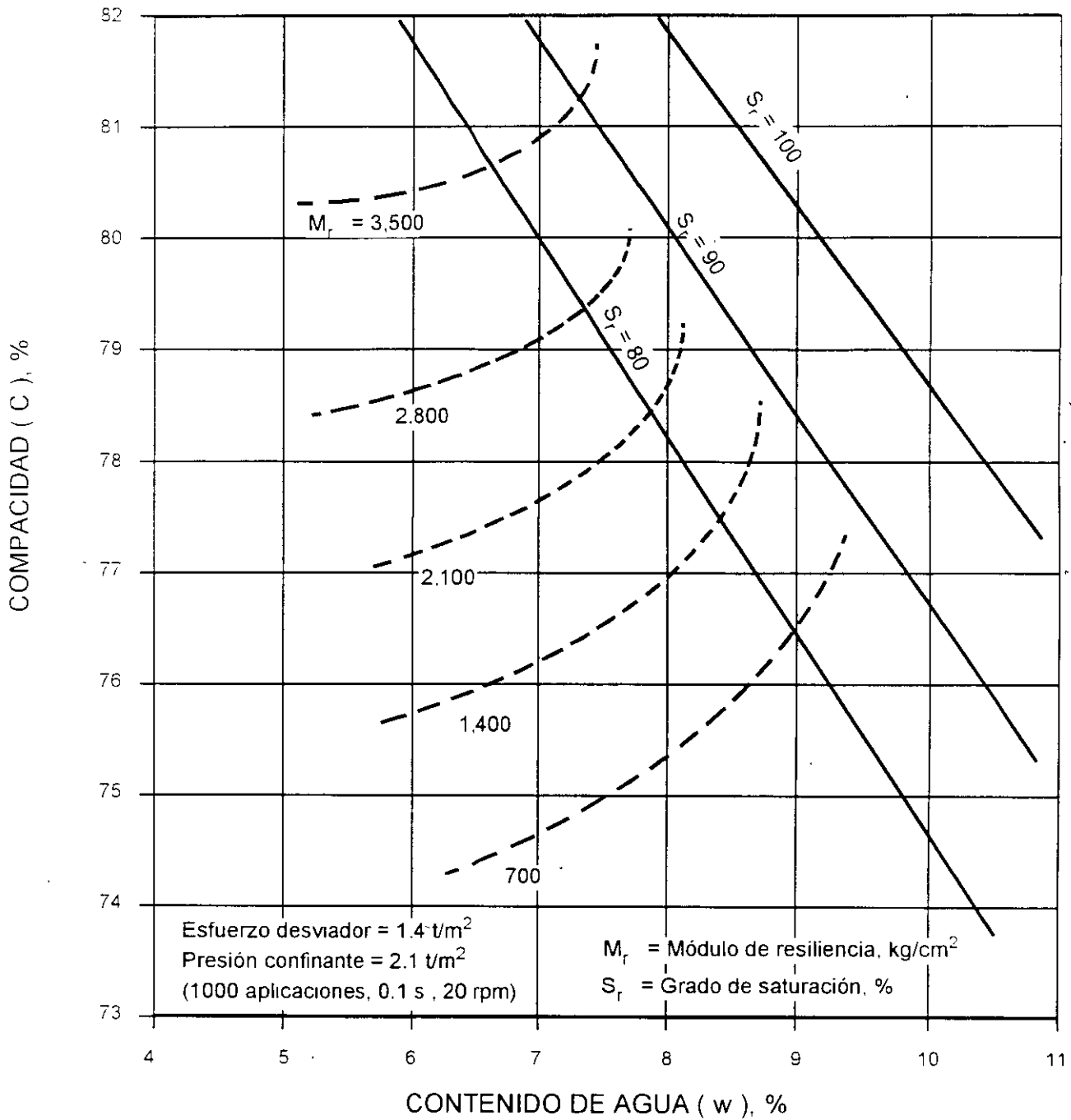


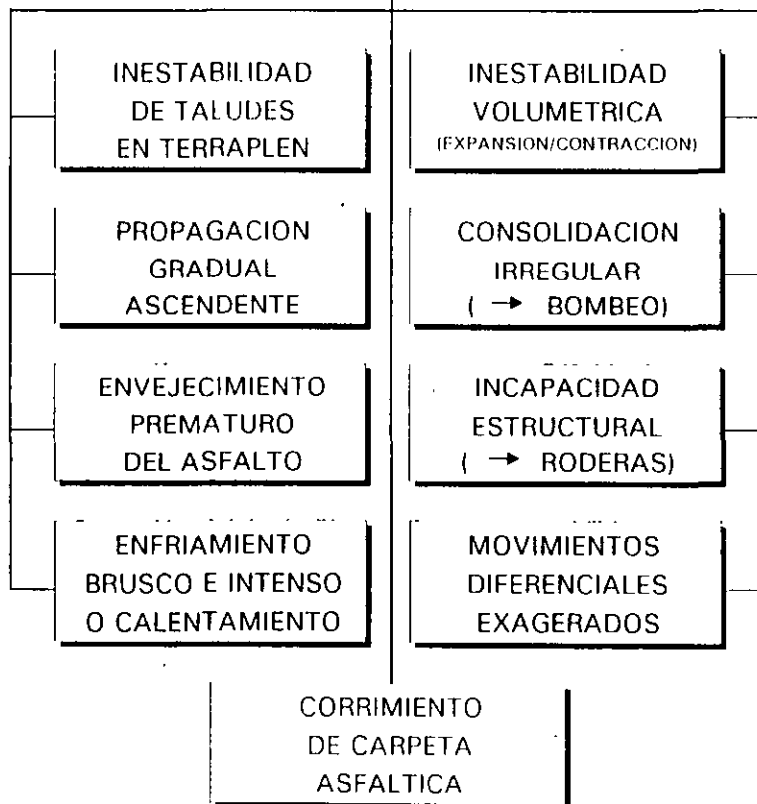
DIAGRAMA "CAS" - MODULO DE RESILIENCIA



PRINCIPAL DETERIORO DEL PAVIMENTO

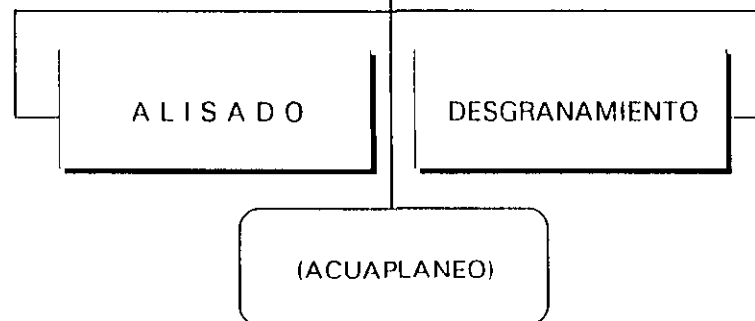
PRIMARIO:

DEFORMACIONES/ONDULACIONES/AGRIETAMIENTOS

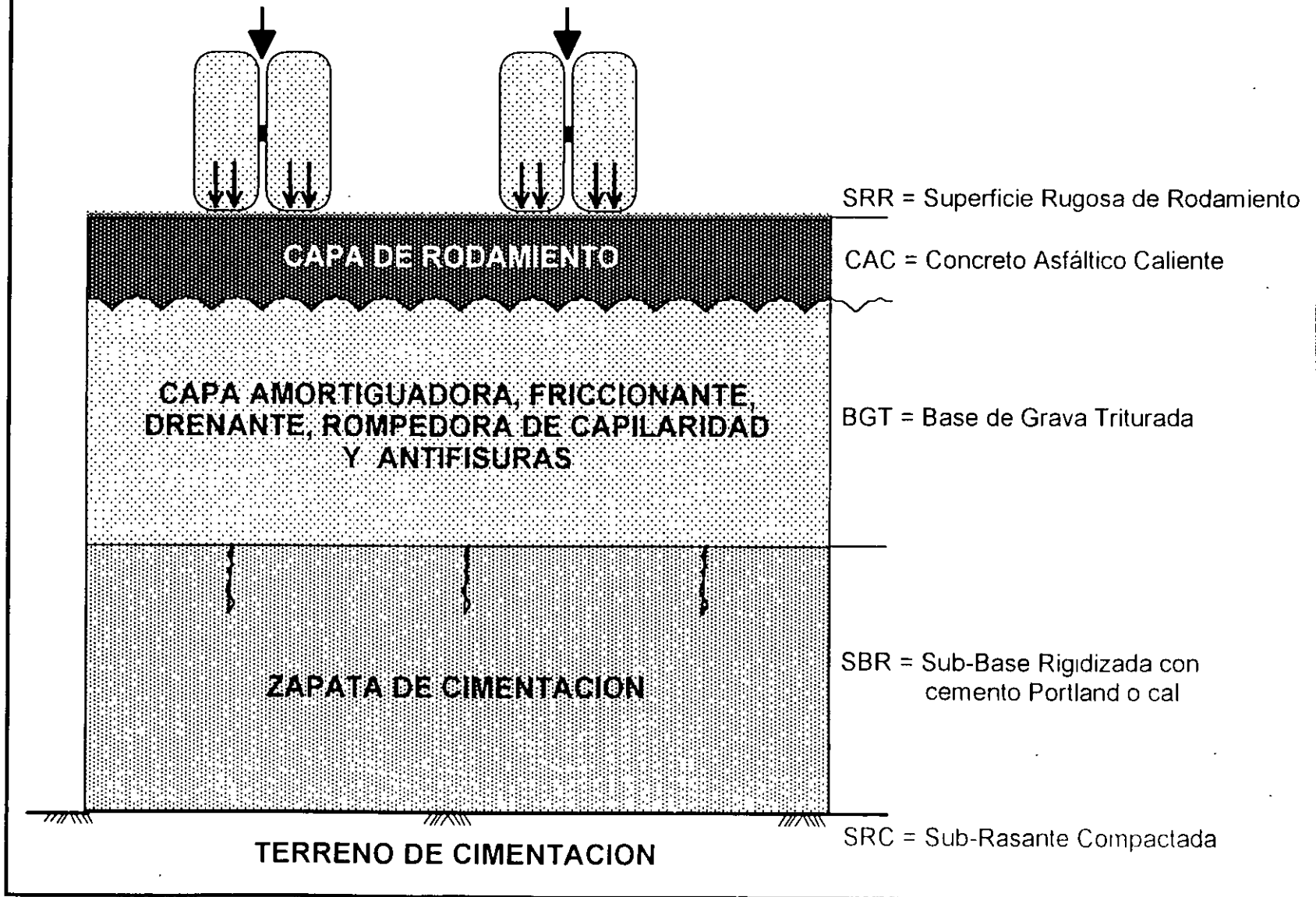


SECUNDARIO:

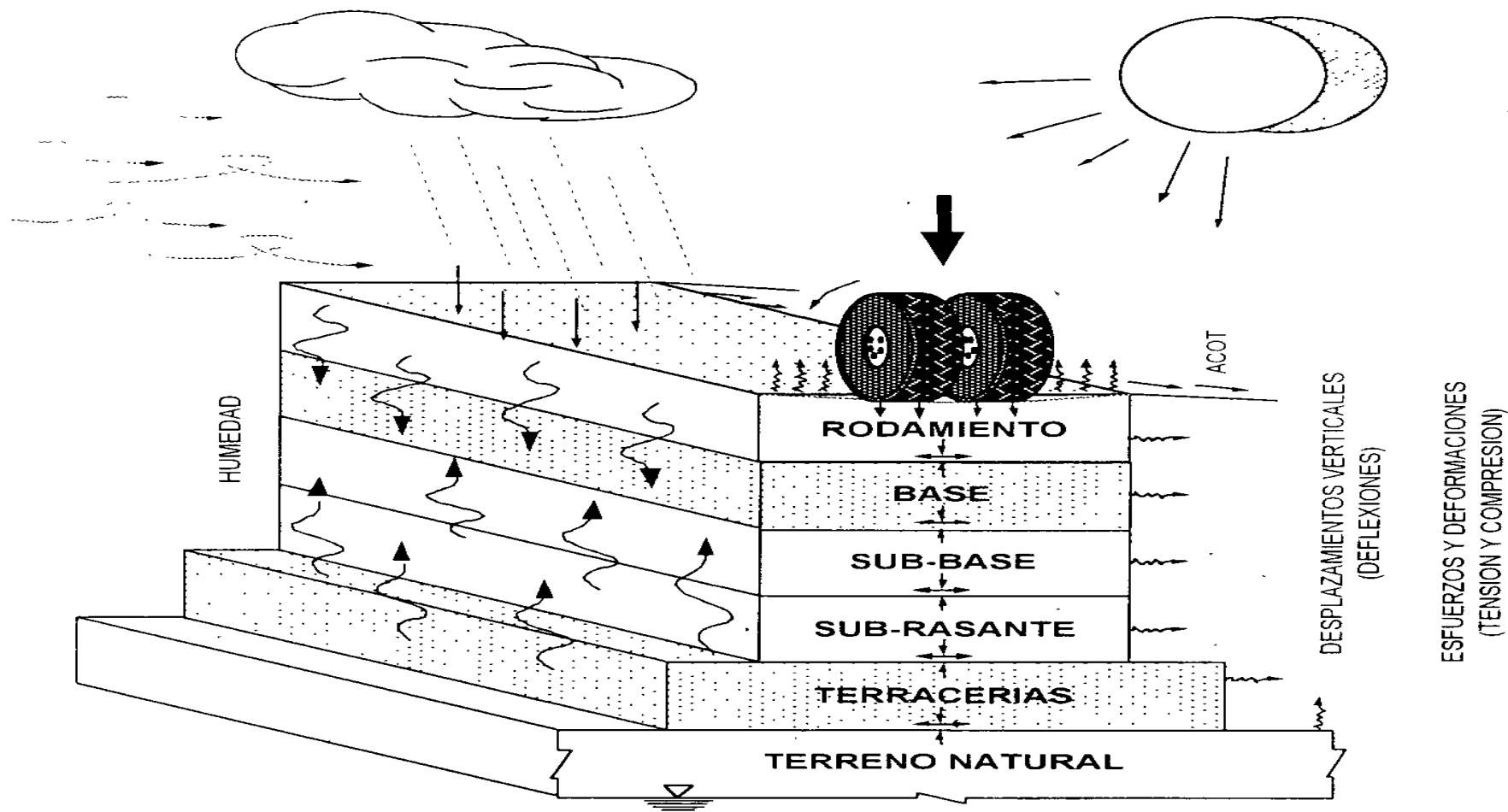
DEFICIENCIAS SUPERFICIALES



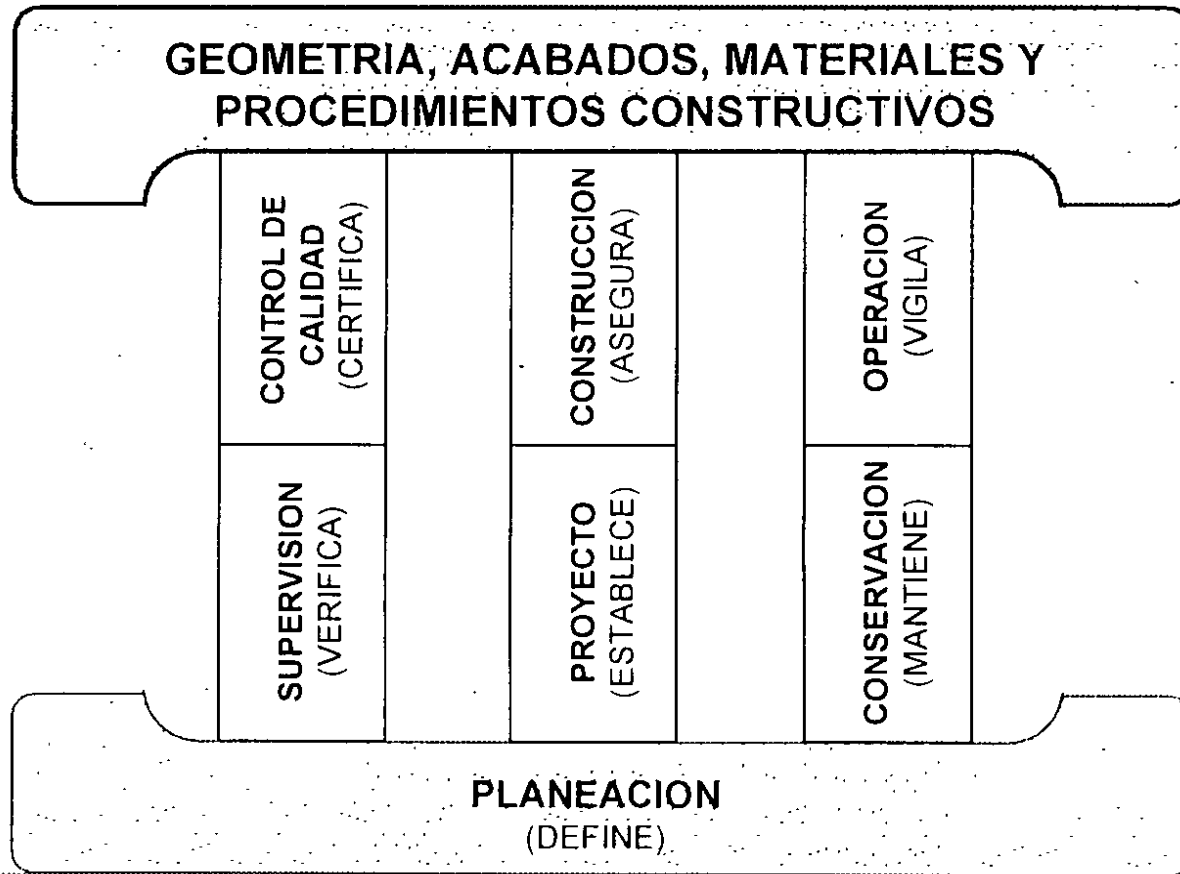
PAVIMENTO CON SECCION INVERTIDA (ENFOQUE GEOTECNICO)



FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DETERIORO DEL PAVIMENTO

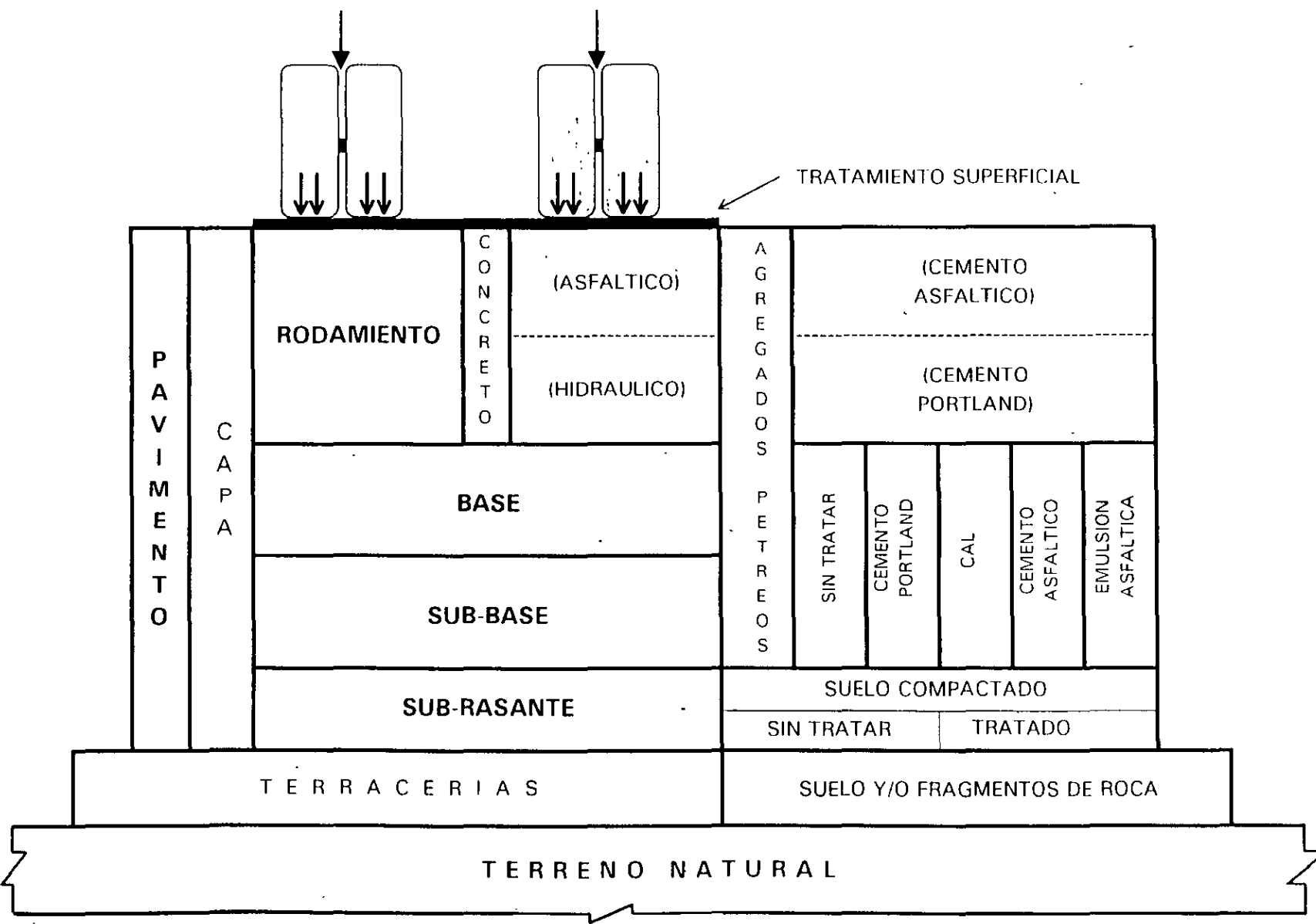


RESPONSABLES DEL NIVEL DE CALIDAD DEL PAVIMENTO

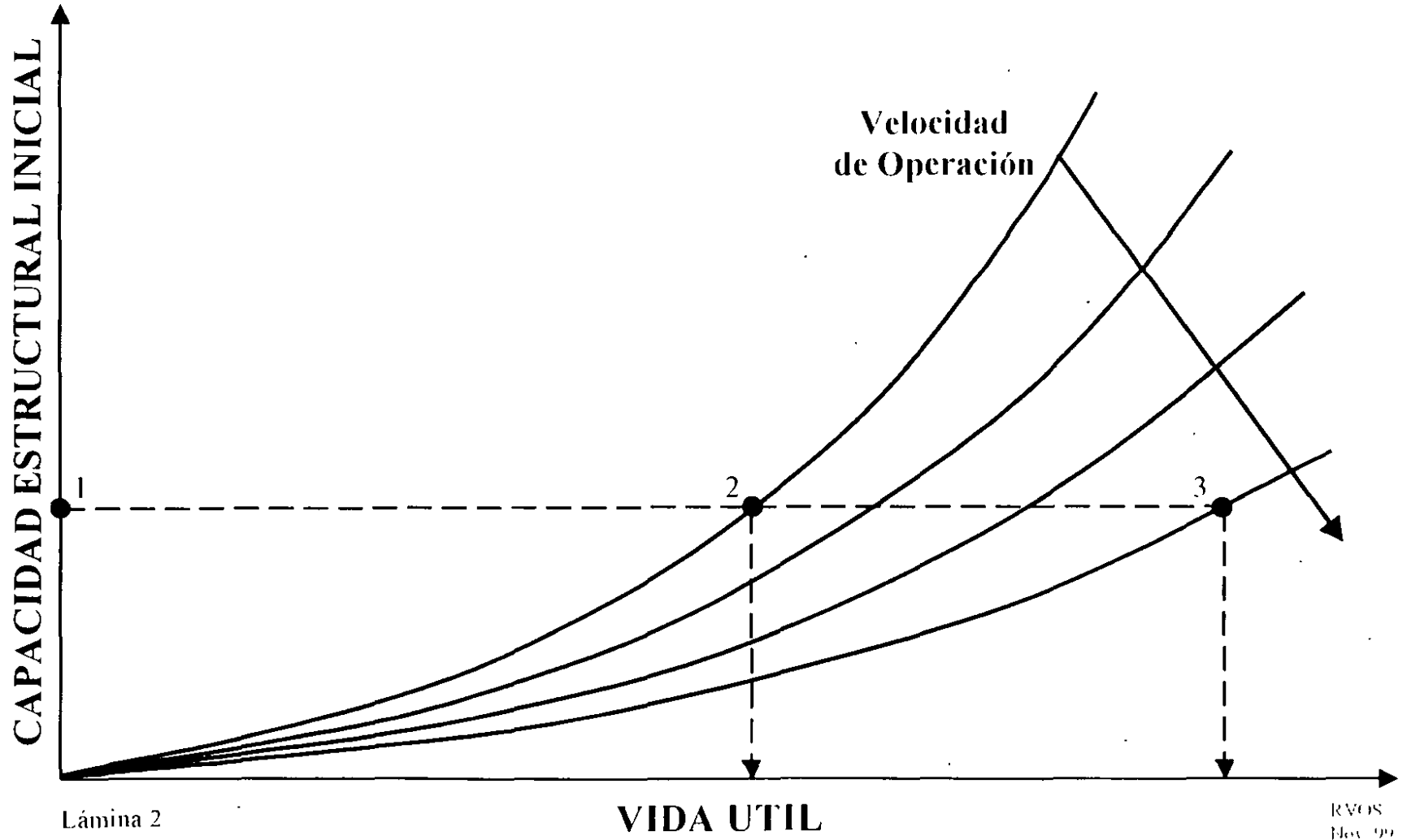


Planificación

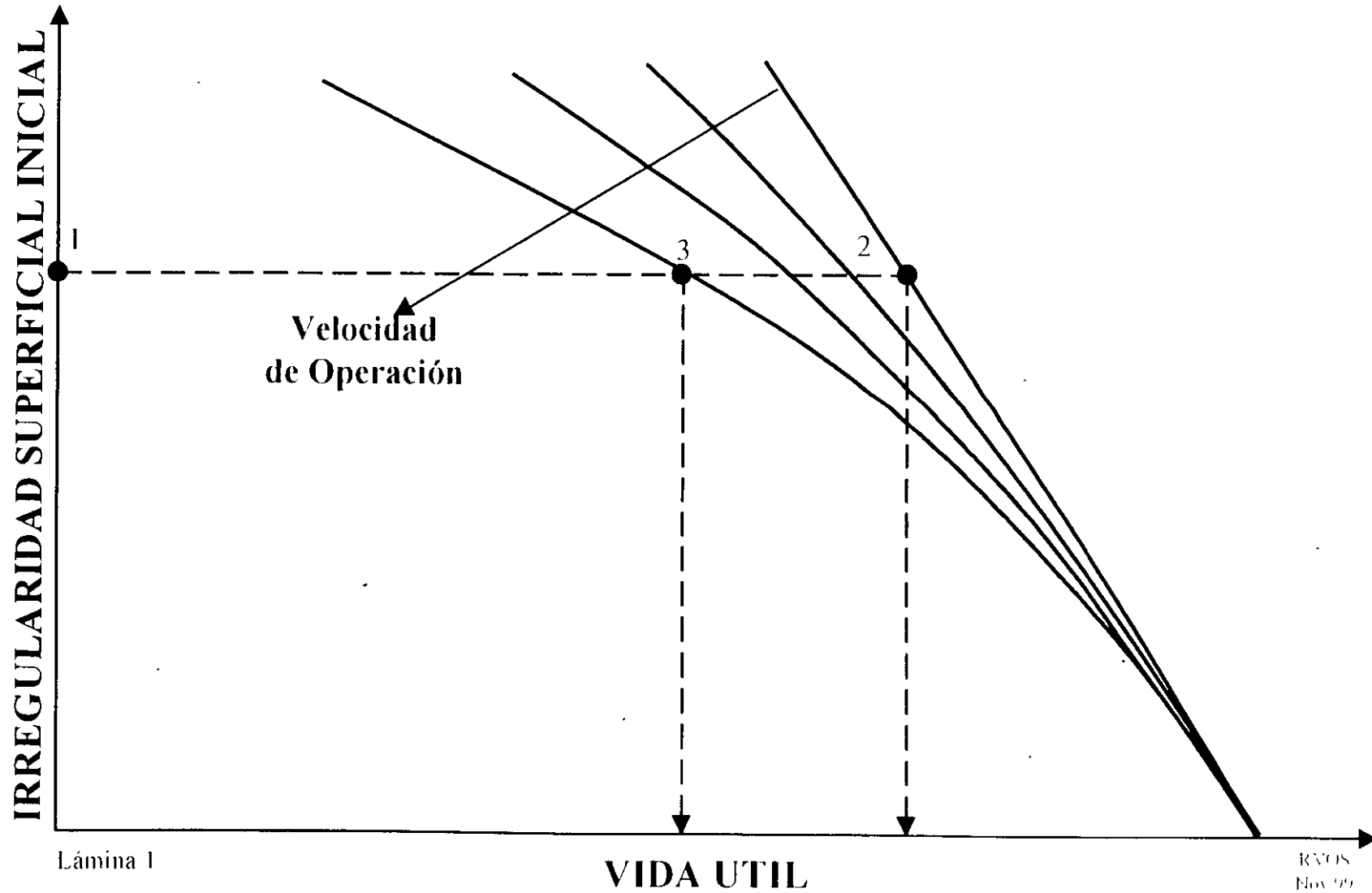
ESTRUCTURACION DE PAVIMENTOS



EFFECTO DE LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN EN LA VIDA DE UN PAVIMENTO (Evaluación Estructural)



EFFECTO DE LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN EN LA VIDA DE UN PAVIMENTO (Evaluación Superficial)



EVALUACION GEOTECNICA DE PAVIMENTOS

PROLOGO

Me sentí muy halagado cuando me llamó el Ing. Javier Saborío Ulloa, para dictar la Conferencia que lleva su nombre en la tradicional Reunión Nacional instituida por él para los Laboratoristas Jefes de Grupo.

Acepté con todo cariño participar en la VIII Reunión Nacional que se llevará a cabo en la Cd. de Colima, Col., para honrar a mi gran amigo, Maestro en Ingeniería, profesor mío de Ferrocarriles y otras materias en la Universidad de Guadalajara, compañero de trabajo en los Laboratorios Regionales de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas en Guadalajara, Jal., y de estudios en la División del Doctorado en la UNAM durante el curso de especialización en Vías Terrestres, la maestría y el doctorado en Mecánica de Suelos, además de guía en la manera de entender el sentido de la vida.

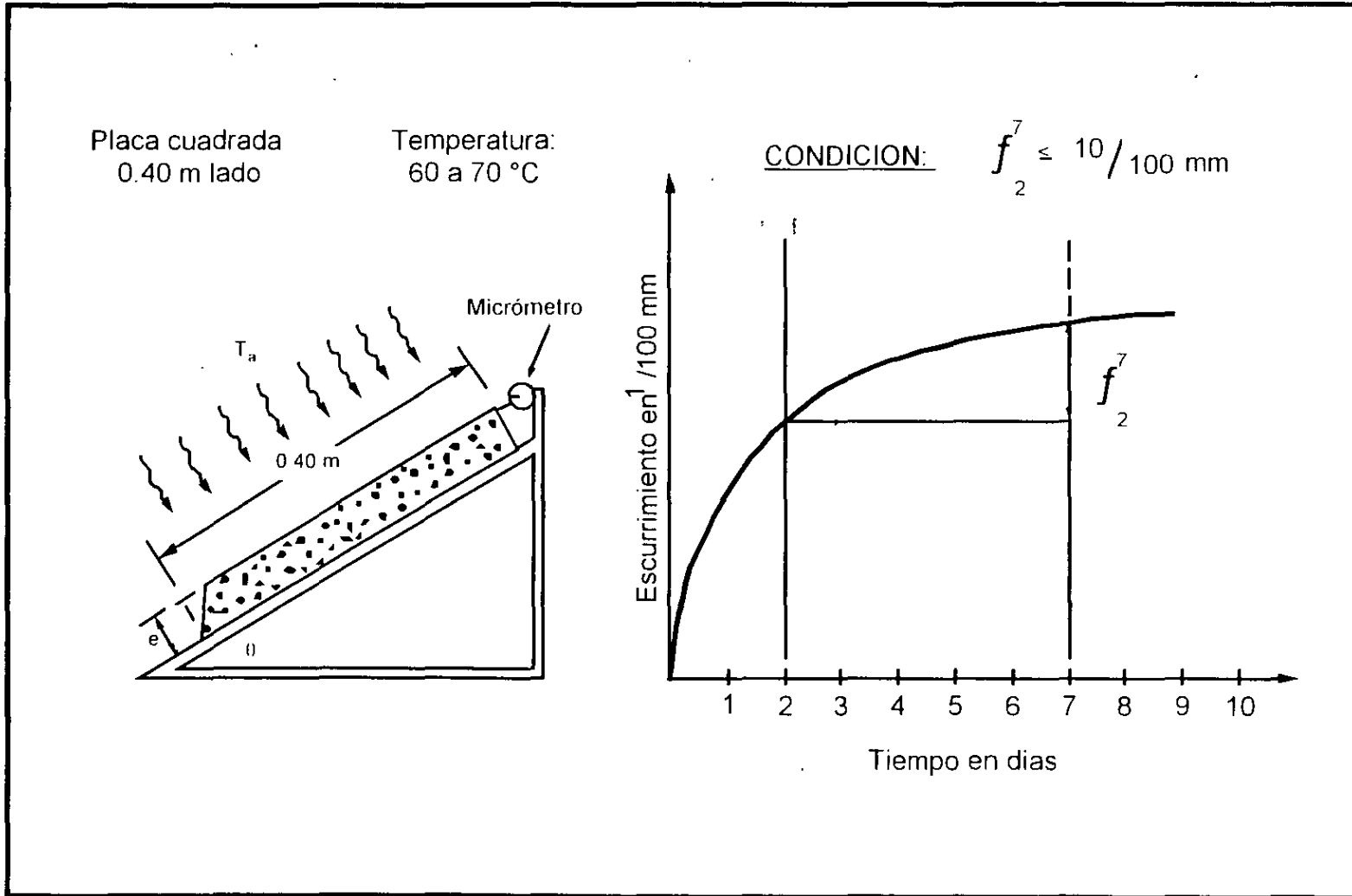
Le sugerí varios temas para la Conferencia y quedamos en que se presentara la "Evaluación Geotécnica de Pavimentos", principalmente con métodos no destructivos, cuestión que siempre ha preocupado al Ing. Saborío en su carácter de investigador en diferentes ramas de la Ingeniería, como las estructuras, la mecánica de suelos, la topografía, la hidráulica, la ecología y muchísimas especialidades que él domina para el beneficio de las Vías Terrestres y otras obras de la Ingeniería Civil.

El tema que desarrollaré está enfocado a que los jóvenes conozcan lo que se está realizando en nuestro país sobre el apasionante tema del comportamiento de los pavimentos para carreteras, aeropistas y otras vialidades.

Espero que esta contribución sirva de homenaje a mi amigo Javier Saborío Ulloa, ejemplar ingeniero y amigo entrañable, pionero de la Geotecnia en México y promotor de los caminos sin importar su categoría: Federal, Estatal y rural o vecinal.

Desde antes de conocerlo en los Laboratorios y en la Universidad, ya tenía conocimiento de él a través de mi padre (Ing. Ernesto Orozco y Orozco), también pionero de los caminos mexicanos.

ESTABILIDAD EN EL TALUD

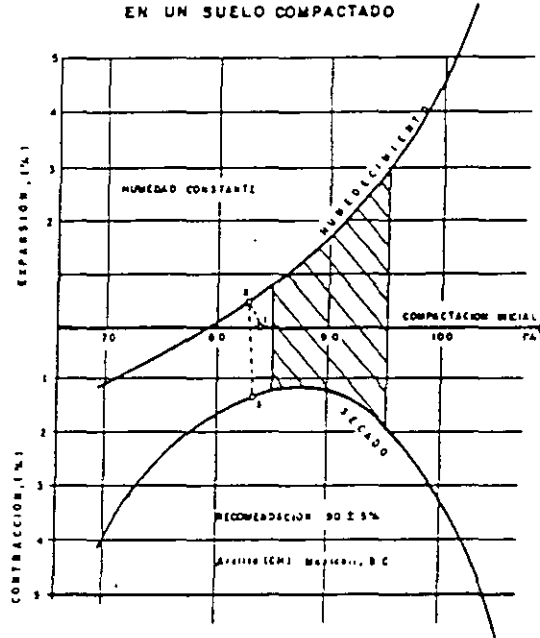


CRITERIOS BASICOS PARA REVESTIMIENTOS ASFALTICOS DE CANALES EN MEXICO

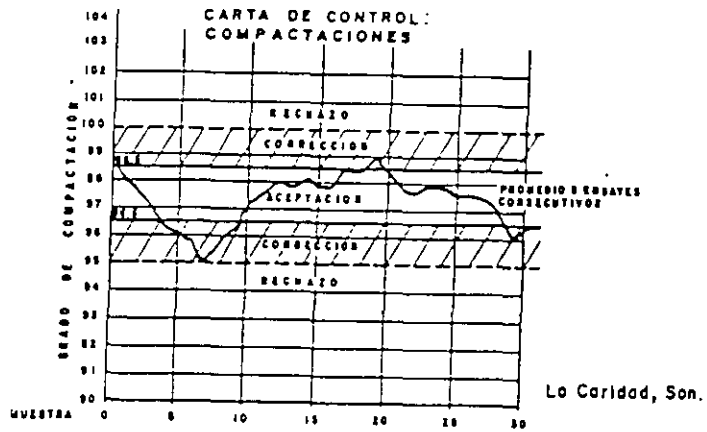
INDICE

	PAG.
RESUMEN	1
1 DEFINICIONES MAS IMPORTANTES	1
2 PRINCIPAL FINALIDAD BUSCADA	2
3 REQUISITOS BASICOS POR SATISFACER	2
4 PROPIEDADES FUNDAMENTALES DEL REVESTIMIENTO ASFALTICO IMPERMEABLE	3
5 PRINCIPALES FACTORES QUE GOBIERNAN LAS PROPIEDADES DEL REVESTIMIENTO ASFALTICO IMPERMEABLE	4
6 EL PROYECTO DE LAS MEZCLAS DE CONCRETO ASFALTICO PARA LA CAPA IMPERMEABLE	4
7 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	6
8 CARACTERISTICAS Y COMPORTAMIENTO DEL CANAL "INDEPENDENCIA"	7
9 REFERENCIAS	7
TABLAS LAMINAS	

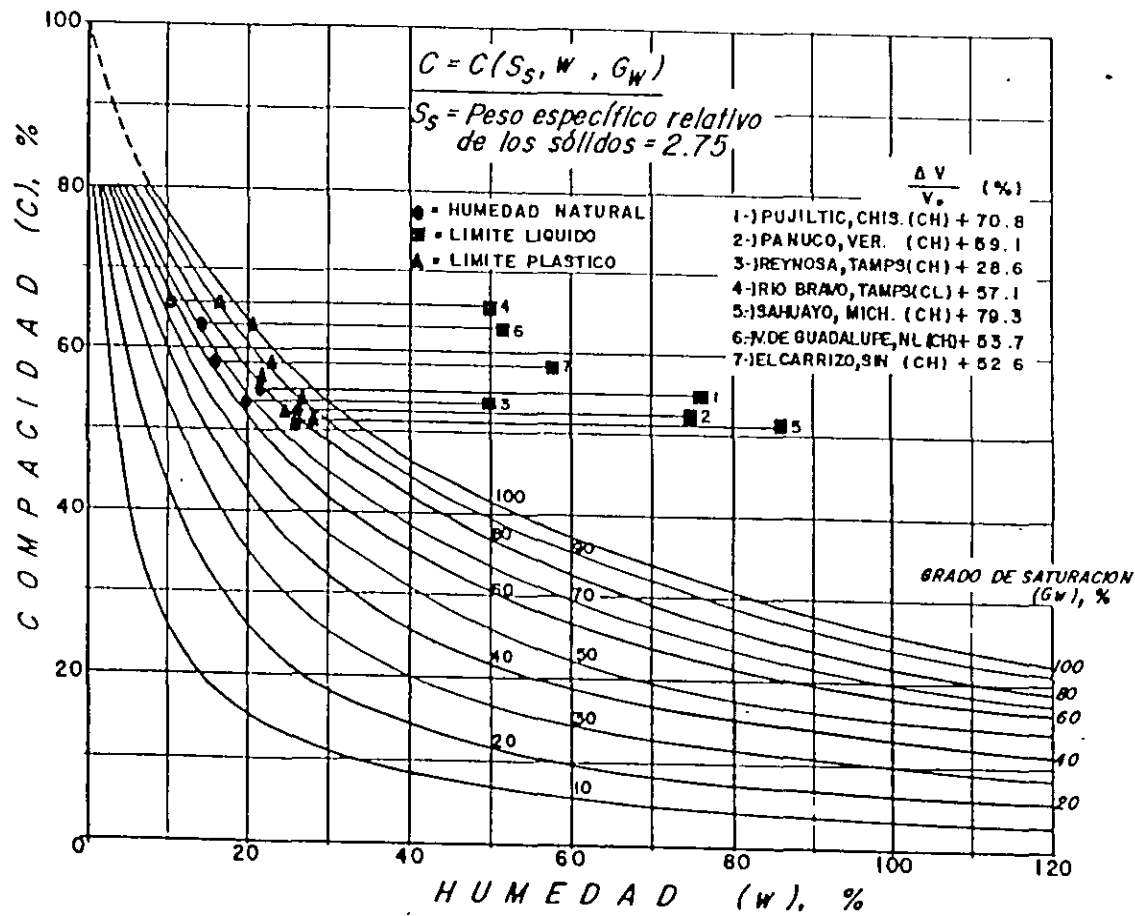
CAMBIOS VOLUMETRICOS
EN UN SUELO COMPACTADO



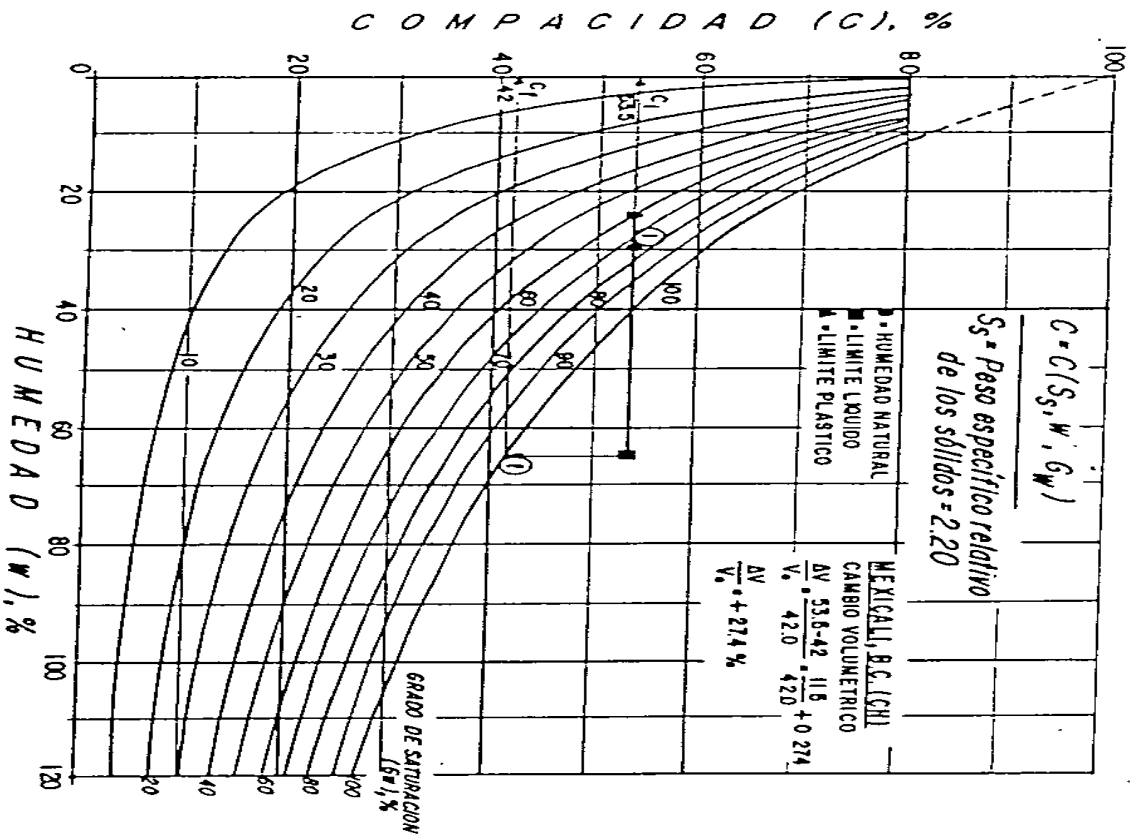
LAMINA 27 (Ref. 12)



LAMINA 28 (Ref. 12)

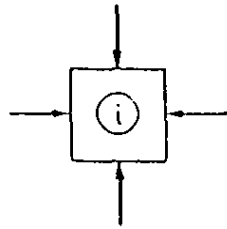


LAMINA 15 (Ref. 22)



LAMINA 13 (Ref. 11)

Condición inicial



S_i

w_i

G_{wi}

C_i

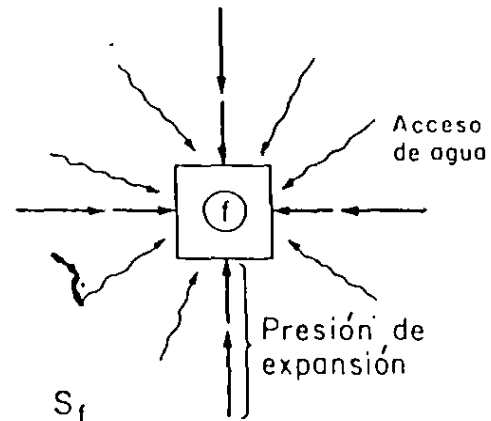
>

<

<

=

Condición final



S_f

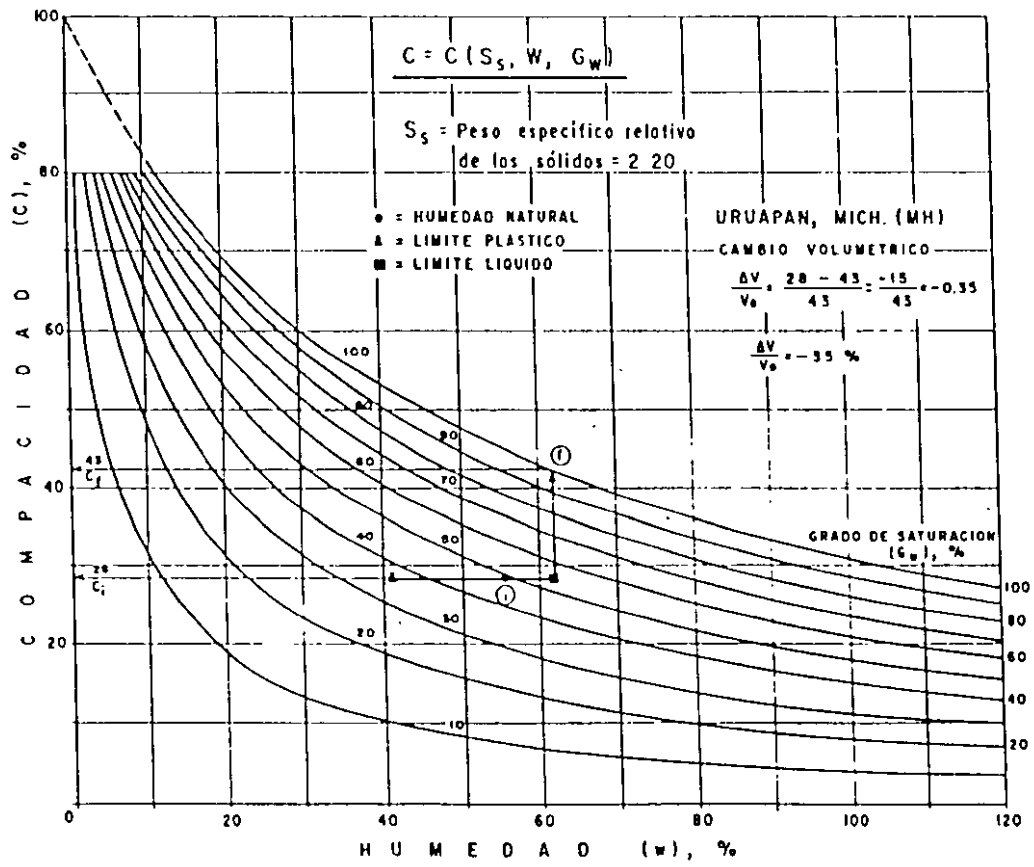
w_f

G_{wf}

C_f

$$\Delta V/V_0 = 0$$

LAMINA II-(Ref. 14)



LAMINA 12 (Ref. II)

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\text{Volumen total final} - \text{Volumen total inicial}}{\text{Volumen total inicial}}$$

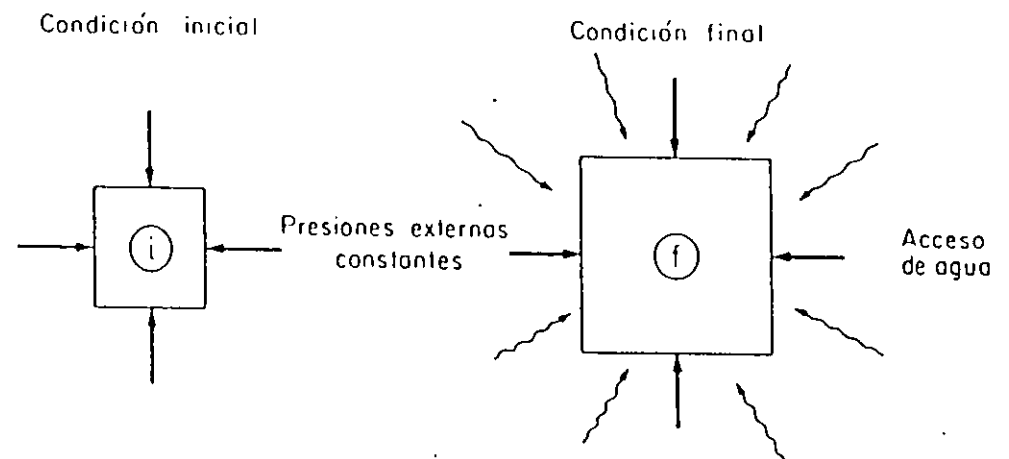
$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\frac{V_s}{C_f} - \frac{V_s}{C_i}}{\frac{V_s}{C_i}} = \frac{\frac{C_i - C_f}{C_f C_i}}{\frac{1}{C_i}}$$

$$\boxed{\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{C_i - C_f}{C_f} = \frac{C_i}{C_f} - 1 = \frac{\Delta C}{C_f}}$$

$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{v_s(1+e_f) - v_s(1+e_i)}{v_s(1+e_i)} = \frac{e_f - e_i}{1+e_i}$$

$$\boxed{\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\Delta e}{1+e_i}}$$

LAMINA 9-CAMBIO VOLUMETRICO ($\Delta V/V_0$) (Ref.14)

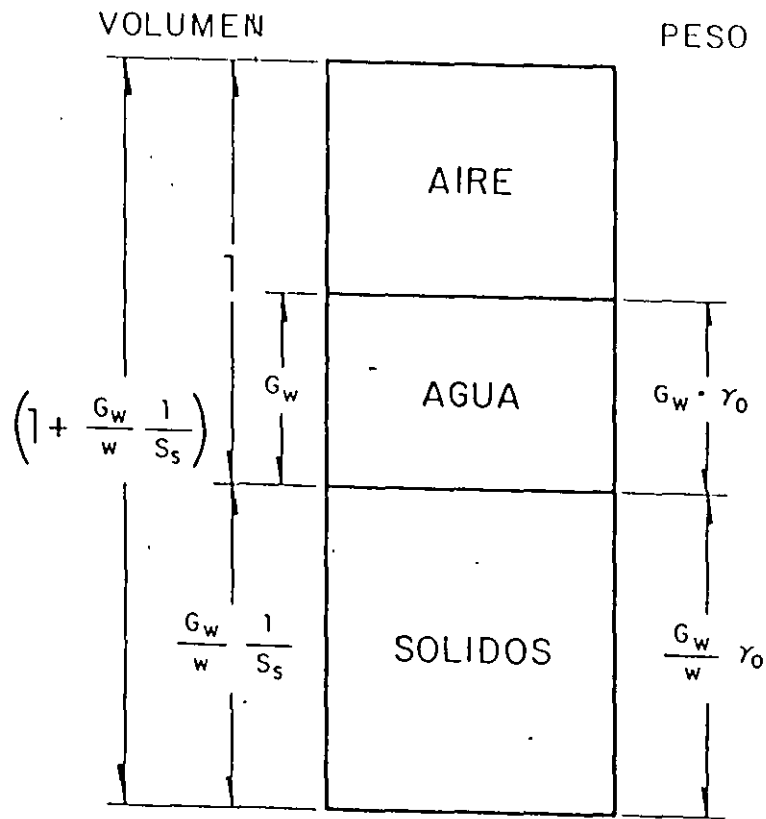


S_i	>	S_f
w_i	<	w_f
G_{wi}	<	G_{wf}
C_i	>	C_f

EXPANSION LIBRE

$$\Delta V/V_0 = \frac{\Delta C}{C_f}$$

LAMINA 10.- (Ref. 14)

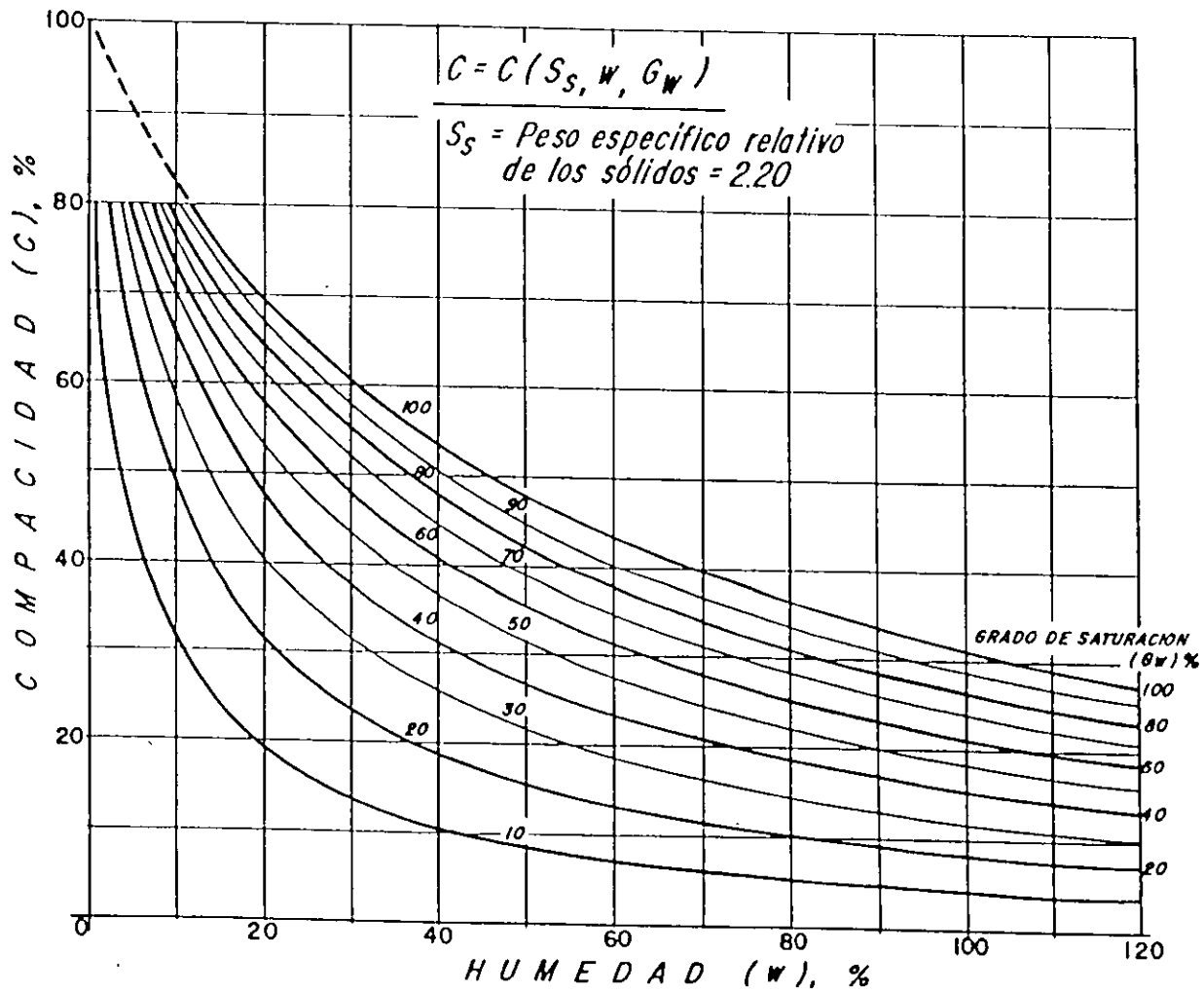


$$C = \frac{V_s}{V_T} = \frac{\frac{G_w}{w} \frac{1}{S_s}}{1 + \frac{G_w}{w} \frac{1}{S_s}} = \frac{1}{\frac{w}{G_w} S_s + 1} ;$$

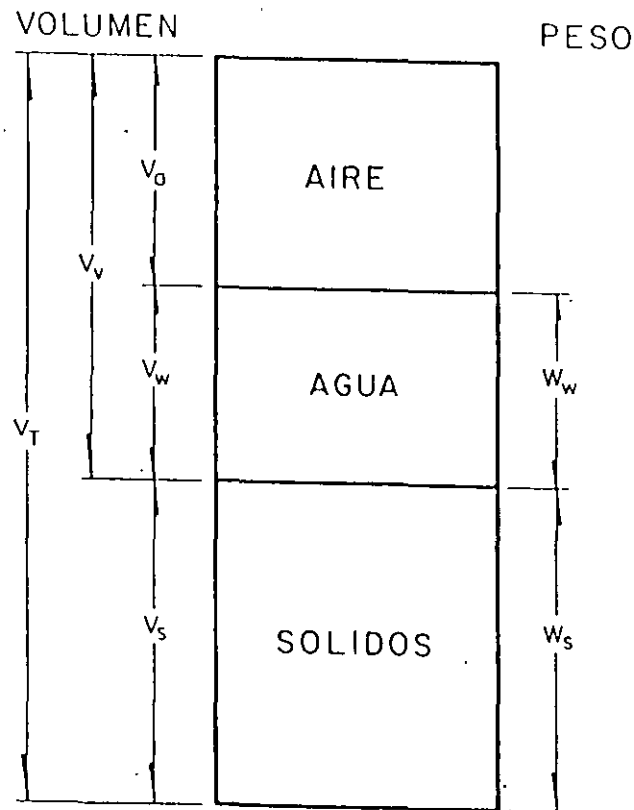
$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{1}{\frac{G_w}{w} \frac{1}{S_s}} = \frac{w}{G_w} S_s$$

$$C = \frac{1}{1 + \frac{w}{G_w} S_s} = \frac{1}{1 + e}$$

LAMINA 7.-COMPACIDAD DE UN SUELO (Ref. 14)



LAMINA 8.- DIAGRAMA GRAVIMETRICO C-G_w-W-S_s (Ref. 14)



HUMEDAD o CONTENIDO DE AGUA

$$w = \frac{W_w}{W_s}$$

GRADO DE SATURACION

$$G_w = \frac{V_w}{V_v}$$

PESO VOLUMETRICO SECO

$$\gamma_d = \frac{W_s}{W_T}$$

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE LOS SOLIDOS

$$S_s = \frac{W_s/V_s}{\gamma_o} ; \gamma_o = \text{p.e.r. del agua (4°C)}$$

RELACION DE VACIOS

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

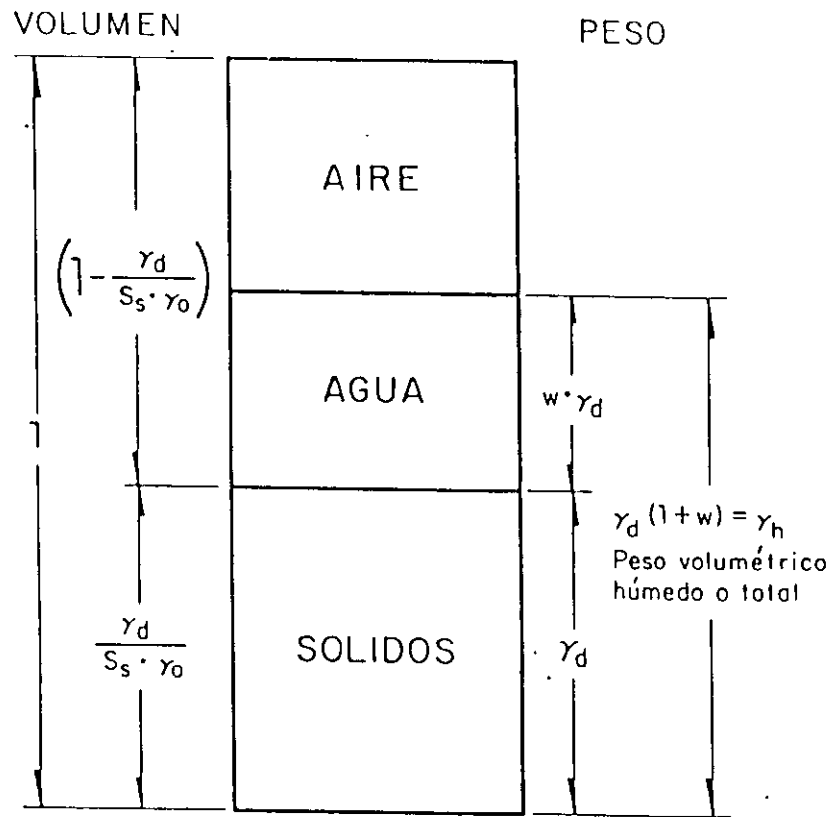
POROSIDAD

$$n = \frac{V_v}{V_T}$$

COMPACIDAD

$$c = \frac{V_s}{V_T}$$

LAMINA 5-DEFINICIONES FUNDAMENTALES (Ref.14)



$$C = \frac{V_s}{V_T} = \frac{\gamma_d}{S_s \cdot \gamma_0}$$

$$e = \frac{1 - \frac{\gamma_d}{S_s \cdot \gamma_0}}{\frac{\gamma_d}{S_s \cdot \gamma_0}}$$

$$n = \frac{V_v}{V_T} = 1 - \frac{\gamma_d}{S_s \cdot \gamma_0}$$

$$e = \frac{n}{C}$$

LAMINA 6-RELACION ENTRE "C", "n" Y "e" (Ref.14)



R. V. OROZCO Y CIA., S. A. DE C. V.
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

OBRA: Rehabilitacion del pavimento de la Autopista
México - Querétaro

TRAMO: km 93 0 - 100 0 y del km 107 0 - 125 0 CPO "A"

LAMINA: 7

ESTABILIDAD MARSHALL DEL OPEN GRADED

ENSAYE	ESTABILIDAD MARSHALL, kg										5 VALORES CONSECUTIVOS		VALOR MEDIO	FECHA				
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	PROMEDIO	SUMA	PROMEDIO	1997
	RECH	CORRECCION	ACEPTACION	CORRECCION	RECHAZO													
1														192	866	173.2	6-feb	
2														152	834	166.8	7-feb	
3														190	829	165.8	7-feb	
4														172	850	170.0	7-feb	
5														167	873	174.6	12-feb	
6														187	868	173.6	12-feb	
7														180	896	179.2	19-feb	
8														184	890	178.0	19-feb	
9														187	905	181.0	19-feb	
10														176	914	182.8	19-feb	
11														183	910	182.0	19-feb	
12														175	905	181.0	20-feb	
13														157	878	175.6	20-feb	
14														162	853	170.6	20-feb	
15														163	840	168.0	20-feb	
16														177	834	166.8	20-feb	
17														197	856	171.2	21-feb	
18														211	910	182.0	24-feb	
19														134	882	176.4	24-feb	
20														142	861	172.2	24-feb	
21														151	835	167.0	25-feb	
22														145	783	156.6	25-feb	
23														141	713	142.6	25-feb	
24														140	719	143.8	25-feb	
25														143	720	144.0	25-feb	
26														172	741	148.2	28-feb	
27														191	787	157.4	28-feb	
28														147	793	158.6	28-feb	
29																		
30																		
														$\bar{X} = 168.5 \text{ kg}$		$\sigma = \pm 20.6 \text{ kg}$	$V = 12.3 \%$	

OBSERVACIONES:

Cada punto de la gráfica de tendencias representa el promedio de 5 valores consecutivos

EL LABORATORISTA	EL JEFE DE LABORATORIO	Vo. Bo
GABINO AUSENCIO P.	J CESAR SALAS P	ING AURELIO VARGAS DE LA H



R. V. OROZCO Y CIA., S. A. DE C. V.
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

OBRA: Rehabilitación del pavimento de la Autopista de México - Querrelaro
TRAMO: km 68 2 - 76 6 km 93 0 - 100 y km 107 0 - 125 0 CPO "A" y 72 4 - 78 8 y km 84 4 - 88 0 CPO "B"
FECHA: _____ LAMINA 12

TEMPERATURA DEL OPEN GRADED AL SALIR DE LA PLANTA

ENSAYE	TEMPERATURA MEDIA AL SALIR DE LA PLANTA, °C																				5 VALORES CONSECUTIVOS			VALOR MEDIO	COEFICIENTE DE VARIACION MEDIO, %																				5 VALORES CONSECUTIVOS			VALOR MEDIO	FECHA
	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	PROM	SUMA	PROM	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	PROM	SUMA	PROM	1996-1997															
1																					160	160	160																					3	3	3	30 nov	5 dic	
2																					156	316	158																					4	7	4	5 - 6 dic		
3																					157	473	158																					4	11	4	6 - 11 dic		
4																					156	629	157																					4	15	4	11 - 16 dic		
5																					165	794	158																					3	18	4	16 - 18 dic		
6																					157	791	158																					4	19	4	18 dic - 9 ene		
7																					157	792	158																					3	18	4	9 - 14 ene		
8																					157	792	158																					3	17	3	14 - 15 ene		
9																					159	795	159																					3	18	3	15 - 18 ene		
10																					153	783	157																					3	18	3	18 - 21 ene		
11																					158	784	157																					3	18	3	21 - 23 ene		
12																					160	787	157																					2	14	3	23 - 24 ene		
13																					160	790	158																					0	11	2	24 - 27 ene		
14																					160	791	158																					1	9	2	27 - 28 ene		
15																					156	794	159																					3	9	2	28 - 31 ene		
16																					153	789	158																					3	9	2	31 ene - 1 feb		
17																					150	779	158																					2	9	2	1 feb - 4 feb		
18																					158	775	155																					0	9	2	4-feb		
19																					159	774	155																					3	11	2	4 - 7 feb		
20																					155	773	155																					2	10	2	7 - 12 feb		
21																					160	780	158																					2	9	2	12 - 19 feb		
22																					164	794	159																					1	8	2	19 - 20 feb		
23																					163	801	160																					1	9	2	20 - 24 feb		
24																					164	808	161																					3	9	2	24 - 25 feb		
25																					159	810	162																					2	9	2	25 - 28 feb		
26																																												4	11	2			
27																																																	
28																																																	
29																																																	
30																																																	

OBSERVACIONES:
A = ACEPTACION
C = CORRECCION

EL LABORATORISTA: GABINO AUSENCIO P.
EL JEFE DE LABORATORIO: J. CESAR SALAS P.
Vo Bo: ING AURELIO VARGAS DE LA H



R. V. OROZCO Y CIA., S. A. DE C. V.
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

OBRA Rehabilitación del pavimento de la Autopista de Mexico - Queretaro
TRAMO km 68.2 - 76.6 CPO "A" y 72.4 - 78.8 CPO "B"
FECHA _____ LAMINA 14

TEMPERATURA DEL OPEN GRADED AL COMPACTARSE

ENSAYE	TEMPERATURA MEDIA AL COMPACTARSE, °C																	5 VALORES CONSECUTIVOS			VALOR MEDIO	COEFICIENTE DE VARIACION MEDIO, %																	5 VALORES CONSECUTIVOS			VALOR MEDIO	FECHA
	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	PROM	SUMA	PROM	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	PROM	SUMA	PROM	1996-1997									
1	[Graph]																	132	132	132	[Graph]																	1	1	1	30 nov - 5 dic		
2	[Graph]																	129	261	131	[Graph]																	2	3	2	5 - 6 dic		
3	[Graph]																	131	392	131	[Graph]																	2	5	2	6 - 11 dic		
4	[Graph]																	131	523	131	[Graph]																	2	7	2	11 - 16 dic		
5	[Graph]																	133	656	131	[Graph]																	2	9	2	16 - 18 dic		
6	[Graph]																	130	654	131	[Graph]																	1	9	2	18 dic - 9 ene		
7	[Graph]																	131	656	131	[Graph]																	1	8	2	9 - 14 ene		
8	[Graph]																	131	656	131	[Graph]																	2	8	2	14 - 15 ene		
9	[Graph]																	130	655	131	[Graph]																	1	7	1	15 - 18 ene		
10	[Graph]																	130	652	130	[Graph]																	1	6	1	18 - 21 ene		
11	[Graph]																	130	652	130	[Graph]																	2	7	1	21 - 23 ene		
12	[Graph]																	131	652	130	[Graph]																	1	7	1	23 - 24 ene		
13	[Graph]																	130	651	130	[Graph]																	2	7	1	24 - 27 ene		
14	[Graph]																	132	653	131	[Graph]																	1	7	1	27 - 28 ene		
15	[Graph]																	130	653	131	[Graph]																	2	8	2	28 - 31 ene		
16	[Graph]																	131	654	131	[Graph]																	1	7	1	31 ene - 1 feb		
17	[Graph]																	131	654	131	[Graph]																	1	7	1	1 feb - 4 feb		
18	[Graph]																	131	655	131	[Graph]																	1	8	1	4 feb		
19	[Graph]																	132	655	131	[Graph]																	1	6	1	4 - 7 feb		
20	[Graph]																	132	657	131	[Graph]																	1	5	1	7 - 12 feb		
21	[Graph]																	132	658	132	[Graph]																	1	5	1	12 - 19 feb		
22	[Graph]																	133	660	132	[Graph]																	1	5	1	19 - 20 feb		
23	[Graph]																	133	662	132	[Graph]																	1	5	1	20 - 24 feb		
24	[Graph]																	132	662	132	[Graph]																	1	5	1	24 - 25 feb		
25	[Graph]																				[Graph]																						
26	[Graph]																				[Graph]																						
27	[Graph]																				[Graph]																						
28	[Graph]																				[Graph]																						
29	[Graph]																				[Graph]																						
30	[Graph]																				[Graph]																						

RECHAZO CORR. ACEPTACION A C RECHAZO

$\bar{X} = 131.17 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\sigma = \pm 1.09 \text{ } ^\circ\text{C}$ $V = 0.83 \text{ } \%$ $\bar{X} = 1.33 \text{ } \%$ $\sigma = \pm 0.48 \text{ } \%$ $V = 36.12 \text{ } \%$

OBSERVACIONES:
A = ACEPTACION
C = CORRECCION

EL LABORATORISTA: GABINO AUSENCIO P.
EL JEFE DE LABORATORIO: J CESAR SALAS P.
Vo. Bo: ING. AURELIO VARGAS DE LA H.



asociación mexicana de ingeniería
de vías terrestres, a.c.



Modernización de la Infraestructura para el Transporte

VIII reunión nacional de ingeniería
de vías terrestres

guadalajara, jal.
junio, 1988

EL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO CON REFUERZO CONTINUO PARA EL TUNEL "LA VENTA"

* M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo
** Dr. Víctor Torres Verdín

RESUMEN

En este artículo se describe brevemente el proyecto del **pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo (PCHRC)** para el túnel "La Venta", de la nueva autopista México-Toluca.

Un PCHRC no tiene juntas transversales; en su lugar, se permite la formación de grietas transversales, cuyas separación y abertura se controlan por medio de acero de refuerzo longitudinal. De esta manera, se pueden construir en forma continua, franjas de pavimento de longitud significativa en un solo día. Además, al no existir juntas transversales, se reducen significativamente los costos de mantenimiento del pavimento.

1. Introducción

La autopista México-Toluca es una de las carreteras con mayores volúmenes de tránsito en el país. Como parte de la modernización de esta importante vía, se construyó un nuevo tramo de seis carriles, en ambos sentidos. Este tramo se conoce como "La Venta-La Marquesa" y, en el mismo, se proyectó un túnel de 340 m de longitud, del km 7+600 al km 7+940. Con el fin de reducir al mínimo el mantenimiento durante la vida útil del pavimento en este túnel, se propuso la utilización de un pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo.

Un PCHRC no requiere juntas transversales ni, por lo tanto, el mantenimiento frecuente de las mismas. A fines de 1987 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) terminó exitosamente la construcción del PCHRC del túnel "La Venta". En nuestro país no se habían utilizado anteriormente pavimentos de este tipo, por lo que su construcción constituye una experiencia muy valiosa. El desempeño satisfactorio del pavimento rígido con refuerzo continuo, en el túnel "La Venta", alentaría y promovería su empleo en otros lugares de la República Mexicana, tanto en ~~en~~ carreteras, vialidades urbanas o aeropistas.

* Director General, R.V. Orozco y Cía., S.A. de C.V.

** Consultor en Ingeniería del Transporte

EL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO CON REFUERZO CONTINUO PARA EL TUNEL "LA VENTA"

* M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo
** Dr. Víctor Torres Verdín

RESUMEN

En este artículo se describe brevemente el proyecto del pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo (PCHRC) para el túnel "La Venta", de la nueva autopista México-Toluca.

Un PCHRC no tiene juntas transversales; en su lugar, se permite la formación de grietas transversales, cuyas separación y abertura se controlan por medio de acero de refuerzo longitudinal. De esta manera, se pueden construir en forma continua, franjas de pavimento de longitud significativa en un solo día. Además, al no existir juntas transversales, se reducen significativamente los costos de mantenimiento del pavimento.

1. Introducción

La autopista México-Toluca es una de las carreteras con mayores volúmenes de tránsito en el país. Como parte de la modernización de esta importante vía, se construyó un nuevo tramo de seis carriles, en ambos sentidos. Este tramo se conoce como "La Venta-La Marquesa" y, en el mismo, se proyectó un túnel de 340 m de longitud, del km 7+600 al km 7+940. Con el fin de reducir al mínimo el mantenimiento durante la vida útil del pavimento en este túnel, se propuso la utilización de un pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo.

Un PCHRC no requiere juntas transversales ni, por lo tanto, el mantenimiento frecuente de las mismas. A fines de 1987 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) terminó exitosamente la construcción del PCHRC del túnel "La Venta". En nuestro país no se habían utilizado anteriormente pavimentos de este tipo, por lo que su construcción constituye una experiencia muy valiosa. El desempeño satisfactorio del pavimento rígido con refuerzo continuo, en el túnel "La Venta", alentaría y promovería su empleo en otros lugares de la República Mexicana, tanto en carreteras, vialidades urbanas o aeropistas.

* Director General, R.V. Orozco y Cía., S.A. de C.V.

** Consultor en Ingeniería del Transporte

EL PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO CON REFUERZO CONTINUO PARA EL TUNEL "LA VENTA"

* M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo
** Dr. Víctor Torres Verdín

RESUMEN

En este artículo se describe brevemente el proyecto del pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo (PCHRC) para el túnel "La Venta", de la nueva autopista México-Toluca.

Un PCHRC no tiene juntas transversales; en su lugar, se permite la formación de grietas transversales, cuyas separación y abertura se controlan por medio de acero de refuerzo longitudinal. De esta manera, se pueden construir en forma continua, franjas de pavimento de longitud significativa en un solo día. Además, al no existir juntas transversales, se reducen significativamente los costos de mantenimiento del pavimento.

1. Introducción

La autopista México-Toluca es una de las carreteras con mayores volúmenes de tránsito en el país. Como parte de la modernización de esta importante vía, se construyó un nuevo tramo de seis carriles, en ambos sentidos. Este tramo se conoce como "La Venta-La Marquesa" y, en el mismo, se proyectó un túnel de 340 m de longitud, del km 7+600 al km 7+940. Con el fin de reducir al mínimo el mantenimiento durante la vida útil del pavimento en este túnel, se propuso la utilización de un pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo.

Un PCHRC no requiere juntas transversales ni, por lo tanto, el mantenimiento frecuente de las mismas. A fines de 1987 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) terminó exitosamente la construcción del PCHRC del túnel "La Venta". En nuestro país no se habían utilizado anteriormente pavimentos de este tipo, por lo que su construcción constituye una experiencia muy valiosa. El desempeño satisfactorio del pavimento rígido con refuerzo continuo, en el túnel "La Venta", alentaría y promovería su empleo en otros lugares de la República Mexicana, tanto en carreteras, vialidades urbanas o aeropistas.

* Director General, R.V. Orozco y Cía., S.A. de C.V.

** Consultor en Ingeniería del Transporte

En este artículo, se pretende presentar de una manera general los principios básicos utilizados en el proyecto del PCHRC para el túnel "La Venta" (Ref. 1). El proyecto está basado en la utilización de los datos de tránsito proporcionados por la SCT y en las características de las capas inferiores del pavimento, así como en la aplicación de los métodos de análisis utilizados convencionalmente en los Estados Unidos de América.

2. Cálculo del Número de Ejes Equivalentes

El número acumulado de cargas de eje sencillo equivalente (CESE) se calculó a partir de los datos proporcionados por la Dirección de Proyecto de Carreteras, Dirección General de Carreteras Federales, de la SCT, siguiendo el procedimiento que se describe a continuación.

Se utilizó el método AASHTO (Ref. 2) para estimar el valor de CESE, de 18,000 lb (8.2 t), correspondiente al año de 1987. Dado que el valor de este parámetro depende del espesor de la losa del pavimento y del nivel de servicio terminal, fue necesario suponer un valor inicial del espesor. Asimismo, se consideró un nivel de servicio terminal de 2.5.

De acuerdo con los datos proporcionados por la Dirección de Proyecto de Carreteras, de la SCT, se consideró un volumen de tránsito promedio diario anual de 20,000 vehículos, en ambos sentidos. Asimismo, se supuso un factor de distribución del tránsito por sentidos de 0.5 y se emplearon los porcentajes proporcionados para cada uno de los tipos de vehículo.

En el cálculo del valor de CESE se consideraron los casos siguientes: todos los ejes analizados corresponden a vehículos cargados totalmente; la mitad de los ejes analizados corresponden a vehículos cargados totalmente y la mitad restante a vehículos vacíos. En ambos casos, se utilizaron los datos sobre los pesos de los ejes especificados en la Ref. 3, para todos los tipos de vehículo analizados.

Para fines prácticos, se consideró que la distribución de cargas por eje se mantendría constante durante el período de análisis (de 20 años). Se aplicó una tasa de crecimiento anual de 3.0 %, según las indicaciones de la Dirección de Proyecto de Carreteras, de la SCT.

3. Cálculo del Espesor de la Losa

El método utilizado para calcular el espesor de la losa, es el presentado en la Ref. 2.

La Ec. 3.1 (Ref. 5) permite estimar el espesor de losa requerido para la combinación de valores de los parámetros que corresponda a las condiciones del proyecto. En esta ecuación, y en las siguientes, se utiliza el sistema internacional de unidades (S.I.). Este cálculo debe ser realizado por medio de un procedimiento iterativo, ya que el término correspondiente al espesor de la losa aparece en ambos lados de la expresión siguiente:

$$D = \frac{1.019 \text{ CESE}_{t18}^{0.136}}{10^{0.136 G/\beta} \left[\frac{f_t}{690} \frac{D^{0.75} - 1.132}{D^{0.75} - \frac{18.42}{z^{0.25}}} \right]^{\frac{4.22 - 0.32 p_t}{7.35}}} - 1 \quad (3.1)$$

$$G = \log \left[\frac{4.5 - p_t}{3} \right] \quad (3.2)$$

$$\beta = 1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}} \quad (3.3)$$

$$z = \frac{E_c}{k} \quad (3.4)$$

en donde:

- D = espesor de la losa, in;
- p_t = índice de servicio terminal, al final del periodo de análisis;
- CESE_{t18} = número acumulado de cargas de eje sencillo equivalente de 18,000 lb (8.2 t), al final del período de análisis;
- f_t = esfuerzo de trabajo a la flexión del concreto hidráulico, lb/in²;
- E_c = módulo de elasticidad del concreto hidráulico, lb/in²;
- k_c = módulo compuesto de reacción de las capas inferiores del pavimento, en el nivel superior de la subbase (o base), lb/in³.

Dada la importancia del nuevo tramo "La Venta-La Marquesa", de la autopista México-Toluca, se decidió emplear un valor de p_t de 2.5.

El esfuerzo de trabajo a la flexión del concreto hidráulico se obtiene a partir del módulo de ruptura (M_r) especificado. Existen dos formas de calcular el valor de este esfuerzo. En el primer caso, se divide M_r por un factor de seguridad que se selecciona según el efecto que podría tener en el tránsito vehicular, durante la rehabilitación del pavimento, el cierre de uno o más carriles de circulación. Si se dispone de datos acerca de la prueba del módulo de ruptura, incluyendo su valor medio y desviación estándar, y se escoge un nivel de confianza, entonces es posible obtener f_t por medio de un análisis estadístico sencillo (Ref. 2).

Debido a la ausencia de datos estadísticos relativos al módulo de ruptura del concreto hidráulico, que sería utilizado en el lugar de la obra, fue necesario recurrir a la primera opción para establecer el valor de f_t .

El módulo de elasticidad del concreto hidráulico depende de varios factores, entre ellos el tipo de agregado pétreo utilizado (Ref. 4). En este proyecto se consideró la utilización de grava basáltica, con un alto grado de trituración.

Estimación del Módulo Compuesto de Reacción

El valor del módulo compuesto de reacción (k_c) en la parte superior de la base fue estimado por medio de la teoría elástica de capas. En esta teoría se considera que el pavimento está constituido por un número dado de capas, cada una de las cuales puede ser caracterizada en función de su espesor (H), módulo de elasticidad (E) y relación de Poisson (μ)

El programa de computadora ELSYM5 (Ref. 6) fue la herramienta básica de cálculo utilizada para la estimación del módulo compuesto de reacción. Este programa calcula los esfuerzos, deformaciones y desplazamientos en un sistema elástico de capas tridimensional. Se pueden aplicar una o más cargas circulares uniformes idénticas, las cuales son perpendiculares a la superficie del sistema elástico de capas. Este programa puede analizar hasta cinco capas y diez cargas circulares.

Por medio del programa ELSYM5, es posible estimar el desplazamiento debido a la acción de una presión equivalente a la de la prueba de placa. Este programa fue utilizado en el desarrollo de una gráfica, que se presenta en la Guía Interina de Proyecto de Pavimentos de la AASHTO (Refs. 2 y 5), para obtener el módulo compuesto de reacción en la parte superior de la subbase. En dicha gráfica,

este parámetro es función de los módulos de elasticidad del terreno natural y de la subbase, así como del espesor de la subbase.

Como primer paso de la estimación de los módulos compuestos de reacción, es necesario determinar el módulo de elasticidad y la relación de Poisson de las capas inferiores del pavimento. En general, el efecto de la relación de Poisson en los resultados es despreciable. El módulo de elasticidad varía con el tipo de material y el ensayo realizado. Debido a que no se disponía de datos al respecto, fue necesario recurrir a la literatura técnica en el tema. Se utilizaron las Refs. 7 y 8 para definir los valores del módulo de elasticidad y la relación de Poisson de las capas inferiores del pavimento. Se analizaron tres opciones diferentes de estructuración de las capas inferiores del pavimento, las cuales se muestran en las Figs. 1-3. En la primera opción se consideró una base de basalto triturado de 25 cm de espesor; en la segunda opción, se incluyó una capa de concreto asfáltico, de 3 cm de espesor, sobre la base de basalto triturado; por último, se consideró una base estabilizada con cemento asfáltico, de 15 cm de espesor.

En lo que concierne a la simulación de la presión de la prueba de placa, se utilizó un valor de 0.7037 kg/cm² (10 lb/in²), distribuido uniformemente en un área circular de 38.1 cm (15 in) de radio. El módulo compuesto de reacción se calcula mediante la expresión siguiente:

$$k_c = \frac{p}{\Delta} \quad (3.5)$$

en donde:

k_c = módulo compuesto de reacción, kg/cm³;

p = presión aplicada, de 0.7037 kg/cm² en este caso;

Δ = desplazamiento estimado por medio del programa ELSYMS, cm.

Los valores de k_c , obtenidos a partir de la Ec. 3.5, deben ser modificados, a causa de la posible presencia del fenómeno de "bombeo" (*pumping*). En los materiales granulares, no estabilizados, es más probable que se presente este problema. Por tal motivo, en la Ref. 9 se recomienda una reducción en el valor de k_c , de acuerdo con el material de la capa que se encuentre debajo de la losa. En la citada referencia, se presentan valores del "factor de pérdida de soporte", que varían de 1 a 3 para una base granular, no estabilizada, y de 0 a 1 para una base de concreto asfáltico. En el primero de los casos, se optó por utilizar un valor de 1 y en el segundo un valor de 0.5. Los valores modificados de k_c se obtienen

directamente de una gráfica en la Ref. 9, en función del "factor de pérdida de soporte" correspondiente.

Substituyendo valores de los diferentes parámetros en la Ec. 3.1, se obtienen los espesores de proyecto, para los dos valores de CESE acumulado y para las tres opciones de estructuración de las capas inferiores del pavimento. La ecuación general de proyecto fue resuelta por medio de un programa de calculadora, el cual facilitó significativamente el proceso iterativo requerido.

El haber considerado, preliminarmente, un espesor de la losa de 25.4 cm (10.0 in), en el cálculo de CESE, no afecta el espesor final, ya que los factores de equivalencia de carga, de la Ref. 2, son prácticamente los mismos para espesores de 25.4 a 30.5 cm (10.0 a 12.0 in).

La Dirección de Proyecto de Carreteras de la SCT decidió considerar la opción 2 de estructuración (Fig. 2) de las capas inferiores del pavimento, de acuerdo con las pruebas de placa realizadas en el lugar de la obra. Asimismo, se utilizó un valor de $CESE_{t18}$ de 9,000,000 (la mitad de los ejes analizados corresponden a vehículos cargados totalmente y la mitad restante a vehículos vacíos). Por lo tanto, se obtuvo un espesor de proyecto de la losa de concreto hidráulico de 25 cm.

4. Cálculo del Refuerzo Longitudinal

En un PCHRC no se utilizan juntas transversales, excepto en donde sean necesarias las de construcción. El proyecto y el análisis de este tipo de pavimento están basados en el principio de que los cambios volumétricos del concreto se controlan por medio de un patrón de grietas transversales, cuya separación varía aleatoriamente. Se permite que se formen dichas grietas, debidas a la acción de esfuerzos de contracción por cambios de humedad y temperatura, para que desempeñen el papel de las juntas transversales en un pavimento rígido convencional. El movimiento de las grietas transversales es muy pequeño, ya que el acero de refuerzo longitudinal limita significativamente la abertura de las mismas. Por lo tanto, el patrón de agrietamiento, que incluye el espaciamiento y la abertura de las grietas transversales, es el concepto más importante en el proyecto de un PCHRC (Refs. 4, 10 y 12).

Debido a la abertura pequeña de las grietas transversales, la mayor parte de la transferencia de cargas, de una losa a la otra, se realiza por trabazón mecánica del agregado grueso.

El cálculo del refuerzo longitudinal está basado en el procedimiento descrito en la Ref. 9. Este método simplificado, mediante nomogramas, es el resultado de un análisis de sensibilidad del programa CRCP-2 (Ref. 11).

Se debe proporcionar acero de refuerzo en cantidad suficiente para garantizar que se cumpla con los requisitos correspondientes al espaciamiento promedio y a la abertura de las grietas transversales, así como al esfuerzo en el acero. Los límites recomendados para el valor de estos parámetros fueron fijados a partir de consideraciones teóricas y de estudios sobre el comportamiento real de los pavimentos rígidos con refuerzo continuo, para tratar de evitar la aparición de manifestaciones de deterioro (*distress manifestations*), durante el período de proyecto de la estructura.

Las principales variables que influyen en el comportamiento de un PCHRC son las siguientes (Refs. 9, 11, 12 y 13):

1. Porcentaje de acero de refuerzo longitudinal.
2. Diámetro de la varilla de refuerzo.
3. Coeficiente de contracción del concreto hidráulico.
4. Resistencia a la tensión del concreto hidráulico.
5. Esfuerzo máximo debido a la aplicación de carga de una rueda del vehículo de proyecto.
6. Caída de temperatura máxima, durante el primer año de servicio del pavimento.
7. Relación entre los coeficientes de variación volumétrica por temperatura del acero y del concreto hidráulico (α_s/α_c).

Los valores límite para el espaciamiento entre grietas transversales son: mínimo, 1.1 m (3.5 ft), y máximo, 2.4 m (8 ft). El valor límite para la abertura de las grietas transversales depende del valor de la caída máxima de temperatura, el cual se supuso igual a 21.1 °C (70 °F) para la sección de proyecto. Por lo tanto, de la Ref. 9 se obtiene una abertura máxima permisible de las grietas transversales de 0.114 cm (0.045 in).

En la Ref. 9 se presentan tres nomogramas, y sus respectivas fórmulas, para la predicción del espaciamiento y de la abertura de las grietas transversales, así como del esfuerzo en el acero. En el método de proyecto recomendado, los nomogramas se utilizan en sentido inverso para, de esta manera, encontrar el porcentaje de acero de refuerzo que corresponde al valor límite de cada uno de los tres parámetros de control. En el caso del espaciamiento entre grietas se consideraron los dos valores límite indicados anteriormente, mientras que para los otros dos parámetros se utilizó un solo valor límite.

Con el fin de eliminar posibles errores de lectura durante el empleo de los nomogramas, se utilizaron las tres fórmulas con los que éstos fueron elaborados. Asimismo, se modificaron dichas expresiones para obtener directamente los valores del porcentaje de acero de refuerzo, para cada uno de los valores límite. La preparación de un programa de calculadora, para resolver las fórmulas, facilitó considerablemente el análisis. No se consideró conveniente, por razones prácticas, incluir aquí dichas expresiones; sin embargo, las mismas se pueden consultar en la Ref. 9.

El valor mínimo del porcentaje de refuerzo fue de 0.39 % y correspondió al valor límite del esfuerzo en el acero. Asimismo, se requiere un refuerzo máximo de 0.50 %, de acuerdo con uno de los valores límite del espaciamiento entre grietas transversales. Sin embargo, en el caso de autopistas importantes, se recomienda utilizar cuando menos un 0.6 % de refuerzo longitudinal, por lo que se adoptó este último valor.

5 Cálculo del Refuerzo Transversal

El propósito del acero de refuerzo transversal es garantizar una abertura mínima de las grietas longitudinales que pudieran aparecer, aunque la formación de dichas grietas es indeseable. La "teoría del arrastre de la subrasante" (*subgrade drag theory*) se utiliza generalmente en el cálculo del acero de refuerzo requerido. La expresión recomendada para el análisis es la siguiente (Refs. 2 y 5):

$$P_s = \frac{WF}{2f_s} \times 100 \quad (5.1)$$

en donde:

- P_s = acero de refuerzo longitudinal requerido, %;
- W = anchura del pavimento rígido, ft.
- F = factor de fricción de la subbase (o capa en la que descansa la losa);
- f_s = esfuerzo permisible de trabajo en el acero, lb/in².

En este proyecto, debido a que el pavimento rígido está confinado lateralmente, no se consideró necesario utilizar varillas de liga (*tie bars*). Las varillas de liga no se consideran como dispositivos de transferencia de carga, sino como un medio para mantener estrechamente unidas a las franjas adyacentes de pavimento rígido.

En las Figs. 4 a 6 se presentan las características de los refuerzos longitudinal y transversal.

6. Recomendación

Se recomienda la evaluación estructural periódica del pavimento de concreto hidráulico con refuerzo continuo del túnel "La Venta", con el fin de verificar su comportamiento.

REFERENCIAS

1. "Proyecto de un Pavimento de Concreto Hidráulico con Refuerzo Continuo para el Túnel "La Venta", de la Nueva Autopista México-Toluca", Dirección General de Carreteras Federales de la SCT (Consultor: R.V. Orozco y Cía., S.A. de C.V.), México, D.F., noviembre de 1987.
2. "AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures, 1972 (Chapter III Revised, 1981)", American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C., E.U.A., 1981.
3. Corro, Santiago y G. Prado, "Diseño Estructural de Carreteras con Pavimento Flexible", Publicación Núm. 325, Instituto de Ingeniería, UNAM, México, D.F., enero de 1974.
4. Torres Verdín, Víctor, B.F. McCullough y G.B. Peck, "The Effect of Coarse-Aggregate Type on CRCP Thickness", Informe de Investigación Núm. 249-7, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, E.U.A., noviembre de 1983.
5. Van Tiel, C.J., B.F. McCullough, B.A. Vallerga y R.G. Hicks, "Evaluation of AASHTO Interim Guides for Design of Pavement Structures", Informe Núm. 128, National Cooperative Highway Research Program, Highway Research Board, Washington, D.C., E.U.A., 1972.
6. Ahlborn, Gale, "Elastic Layered System with Normal Loads", The Institute of Transportation and Traffic Engineering, Universidad de California en Berkeley, E.U.A., mayo de 1972.
7. Barksdale, Richard, D., y R.G. Hicks, "Material Characterization and Layered Theory for Use in Fatigue Analysis", Memorias de la Reunión Anual del Highway Research Board (también publicadas en el informe

Especial 140, de la misma institución), Washington, D.C., E.U.A., enero de 1973.

8. Marchand, J.P., M. Dautats, H. Lichtenstein y R. Kobišch, "Quelques Formules Utiles pour le Calcul des Chaussées sur Petites Calculatrices Programmables", Número Especial, Mécanique des Chaussées, del Bulletin de Liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées, Paris, Francia, 1984.
9. McCullough, B. Frank, W.R. Hudson y C.S. Noble, "Summary and Recommendations for the Implementation of Rigid Pavement Design, Construction and Rehabilitation Techniques", Informe de Investigación Núm. 177-22F, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, E.U.A., marzo de 1981.
10. Torres Verdín, Víctor, "Development of a Deflection Distress Index for Project-Level Evaluation of CRC Pavements", Tesis para Obtener el Grado de Doctor en Filosofía (Ph.D.), The University of Texas at Austin, Austin, Texas, E.U.A., diciembre de 1984.
11. Ma, James y B. Frank McCullough, "CRCP-2, an Improved Computer Program for the Analysis of Continuously Reinforced Concrete Pavements", Informe de Investigación Núm. 177-9, Center for Highway Research, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, E.U.A., agosto de 1977.
12. McCullough, B. Frank, A. Abou-Ayyash, W.R. Hudson y Jack P. Randall, "Design of Continuously Reinforced Concrete Pavements for Highways", Informe Final del Proyecto de Investigación NCHRP 1-15 (Preparado para el Transportation Research Board), Center for Highway Research, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, E.U.A., agosto de 1975.
13. McCullough, B. Frank, J. Ma y C.S. Noble, "Limiting Criteria for the Design of CRCP", Informe de Investigación Núm. 177-17, Center for Transportation Research, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, E.U.A., agosto de 1979.

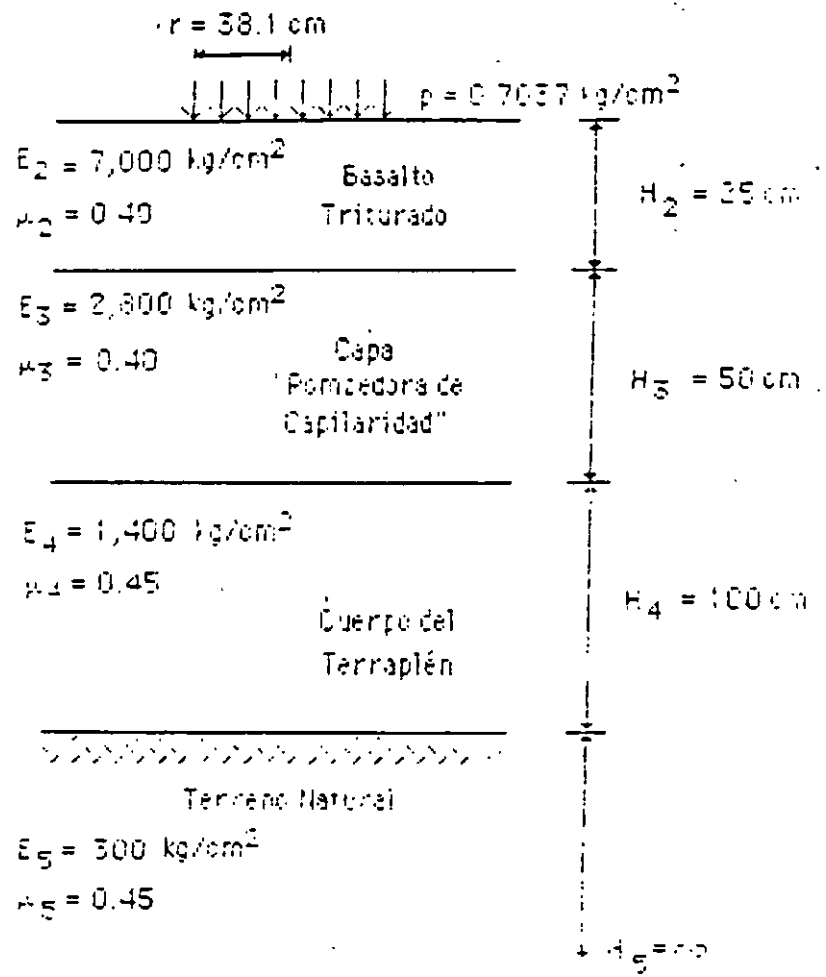


Figura 1. Datos para la estimación del módulo de resorte de reacción, correspondientes a la opción Núm. 1 de estructuración de las capas inferiores del pavimento.

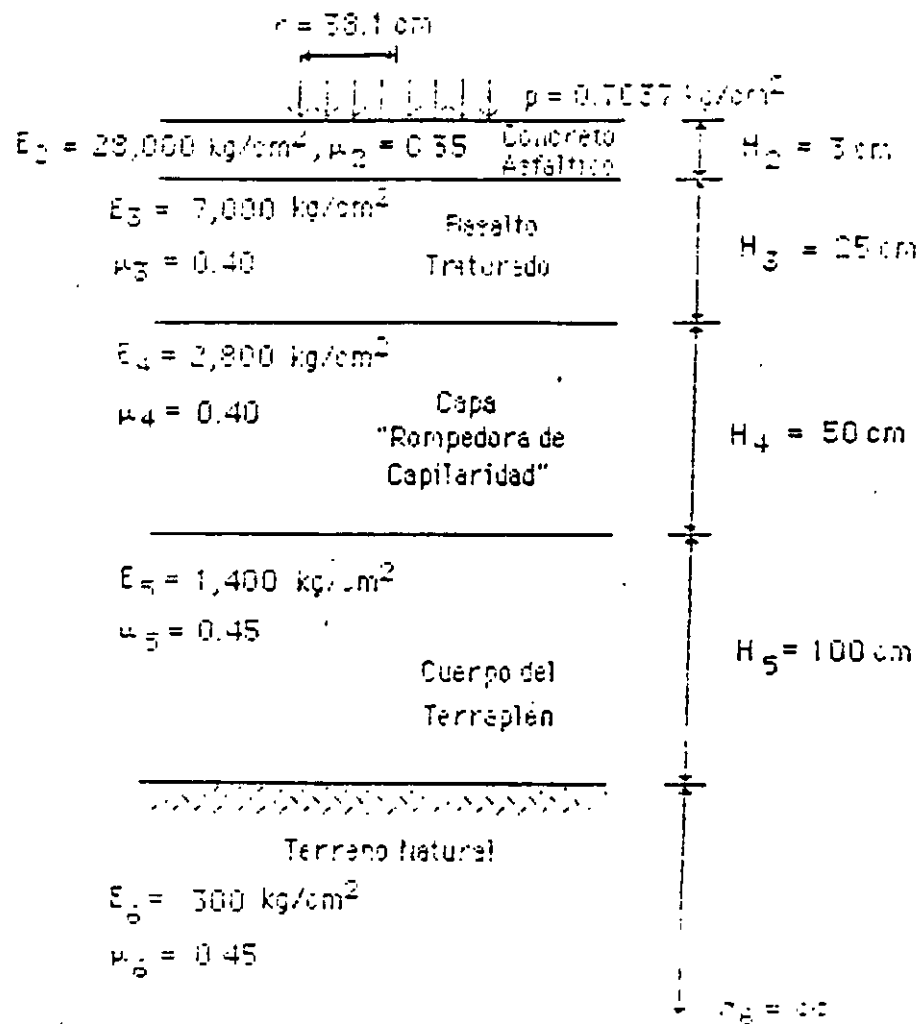


Figura 2. Datos para la estimación del módulo compuesto de la sección correspondientes a la opción Num. 2 de estructuración de las capas inferiores del pavimento.

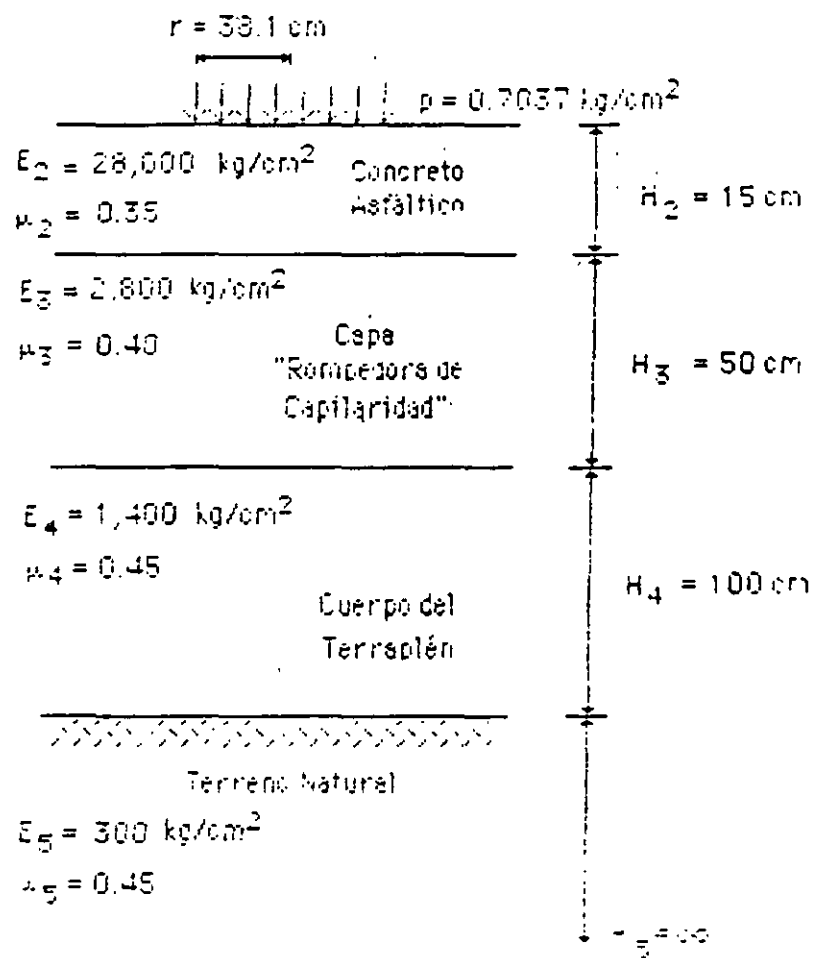
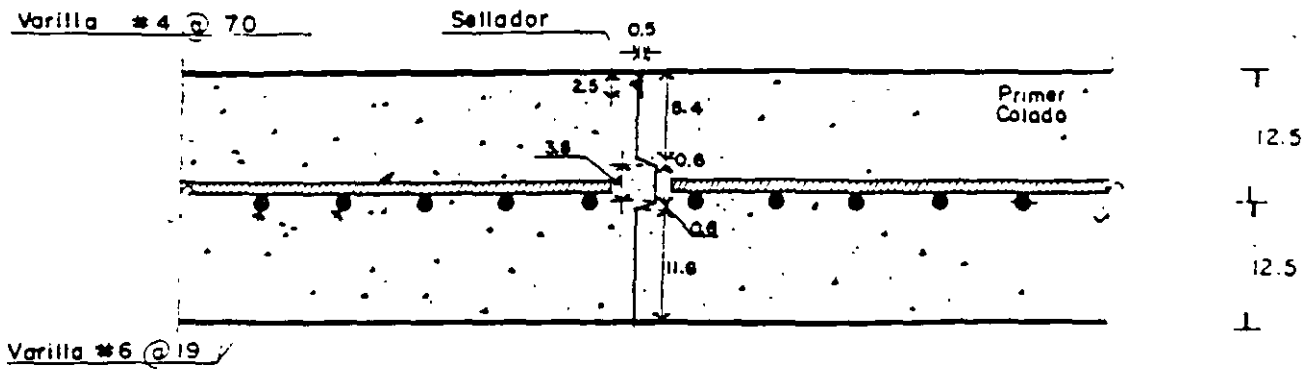
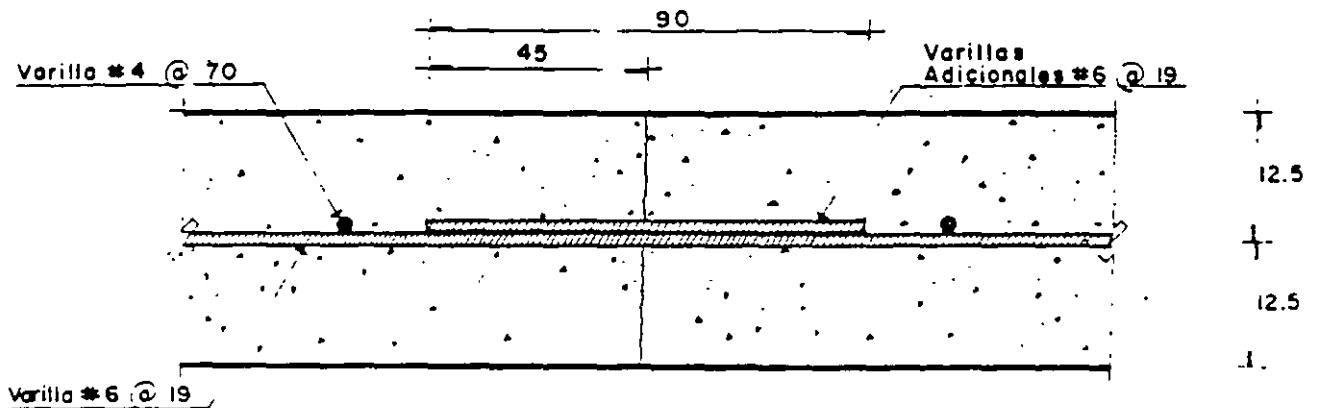


Figura 3. Datos para la estimación del módulo compuesto de reacción, correspondientes a la opción Núm. 3 de estructuración de las capas inferiores del pavimento.



JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCIÓN



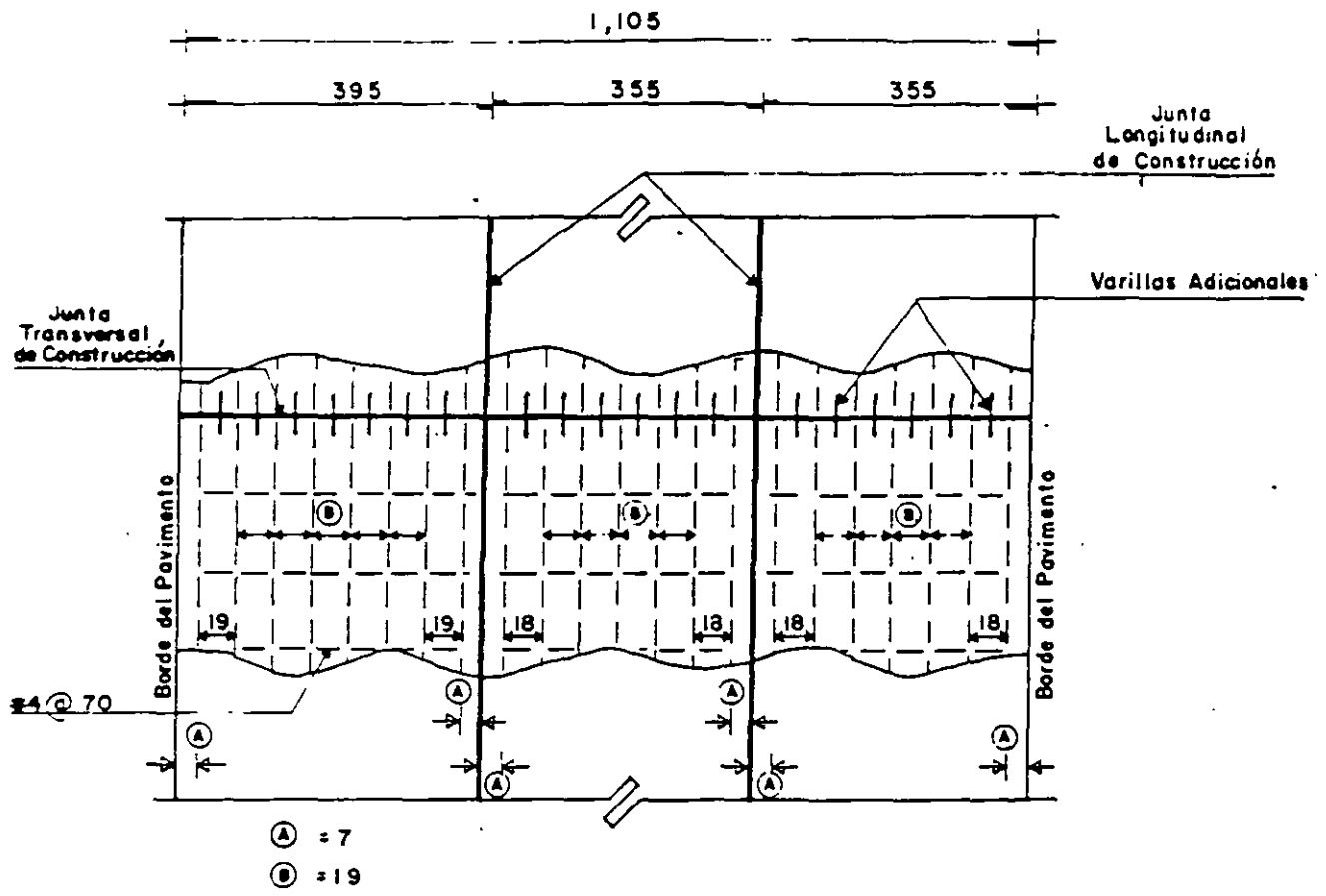
JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUCCIÓN

ESCALA VERTICAL 1:7.5

NOTAS

- Sin escala horizontal.
- Acotaciones en cm.
- Los traslapes se deberán encontrar situados a más de 1.2m de la junta transversal de construcción

Figura 5. Detalles de las juntas de construcción

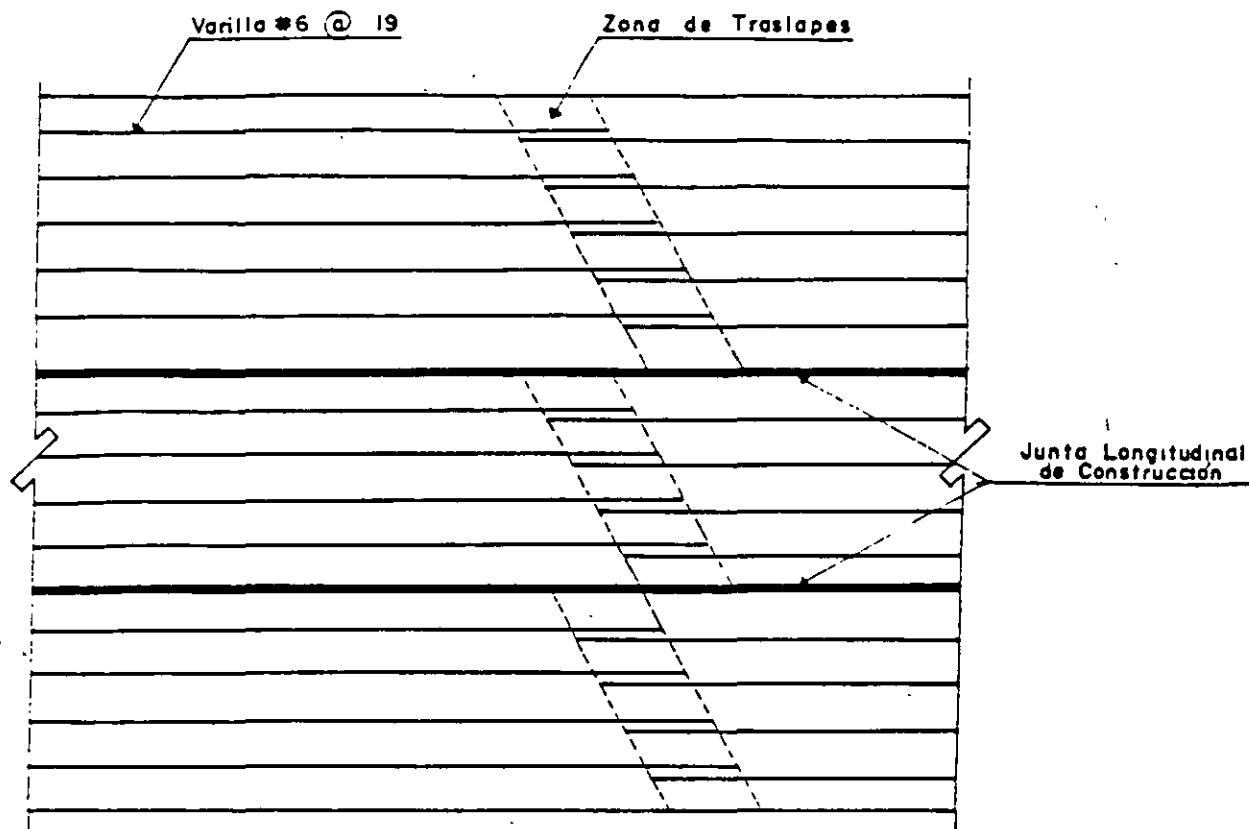


PLANTA

NOTAS

- Dibujo fuera de escala.
- Acotaciones en cm.

Figura 4. Armados Longitudinal y Transversal.



PLANTA

NOTAS

- Dibujo fuera de escala.
- Acotaciones en cm.
- Se utilizará varilla AR-40
- Los traslapes tendrán una longitud mínima de 30 veces el diámetro de la varilla.
- El eje de la zona de traslapes formará un ángulo aproximado de 60° con el eje longitudinal del pavimento.

Figura 6. Características de los traslapes del refuerzo longitudinal.

**División de Educación Continua-Facultad de
Ingeniería-UNAM**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCION Y
CONSERVACION DE CARRETERAS**

**“ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE
EXPERIENCIAS MEXICANAS PARA
AUMENTAR LA SEGURIDAD DE LOS
DEPOSITOS DE RESIDUOS MINEROS
(PRESAS DE JALES)”**

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo

**México, D.F.
24 de Julio del 2000**

**ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EXPERIENCIAS MEXICANAS PARA
AUMENTAR LA SEGURIDAD DE LOS DEPÓSITOS DE RESIDUOS MINEROS
(PRESAS DE JALES)**

ÍNDICE

	Pág.
1) GENERALIDADES	1
2) ELEMENTOS CONSTITUTIVOS	1
3) PROPIEDADES FUNDAMENTALES	
a) PERMEABILIDAD	1
b) RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE	2
4) MÉTODOS CONSTRUCTIVOS	3
5) SELECCIÓN DE SITIOS	3
6) CLASIFICACIÓN GENERAL	3
7) GEOMETRÍA DE LA CORTINA	4
8) RECOMENDACIONES GENERALES	4
9) REFERENCIAS	6

TABLA 1
LAMINAS 1 a 5

ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE EXPERIENCIAS MEXICANAS PARA AUMENTAR LA SEGURIDAD DE LOS DEPOSITOS DE RESIDUOS MINEROS (PRESAS DE JALES)

M.I. Raúl Vicente Orozco Santoyo*

1) GENERALIDADES

El término minero "presa de jales" se refiere a un depósito para almacenar sólidos provenientes de la molienda de material, la cual se efectúa en una planta concentradora de mineral. Los jales (relaves, colas o "tailings") vienen a ser la última parte (cola, "tail") del proceso de la planta, para constituir el depósito de residuos mineros o presa de jales ("tailings dams").

Se utiliza agua como medio de transporte de los sólidos de jales, la cual se recupera y se reutiliza en el proceso, aunque también pueden depositarse los jales en forma de pasta ("paste") con poca humedad ("water content").

2) ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Estas obras tienen 4 elementos constitutivos, a saber:

- **Cortina contenedora:** Se construye con los métodos denominados "aguas arriba" ("upstream"), "aguas abajo" ("downstream") o combinados, según se explica en el Cap. 4 (véanse las Láminas 1 a 5).
- **Vaso de almacenamiento:** Se delimita con los parteaguas y las obras de encauzamiento y/o derivación. En todas las etapas de construcción y operación del depósito de jales, el estanque de agua libre (clarificada) debe localizarse lo más alejado posible de la cortina contenedora (playa extensa).
- **Sistema decantador drenante:** Se constituye por tuberías de concreto reforzado con o sin perforaciones, de sección cuadrada, circular o sección portal. Se recomiendan las alcantarillas de concreto reforzado, ciclópeo o de mampostería, con torres de decantación ("chinos"), aunque el bombeo en balsas y sifones puede emplearse en algunas ocasiones; pueden ser impermeables o permeables, según sea el caso.
- **Vertedor de excedencias:** Puede alojarse "en firme" (tajo en terreno natural). Es importante hacer notar que, además de formar parte del sistema decantador drenante, una alcantarilla tipo sección portal puede servir de vertedor de excedencias y constituir una galería de inspección que, si se desea, puede ser también filtrante.

3) PROPIEDADES FUNDAMENTALES

Las más importantes son las siguientes:

a) PERMEABILIDAD

En contraste con las presas para almacenar agua, que fundamentalmente son impermeables en su cortina y vaso de almacenamiento, las presas de jales deben ser permeables en su cortina, para lo cual se requiere respetar las leyes infalibles de la hidráulica, aplicadas al flujo de agua en suelos, como se indica a continuación:

* Coordinador del Comité Técnico de Presas de Jales, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C.

a) Caso del método constructivo "aguas arriba" ("upstream"), ilustrado en la Lámina 1.

$$k_L < k_{A_c} < k_{B_i}$$

donde:

k_L = Coeficiente de permeabilidad de las lamas o légamos (fracción fina de los jales obtenida por "cicloneo"; "slimes")

k_{A_c} = Coeficiente de permeabilidad de las arenas "cicloneadas" (fracción gruesa de los jales obtenida por "cicloneo"; "cycloned sand"), Si no hay, se recurre a los préstamos de banco.

k_{B_i} = Coeficiente de permeabilidad del bordo iniciador

b) Caso del método constructivo "aguas abajo" ("downstream"), ilustrado en la Lámina 2

$$k_L < k_{A_c} < k_F < k_{E_{ch}} < k_{E_g}$$

donde:

k_F = Coeficiente de permeabilidad del material filtrante (grava-arena bien graduada)

$k_{E_{ch}}$ = Coeficiente de permeabilidad del enrocamiento con fragmentos chicos

k_{E_g} = Coeficiente de permeabilidad del enrocamiento con fragmentos grandes

Se puede establecer también que aquellas obras con un buen sistema de subdrenaje y drenaje en general, funcionarán perfectamente.

b) RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE

Conviene hacer notar que los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante, en jales mexicanos, se han estado estudiando desde 1975 (Ref. 1) hasta la fecha (Refs. 2 a 5), tomando en cuenta una gama muy amplia en las compacidad (concentración de sólidos = volumen de sólidos / volumen total de la masa de jal = peso volumétrico seco / peso específico relativo de los sólidos), contenidos de agua (humedades), grados de saturación y contenidos de finos. Todas la pruebas triaxiales estáticas y dinámicas han sido y están siendo realizadas en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), bajo la dirección de los Drs. Miguel Pedro Romo Organista y Efrain Ovando Shelley. En el laboratorio colaboró el M.I. Alberto Isaac Lagunas Torres y el M.I. Osvaldo Flores Castellón continúa experimentando con jales mexicanos.

4) METODOS CONSTRUCTIVOS

Además de los ya descritos anteriormente (Láminas 1 y 2), también se han realizado proyectos en México con el método constructivo combinado "aguas abajo-aguas arriba", el cual se considera de alta seguridad (Lámina 3). Conceptualmente, este procedimiento viene a ser el método de "aguas arriba" con un magnífico bordo iniciador (permeable) y se aplican las mismas leyes presentadas anteriormente.

Otros casos del método constructivo "aguas abajo", como el de la arena "cicloneada" o de banco, así como el de la sección homogénea con "chimenea" central y delantal permeables, se explican en las Refs 6 a 9 (véanse las Láminas 4 y 5).

5) SELECCIÓN DE SITIOS

Debe recordarse que en México se aplican modelos de investigación de operaciones que permiten tomar decisiones sobre el sitio más favorable o atractivo para almacenar jales, los cuales toman en cuenta simultáneamente varios aspectos sobre **riesgos** (estabilidad dinámica de la cortina contenedora durante un sismo o una explosión en la mina; deslizamientos de laderas del vaso de almacenamiento o de taludes de la cortina por saturación no controlada de suelos, con o sin tubificaciones; derramamiento de los lodos o del agua libre sobre la cortina, por incapacidad de almacenamiento; etc.), sobre **ingeniería económica** (transporte y colocación de materiales (de banco o jales) para la cortina o la playa dentro del vaso; tipo de alcantarilla; instalación de instrumentos para observación: piezómetros, inclinómetros, sismógrafos, etc.) o sobre **protección ambiental** en general (Ref. 6 y 8).

Habiendo decidido sobre el tipo más conveniente de presa de jales para cada sitio, se deberá determinar el tamaño, la altura, los procedimientos de construcción y de operación, la supervisión y el control de calidad, definidos por el proyecto (ingenierías básica y detallada), aunque una presa de jales puede construirse a nivel de anteproyecto. Recuérdese que estas obras se construyen y operan simultáneamente.

6) CLASIFICACION GENERAL

Los métodos constructivos anteriormente descritos (véase "4") y otros que pueden surgir, pueden ser aplicados en México, dependiendo de la disponibilidad de materiales y de la categoría a la que pertenece el sitio, de acuerdo con la clasificación propuesta por la Cámara Minera de México, A.C. (Ref. 7) e incluida en la norma provisional de la Ref. 8, como se ilustra en la Tabla 1, la cual ha sido actualizada por el autor de esta ponencia.

Desde el punto de vista geotécnico, los jales o residuos mineros se están considerando "inocuos", como si fueran materiales de construcción inertes. Los aspectos ecológico, químico, metalúrgico, geoquímico y otros, no se están considerando en este escrito.

En la Tabla 1 se observa que el método constructivo "aguas arriba" prácticamente no se recomienda en las categorías relativas a zonas sísmicas, principalmente. Desde luego que en cada caso particular, según la altura final de la obra y de sus dimensiones geométricas, topografía e hidrología, deberán tomarse en cuenta y efectuarse todos los estudios geotécnicos que marca la última tecnología en la materia (Comité Internacional de presas de jales de la ISSMGE; manuales y publicaciones de la ICOLD; etc.), sobre todo en lo referente a los análisis de estabilidad con flujo de agua y anisotropía en propiedades (como lo hace el M.I. Martín Ramírez Reynaga). El método de Morgenstern-Price, los tradicionales de Fellenius (programas del M.I. Carlos Díaz Mora), los de retrocálculo con el método del elemento finito (introducido por el Ing. Jesús Alberro Arámburu) y ahora con el de las redes neuronales, así como el estudio o análisis de las líneas de inestabilidad, en desarrollo por el M.I. O. Flores C. y bajo la

dirección del Dr. M. Romo O., son verdaderas investigaciones que se están realizando exitosamente, con apoyo del Instituto de Ingeniería y de entusiastas promotores de las empresas tanto mineras (Ing. Vidal Muhech Dip y otros) como consultoras.

Los criterios básicos para proyecto, construcción y operación de presas de jales están descritos en las Refs. 6 a 10, los cuales requieren actualización constante a la luz de lo aprendido de las recientes fallas ocurridas en otros países y algunas aquí en México.

7) GEOMETRIA DE LA CORTINA

La inclinación de los taludes de la cortina contenedora depende de los análisis de estabilidad aquí mencionados y de los criterios recomendados en las Refs. 6 a 10. Desde luego que influyen muchos factores, como las características geotécnicas de los materiales constitutivos y del terreno de cimentación, la altura máxima de la cortina y su método constructivo, la topografía y sismicidad del sitio, etc.

Respecto a la curvatura de las cortinas contendedoras, definitivamente no se presentan problemas cuando son arcos cóncavos hacia "aguas abajo", ya que es muy difícil que se presenten zonas de tensión que propicien las filtraciones, las tubificaciones, la erosión regresiva brusca y el colapso repentino. Cuando son arcos convexos hacia "aguas abajo", se tienen serios problemas. El límite de seguridad es la línea recta.

8) RECOMENDACIONES GENERALES

Son las siguientes (Refs. 6 a 10):

a) Antes de efectuar el proyecto de una presa de jales, es muy recomendable partir de los modelos conceptuales a nivel de "gran visión" y después descender a más detalle en los anteproyectos, con sus variantes normales, dentro del marco de referencia o guía general de los criterios básicos sugeridos en esta ponencia.

b) Debido a la complejidad "aparente" de las presas de jales, es muy conveniente que participen en el desarrollo de los criterios particulares de proyecto, los técnicos y especialistas involucrados en las diversas disciplinas: geología, geotecnia, hidrología, hidráulica, ecología, construcción, operación, economía, etc.

c) Conviene insistir en que durante la construcción de los bordos iniciadores, las tuberías decantadoras drenantes, las cortinas contendedoras, etc., se nombre en la obra a un solo responsable de la supervisión y el control de calidad, ya que es indispensable asegurar durante la construcción el cumplimiento de lo proyectado. Los ajustes o "adecuaciones" que vayan resultando deberán autorizarse por ese responsable único.

d) Es imperioso redactar y poner en práctica el instructivo de operación de la obra, para que cualquier persona siga las instrucciones fielmente y sin duda alguna. La Ref. 11 sirve de apoyo para desarrollar esta actividad, aunque hay muchas otras publicaciones recientes (ISSMGE, ICOLD, etc).

e) Es muy recomendable que las prácticas y manuales de presas de jales existentes (por ejemplo, la Ref. 11) sirvan de complemento a los criterios básicos de proyecto, construcción y operación propios de cada obra en particular, con un espíritu positivo y siempre saludable de ir tomando en cuenta todas las observaciones y sugerencias que hagan los usuarios, para llegar a tener documentos de utilidad práctica en esta disciplina.

f) Es necesario el seguimiento de los casos históricos sobre el comportamiento real de los depósitos de residuos mineros en México, para lo cual se requiere la participación estrecha de la Cámara Minera de México, A.C. (CAMIMEX), la Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C. (AIMMGM) y de las empresas mineras con la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, A.C., a través de los Comités de presas de jales (Nacional e Internacional presidido por el Dr. Jorge H. Troncoso).

g) De acuerdo con los métodos constructivos recomendados en la Tabla I, conviene seleccionar el más aplicable al caso en estudio, a partir de la información disponible de índole topográfica, hidrológica, sismológica, geotécnica, ecológica, económica y sobre disponibilidad de materiales de construcción, más el balance de sólidos y agua durante la producción, etc.

h) En consonancia con los métodos de construcción sugeridos en la Tabla I, es conveniente efectuar los análisis de estabilidad estática y/o dinámica de la cortina contenedora, con el fin de obtener los **factores de seguridad** esperados durante la construcción y operación de la obra, así como para seleccionar el tipo de instrumentación más adecuado al caso en cuestión.

i) El vaso de almacenamiento debe tener la capacidad suficiente para alojar, **con seguridad** (sin derrames por la cortina), los efluentes enviados (sólidos y agua) tanto en la temporada de "secas" como en la de "lluvias", principalmente en las regiones ciclónicas.

j) Es muy recomendable evitar (derivar o desviar) la entrada de escurrimientos superficiales (dentro de la cuenca de captación) al vaso de almacenamiento de la presa de jales, mediante la construcción de bordos o canales perimetrales que desalojen el agua a otras zonas o cuencas, con el objeto de **reducir el riesgo de falla por derrame del agua sobre la cortina**.

k) En el vaso de almacenamiento, es indispensable mantener el agua libre (clarificada) del estanque alejada de la cortina contenedora, ya que los jales se reblandecen por saturación, reducen su resistencia al esfuerzo cortante y aumentan su deformabilidad, lo cual **disminuye el factor de seguridad contra el deslizamiento de taludes**.

l) Es muy conveniente que la cortina contenedora se proyecte de tal manera que tenga forma cóncava hacia afuera (exterior o "aguas abajo"), para evitar las zonas de tensión que den lugar a agrietamientos y vías de agua por tubificación (con arrastre de lamas), lo cual conlleva a la rotura y a la falla progresiva de una presa de jales. Si se construyen en forma de arco (y como límite la línea recta), aumentan las probabilidades de presentarse esfuerzos de compresión que dan una **mayor seguridad a las cortinas contenedoras**.

m) Por el vertedor de demasías o la alcantarilla decantadora drenante (según lo recomendado en la Tabla I), deberá transitarse la "avenida de diseño" entre el NAMO (nivel de aguas máximas ordinarias) y el NAME (nivel de aguas máximas extraordinarias), según se ilustra en la Lámina 1, para todas las etapas de desarrollo de la presa de jales, con el fin de definir la elevación de la corona de la cortina contenedora, tomando en cuenta el **bordo libre (BL) que deberá mantenerse siempre durante la vida de la obra y aún después de colmada y abandonada**. BL representa la diferencia de elevaciones entre la corona de la cortina y el NAME. El BL mínimo se recomienda de 1 m para el caso de zonas secas, de 2 m en zonas húmedas y de 3 m en zonas ciclónicas (Ref. 8).

9) REFERENCIAS

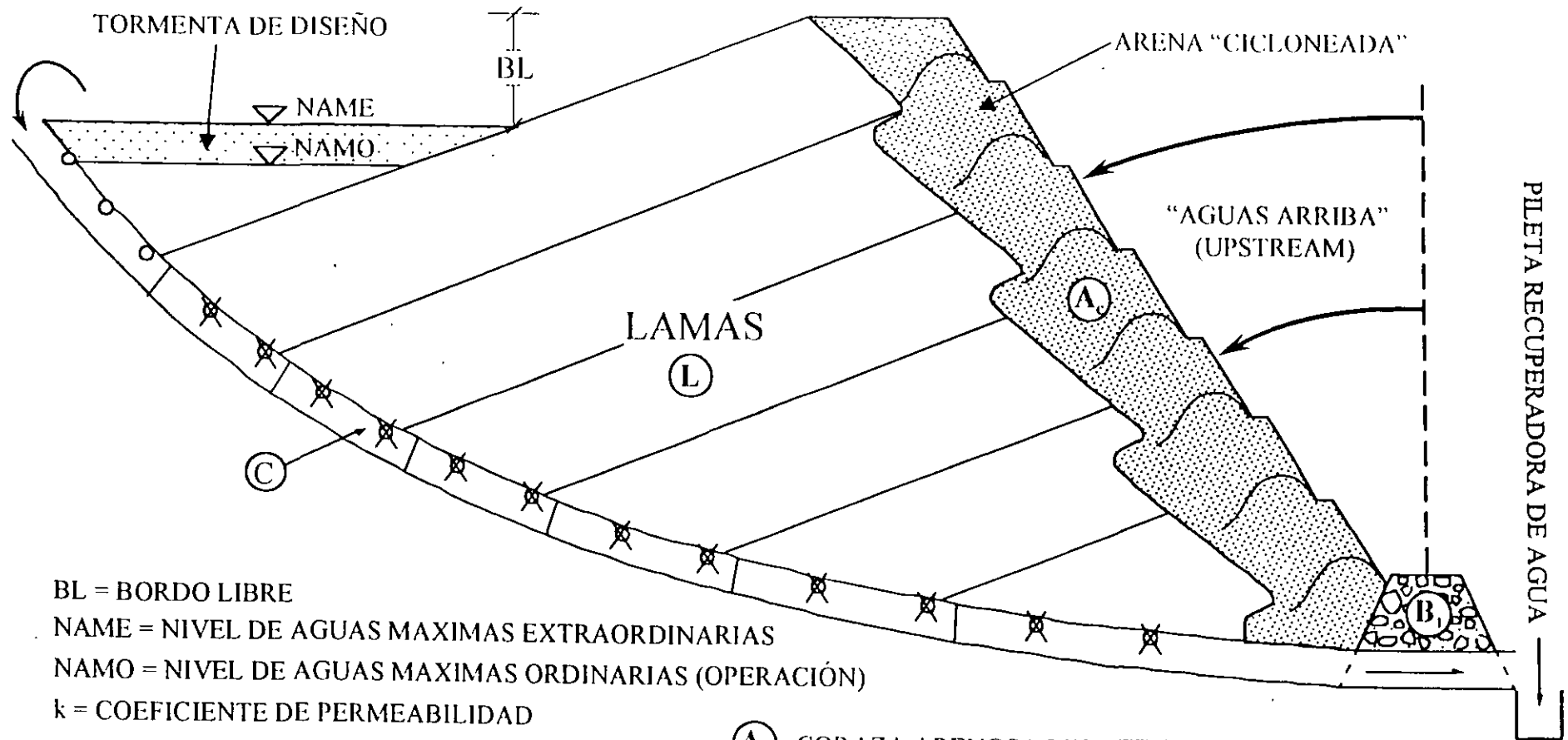
- 1) **"Estudio Sísmico de la Presa de Jales El Fraile, Taxco, Gro."**. Exploración, muestreo, pruebas triaxiales estáticas y dinámicas y análisis con el método del elemento finito dinámico". Elaborado por el Instituto de Ingeniería-UNAM para Industrial Minera México/Orozco y Orozco, Ingenieros Civiles Consultores.- León Torres José Luis, Auvinet Guichard Gabriel y Santoyo Villa Enrique, 1975.
- 2) **"Estudio de los Jales de la Presa # 2 en la Unidad Minera El Baztán, Mich"** Elaborado por el Instituto de Ingeniería-UNAM, para Real del Monte/Raúl Vicente Orozco y Cía.- Ovando Shelley Efraín, Romo Organista Miguel Pedro y Lagunas Torres Alberto Isaac, 1991.
- 3) **"Comportamiento de los Jales de la Mina La Caridad"**. Elaborado por el Instituto de Ingeniería-UNAM, para Mexicana de Cobre-Raúl Vicente Orozco y Cía.- Ovando Shelley E., Romo Organista M.P. y Lagunas Torres A. I., 1992.
- 4) **"Comportamiento Dinámico de los Jales de la Unidad Minera El Herrero"**. Elaborado por el Instituto de Ingeniería – UNAM, para Cía. Minera Bacis – Raúl Vicente Orozco y Cía., - Flores Castellón O. y Romo Organista M. P. 1997.
- 5) **"Propiedades Dinámicas de Jales"**. Tesis de maestría en mecánica de suelos. División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería-UNAM.- Flores Castellón Osvaldo, 1997.
- 6) **"Criterios de Proyecto, Construcción y Operación para Presas de Jales en México"**. X Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería en Cimentaciones.- Orozco S., R.V. Guadalajara, Jal., 1995.
- 7) **"Criterios Básicos para el Proyecto, la Construcción y la Operación de Presas de Jales"**. Preparado para la Cámara Minera de México, A.C. (CAMIMEX) por Raúl Vicente Orozco y Cía., S.A. de C.V., México, D.F., 1991.
- 8) **"Norma Oficial Mexicana NOM-090-ECOL-1997, que Establece los Requisitos para Selección del Sitio, Proyecto, Construcción, Operación y Monitoreo de Presas de Jales"** (última versión del grupo técnico). Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naurales y Pesca (SEMARNAP), 1997.
- 9) **"Las Presas de Jales en México. Criterios Básicos para su Proyecto, Construcción y Operación"**. XVI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos (SMMS).- Orozco Santoyo, R. V. y Orozco Escoto, Irma Yolanda. Zacatecas, Zac., 1992.
- 10) **"Utilización de Residuos Mineros en la Construcción de Presas de Jales"**. Simposio sobre la Construcción y el Manejo de Residuos Sólidos (AMCRESP,AC).- Orozco S., R.V. México, D.F., 1996.
- 11) **"Manual de Presas y Depósitos de Jales"**. Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, A.C. (AIMMGM). Traducción del Boletín 45, Comité Internacional de Grandes Presas (ICOLD), Río de Janeiro, Brasil, 1982, efectuada por el Dr. Víctor Torres Verdín, con la supervisión del Ing. R. V. Orozco, 1990. La primera versión autorizada en español fue revisada por el Ing. R. V. Orozco.

TABLA I. CLASIFICACION GENERAL DE LAS PRESAS DE JALES EN MEXICO

Grupo	Sub-grupo	Categoría	TOPOGRAFIA			HIDROLOGIA			SISMICIDAD			METODO CONSTRUCTIVO					ANALISIS ESTABILIDAD					INSTRUMENTACION				SISTEMA DE CANALIZACION DRENANTE					
			TERRENO			ZONA			REGION			↑A _c	↓A _c	↓E	↓H _f	E _c	E _f	P _c	S _f	S _n	P	I	R	S	S _p	C _c	B _b	S			
			M	L	P	C	H	S	S	P	A																				
I	1	1	X			X			X			-	3	1	1	1	4	1	4	1	2	1	2	1	1	1	1	2	-	-	
		2	X			X				X		5	2	1	1	1	3	1	3	1	2	1	4	1	2	1	2	4	-		
		3	X			X					X	4	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	3	4		
	2	4	X				X		X			5	2	1	1	1	4	1	4	1	2	1	2	1	1	1	1	2	4	-	
		5	X				X			X		4	1	1	1	1	3	1	3	1	2	1	4	1	2	1	2	3	4		
		6	X				X				X	3	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	2	3		
	3	7	X					X	X			4	1	1	1	1	3	1	3	1	2	1	2	1	1	1	1	2	3	4	
		8	X							X		3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	4	1	2	1	2	3	4		
		9	X								X	2	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	3	2	1	2		
II	4	10		X		X			X		5	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	-	-		
		11		X		X				X		4	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	4	1	2	1	2	4	-		
		12		X		X					X	3	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	3	4		
	5	13		X			X		X			4	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	4	-		
		14		X			X			X		3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	4	1	2	1	2	3	4		
		15		X			X				X	2	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	1	2	2	3		
	6	16		X				X	X			3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	3	4		
		17		X						X		2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	4	1	2	1	2	3	4		
		18		X							X	1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	3	2	1	2		
III	7	19			X	X			X		4	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	-	-		
		20			X	X				X		3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	4	1	2	1	2	4	-		
		21			X	X					X	2	1	1	1	1	2	1	-	-	-	2	-	1	-	1	2	3	4		
	8	22			X		X		X			3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	4	-		
		23			X		X			X		2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	4	1	2	1	2	3	4		
		24			X		X				X	1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	1	2	2	3		
	9	25			X			X	X			3	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	3	4		
		26			X					X		2	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	4	1	2	1	2	3	4		
		27			X						X	1	1	1	1	1	1	2	-	-	-	2	-	1	-	3	2	1	2		
			Montañoso	Lomerío	Plano	Ciclónica	Húmeda (Lluviosa)	Seca	Sísmica	Peninsular	Asísmica	Aguas Arriba	Arena (Ciclónica)	A. Abajo (Enrocamiento)	A. Arriba (Ciclónico)	Aguas Abajo		Estático		Pseudostático		Sísmico		Piezómetros	Inclinómetros	Referencias Superficiales	Sismógrafos	Sección Portal	Conducto (Circular o Cuadrado)	Bombeo en Balsa	Sifones

Nota: El # 1 corresponde a la opción más recomendable, según sea el caso.

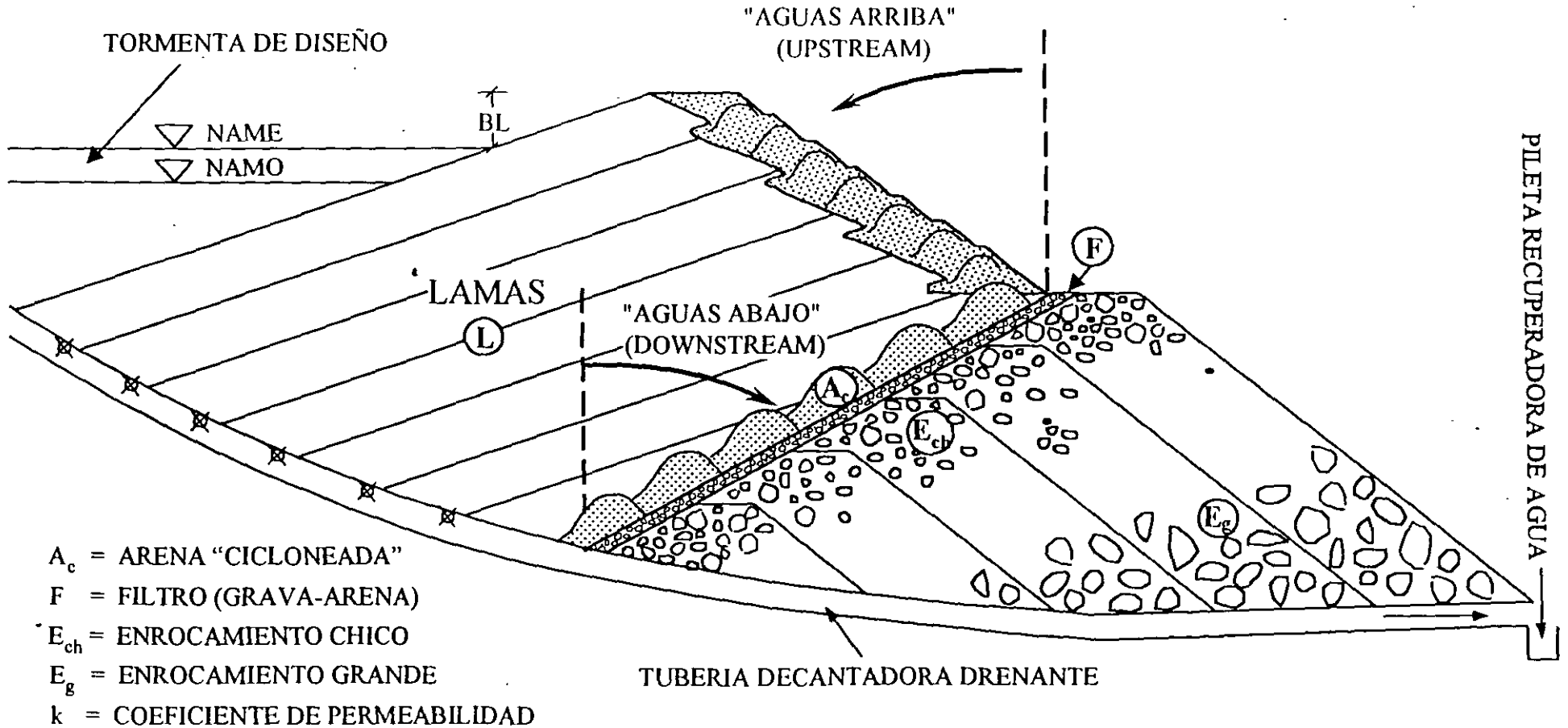
LAMINA 1. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO "AGUAS ARRIBA" CON ARENA "CICLONEADA"



LEY: $k_L < k_{A_c} < k_{B_i}$

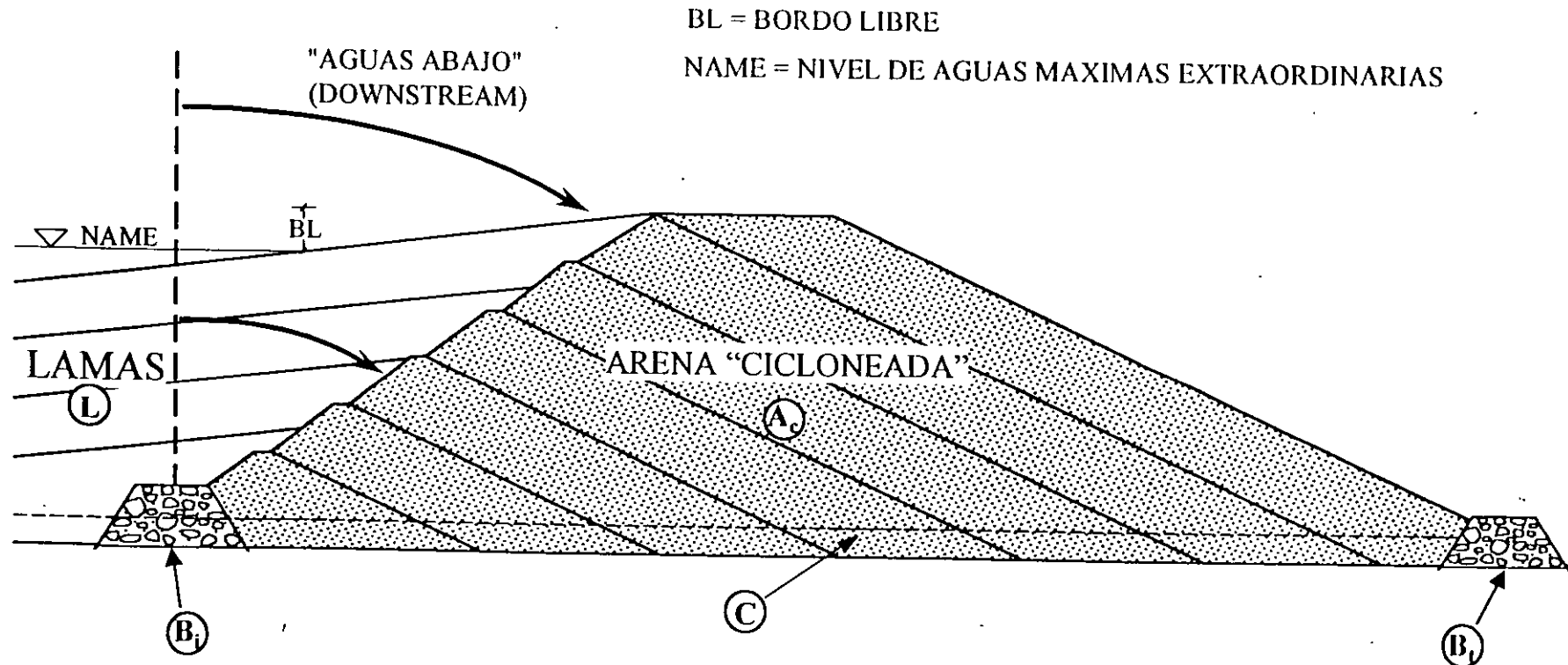
- (A_c) CORAZA ARENOSA RESISTENTE Y PERMEABLE
- (B_i) BORDO INICIADOR RESISTENTE Y PERMEABLE
- (C) TUBERIA DECANTADORA DRENANTE (ALCANTARILLA)

LAMINA 3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO COMBINADO CON ENROCAMIENTO Y ARENA "CICLONEADA" ("AGUAS ABAJO" Y "AGUAS ARRIBA")



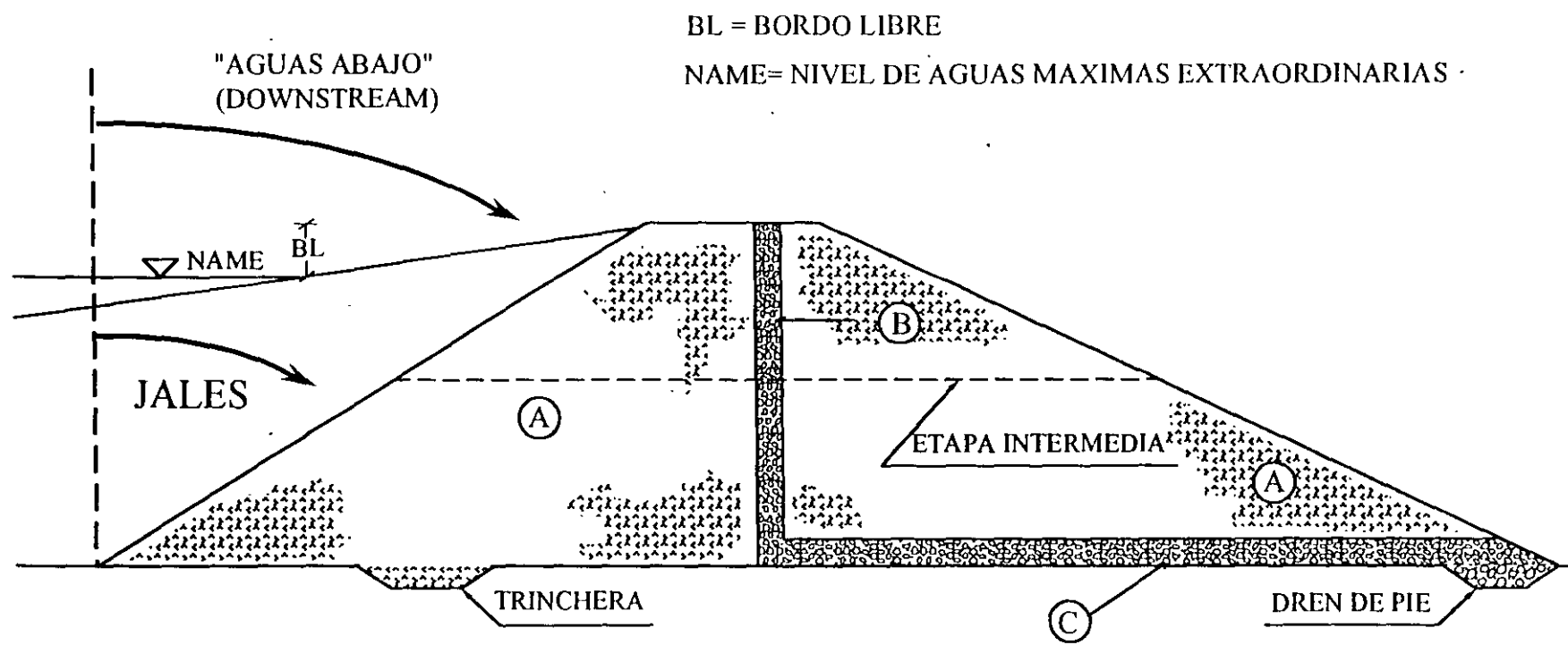
LEY: $k_L < k_{A_c} < k_F < k_{E_{ch}} < k_{E_g}$

LAMINA 4. METODO CONSTRUCTIVO "AGUAS ABAJO" CON ARENA "CICLONEADA"



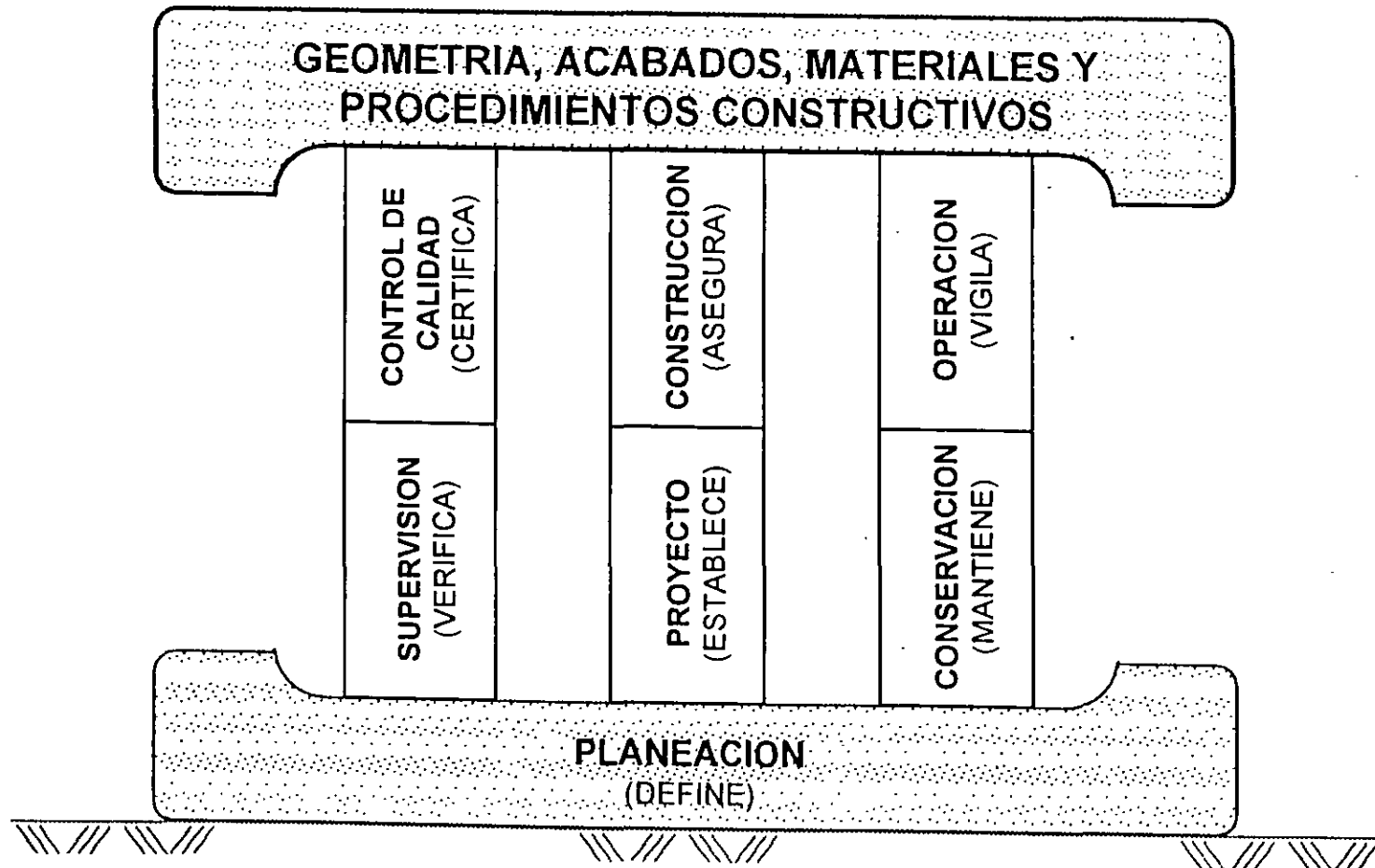
- (A_c) CORTINA ARENOSA RESISTENTE Y PERMEABLE
- (B_i) BORDO INICIADOR RESISTENTE Y PERMEABLE
- (B_t) BORDO TERMINAL RESISTENTE Y PERMEABLE
- (C) TUBERIA DECANTADORA DRENANTE

LAMINA 5. METODO CONSTRUCTIVO "AGUAS ABAJO" CON SECCION HOMOGENA Y FILTRO



- (A) CORTINA IMPERMEABLE DE SUELO COMPACTADO
- (B) "CHIMENEA" PERMEABLE DE GRAVA-ARENA
- (C) "DELANTAL" PERMEABLE DE GRAVA-ARENA

RESPONSABLES DEL NIVEL DE CALIDAD EN PRESAS DE JALES





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS**

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y
CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

METODOS ESTADÍSTICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD

**EXPOSITOR: DR. OCTAVIO AGUSTÍN RASCON CHAVEZ
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

METODOS ESTADISTICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD

DR. OCTAVIO AGUSTIN RASCON CHAVEZ

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

JULIO, 2000

METODOS ESTADISTICOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD

Dr. Octavio A. Rascón Chávez*

Para realizar el control de calidad de algún material mediante métodos estadísticos, se requiere determinar qué característica del mismo es la que se revisará para evaluar si se encuentra con valores aceptables. Para esta revisión es entonces necesario obtener, mediante pruebas o experimentación, los valores que tiene dicha característica del material en algunos momentos o lugares de colocación seleccionados adecuadamente.

Al hacer las pruebas se encontrará que los resultados o valores que se obtienen con diferentes especímenes varían entre sí, por lo que la característica bajo análisis es, en sí misma, una VARIABLE.

El análisis estadístico de los distintos valores o datos que se obtienen de las pruebas, permite determinar, con determinados niveles de confianza, si éstos se encuentran dentro de rangos aceptables o si cumplen ciertas especificaciones.

DEFINICION DE CONCEPTOS

EXPERIMENTO

Para fines de este curso, se entenderá por experimento a todo proceso de observación de un fenómeno o variable de interés. Así, un experimento puede ser planeado y realizado por el hombre, o puede ser efectuado por la naturaleza, en caso de un fenómeno natural.

* Coordinador de Desarrollo Tecnológico, Instituto Mexicano del Transporte, y Profesor en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM.

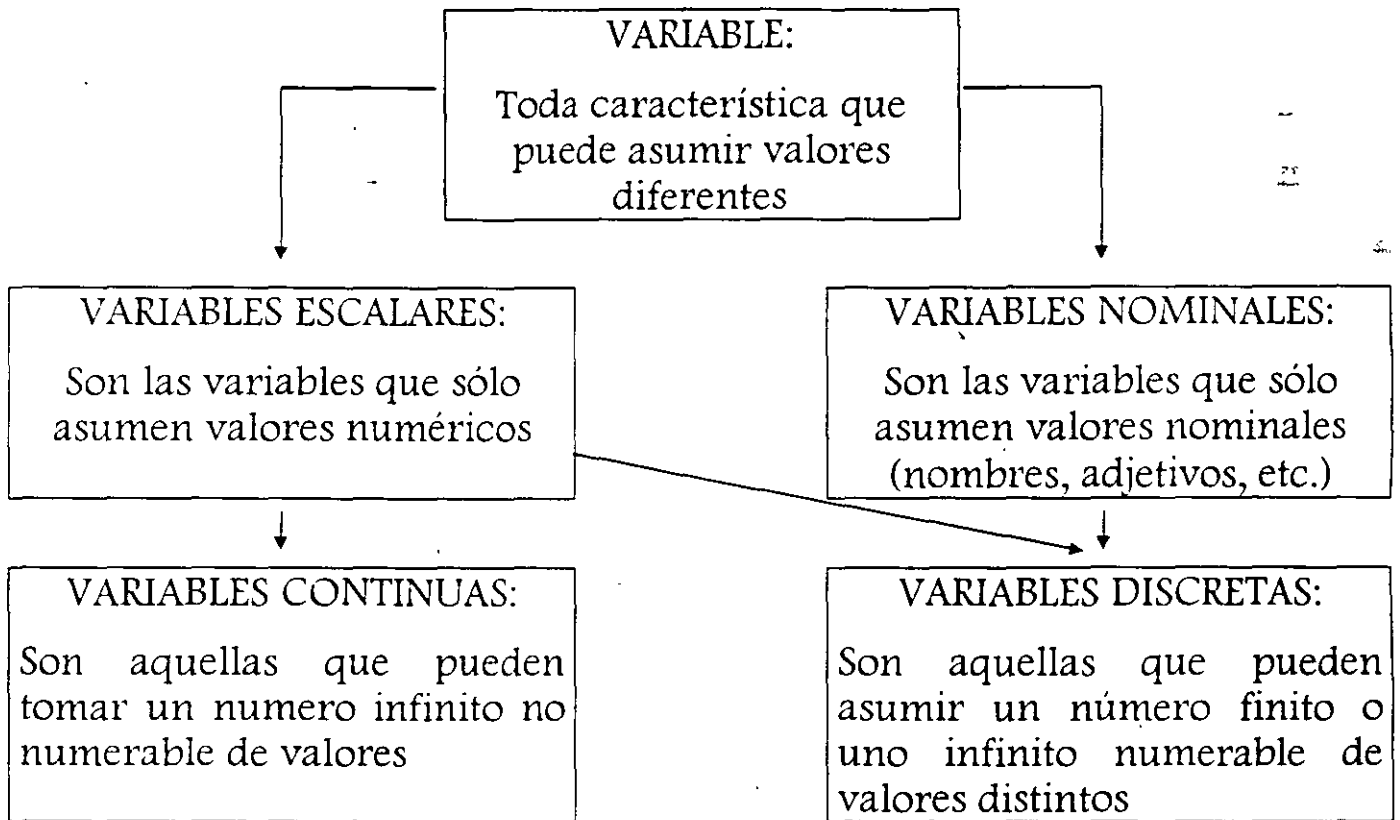
Por ejemplo, el lanzar una moneda o un dado y observar la cara que queda hacia arriba, es un experimento planeado y realizado por el hombre. El observar la cantidad de agua que llueve anualmente en una localidad, es un experimento asociado a un fenómeno natural.

DATO: Es el resultado de la realización de un experimento.

MUESTRA: Es un grupo o colección de datos.

VARIABLES ALEATORIAS

De acuerdo con ciertas características, las de variables se clasifican de la siguiente manera:



Una variable aleatoria es una variable tal que no puede predecirse con certeza el valor que asumirá al realizarse un experimento. Por ejemplo, la resistencia o carga de falla de unas vigas es una variable aleatoria, ya que antes de romper una viga tomada al azar no se puede precisar cuál será su resistencia. En la siguiente tabla se presentan los resultados experimentales

con 15 vigas de concreto reforzado, observándose que éstos varían de unas a otras de manera aleatoria.

Pruebas de Vigas de Concreto Reforzado

Número de la Viga	Carga de Agrietamiento, en Kg, X	Carga de Falla en Kg, Y
1	4 700	4 790
2	3 840	4 220
3	3 270	4 360
4	2 310	4 680
5	2 950	4 270
6	4 810	4 810
7	2 720	4 590
8	2 720	4 490
9	4 310	4 310
10	2 950	4 630
11	4 220	4 920
12	2 720	4 340
13	2 720	4 340
14	2 630	4 770
15	2 950	4 630

A todo experimento se le puede asociar al menos una variable aleatoria, dependiendo ésta del problema que se tenga planteado; por ejemplo, en el caso de la resistencia de las vigas, la variable aleatoria puede ser directamente dicha resistencia, en cuyo caso su espacio de valores sería:

$$S1 = (X : 0 < X < \infty)$$

La variable también pudo haber sido una cuyo espacio de valores fuera:

$$S2 = (\text{Exito, Fracaso})$$

en donde el éxito ocurriría si la viga cumpliera alguna especificación de que resistiera más de cierta cantidad, por ejemplo 4600 Kg, y el fracaso ocurriera si resistiera menos, es decir:

Exito: si $X \geq 4600$ Kg

Fracaso: si $X < 4600$ Kg

PROBABILIDAD.- Es una medida de la certidumbre que se le asocia a la ocurrencia u observación de un resultado determinado, al realizarse el experimento correspondiente a un fenómeno o variable.

La teoría de probabilidades es una rama de las matemáticas aplicadas que trata lo concerniente a la asignación y manejo de probabilidades.

ESTADISTICA: Es la rama de las matemáticas que se encarga de enseñar las reglas para coleccionar, organizar, presentar y procesar los datos obtenidos al realizar varias veces el experimento asociado a un fenómeno de interés, y para inferir conclusiones acerca de este último. Proporciona, además, los métodos para el diseño de experimentos y para tomar decisiones cuando aparecen situaciones de incertidumbre.

ESTADISTICA < {
* DESCRIPTIVA.- Trata lo concerniente a la obtención, organización, procesamiento y presentación de datos.
* INFERENCIAL.- Trata lo concerniente a los métodos para inferir conclusiones acerca del fenómeno del cual provienen los datos

MUESTREO: Es el proceso de adquisición de una muestra.

MUESTREO < {
* CON REEMPLAZO.- Cuando cada elemento observado se reintegra al lote del cual fue extraído, antes de extraer el siguiente.
* SIN REEMPLAZO.- Cuando cada elemento observado no se reintegra al lote.

POBLACION: Total de datos que se pueden obtener al realizar una secuencia exhaustiva de experimentos sobre el fenómeno de interés.

POBLACION < $\left\{ \begin{array}{l} *DISCRETA.- \text{ Tiene un número finito o un número infinito numerable de datos posibles.} \\ *CONTINUA.- \text{ Tiene un número infinito no numerable de datos posibles.} \end{array} \right.$

Ejemplos:

1. Experimento: - Lanzamiento de una moneda diez veces.
Población: - Sucesión infinita numerable de “caras” y “cruces”: discreta.
Muestra: - Grupo de 10 observaciones.
2. Experimento: - Medición de la resistencia a compresión simple del concreto hidráulico utilizado en una carretera, al probar 87 corazones extraídos de la carpeta.
Población: - Sucesión infinita de valores no numerables: continua.
Muestra: - Grupo de 87 observaciones.

MUESTRA ALEATORIA: Es una muestra obtenida de tal manera que *todos* los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser observados y, además, la observación de un elemento *no afecta* la probabilidad de observar cualquier otro, es decir, si son independientes.

MUESTREO Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Cuando se obtiene una muestra, ésta debe ser ALEATORIA para que represente adecuadamente a la población de procedencia.

TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS: Es una tabla como la que se presenta en la siguiente hoja, que contiene números que constituyen una muestra aleatoria.

Las tablas que se usen para obtener una muestra aleatoria deben contener números con mayor número de dígitos que los que tiene el total de elementos de la población que se va a muestrear. Por ejemplo, si se va a obtener una muestra aleatoria de un lote de varillas que tiene 10,000 elementos, la tabla que se use deberá tener números aleatorios con cinco o más dígitos.

Método de Muestreo Aleatorio

- 1.- Se enumeran los elementos de la población.
- 2.- Se fija el criterio de selección de los números aleatorios (por ejemplo, se define qué renglones y qué columnas se van a leer).
- 3.- Se indica qué dígitos se van a eliminar en caso de que los números de la tabla tengan mas dígitos que los necesarios.
- 4.- Se leen los números, de acuerdo con lo fijado en los puntos 2 y 3, y se extraen del lote los elementos que tienen los números leídos. Estos constituyen la muestra física con la cual realizar los experimentos; las observaciones constituirán la muestra aleatoria deseada.

NOTA: Todos los números que se repitan se consideran sólo una vez.
También se eliminan los números mayores que el tamaño del lote.

TABLA A
TABLA DE NUMEROS ALEATORIOS

Columna Renglón	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	16408	81899	04153	53381	79401	21438	83035	92350	36693	31238	59649
2	18629	81053	05520	91962	04739	13092	37662	94822	94730	06496	35090
3	73115	47498	47498	87637	99016	00060	88824	71013	18735	20286	23153
4	57491	16703	23167	49323	45021	33132	12544	41035	80780	45393	44812
5	30405	03946	23792	14422	15059	45799	22716	19792	09983	74353	68668
6	16631	35006	85900	32388	52390	52390	16815	69298	38732	38480	73817
7	96773	20206	42559	78985	05300	22164	24369	54224	35083	19687	11052
8	38935	64202	14349	82674	66523	44133	00697	235552	35970	19124	63318
9	31624	76384	17403	03941	44167	64486	64758	75366	76554	01601	12614
10	78919	19474	23632	27889	47914	02584	37680	20801	72152	39339	34806

Ejemplo:

Se tiene un lote de 1,000 pernos cuya calidad se va a verificar estadísticamente, para lo cual se decide tomar una muestra representativa de 40 elementos, usando la tabla de números aleatorios anexa, para medir su resistencia al esfuerzo cortante .

Se decide el criterio de tomar todos los renglones impares eliminando el último dígito.

Para esto, se identifican todos los pernos con números del uno al mil; la muestra física quedaría integrada por los pernos correspondientes a los números 0415, 0006, 0394, 0998, 0530, 0394, 0160, etc. La muestra estadística sería el grupo de las 40 resistencias que se obtengan al probar los pernos.

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR PUNTOS DE MUESTREO EN UN TRAMO CARRETERO.

Para obtener muestras o realizar pruebas en un segmento carretero, se puede utilizar la Tabla I de Números Aleatorios, con el fin de seleccionar los sitios donde se colectarán los datos. El procedimiento es el siguiente:

1. Definir la longitud del o de los tramos a muestrear.
2. Determinar el número de datos que se colectarán de cada tramo o señalar el espaciamiento "promedio" de los sitios correspondientes.
3. De una tabla de números aleatorios común, leer números del 1 al 28, para seleccionar las subcolumnas A de la Tabla I que se emplearán para cada tramo.
4. En cada columna seleccionada, localizar los números iguales o menores que el número de datos requeridos para cada tramo.
5. Multiplicar la longitud de cada tramo por los valores decimales correspondientes que se ubican en la subcolumna B, y adicionar este resultado al cadenamiento del inicio del tramo para obtener el cadenamiento de la sección a muestrear.
6. Multiplicar el ancho del tramo por los valores decimales de la subcolumna C correspondientes, para obtener la distancia medida a partir del lado izquierdo del camino, donde se ubicará el sitio de muestreo.

TABLA 1 - NÚMEROS ALEATORIOS PARA PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Columna No. 1			Columna No. 2			Columna.No.3			Columna No. 4			Columna No. 5			Columna No. 6			Columna No. 7		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	.033	.576	05	.048	.879	21	.013	.220	18	.089	.716	17	.024	.863	30	.030	.901	12	.029	.386
21	.101	.300	17	.074	.156	30	.036	.853	10	.102	.330	24	.060	.032	21	.096	.198	18	.112	.284
23	.129	.916	18	.102	.191	10	.052	.746	14	.111	.925	26	.074	.639	10	.100	.161	20	.114	.848
30	.158	.434	06	.105	.257	25	.061	.954	28	.127	.840	07	.167	.512	29	.133	.388	03	.121	.656
24	.177	.397	28	.179	.447	29	.062	.507	24	.132	.271	28	.194	.776	24	.138	.062	13	.178	.640
11	.202	.271	26	.187	.844	18	.087	.887	19	.285	.899	03	.219	.166	20	.168	.564	22	.209	.421
16	.204	.012	04	.188	.482	24	.105	.849	01	.326	.037	29	.264	.284	22	.232	.953	16	.221	.311
08	.208	.418	02	.208	.577	07	.139	.159	30	.334	.938	11	.282	.262	14	.259	.217	29	.235	.356
19	.211	.798	03	.214	.402	01	.175	.641	22	.405	.295	14	.379	.994	01	.275	.195	28	.264	.941
29	.233	.070	07	.245	.080	23	.196	.873	05	.421	.282	13	.394	.405	06	.277	.475	11	.287	.199
07	.260	.073	15	.248	.831	26	.240	.981	13	.451	.212	06	.410	.157	02	.296	.497	02	.336	.992
17	.262	.308	29	.261	.087	14	.255	.374	02	.461	.023	15	.438	.700	26	.311	.144	15	.393	.488
25	.271	.180	30	.302	.883	06	.310	.043	06	.487	.539	22	.453	.635	05	.351	.141	19	.437	.655
06	.302	.672	21	.318	.088	11	.316	.653	08	.497	.396	21	.472	.824	17	.370	.811	24	.466	.773
01	.409	.406	11	.376	.936	13	.324	.585	25	.503	.893	05	.488	.118	09	.388	.484	14	.531	.014
13	.507	.693	14	.430	.814	12	.351	.275	15	.594	.603	01	.525	.222	04	.410	.073	09	.562	.678
02	.575	.654	27	.438	.676	20	.371	.535	27	.620	.894	12	.561	.980	25	.471	.530	06	.601	.675
18	.591	.318	08	.467	.205	08	.409	.495	21	.629	.841	08	.652	.508	13	.486	.779	10	.612	.859
20	.610	.821	09	.474	.138	16	.445	.740	17	.691	.583	18	.668	.271	15	.515	.867	26	.673	.112
12	.631	.597	10	.492	.474	03	.494	.929	09	.708	.689	30	.736	.634	23	.567	.798	23	.738	.770
27	.651	.281	13	.499	.892	27	.543	.387	07	.709	.012	02	.763	.253	11	.618	.502	21	.753	.614
04	.661	.953	19	.511	.520	17	.625	.171	11	.714	.049	23	.804	.140	28	.636	.148	30	.758	.851
22	.692	.089	23	.591	.770	02	.699	.073	23	.720	.695	25	.828	.425	27	.650	.741	27	.765	.563
05	.779	.346	20	.604	.730	19	.702	.934	03	.748	.413	10	.843	.627	16	.711	.508	07	.780	.534
09	.787	.173	24	.654	.330	22	.816	.802	20	.781	.603	16	.858	.849	19	.778	.812	04	.818	.187
10	.818	.837	12	.728	.523	04	.838	.166	26	.830	.384	04	.903	.327	07	.804	.675	17	.837	.353
14	.895	.631	16	.753	.344	15	.904	.116	04	.843	.002	09	.912	.382	08	.806	.952	05	.854	.818
26	.912	.376	01	.806	.134	28	.969	.742	12	.884	.582	27	.935	.162	18	.841	.414	01	.867	.133
28	.920	.163	22	.878	.884	09	.974	.046	29	.926	.700	20	.970	.582	12	.918	.114	08	.915	.538
03	.945	.140	25	.939	.162	05	.977	.494	16	.951	.601	19	.975	.327	03	.992	.399	25	.975	.584

TABLA I - NÚMEROS ALEATORIOS PARA PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Columna No. 8			Columna No. 9			Columna No. 10			Columna No. 11			Columna No. 12			Columna No. 13			Columna No. 14		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
.09	.042	.071	14	.061	.935	26	.038	.023	27	.074	.779	16	.073	.987	03	.033	.091	26	.035	.175
17	.141	.411	02	.065	.097	30	.066	.371	06	.084	.396	23	.078	.056	07	.047	.391	17	.089	.363
02	.143	.221	03	.094	.228	27	.073	.876	24	.098	.524	17	.096	.076	28	.064	.113	10	.149	.681
05	.162	.899	16	.122	.945	09	.095	.568	10	.133	.919	04	.153	.163	12	.066	.360	28	.238	.075
03	.285	.016	18	.158	.430	05	.180	.741	15	.187	.079	10	.254	.834	26	.076	.552	13	.244	.767
28	.291	.034	25	.193	.469	12	.200	.851	17	.227	.767	06	.284	.628	30	.087	.101	24	.262	.366
08	.369	.557	24	.224	.572	13	.259	.327	20	.276	.571	12	.305	.616	02	.127	.187	08	.264	.651
01	.436	.386	10	.225	.223	21	.264	.681	01	.245	.988	25	.319	.901	06	.144	.068	18	.285	.311
20	.450	.289	09	.233	.838	17	.283	.645	04	.317	.291	01	.320	.212	25	.202	.674	02	.340	.131
18	.455	.789	20	.290	.120	23	.363	.063	29	.350	.911	08	.416	.372	01	.247	.025	29	.353	.478
23	.488	.715	01	.297	.242	20	.364	.366	26	.380	.104	13	.432	.556	23	.253	.323	06	.309	.270
14	.496	.276	11	.337	.760	16	.395	.363	28	.425	.864	02	.489	.827	24	.320	.651	20	.387	.248
15	.503	.342	19	.389	.064	02	.423	.540	22	.487	.526	29	.503	.787	10	.328	.365	14	.392	.694
04	.515	.693	13	.411	.474	08	.432	.736	05	.552	.511	15	.518	.717	27	.338	.412	03	.408	.077
16	.532	.112	20	.447	.893	10	.476	.468	14	.564	.357	28	.524	.998	13	.356	.991	27	.440	.280
22	.557	.357	22	.478	.321	03	.508	.774	11	.572	.306	03	.542	.352	16	.401	.792	22	.461	.830
11	.559	.620	29	.481	.993	01	.601	.417	21	.594	.197	19	.585	.462	17	.423	.117	16	.527	.003
12	.650	.216	27	.562	.403	22	.687	.917	09	.607	.524	05	.695	.111	21	.481	.838	30	.531	.486
21	.672	.320	04	.566	.179	29	.697	.862	19	.650	.572	07	.733	.838	08	.560	.401	25	.678	.360
13	.709	.273	08	.603	.758	11	.701	.605	18	.664	.101	11	.744	.948	19	.564	.190	21	.725	.014
07	.745	.687	15	.632	.927	07	.728	.498	25	.674	.428	18	.793	.748	05	.571	.054	05	.797	.595
30	.780	.285	06	.707	.107	14	.745	.679	02	.697	.674	27	.802	.967	18	.587	.584	15	.801	.927
19	.845	.097	28	.737	.161	24	.819	.444	03	.767	.928	21	.826	.487	15	.604	.145	12	.836	.294
26	.846	.366	17	.846	.130	15	.840	.823	16	.809	.529	24	.835	.832	11	.641	.298	04	.854	.982
29	.861	.307	07	.874	.491	25	.863	.568	30	.838	.294	26	.855	.142	22	.672	.156	11	.884	.928
25	.906	.874	05	.880	.828	06	.878	.215	13	.845	.470	14	.861	.462	20	.674	.887	19	.886	.832
24	.919	.809	23	.931	.659	18	.930	.601	08	.855	.524	20	.874	.625	14	.752	.881	07	.929	.932
10	.952	.555	26	.960	.365	04	.954	.827	07	.867	.718	30	.929	.056	09	.774	.560	09	.932	.206
06	.961	.504	21	.978	.194	28	.963	.004	12	.881	.722	09	.935	.582	29	.921	.752	01	.970	.692
27	.969	.811	12	.982	.183	19	.988	.020	23	.937	.872	22	.947	.797	04	.959	.099	23	.973	.082

TABLA I - NÚMEROS ALEATORIOS PARA PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Columna No. 15			Columna No. 16			Columna No. 17			Columna No. 18			Columna No. 19			Columna No. 20			Columna No. 21		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	.023	.979	19	.062	.588	13	.045	.004	25	.027	.290	12	.052	.075	20	.030	.881	01	.010	.946
11	.118	.465	25	.080	.218	18	.086	.878	06	.057	.571	30	.075	.493	12	.034	.291	10	.014	.939
07	.134	.172	09	.131	.295	26	.126	.990	26	.059	.026	28	.120	.341	22	.043	.893	09	.032	.346
01	.139	.230	18	.136	.381	12	.128	.661	07	.105	.176	27	.145	.689	28	.143	.073	06	.093	.180
16	.145	.122	05	.147	.864	30	.146	.337	18	.107	.358	02	.209	.957	03	.150	.937	15	.151	.012
20	.165	.520	12	.158	.365	05	.169	.470	22	.128	.827	26	.272	.818	04	.154	.867	16	.185	.455
06	.185	.481	28	.214	.184	21	.244	.433	23	.156	.440	22	.299	.317	19	.158	.359	07	.227	.277
09	.211	.316	14	.215	.757	23	.270	.849	15	.171	.157	18	.306	.475	29	.304	.615	02	.304	.400
14	.248	.348	13	.224	.840	25	.274	.407	08	.220	.097	20	.311	.653	06	.369	.633	30	.316	.074
25	.249	.890	15	.227	.809	10	.290	.925	20	.252	.066	15	.348	.156	18	.390	.536	18	.328	.799
13	.252	.577	11	.280	.898	01	.323	.490	04	.268	.576	16	.381	.710	17	.403	.392	20	.352	.288
30	.273	.088	01	.331	.925	24	.352	.291	14	.275	.302	01	.411	.607	23	.404	.182	26	.371	.216
18	.277	.689	10	.399	.992	15	.361	.155	11	.207	.589	13	.417	.715	01	.415	.457	19	.448	.754
22	.372	.958	30	.417	.787	29	.374	.882	01	.358	.305	21	.472	.484	07	.437	.696	13	.487	.598
10	.461	.075	08	.439	.921	08	.432	.139	09	.412	.089	04	.478	.885	24	.446	.546	12	.546	.640
28	.519	.536	20	.472	.484	04	.467	.266	16	.429	.834	25	.479	.080	26	.485	.768	24	.550	.038
17	.520	.090	24	.498	.712	22	.508	.880	10	.491	.203	11	.566	.104	15	.511	.313	03	.604	.780
03	.523	.519	04	.516	.396	27	.632	.191	28	.542	.306	10	.576	.659	10	.517	.290	22	.621	.930
26	.573	.502	03	.548	.688	16	.661	.836	12	.563	.091	29	.665	.397	30	.556	.853	21	.629	.154
19	.634	.206	23	.597	.508	19	.675	.629	02	.593	.321	19	.739	.298	25	.561	.837	11	.634	.908
24	.635	.810	21	.681	.114	14	.680	.890	30	.692	.198	14	.749	.759	09	.574	.599	05	.696	.459
21	.679	.841	02	.739	.298	28	.714	.508	19	.705	.445	08	.756	.919	13	.613	.762	23	.710	.078
27	.712	.366	29	.792	.038	06	.719	.441	24	.709	.717	07	.798	.183	11	.698	.783	29	.726	.585
05	.780	.497	22	.829	.324	09	.735	.040	13	.820	.739	23	.834	.647	14	.715	.179	17	.749	.916
23	.861	.106	17	.834	.647	17	.741	.906	05	.848	.866	06	.837	.978	16	.770	.128	04	.802	.186
12	.865	.377	16	.909	.608	11	.747	.205	27	.867	.633	03	.849	.964	08	.815	.385	14	.835	.319
29	.882	.635	06	.914	.420	20	.850	.047	03	.883	.333	24	.851	.109	05	.872	.490	08	.870	.546
08	.902	.020	27	.958	.856	02	.859	.356	17	.900	.443	05	.859	.935	21	.885	.999	28	.871	.539
04	.951	.482	26	.981	.976	07	.870	.612	21	.914	.483	17	.863	.220	02	.958	.177	25	.971	.369
02	.977	.172	07	.983	.624	03	.916	.463	29	.950	.753	09	.863	.147	27	.961	.980	27	.984	.252

TABLA I - NÚMEROS ALEATORIOS PARA PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Columna No. 22			Columna No. 23			Columna.No.24			Columna No. 25			Columna No. 26			Columna No. 27			Columna No. 28		
A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
12	.051	.032	26	.051	.187	08	.015	.521	02	.039	.005	16	.026	.102	21	.050	.952	29	.042	.039
11	.068	.980	03	.053	.256	16	.068	.994	16	.061	.599	01	.033	.886	17	.085	.403	07	.105	.293
17	.089	.309	29	.100	.159	11	.118	.400	26	.068	.054	04	.088	.686	10	.141	.624	25	.115	.420
01	.091	.371	13	.102	.465	21	.124	.565	11	.073	.812	22	.090	.602	05	.154	.157	09	.126	.612
10	.100	.709	24	.110	.316	18	.153	.158	07	.123	.649	13	.114	.614	06	.164	.841	10	.205	.144
30	.121	.744	18	.114	.300	17	.190	.t59	05	.126	.658	20	.136	.576	07	.197	.013	03	.210	.054
02	.166	.056	11	.123	.208	26	.192	.676	14	.161	.189	05	.138	.228	16	.215	.363	23	.234	.533
23	.179	.529	09	.138	.182	01	.237	.030	18	.166	.040	10	.216	.565	08	.222	.520	13	.266	.799
21	.187	.051	06	.194	.115	12	.283	.077	28	.248	.171	02	.233	.610	13	.269	.477	20	.305	.603
22	.205	.543	22	.234	.480	03	.286	.318	06	.255	.117	07	.278	.357	02	.288	.012	05	.372	.223
28	.230	.688	20	.274	.107	10	.317	.734	15	.261	.928	30	.405	.273	25	.333	.633	26	.385	.111
19	.243	.001	21	.331	.292	05	.337	.844	10	.301	.811	06	.421	.807	28	.348	.710	30	.422	.315
27	.267	.990	08	.346	.085	25	.441	.336	24	.363	.025	12	.426	.583	20	.362	.961	17	.453	.783
15	.283	.440	27	.382	.979	27	.469	.786	22	.378	.792	08	.471	.708	14	.511	.989	02	.460	.916
16	.352	.089	07	.387	.865	24	.473	.237	27	.379	.959	18	.473	.738	26	.540	.903	27	.461	.841
03	.377	.648	28	.411	.776	20	.475	.761	19	.420	.557	19	.510	.207	27	.587	.643	14	.483	.095
06	.397	.769	16	.444	.999	06	.557	.001	21	.467	.943	03	.512	.329	12	.603	.745	12	.507	.375
09	.409	.428	04	.515	.993	07	.610	.238	17	.494	.225	15	.640	.329	29	.619	.895	28	.509	.748
14	.465	.406	17	.518	.827	09	.617	.041	09	.620	.081	09	.665	.354	23	.623	.333	21	.583	.804
13	.499	.651	05	.539	.620	13	.641	.648	30	.623	.106	14	.680	.884	22	.624	.076	22	.587	.993
04	.539	.972	02	.623	.271	22	.664	.291	03	.625	.777	26	.703	.622	18	.670	.904	16	.689	.339
18	.560	.747	30	.637	.374	04	.668	.856	08	.651	.790	29	.739	.394	11	.711	.253	06	.727	.298
26	.575	.892	14	.714	.364	19	.717	.232	12	.715	.599	25	.759	.386	01	.790	.392	04	.731	.814
29	.756	.712	15	.730	.107	02	.776	.504	23	.782	.093	24	.803	.602	04	.813	.611	08	.807	.983
20	.760	.920	19	.771	.552	29	.777	.548	20	.810	.371	27	.842	.491	19	.843	.732	15	.833	.757
05	.847	.925	23	.780	.662	14	.823	.223	01	.841	.726	21	.870	.435	03	.844	.511	19	.896	.454
25	.872	.891	10	.924	.888	23	.848	.264	29	.862	.009	28	.906	.367	30	.858	.299	18	.916	.384
24	.874	.135	12	.929	.204	30	.892	.817	25	.891	.873	23	.948	.367	09	.929	.199	01	.948	.610
08	.911	.215	01	.937	.714	28	.943	.190	04	.917	.264	11	.956	.142	24	.931	.263	11	.976	.799
07	.940	.065	25	.974	.398	15	.975	.962	13	.958	.990	17	.993	.989	15	.939	.947	24	.978	.633

Ejemplo:

Para evaluar la calidad del pavimento, se obtendrán muestras de un camino con ancho de 6m y longitud de 5030m, que va del cadenamiento 10 + 00 al 60 + 30. Un análisis visual del camino indica que éste puede dividirse en los tres tramos siguientes, con diferentes condiciones de la superficie de rodamiento:

1. Longitud de cada tramo:

Tramo 1: 10 + 00 a 28 + 90 (1890m)

Tramo 2: 28 + 90 a 42 + 62 (1372m)

Tramo 3: 42 + 62 a 60 + 30 (1768m)

Tomado de The Asphalt Institute. "Asphalt Overlays and Pavement Rehabilitation". Manual Series No. 17 (MS-17). U.S.A., November 1977

2. Número de datos para cada tramo.

Se desean obtener muestras de la estructura del camino a intervalos promedio de 500 m en los tramos 1 y 3, y de 300 m en el tramo 2. El número de datos de cada tramo sería:

Tramo 1: $n = 1890/500 = 3.8 = 4$ sitios

Tramo 2: $n = 1372/300 = 4.5 = 5$ sitios

Tramo 3: $n = 1768/500 = 3.5 = 4$ sitios

3. Determinación de las columnas de la Tabla I para el muestreo.

De una tabla de números aleatorios se sacan, para seleccionar las columnas A de la Tabla I, 3 números del 1 al 28, y éstos resultan ser: 23, 16 y 15.

4. Números aleatorios obtenidos.

Para el tramo 1, se usa la columna 23 y se encuentra que:

Columna A	Columna B	Columna C
4	.515	.993
3	.053	.256
2	.623	.271
1	.937	.714

Para el tramo 2, con la columna 16 se tiene:

Columna A	Columna B	Columna C
5	.147	.864
4	.516	.396
3	.548	.688
2	.739	.298
1	.331	.925

Para el tramo 3, se usa la columna 15:

Columna A	Columna B	Columna C
4	.951	.482
3	.523	.519
2	.977	.172
1	.139	.230

5. Determinación de las posiciones longitudinales (cadenamientos) de los sitios de muestreo.

Con los números de la columna B de los cuadros anteriores se tienen que:

Para el tramo 1, de 1890 m:

Longitud del x tramo	Columna B	= Distancia	+Cadenamiento inicial	=Cadenamiento de muestreo
1890	0.515	973	10+00	19+73
1890	0.053	100	10+00	11 +00
1890	0.623	1177	10+00	21 +77
1890	0.937	1771	10+00	27+71

Para el tramo 2, de 1372 m:

Longitud del x tramo	Columna B	= Distancia	+Cadenamiento inicial	=Cadenamiento de muestreo
1372	0.147	202	28+90	30+92
1372	0.516	708	28 +90	35 +98
1372	0.548	752	28+90	36+42
1372	0.739	1014	28+90	39+04
1372	0.331	454	28+90	33+44

Para el tramo 3, de 1768m:

Longitud del x tramo	Columna B	= Distancia+	+Cadenamiento inicial	=Cadenamiento de muestreo
1768	0.951	1681	42+62	59+43
1768	0.523	925	42+62	51 +87
1768	0.977	1727	42+62	59+89
1768	0.139	246	42+62	45+08

6. Determinación de las posiciones transversales de muestreo.

Puesto que el ancho del camino es de 6m, se tiene que:

Para el tramo 1:

Ancho del x camino	Columna C	=Distancia del borde izquierdo, m
6	0.993	5.9
6	0.256	1.5
6	0.271	1.6
6	0.714	4.3

Para el tramo 2:

Ancho del x camino	Columna C	=Distancia del borde izquierdo, m
6	0.864	5.2
6	0.396	2.4
6	0.688	4.1
6	0.298	1.8
6	0.925	5.6

Para el tramo 3:

Ancho del x camino	Columna C	=Distancia del borde izquierdo, m
6	0.482	2.9
6	0.519	3.1
6	0.172	1.0
6	0.230	1.4

7. Puntos de muestreo.

Tramo	Cadenamiento	Distancia del borde izquierdo, m
Sección 1	11 +00	1.5
	19+73	5.9
	21 +77	1.6
	27+71	4.3
Sección 2	30+92	5.2
	33+44	5.6
	35+98	2.4
	36+42	4.1
	39+04	1.8
Sección 3	45 +08	1.4
	51+ 87	3.1
	59+43	2.9
	59+89	1.0

Estos puntos de muestreo se presentan en la Figura 1.

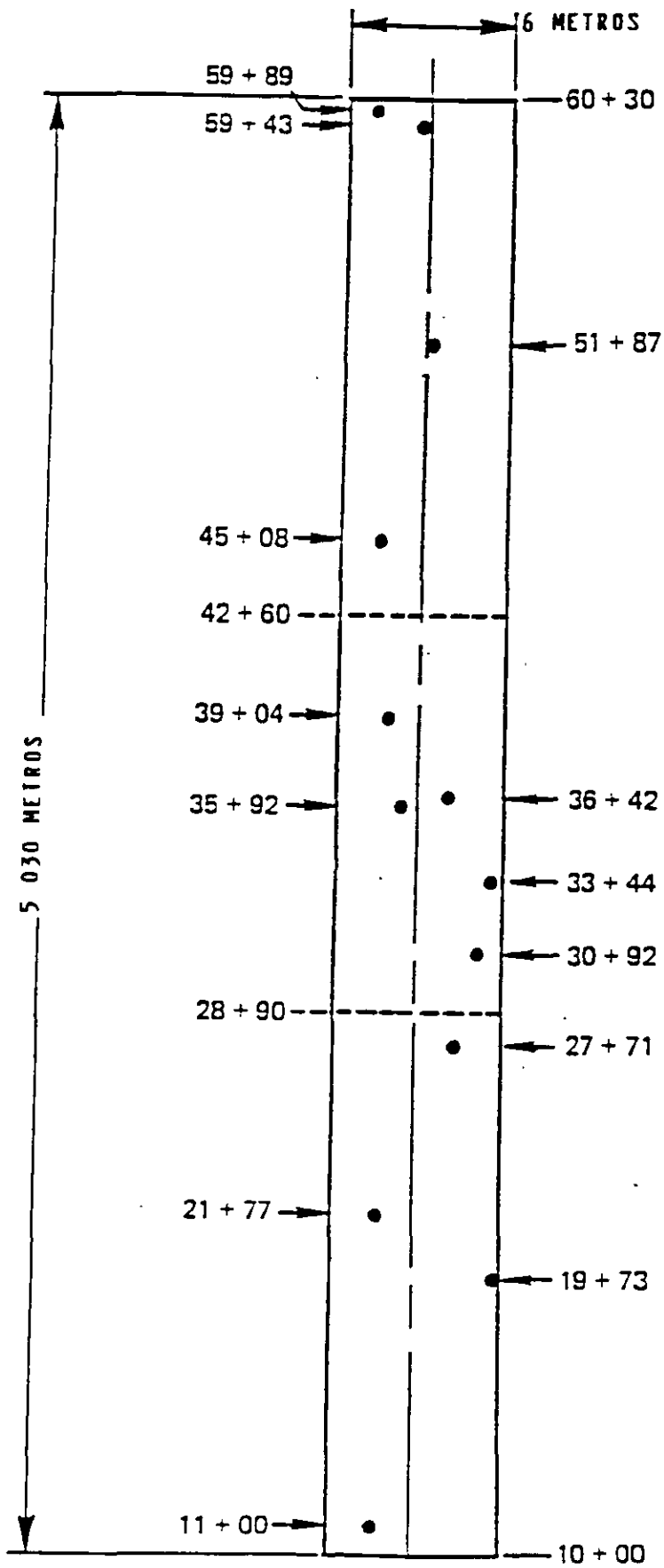


FIGURA 1 PUNTOS DE MUESTREO

DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS

FRECUENCIA DE UN EVENTO.- Es el número de veces que ocurre el evento al obtener una muestra de la población correspondiente.

FRECUENCIA RELATIVA DE UN EVENTO.- Es el cociente de su frecuencia entre el total de elementos (tamaño) de la muestra.

FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA.- Es la acumulación (suma) de las frecuencias relativas hasta un valor dado, partiendo del valor (o del intervalo) más pequeño. En otras palabras, es la frecuencia de valores menores o iguales que un valor dado.

FRECUENCIA COMPLEMENTARIA.- Es la frecuencia de valores mayores que un valor dado = número de datos – frecuencia acumulada.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS.- Con objeto de facilitar la interpretación de los datos que se tienen en una muestra, es conveniente agruparlos por valores o por intervalos de valores, formando así una tabla de distribución de frecuencias.

Para facilitar el cálculo de las frecuencias, se ordenan los datos en forma creciente o decreciente de valores, formando así una tabla de datos ordenados.

El cálculo de las frecuencias se ilustrará con el siguiente ejemplo:

Ejemplo:

En un tramo carretero se determinó la compacidad relativa de la sub-base, seleccionando al azar 30 sitios para obtener la muestra correspondiente. Los datos, redondeados a las unidades y ordenados en forma creciente, fueron:

<u>57, 59,</u>	<u>65, 67, 67, 67, 69,</u>	<u>72, 73, 73, 77, 78, 78,</u>
A	B	C
	<u>81, 81, 83, 83, 83, 84, 84, 87, 88, 89, 89,</u>	
	D	
	<u>91, 91, 93, 95, 97, 99</u>	
	E	

Determinar las distribuciones de frecuencias de los valores individuales obtenidos y de un agrupamiento por intervalos de los mismos.

En la Tabla A se muestra la distribución de frecuencias por valores individuales.

TABLA A

Distribuciones de Frecuencias por Valores

Compacidad Relativa	Frecuencia	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa Acumulada
57	1	1/30	1/30
59	1	1/30	2/30
65	1	1/30	3/30
67	3	3/30	6/30
69	1	1/30	7/30
72	1	1/30	8/30
73	2	2/30	10/30
77	1	1/30	11/30
78	2	2/30	13/30
81	2	2/30	15/30
83	3	3/30	18/30
84	2	2/30	20/30
87	1	1/30	21/30
88	1	1/30	22/30
89	2	2/30	24/30
91	2	2/30	26/30
93	1	1/30	27/30
95	1	1/30	28/30
97	1	1/30	29/30
99	1	1/30	30/30

¿Cuál es la frecuencia relativa de valores menores o iguales que 84? : 20/30

¿Cuál es la frecuencia relativa de 83? : $3/30 = 1/10 = 10\%$

¿Cuál es la frecuencia del valor 67? : 3

DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS POR INTERVALOS

Para la distribución de frecuencias por intervalos se requieren los siguientes conceptos:

Límites de clase: Son los valores mínimo y máximo de cada intervalo

Marcas de clase: Son los valores medios de cada intervalo de clase

Límites reales de clase: Son los valores mínimo y máximo que son frontera entre los intervalos. Estos deben tener una cifra decimal más que los datos.

Para el ejemplo en cuestión se tienen los siguientes resultados:

Evento	Límites de Clase		Límites Reales de Clase		Marcas de Clase
	Inferior	Superior	Inferior	Superior	
A	51	60	50.5	60.5	55.5
B	61	70	60.5	70.5	65.5
C	71	80	70.5	80.5	75.5
D	81	90	80.5	90.5	85.5
E	91	100	90.5	100.5	95.5

Las distribuciones de frecuencias correspondientes se muestran en la Tabla B.

TABLA B
DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS POR INTERVALOS

Evento	Elementos en los intervalos	Frecuencia	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa acumulada
A: 51-60	59, 57	2	$2/30=0.067(6.7\%)$	2	0.067
B: 61-70	67, 65, 69, 67, 67	5	$5/30=0.166(16.6\%)$	$2+5=7$	$0.067+0.166=0.233$
C: 71-80	72, 73, 73, 77, 78, 78	6	$6/30=0.200(20\%)$	$13+11=24$	$0.233+0.200=0.433$
D: 81-90	83, 88, 84, 89, 83, 84, 89, 87, 81, 83, 81	11	$11/30=0.367(36.7\%)$	$13+11=24$	$0.433+0.367=0.800$
E: 91-100	99, 91, 97, 95, 91, 93	6	$6/30=0.200(20\%)$	$24+6=30$	$0.800+0.200=1.000$
		30	<u>1.000</u>		

PROCEDIMIENTO DE AGRUPAMIENTO

A mayor número de datos se requiere mayor número de intervalos. Pero se recomienda que este número esté entre 5 y 20, suponiendo que en promedio caigan 5 o más elementos en cada intervalo. Así, si se tienen 30 datos, se recomienda usar $30/5 = 6$ intervalos.

Ejemplo:

El proceso de agrupamiento se indicará al mismo tiempo que se realiza el siguiente ejemplo.

En el proceso de control de calidad del concreto utilizado en la cimentación de un puente, se obtuvieron 30 datos de resistencia a compresión correspondientes a otros tantos cilindros elaborados con muestras del material. Los datos redondeados a las unidades y ordenados en forma creciente de valores, fueron los siguientes:

159, 161, 163, 163, 163, 167, 167, 167, 167, 168, 168, 168, 169, 169, 170, 171, 171, 173, 174, 175, 175, 175, 178, 179, 181, 181, 183, 184, 187, 191 Kg/cm². Obtener la tabla de distribución de frecuencias.

Solución:

1.- Determinación del rango de la muestra

$$\text{Rango} = \text{valor máximo} - \text{valor mínimo} = 191 - 159 = 32$$

2.- Determinación del número de intervalos

$$\text{Número de intervalos} = 30/5 = 6$$

3.- Determinación de los límites de clase

$$\text{Ancho de los intervalos} = \text{Rango/número} = 32/6 = 5.3$$

Tomaremos un ancho de 6 cm, con lo cual el rango del agrupamiento es $6 \times 6 = 36$ cm. La diferencia de rangos es $36 - 32 = 4$, que se reparte en los dos intervalos extremos equitativamente. Por lo tanto, los intervalos resultan ser:

157-162, 163-168, 169-174, 175-180, 181-186, 187-192.

4. Integración de la tabla:

Intervalo	Límites Reales		Frec.	Frecuencia Relativa	Frec. Acum.	Frecuencia Relativa Acumulada
	Inferior	Superior				
157-162	156.5	162.5	2	$2/30=0.067$	2	0.067
163-168	162.5	168.5	10	$10/30=0.333$	12	0.400
169-174	168.5	174.5	7	$7/30=0.233$	19	0.533
175-180	174.5	180.5	5	$5/30=0.167$	24	0.800
181-186	180.5	192.5	4	$4/30=0.133$	28	0.933
187-192	185.5	192.5	2	$2/30=0.067$	30	1.000
			$\Sigma = 30$	$\Sigma = 1.000$		

PRESENTACION GRAFICA DE LAS DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS

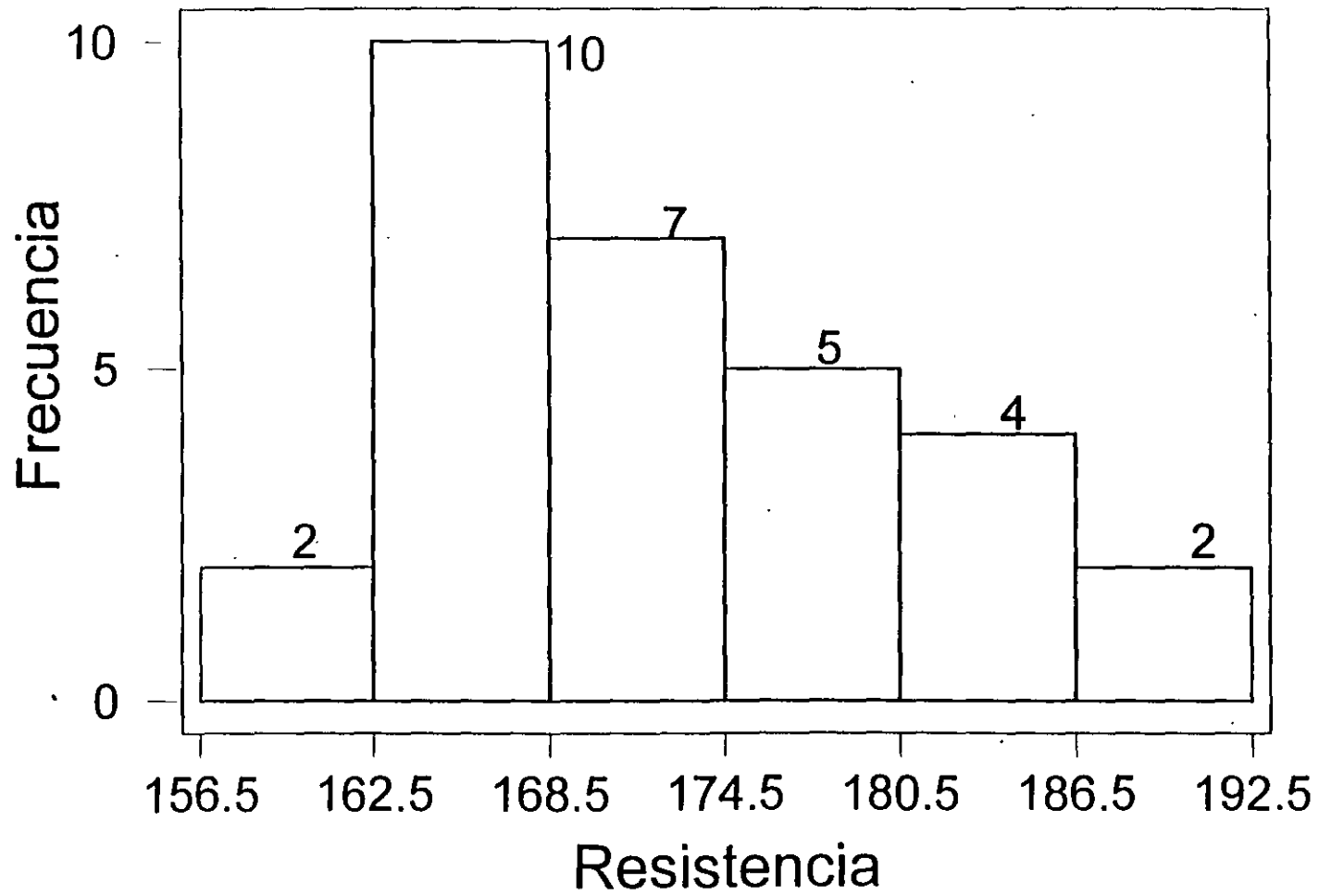
Las distribuciones de frecuencias y de frecuencias relativas, se pueden presentar en forma gráfica mediante el HISTOGRAMA, que es una gráfica de barras en la que la altura de cada barra corresponde a la frecuencia asociada a cada intervalo a valor.

Otra opción consiste en unir con rectas los puertos definidos por las marcas de clase, tomadas como abscisas, y las frecuencias correspondientes, tomadas como ordenadas, formando así la gráfica denominada POLIGONO DE FRECUENCIAS.

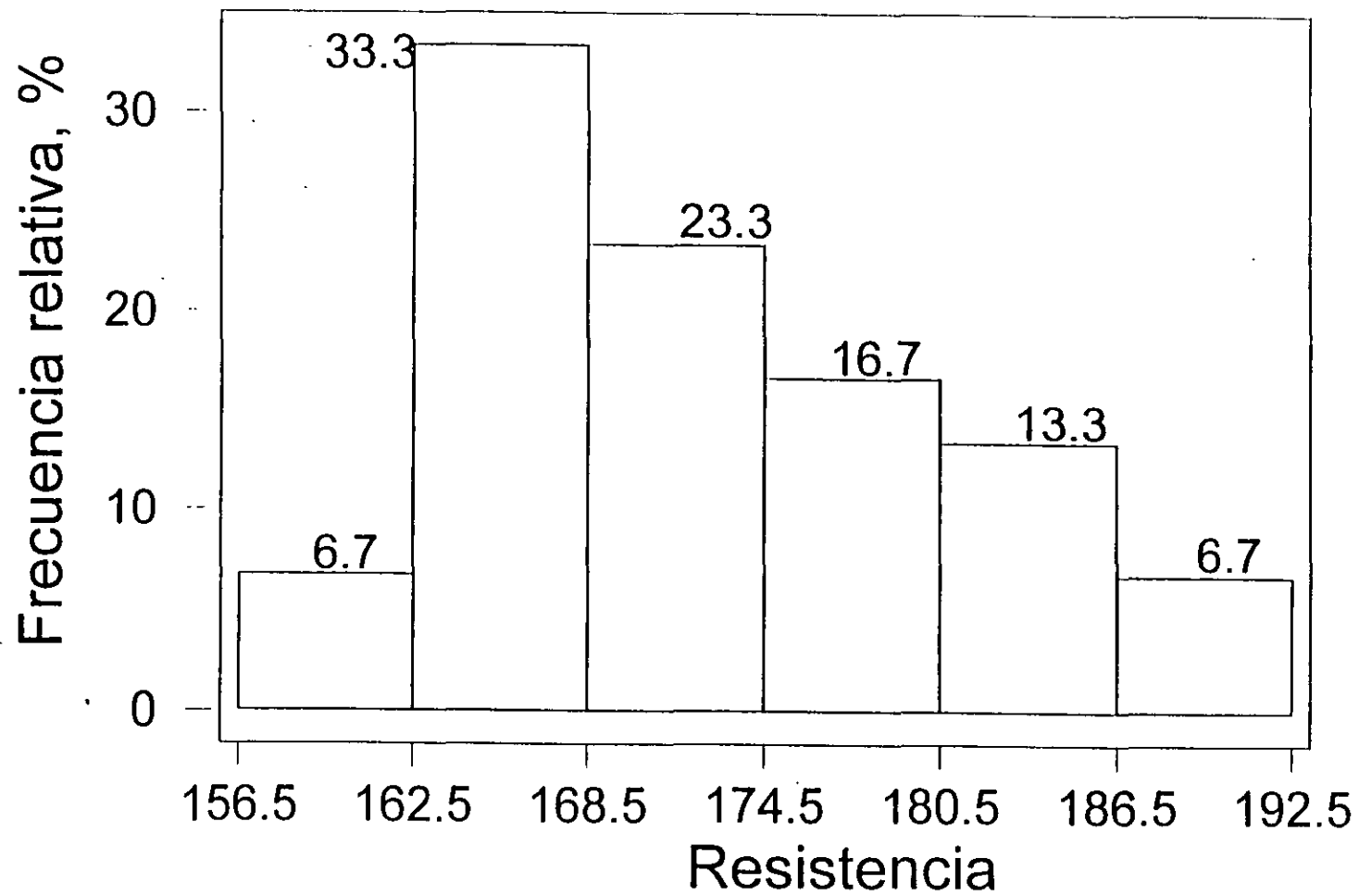
Por otra parte, las distribuciones de frecuencias acumuladas, relativas acumuladas y complementarias, se pueden representar mediante gráficas denominadas POLIGONOS DE FRECUENCIAS ACUMULADAS. En las dos primeras, las abscisas de los puntos son los límites reales superiores de clase de cada intervalo, y las ordenadas son las frecuencias acumuladas hasta el intervalo correspondiente.

En las siguientes cinco figuras se muestran las gráficas asociadas al ejemplo que se está presentando.

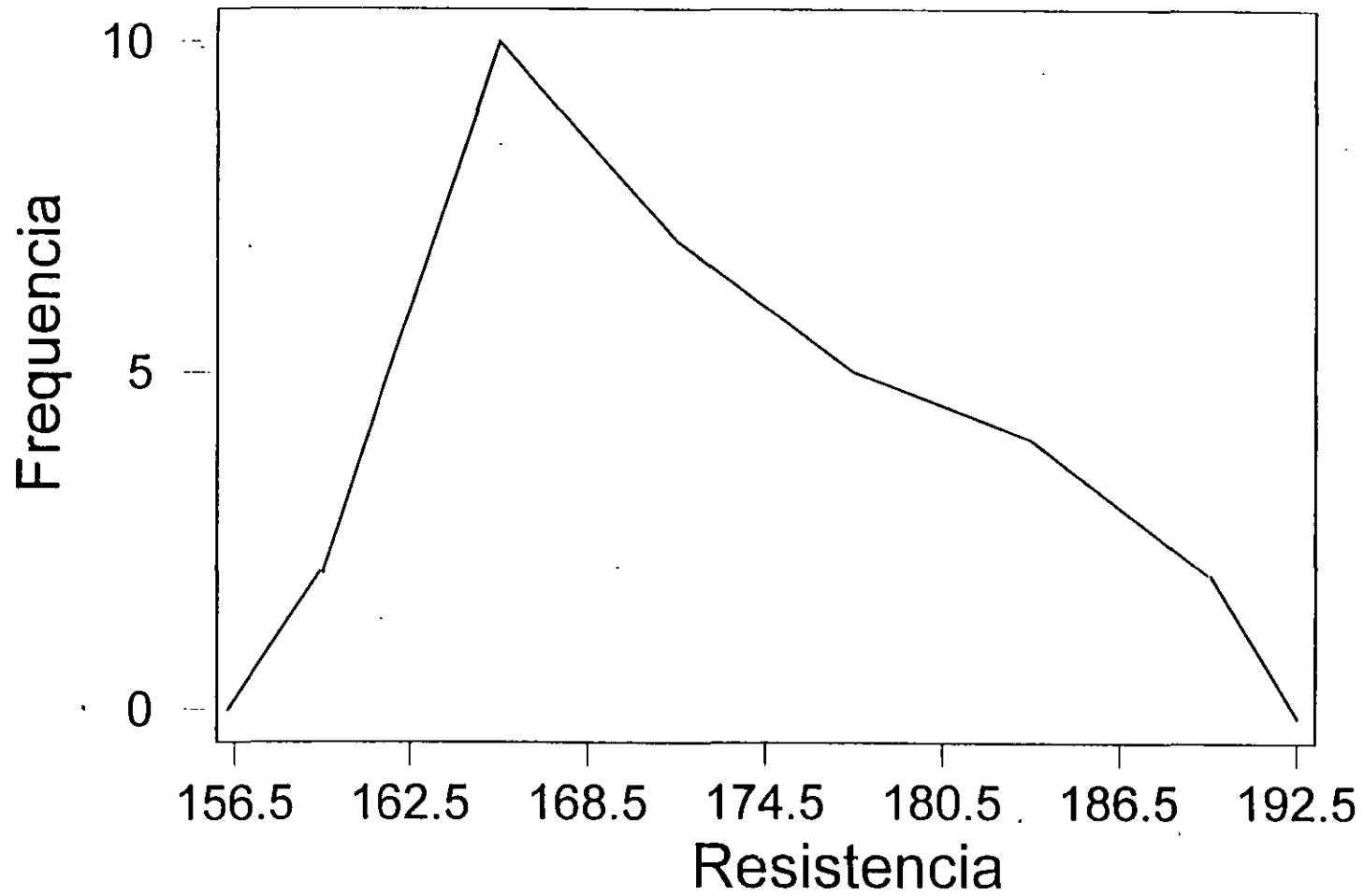
HISTOGRAMA



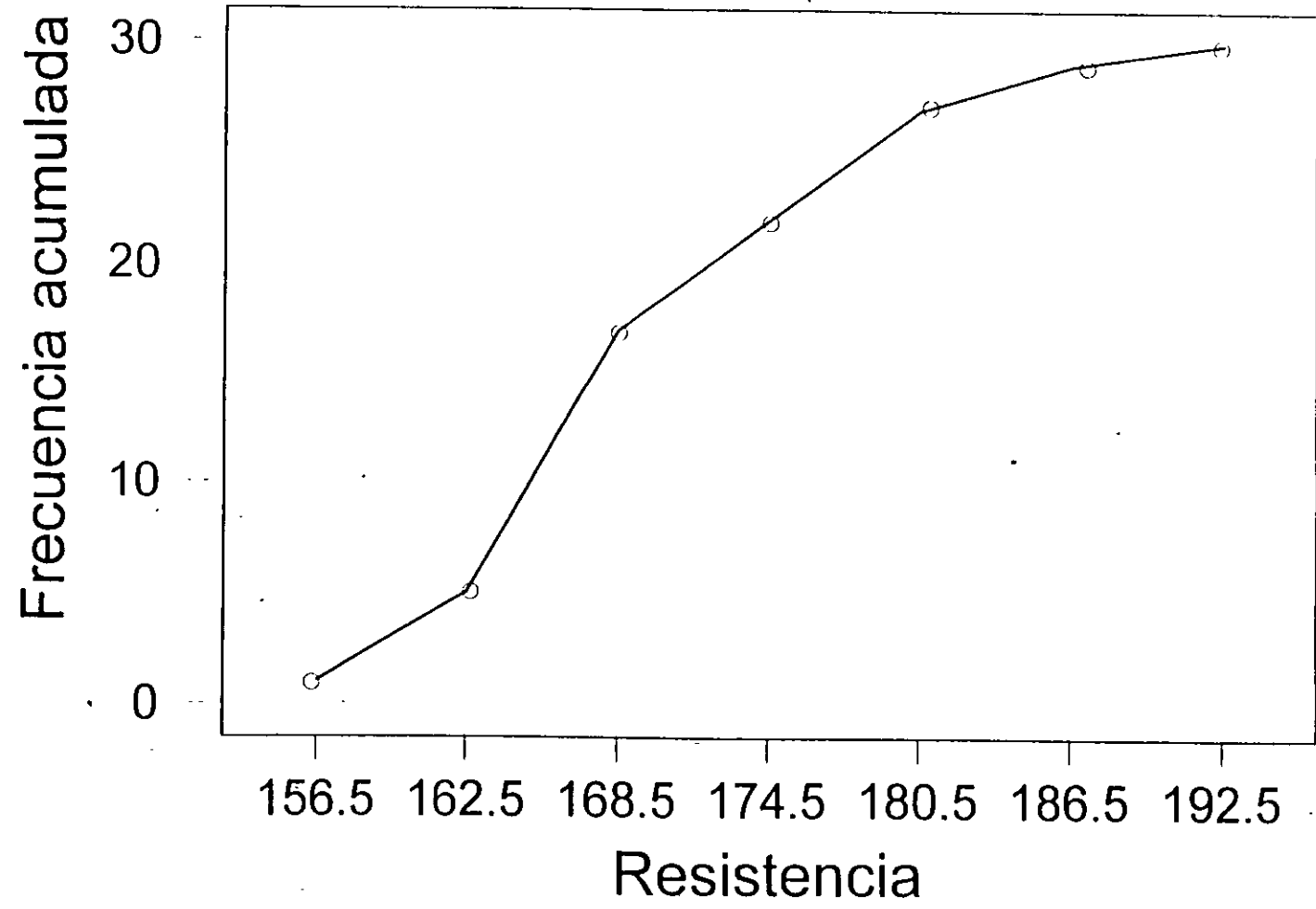
HISTOGRAMA



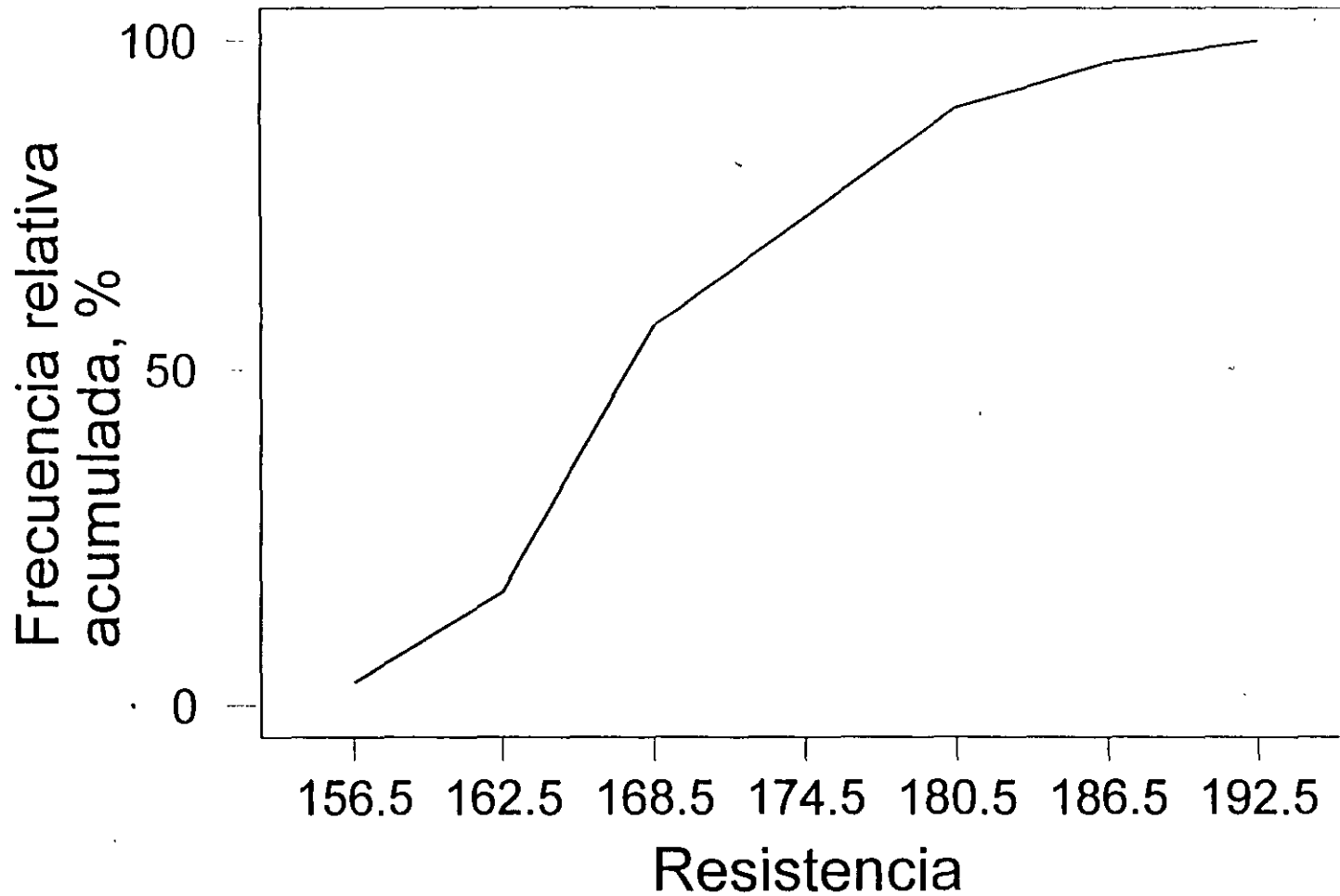
POLIGONO DE FRECUENCIAS



POLIGONO DE FRECUENCIAS ACUMULADAS



POLIGONO DE FRECUENCIAS
RELATIVAS ACUMULADAS



Ejemplo:

En un estudio sobre la calidad de las soldaduras ejecutadas en el proceso de ensamble de elementos de acero, se obtuvo una muestra aleatoria de 100 secciones, a las cuales se les contó el número de defectos de la soldadura colocada.

La distribución de frecuencias que se obtuvo fue la siguiente:

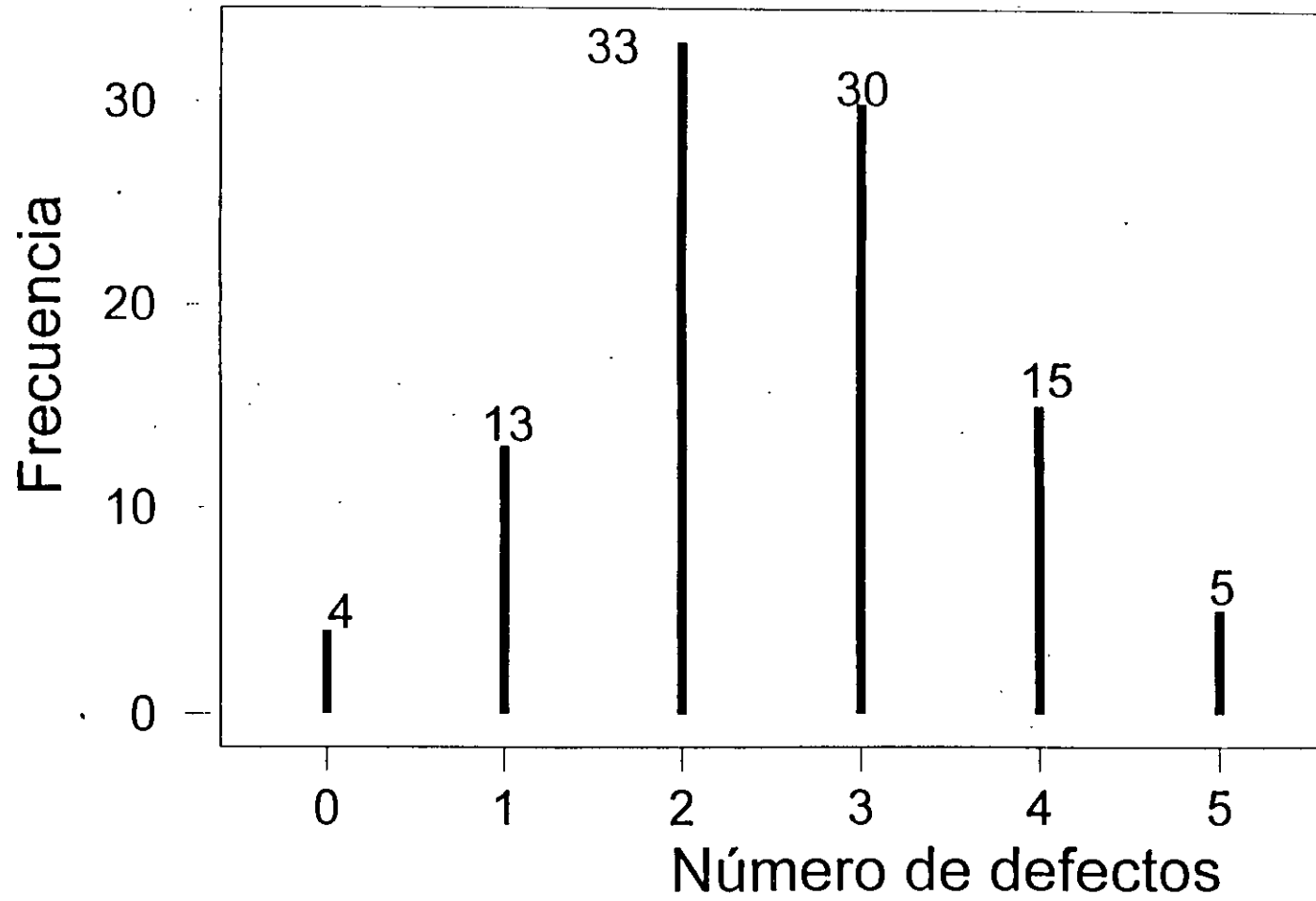
Número de defectos	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Frecuencia Acumulada Complementaria
0	4	4	96 (100 - 4)
1	13	17	83 (100 - 17)
2	33	50	50 (100 - 50)
3	30	80	20 (100 - 80)
4	15	95	5 (100 - 95)
5	5	100	0 (100 - 100)
	<hr/> 100		

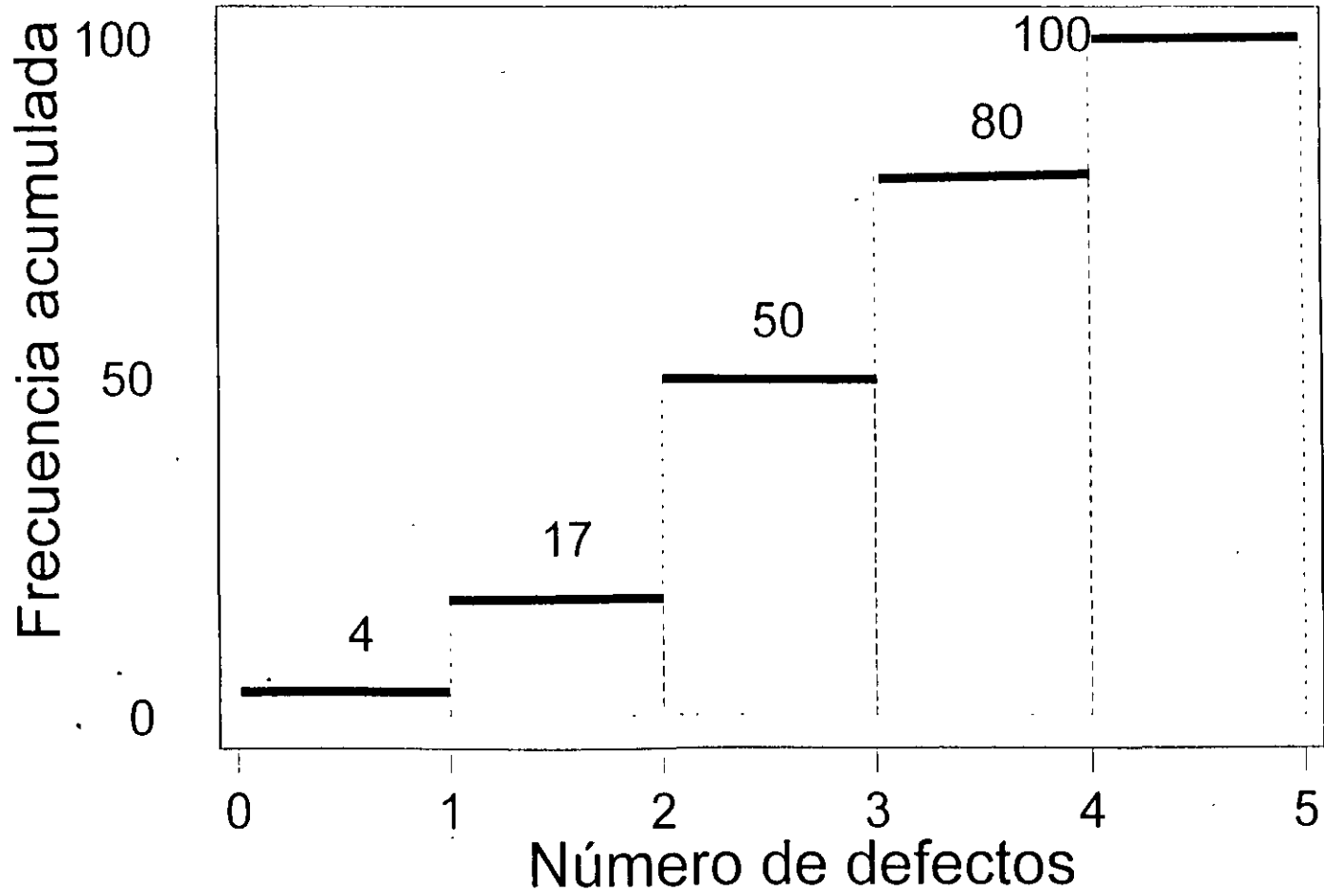
El histograma, en este caso, no se forma con barras rectangulares sino con líneas verticales que parten de las marcas de clase, en el eje horizontal, y tienen altura igual a la frecuencia correspondiente.

Por su parte, el polígono de frecuencias se dibuja ahora como una “escalera”, en la que cada peldaño tiene una altura igual a la frecuencia acumulada asociada a cada intervalo de clase.

En las siguientes dos figuras se presentan estas dos gráficas.

HISTOGRAMA





VALORES CARACTERISTICOS DE POSICION CENTRAL
Y DE DISPERSION

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

VALOR MEDIO O PROMEDIO ARITMÉTICO

Para datos no agrupados

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Donde X_i son los valores de los datos y n es el tamaño de la muestra.

Si los datos están agrupados, f_j es la frecuencia del j -ésimo intervalo y x_j es la marca de clase correspondiente, entonces.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^K f_j x_j \qquad K = \text{número de intervalos}$$

Ejemplo:

Sea el ejemplo enunciado anteriormente de los defectos en secciones de soldadura. Calcular el promedio aritmético.

j	Número de defectos x	Frecuencia	f x
1	0	4	4 x 0 = 0
2	1	13	13 x 1 = 13
3	2	33	33 x 2 = 66
4	3	30	30 x 3 = 90
5	4	15	15 x 4 = 60
K=6	5	5	5 x 5 = 25
		100	254

$$\bar{x} = 254/100 = 2.54 \text{ defectos por monoblock}$$

MODO.- Es el valor de la variable que aparece con mayor frecuencia en una muestra. Si los datos están agrupados, el modo es la marca de clase del intervalo que tiene la mayor frecuencia.

MEDIANA.- Es el valor de la variable que corresponde al 50% de las frecuencias relativas acumuladas.

Ejemplo:

En el problema de los defectos de secciones de soldadura el modo y la mediana valen 2. En el problema de las resistencias del concreto el modo es 165.5 kg/cm².

MEDIDAS DE DISPERSION

RANGO = Máximo valor observado – mínimo valor observado

VARIANCIA.- Si los datos no están agrupados:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = (1/n) \sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{x}^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2$$

Si los datos están agrupados:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k f_j (x_j - \bar{x})^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^k f_j x_j^2 - \bar{x}^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2$$

Donde las x_j son los valores de las marcas de clase de los intervalos o son los valores de agrupamiento, según corresponda.

DESVIACION ESTANDAR

$$S = \sqrt{S^2}$$

COEFICIENTE DE VARIACION

$$V = S/\bar{x}$$

Ejemplo:

En un proceso de control de calidad, se obtuvo una muestra de 30 datos de la compacidad relativa de un suelo compactado, de los cuales se obtuvo la distribución de frecuencias indicada en la siguiente tabla. Calcular las medidas de dispersión.

j	Compacidad Relativa	Marca de Clase	Frecuencia	xf	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$	$(x - \bar{x})^2 f$
1	55 - 63	59	2	118	-21.3	453.7	907.4
2	64 - 72	68	6	408	-12.3	151.3	907.8
3	73 - 81	77	7	539	- 3.3	10.9	76.3
4	82 - 90	86	9	774	5.7	32.5	292.5
5	91 - 99	95	6	570	14.7	216.1	1296.6
			30	2409			3480.6

$$\bar{x} = 2409/30 = 80.3$$

$$S^2 = 3480.6/30 = 116$$

$$S = \sqrt{116} = 10.8$$

$$V = 10.8/80.3 = 0.134 \text{ (13.4\%)}$$

LEYES DE PROBABILIDADES

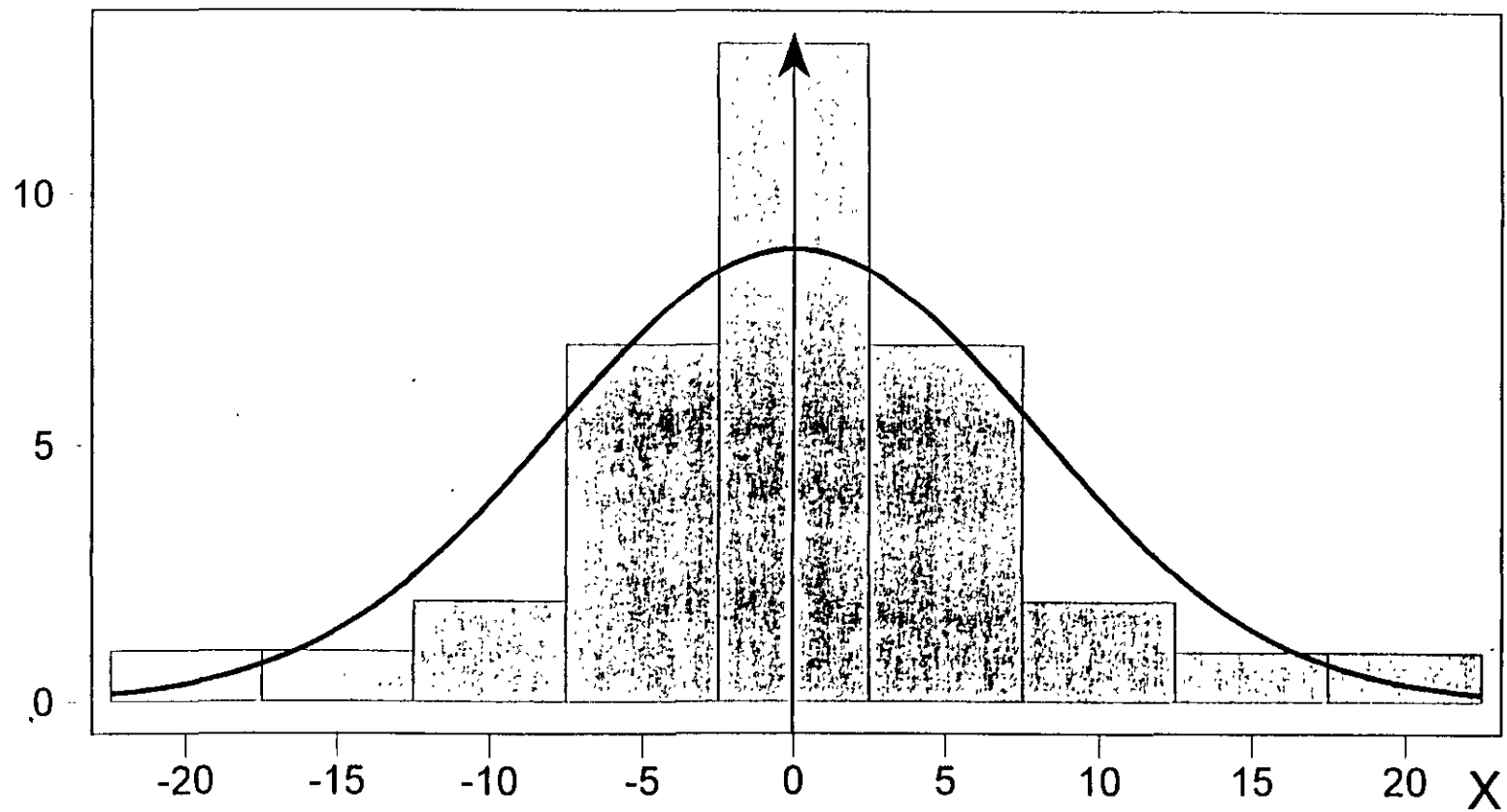
El comportamiento de una variable aleatoria se describe mediante su ley de probabilidades, la cual puede especificarse de diferentes formas. La manera más común de hacerlo es mediante su DISTRIBUCION O DENSIDAD DE PROBABILIDADES. A fin de evitar confusión, se empleará una letra mayúscula para denotar una variable aleatoria, y la minúscula correspondiente para los valores que puede asumir.

Por ejemplo, en la figura que aparece en la siguiente hoja, se muestra el histograma asociado al muestreo realizado a una variable aleatoria continua X y, superpuesta, se presenta una curva que corresponde a una función analítica, que se asocia a una ley de probabilidades, que sigue aproximadamente la forma del histograma y puede servir para “modelar” matemáticamente el comportamiento aleatorio de la variable X .

Existen varias leyes de probabilidades de carácter teórico; en la práctica, para cada variable aleatoria se escoge una que modele adecuadamente su comportamiento aleatorio, lo cual se establece al compararla con el histograma de los datos correspondientes a un muestreo.

Es importante mencionar que cada distribución de probabilidades tiene parámetros que caracterizan su posición central y su dispersión. De los primeros se tiene a la media, la mediana y el modo; de los segundos se tiene a la variancia, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Los valores que se asignan a estos parámetros en cada caso particular, se estiman con base en una muestra aleatoria de la variable que se trate; la

HISTOGRAMA CON CURVA DE DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES



media se estima con el promedio aritmético, y la desviación estándar con la desviación estándar de la muestra

LEYES DE PROBABILIDADES PARA VARIABLES ALEATORIAS DISCRETAS.

Si la variable aleatoria X es discreta y puede asumir los valores x_i , su distribución de probabilidades, $f(x)$, será el conjunto de todas las probabilidades

$$P(x_i) = P(X = x_i); \quad i = 1, 2, \dots, n$$

La cual se lee "probabilidad de que $x = x_i$ ". Esto es

$$f(x) = \{P(x = x_i)\}; \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Para que una distribución de probabilidades satisfaga los tres axiomas de la teoría de probabilidades, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- A) $0 \leq P(x_i) \leq 1$ para toda x_i
- B) $\sum_{i=1}^n P(x_i) = 1; \quad i = 1, 2, \dots, n$

donde n es el número total de valores que puede asumir X

$$C) \quad P(x_m \leq X_r) = \sum_{i=m}^{i=r} P(x_i); \quad m < r.$$

donde las x_i están ordenadas en forma creciente, es decir

$$x_1 < x_2 < x_3 < \dots < x_n$$

Otra forma de especificar la ley de probabilidades de una variable aleatoria es mediante la DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES ACUMULADAS, $F(x)$, que se define como el conjunto de las sumas parciales de las probabilidades $P(x_i)$, correspondientes a todos los valores de X menores o iguales que x_i . Por lo tanto, esta función da las probabilidades de que la variable aleatoria

tome valores menores o iguales que x_m para cualquier m , es decir:

$$F(x) = \{F(x_m)\}; m = 1, 2, \dots, n$$

En donde

$$F(x_m) = \sum_{i=1}^{i=m} P(x_i) = P(X \leq x_m); m = 1, 2, \dots, n$$

Ejemplo:

Sea X la variable aleatoria discreta “número total de carros que se detienen en una esquina debido a la luz roja de un semáforo”. Si las probabilidades asociadas a cada valor, son:

$$P(x) = \begin{cases} 0.1 & \text{SI } x = 0 \\ 0.2 & \text{SI } x = 1 \\ 0.3 & \text{SI } x = 2 \\ 0.2 & \text{SI } x = 3 \\ 0.1 & \text{SI } x = 4 \\ 0.1 & \text{SI } x = 5 \\ 0 & \text{SI } x = 6 \end{cases}$$

Las distribuciones de probabilidades y la de probabilidades acumuladas correspondientes serán:

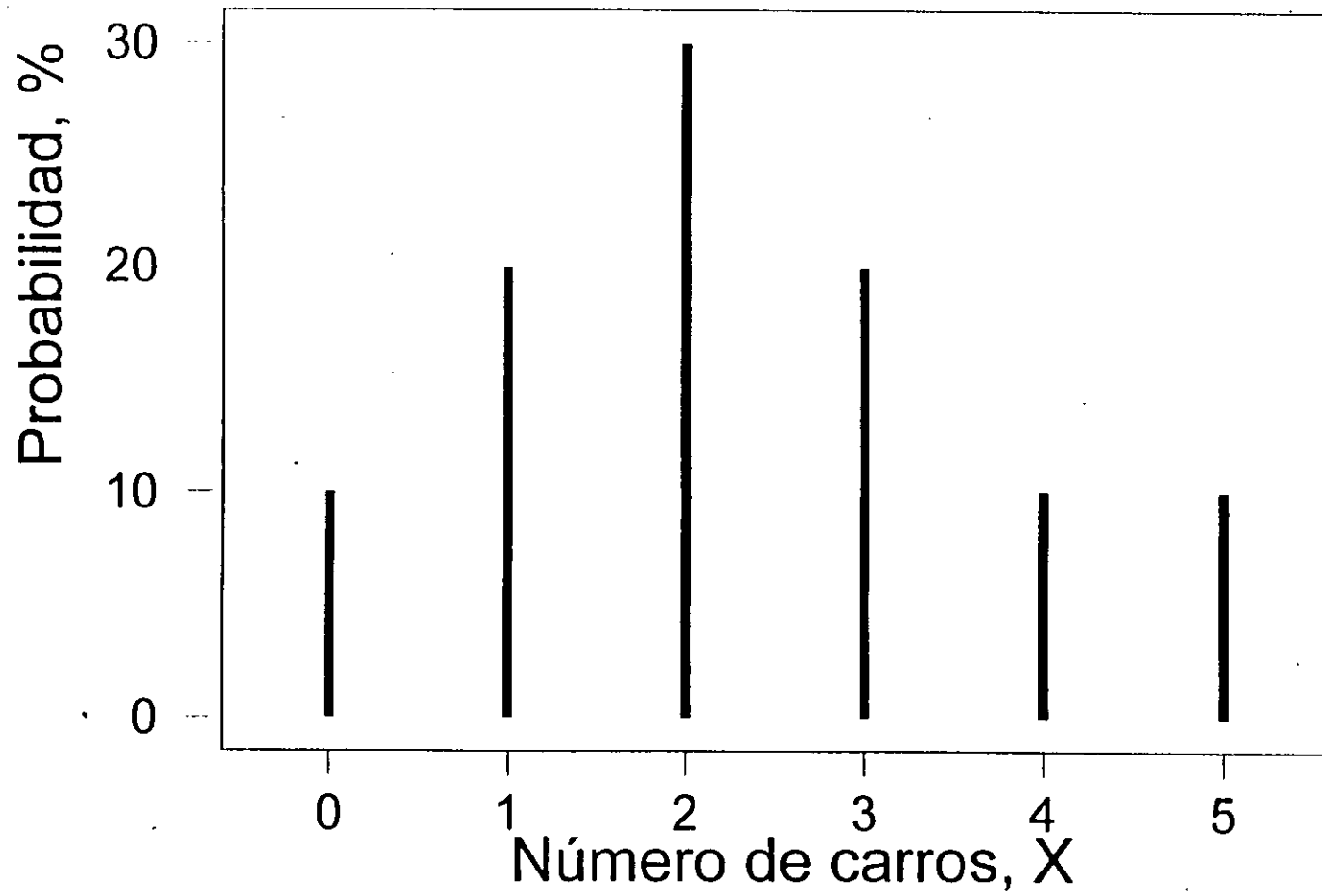
x	f(x)	F(x)
<0	0	0
0	0.1	0.1
1	0.2	0.3
2	0.3	0.6
3	0.2	0.8
4	0.1	0.9
5	0.1	1.0
>6	0	1.0

o sea $F(x) =$

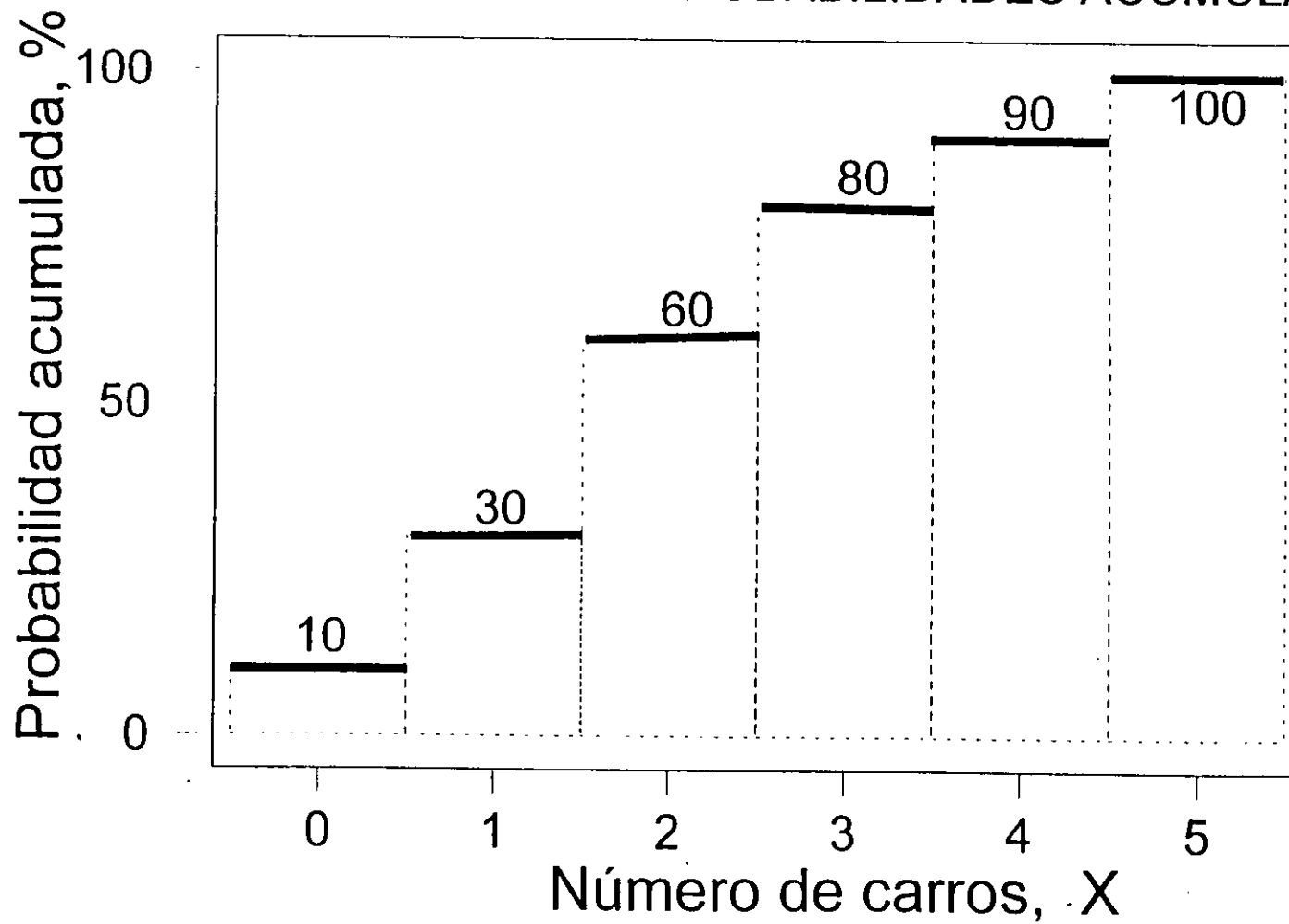
$$\begin{cases}
 0, & \text{SI } x < 0 \\
 0.1, & \text{SI } 0 < x \leq 1 \\
 0.3, & \text{SI } 1 < x \leq 2 \\
 0.6, & \text{SI } 2 < x \leq 3 \\
 0.8, & \text{SI } 3 < x \leq 4 \\
 0.9, & \text{SI } 4 < x \leq 5 \\
 1.0, & \text{SI } 5 < x
 \end{cases}$$

Las gráficas de estas distribuciones se presentan en las figuras de las siguientes dos páginas.

DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES



DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES ACUMULADAS



LEYES DE PROBABILIDADES PARA VARIABLES ALEATORIAS CONTINUAS

En el caso de una variable aleatoria continua, X , la probabilidad de que ésta tome un valor comprendido entre x y $x + dx$ está dada por $f(x)dx$, donde $f(x)$ es la densidad de probabilidades de x . Por lo tanto, la probabilidad de que X asuma valores comprendidos en el intervalo $x_1 \leq X \leq x_2$ es:

$$P(x_1 \leq X \leq x_2) = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx$$

La interpretación gráfica de esta probabilidad es que corresponde al área bajo la curva de $f(x)$ comprendida entre x_1 y x_2 , como se muestra en la figura de la siguiente hoja.

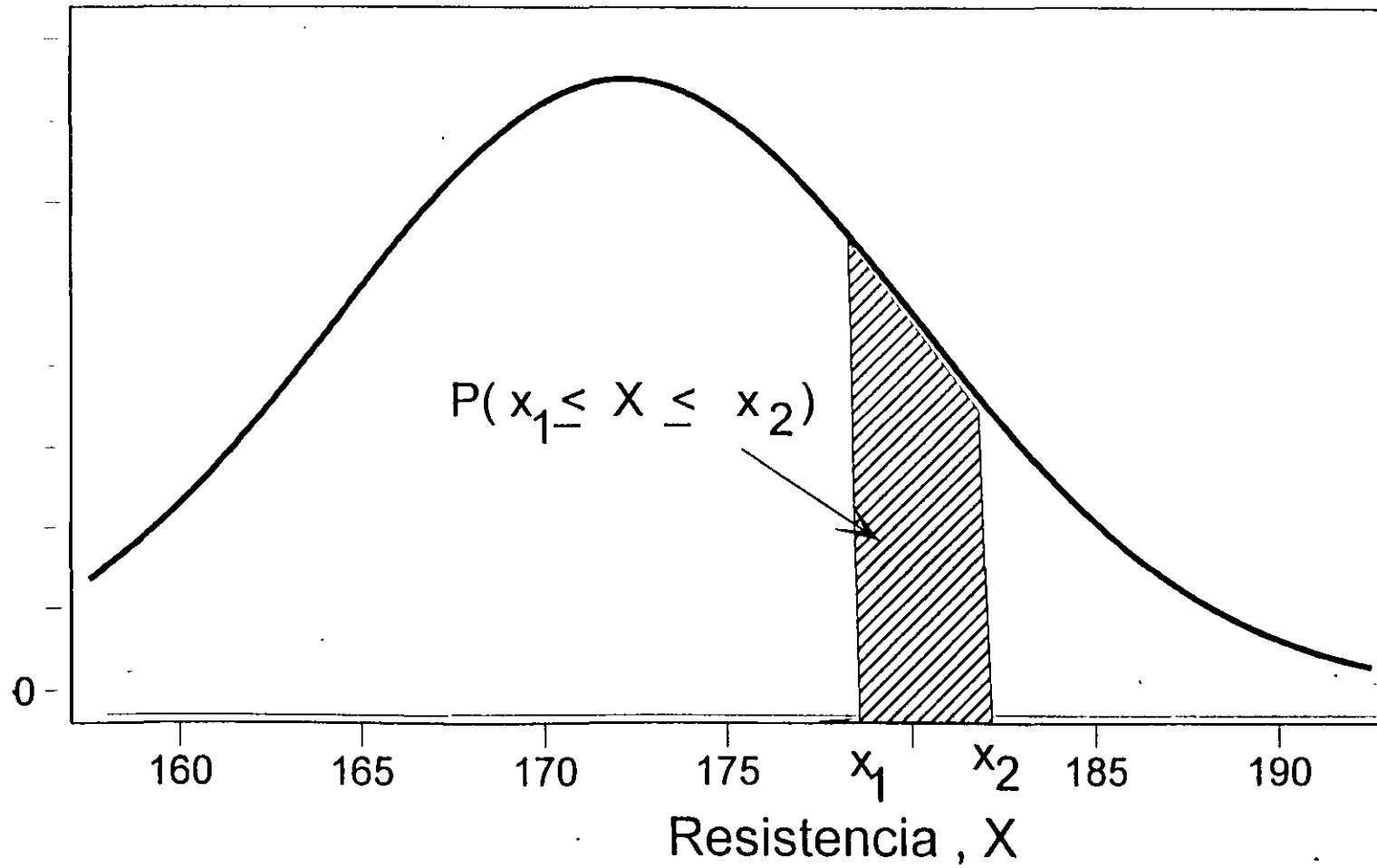
Puesto que $F(x) = P(X \leq x) = P(-\infty < X \leq x)$ y en virtud de la ecuación anterior, se tiene que la distribución de probabilidades acumuladas es:

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(U) dU$$

donde U es sólo una variable muda de integración. El valor de esta integral es igual al área bajo la curva de $f(x)$ a la izquierda de x . De esta ecuación se concluye que:

$$\frac{dF(x)}{dx} = \frac{d}{dx} \left(\int_{-\infty}^x f(U) dU \right) = f(x)$$

DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES



Algunas propiedades de $F(x)$ son:

$$0 \leq F(x) \leq 1$$

$$F(-\infty) = 0$$

$$F(\infty) = 1$$

$$F(x_2) - F(x_1) = P(x_1 \leq X \leq x_2)$$

Para satisfacer los axiomas de la teoría de probabilidades se necesita que:

$$F(x) \geq 0 \text{ para toda } x$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$$

DISTRIBUCION NORMAL

Una de las distribuciones de variables aleatorias continuas más útil, porque su forma se asemeja bastante a los histogramas de algunas variables aleatorias, como se muestra en la figura de la siguiente hoja, es la *distribución normal o de Gauss*, definida por la ecuación.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

donde μ es la media y σ la desviación estándar de X.

Si se hace la transformación: $Z = (X-\mu)/\sigma$

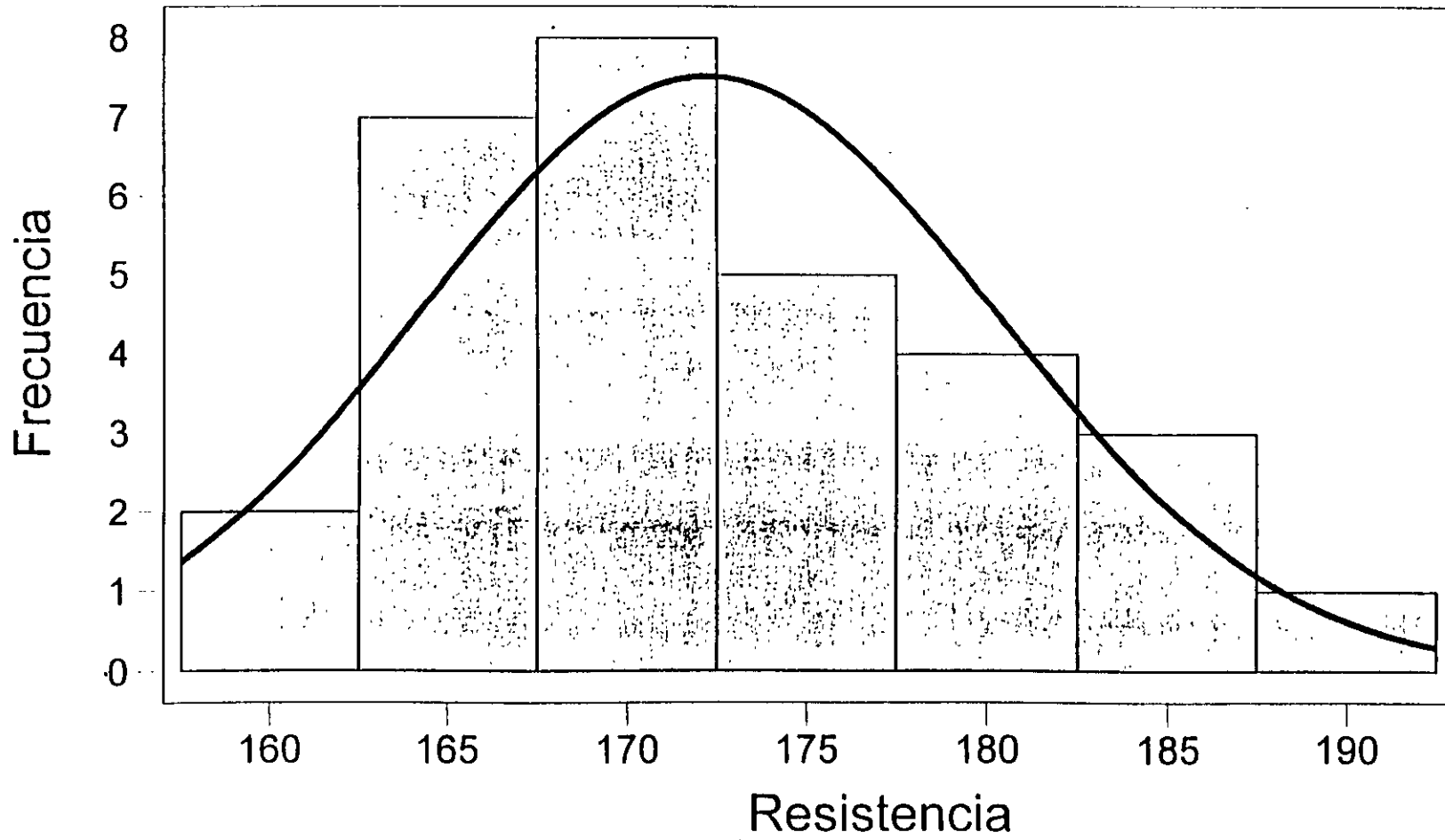
entonces la ecuación anterior se reduce a la llamada forma estándar, cuya ecuación es:

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} \quad ; \quad F(z) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2} du$$

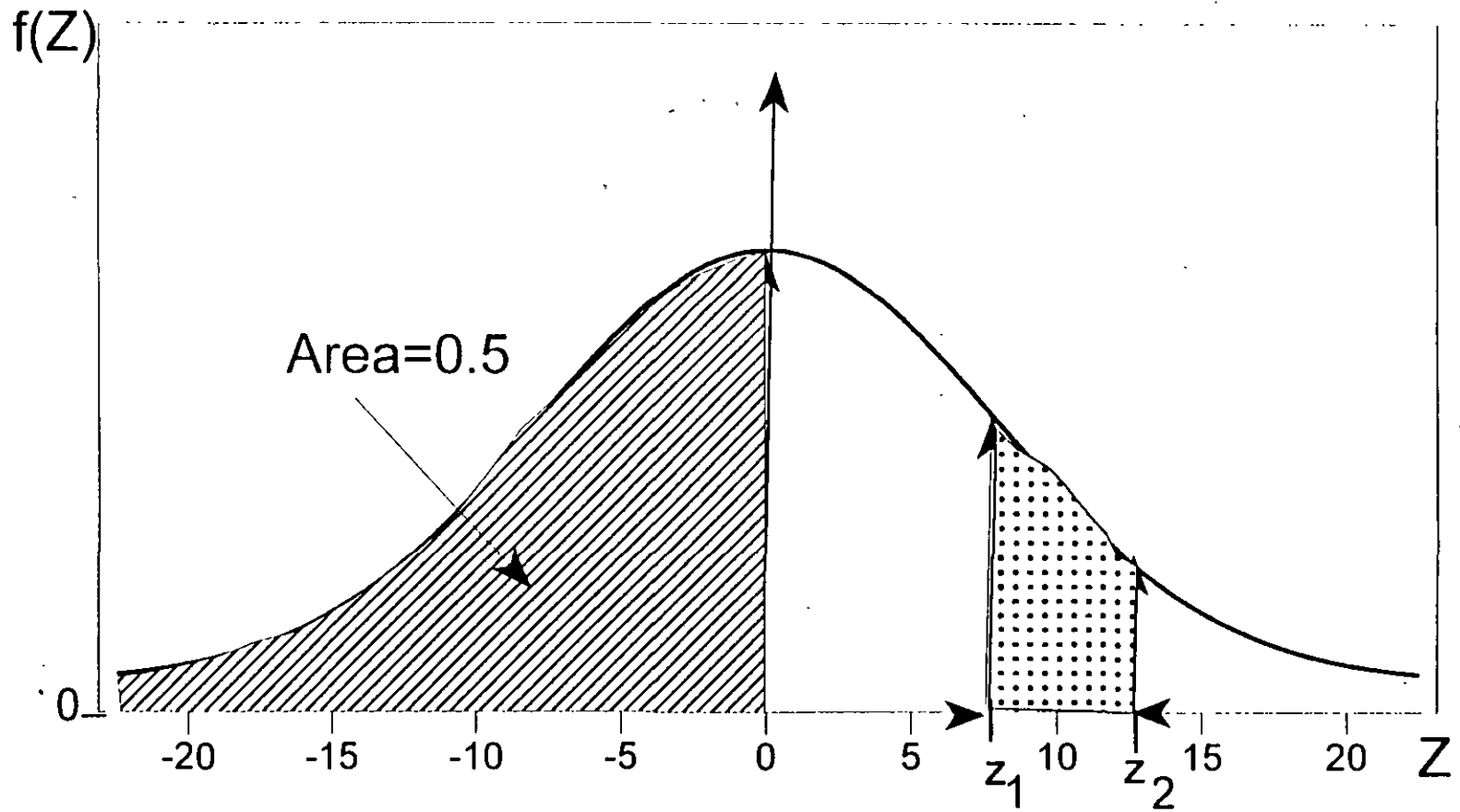
En este caso la variable aleatoria Z tiene distribución normal con media igual a cero y variancia igual a uno.

Existen tablas para calcular las probabilidades de una variable asociada a una distribución normal estándar semejantes a la Tabla A. En las figuras de las siguientes tres páginas se muestra la forma de campana de esta distribución; en las dos últimas se observa la simetría respecto a $Z=0$, que es asintótica al eje Z y algunas áreas cuantificadas. En el caso de la variable X, la simetría se da respecto al valor de μ .

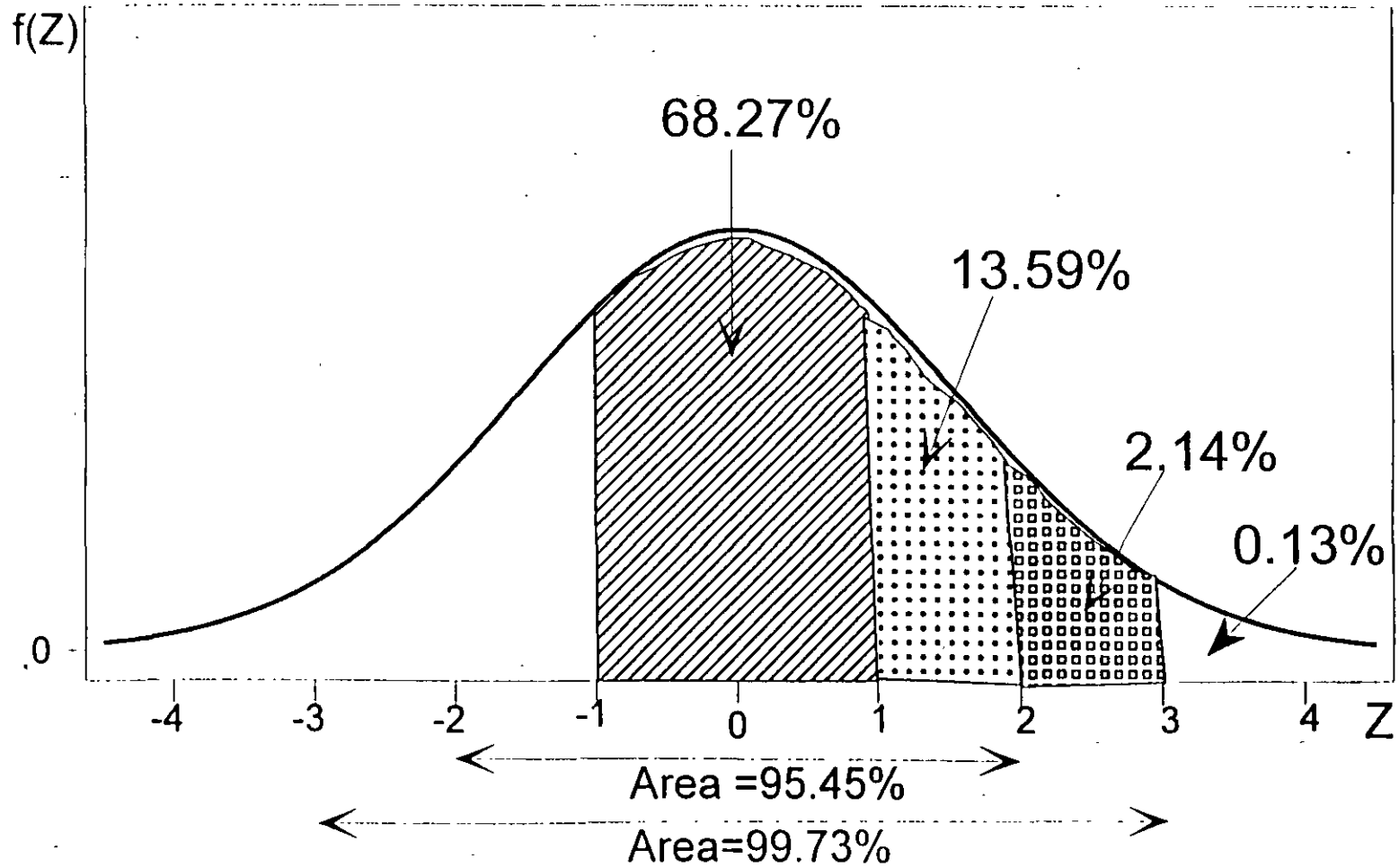
HISTOGRAMA CON DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES



DISTRIBUCION NORMAL



DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES NORMAL ESTANDAR



La utilidad de la distribución normal estándar radica en que

$$P [x_1 \leq X \leq x_2] = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx = P [z_1 \leq Z \leq z_2] = \int_{z_1}^{z_2} f(z) dz$$

Donde

$$z_1 = (x_1 - \mu) / \sigma \quad \text{y} \quad z_2 = (x_2 - \mu) / \sigma$$

Ejemplo:

Como resultado de una larga serie de experimentos probando a compresión cilindros de concreto, se ha estimado que la media de la resistencia es de 240 kg/cm² y la desviación estándar de 30 kg/cm².

Suponiendo que la distribución de probabilidades es normal,

- A) ¿Cuál es la probabilidad de que otro cilindro tomado al azar resista menos de 240 kg/cm²?
- B) ¿Cuál es la probabilidad de que resista más de 330 kg/cm²?
- C) ¿Cuál es la probabilidad de que su resistencia esté en el intervalo de 210 a 240 kg/cm²?

Solución:

A) Para emplear las tablas de la distribución normal es necesario estandarizar la variable X, empleando $\mu=240$ y $\sigma=30$, con $X = 240$:

$$Z = \frac{240 - 240}{30} = 0$$

Recurriendo a la tabla de la distribución normal se obtiene:

$$P [X \leq 240] = p [Z \leq 0] = 0.5$$

B) El valor estandarizado de la variable, para $x = 330 \text{ kg/cm}^2$, es

$$z_1 = \frac{330 - 240}{30} = 3$$

Por lo que

$$P [X \geq 330] = p [Z \geq 3] = 1 - 0.9987 = 0.0013$$

C) Los valores estandarizados de la variable, para $x_1 = 210$ y $x_2 = 240$ son:

$$z_1 = \frac{210 - 240}{30} = -1$$

$$z_2 = \frac{240 - 240}{30} = 0$$

Por lo que

$$P [210 \leq X \leq 240] = P [-1 \leq Z \leq 0] = 0.3413$$

Ejemplo:

Se ha encontrado que la variable aleatoria “error en la medición de las distancias entre dos puntos” tiene distribución normal con media cero. Si se sabe que el tamaño verdadero de una línea es de 2m y que la variancia de su medición es de 9 cm^2 , calcular la probabilidad de que en una medición la longitud que se registre sea

- Menor de 195 cm.
- Mayor de 203 cm.
- Comprendida entre 198 y 202 cm.

Solución

a. $P (X < 195) = ?$ con $\mu = 200 \text{ cm}$ y $\sigma = \sqrt{9} = 3 \text{ cm}$.

$$Z = \frac{195 - 200}{3} = \frac{-5}{3} = -1.67$$

$$P(X < 195) = P(Z < -1.67) = 0.0475 = 4.75\%$$

$$b. \quad Z = \frac{203 - 200}{3} = 1$$

$$P(X > 203) = 1 - P(X < 203) = 1 - P(Z < 1) = 1 - 0.8413 = 0.1587 = 15.87\%$$

$$c. \quad P(198 \leq X \leq 202) = ?$$

$$Z_1 = \frac{198 - 200}{3} = -0.67, \quad Z_2 = \frac{202 - 200}{3} = 0.67$$

$$P(198 \leq X \leq 202) = P(-0.67 < Z < 0.67) = 2 \times 0.2486 = 0.4972 = 49.72\%$$

ESTIMACION DE LOS PARAMETROS DE UNA DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES.

A menudo resulta necesario inferir información acerca de una población mediante el uso de muestras extraídas de ella; una parte básica de dicha inferencia consiste en estimar los valores de los parámetros de la población (media, variancia, etc.) a partir de las estadísticas correspondientes de la muestra.

Una estadística es una variable aleatoria que se obtiene mediante una función que se calcula con los datos de las muestras: por ejemplo, el promedio aritmético y la desviación estándar son dos estadísticas.

Si el estimador de un parámetro de la población consiste en un solo valor de una estadística, se le conoce como *estimador puntual* del parámetro.

La estimación de un parámetro de una población mediante un par de números entre los cuales se encuentra, con cierta probabilidad, el valor de dicho parámetro, se llama estimación por intervalos del mismo.

Una estadística es una variable aleatoria que se obtiene mediante una función que se calcula con los datos de las muestras: por ejemplo, el promedio aritmético y la desviación estándar son dos estadísticas.

Sea S una estadística obtenida de una muestra de tamaño n para estimar el valor del parámetro θ , y sea σ_s la desviación estándar (conocida o estimada) de su distribución muestral. La probabilidad, $1-\alpha$, de que el valor de θ se localice en el intervalo de $S - z_c \sigma_s$ a $S + z_c \sigma_s$, donde z_c es una constante, se escribe en la forma:

$$P [S - z_c \sigma_s \leq \theta \leq S + z_c \sigma_s] = 1 - \alpha$$

Si se fija el valor de $1-\alpha$, se puede obtener el valor de z_c necesario para que se satisfaga la ecuación anterior, con lo cual queda definido el *intervalo de confianza* del parámetro θ , $(S \pm z_c \sigma_s)$, correspondiente al nivel de confianza $1-\alpha$.

La constante z_c que fija el intervalo de confianza se conoce como valor crítico. Si la distribución de S es normal, el valor de z_c correspondiente a uno de α se obtiene de la tabla de áreas bajo la curva normal o de la tabla siguiente:

Valores de z_c para distintos niveles de confianza

Nivel de confianza, en porcentaje	z_c
99.73	3.00
99.00	2.58
98.00	2.33
96.00	2.05
95.45	2.00
95.00	1.96
90.00	1.64
80.00	1.28
68.27	1.00
50.00	0.674

Ejemplo:

Sea el promedio aritmético \bar{X} una estadística con distribución normal. Las probabilidades o niveles de confianza de que $\mu_{\bar{X}}$ (o μ de la población) se encuentre localizada entre los límites $\bar{X} \pm \sigma_{\bar{X}}$, $\bar{X} \pm 2\sigma_{\bar{X}}$ y $\bar{X} \pm 3\sigma_{\bar{X}}$ son 68.26, 95.44 y 99.73%, respectivamente, obteniéndose dichos valores de la tabla de áreas bajo la curva normal. Lo anterior significa que el intervalo

$\bar{X} \pm 3 \sigma_{\bar{X}}$ contendrá a $\mu_{\bar{X}}$ en el 99.73 por ciento de las muestras de tamaño n , por lo que los intervalos de confianza de 68.26, 95.44 y 99.73 por ciento para estimar a μ son:

$$(\bar{X} - \sigma_{\bar{X}}, \bar{X} + \sigma_{\bar{X}}), (\bar{X} - 2 \sigma_{\bar{X}}, \bar{X} + 2 \sigma_{\bar{X}}) \text{ y } (\bar{X} - 3 \sigma_{\bar{X}}, \bar{X} + 3 \sigma_{\bar{X}})$$

lo cual se aprecia en la figura inmediata anterior:

ESTIMACIÓN DE INTERVALOS DE CONFIANZA PARA LA MEDIA.

Los límites de confianza para la media de una población con variable aleatoria X asociada están dados por

$$\bar{X} \pm z_c \sigma_{\bar{X}}$$

en donde z_c depende del nivel de confianza deseado. Si X tiene distribución normal, z_c puede obtenerse en forma directa de la tabla anterior. Por ejemplo, los límites de confianza de 95 y 99 por ciento para estimar la media, μ , de la población son: $\bar{X} \pm 1.96 \sigma_{\bar{X}}$ y $\bar{X} \pm 2.58 \sigma_{\bar{X}}$, respectivamente. Al obtener estos límites hay que usar el valor calculado de X para la muestra correspondiente.

Entonces, los límites de confianza para la media de la población quedan dados por: $\bar{X} \pm z_c \sigma / \sqrt{n}$.

Ejemplo:

Las mediciones de los diámetros de una muestra aleatoria de 100 tubos de albañal mostraron una media de 32 cm y una desviación estándar de 2 cm.

Obténganse los límites de confianza de : a. 95 por ciento

b. 97 por ciento

para el diámetro medio de todos los tubos.

Solución

- a. De la tabla anterior los límites de confianza del 95 por ciento son:

$$\bar{X} \pm 1.96 \sigma / \sqrt{n} = 32 \pm 1.96 (2 / \sqrt{100}) = 32 \pm 0.392 \text{ cm.}$$

o sea 31.608 y 32.392, en donde se ha empleado el valor de la desviación estándar de la muestra para estimar el de σ de la población, puesto que la muestra es suficientemente grande (mayor de 30 elementos). Esto significa que con una probabilidad de 95 por ciento, el valor de μ se encuentra entre 31.608 y 32.392 cms.

- b. Si $Z = z_c$ es tal que el área bajo la curva normal a la derecha de z_c es el 1.5 por ciento del área total, entonces el área entre 0 y z_c es $0.5 - 0.015 = 0.485$, por lo que de la tabla de áreas bajo la curva normal se obtiene $z_c = 2.17$. Por tanto, los límites de confianza del 97 por ciento son:

$$\bar{X} \pm 2.17 \sigma / \sqrt{n} = 32 \pm 2.17 (2 / \sqrt{100}) = 32 \pm 0.434 \text{ cm}$$

y el intervalo de confianza respectivo es (31.566 cm, 32.434 cm).

Ejemplo:

Una muestra aleatoria de 50 valores de compacidad relativa tiene un promedio aritmético de 72 puntos, con desviación estándar igual a 10.

Calcular:

- El intervalo de confianza del 95% para la media del total de calificaciones.
- El tamaño de muestra necesario para que el error en la estimación de la media no exceda de 2 puntos, considerando el mismo nivel de confianza.

Solución:

- a. Si se estima a σ de la población con la desviación estándar S_x de la muestra y se considera que la población es finita, los límites de confianza son, puesto que

$$\bar{X} = 72, Z_c = 1.96, S_x = 10 \text{ y } n = 50,$$

$$72 \pm 1.96 (10/\sqrt{50})$$

$$72 \pm 1.96 (1.4142)$$

$$72 \pm 2.77$$

y el intervalo de confianza respectivo es: (69.23, 74.77)

- b. Puesto que el error en la estimación de la media es

$$\text{Error en la estimación} = Z_c \sigma / \sqrt{n}$$

$$\text{en este caso se tendría} = Z_c \sigma / \sqrt{n} < 2$$

o sea, para un nivel de confianza de 95%,

$$1.96 (10/\sqrt{n}) < 2$$

$$19.6/\sqrt{n} < 2$$

Elevando al cuadrado la desigualdad, queda

$$394.16/n < 4$$

$$\text{o sea } 96 < n$$

Por lo cual, se requieren al menos 96 elementos en la muestra para que el error en la estimación no exceda de 2 puntos, para

$$1 - \alpha = 0.95.$$

PRUEBA ESTADISTICA DE QUE LA MEDIA DE UNA VARIABLE VALE μ

Al intervalo de los valores de una estadística en el que se rechaza una hipótesis bajo prueba se le denomina *región crítica o de rechazo*. Por el contrario, al conjunto de los valores de la estadística en que se acepta la hipótesis, se le llama *región de aceptación*.

Considérese que la distribución probabilidades de la estadística \bar{X} es normal con desviación estándar $\sigma_{\bar{X}}$ y que la variable Z resulta de estandarizar a X. La hipótesis *bajo prueba* es que la media de X vale μ , y la hipótesis alternativa es que dicha media es diferente de μ . Bajo la hipótesis por probar, $Z = (X - \mu) / \sigma_{\bar{X}}$.

Por ejemplo, si se adopta la regla de decisión de aceptar la hipótesis *bajo prueba*, si el valor de Z cae dentro del intervalo central que encierra al 99 por ciento del área de la distribución de probabilidades, entonces ésta se aceptará en el caso en que: $- 2.58 \leq Z \leq 2.58$.

Pero si el valor estandarizado de la estadística se encuentra fuera de dicho intervalo, se concluye que esto puede ocurrir con probabilidad de 0.01 si la hipótesis *bajo prueba* es verdadera (área rayada total de la siguiente figura). En tal caso, se concluye que el valor Z de la variable estándar difiere *significativamente* del que se podría esperar de acuerdo con la hipótesis bajo prueba, lo cual inclina a rechazarla a un nivel de confianza del 99 por ciento. En este caso se tendrían las regiones de aceptación y de rechazo mostradas en la siguiente figura.

En la siguiente tabla se presentan los valores de la variable estandarizada, Z , que limitan las regiones de aceptación y de rechazo para el caso en el que la estadística involucrada en la prueba tenga distribución de probabilidades normal. Cuando en alguna prueba de hipótesis se consideren niveles de significancia diferentes a los que aparecen en la tabla mencionada, resulta necesario emplear la de áreas bajo la curva normal estándar.

Nivel de significancia, α	Valores de Z para pruebas de una cola	Valores de Z para pruebas de dos colas
0.1	-1.281 o 1.281	-1.645 y 1.645
0.05	-1.645 o 1.645	-1.960 y 1.960
0.01	-2.326 o 2.326	-2.575 y 2.575
0.005	-2.575 o 2.575	-2.810 y 2.810

Para el caso de una población infinita (o finita en que se muestree con remplazo), cuya desviación estándar σ se conoce o se puede estimar adecuadamente, entonces la desviación estándar es $\sigma_{\bar{X}} = \sigma/\sqrt{n}$, en donde μ y σ son, respectivamente, la media y la desviación estándar de la variable aleatoria X asociada a la población, y n es el tamaño de la muestra. En tal caso, si X tiene distribución normal, la variable estandarizada correspondiente será: $Z = (\bar{X} - \mu)/(\sigma/\sqrt{n})$.

Ejemplo:

Se sabe que el promedio de una muestra aleatoria de 100 espesores de una placa de acero es de 7.6 mm con una desviación estándar de 0.2 mm. Si μ denota la media de la población de esa variable, X , y si se supone que X tiene distribución normal, probar la hipótesis $\mu = 7.65$ en contra de la hipótesis alternativa $\mu \neq 7.65$ usando un nivel de significancia de:

a. 0.05

c. 0.01

Solución:

Para la solución se deben considerar las hipótesis

por probar $\mu = 7.65$

alternativa $\mu \neq 7.65$

La estadística bajo consideración es el promedio aritmético, \bar{X} , de la muestra, que se supone extraída de una población infinita. La distribución muestral de \bar{X} tiene media $\mu_{\bar{X}} = \mu$, y desviación estándar σ/\sqrt{n} .

Considerando la hipótesis *bajo prueba* como verdadera, se tiene que:

$$\mu_{\bar{X}} = 7.65$$

y utilizando la desviación estándar de la muestra como una estimación de σ , lo cual se supone razonable por tratarse de una muestra grande,

$$\sigma_{\bar{X}} = \sigma/\sqrt{n} = 0.2/\sqrt{100} = 0.2/10 = 0.02$$

a. Para la prueba de dos colas a un nivel de significancia de 0.05 se establece la siguiente regla de decisión:

Aceptar la hipótesis bajo prueba si el valor Z correspondiente al valor del promedio de la muestra se encuentra dentro del intervalo de -1.96 a 1.96 (de la tabla anterior). En caso contrario, rechazarla.

En este caso se tiene que:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} = \frac{7.6 - 7.65}{0.02} = -2.5$$

Valor que se encuentra fuera del rango de -1.96 a 1.96 , por lo que se rechaza la hipótesis *bajo prueba* a un nivel de significancia de 0.05 .

b. Si el nivel de significancia es 0.01 , el intervalo de -1.96 a 1.96 de la regla de decisión del inciso, α se reemplaza por el de -2.58 a 2.58 (ver figura). Entonces, puesto que el valor muestral $Z = -2.5$ se encuentra dentro del intervalo, se acepta la hipótesis H_0 a un nivel de significancia de 0.01 .

Ejemplo:

Mediante una larga serie de pruebas, se ha determinado que la resistencia media a la ruptura de ciertos cables de acero fabricados por una empresa X es de 905 kg. En un momento dado se sospechaba que el proceso de fabricación sufrió alguna alteración, por lo que, para confirmarlo se extrae una muestra aleatoria de 50 cables, obteniéndose para ellos una resistencia promedio de 926 kg, con desviación estándar igual a 42 kg. ¿Se puede considerar que este resultado es congruente con la resistencia media del proceso con un nivel de confianza de 99% ?

En este caso, se debe plantear una prueba de hipótesis en que:

Hipótesis por probar $\mu = 905$ kg.

Hipótesis alternativa $\mu \neq 905$ kg.

Considerando a la población infinita con distribución normal y suponiendo como verdadera la hipótesis *por probar*, se tiene que:

$$\mu_{\bar{x}} = \mu = 905 \text{ kg.}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{42}{\sqrt{50}} = 5.94$$

Para la prueba con un nivel de confianza de 99%, la regla de decisión es:

Aceptar hipótesis bajo prueba si el valor estandarizado de \bar{X} de la muestra está entre $Z_c = \pm 2.810$ (tabla); en caso contrario, rechazarla.

En este caso se tiene que:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_{\bar{x}}}{\sigma_{\bar{x}}} = \frac{926 - 905}{5.94} = 3.535$$

que es mayor de 2.810, por lo que se rechaza la hipótesis bajo prueba a un nivel de significancia de 1%, concluyéndose que en realidad el proceso sí se ha alterado.

CARTAS DE CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD

Cualquier proceso de manufactura, aun cuando sea muy bueno, se encuentra siempre caracterizado por una cierta variación que es de naturaleza aleatoria, y que no puede ser eliminada.

Cuando la variabilidad que está presente en un proceso de producción es únicamente variación aleatoria se dice que el proceso se encuentra en un estado de control estadístico.

Tal estado se puede alcanzar cuando se eliminan aquellos problemas que ocasionan otro tipo de variación, llamada variación sistemática, y que se puede deber, por ejemplo, a operadores mal entrenados, materia prima de baja calidad, máquinas en mal estado, etc.

Ya que los procesos de manufactura rara vez se encuentran libres de estos problemas, conviene contar con algún método para detectar desviaciones serias de un estado de control estadístico cuando ocurren o, inclusive, antes de que sucedan tales desviaciones.

Un método confiable para detectar dichas desviaciones consiste en el empleo de una herramienta estadística denominada Carta de Control.

TIPOS DE CARTAS DE CONTROL

En lo que sigue distinguiremos entre las cartas de control para variables y las cartas de control para atributos, dependiendo de que las cantidades que estamos analizando sean mediciones numéricas de variables continuas o datos que resulten de observaciones cualitativas, respectivamente.

Un ejemplo del primer caso sería la resutencia de las varillas de acero de una muestra. Como ejemplo del segundo, tendríamos el número de pernos defectuosos en una muestra de tamaño dado.

CONFIGURACION DE LAS CARTAS DE CONTROL

En cualquiera de los casos mencionados, una carta de control consiste de una Línea Central, correspondiente a la calidad media a la que el proceso debe funcionar, y dos líneas que corresponden al Límite Superior de Control (LSC) y al Límite Inferior de Control (LIC), respectivamente, tal como se muestra en la Figura 1.

Estos límites se escogen en forma tal que las diferencias entre los valores que se encuentren dentro de ellos se puedan atribuir al azar, en tanto que los valores que caigan fuera de ellos se puedan considerar como indicaciones de falta de control.

No obstante la idea anterior, conviene mencionar que en la Figura 2, se pueden considerar otras situaciones de “tendencia a la falta de control” que ameritan investigarse.

FIGURA 1

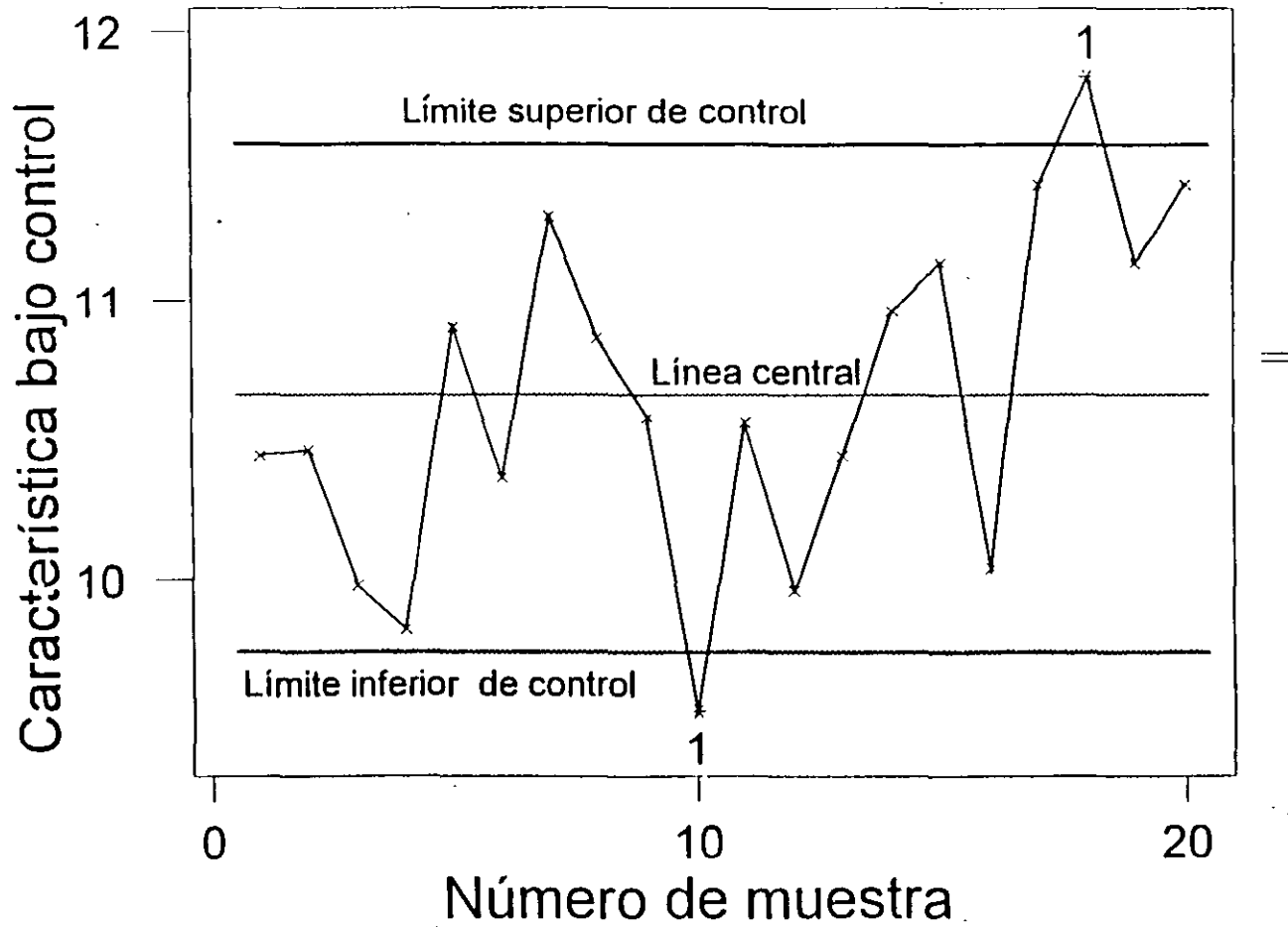
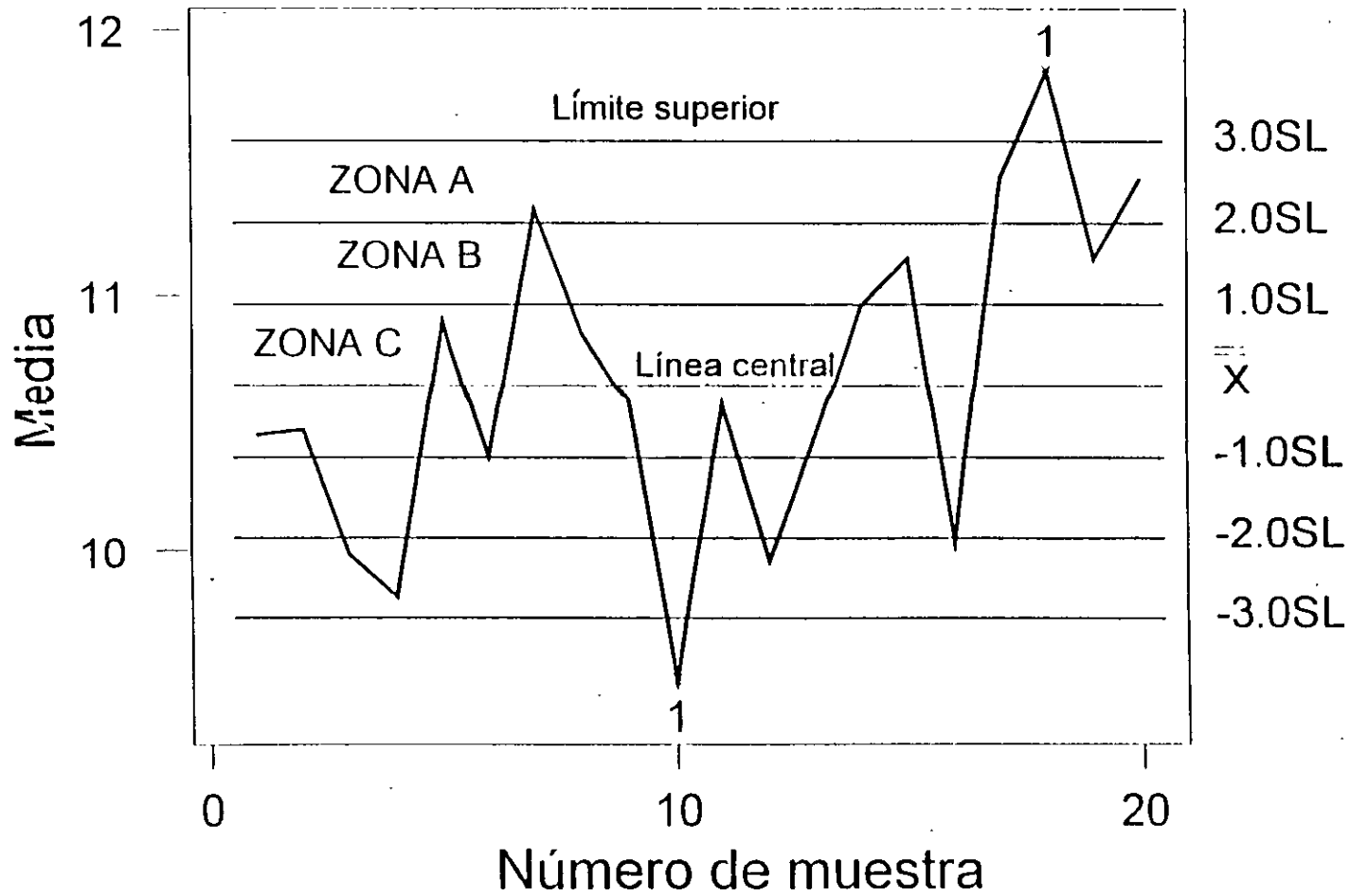


FIGURA 2
CARTA DE CONTROL PARA LA MEDIA



- 1.- Cuando dos de tres puntos sucesivos caen en la zona A.
- 2.- Cuando cuatro de cinco puntos sucesivos caen en la zona B o más allá.
- 3.- Cuando ocho puntos sucesivos caen en la zona C o más allá.

Debe hacerse notar que cada una de las zonas A, B y C constituye la tercera parte del área entre la línea central y un límite de control, y que las pruebas mencionadas se aplican a ambas mitades de la carta de control, pero se aplican separadamente para cada mitad, y nunca a las dos mitades en combinación.

EXPLICACION DEL EMPLEO DE LAS CARTAS DE CONTROL

Si se grafican en una carta los resultados obtenidos a partir de muestras tomadas periódicamente a intervalos frecuentes, es posible verificar estadísticamente, por medio de ella, si el proceso se encuentra bajo control, o si se encuentra presente la variación sistemática del tipo descrito anteriormente.

Cuando un punto graficado cae fuera de los límites de control, es necesario encontrar el problema que causó tal evento dentro del proceso. Pero aún si los puntos caen dentro de los límites mencionados, alguna tendencia, o cierto patrón de los mismos, puede indicar que se debe llevar a cabo alguna acción para prevenir y así evitar algún problema serio.

La habilidad para interpretar las cartas de control y para determinar a partir de ellas cuál acción correctiva debe llevarse a cabo, se obtiene a partir de la experiencia y del juicio altamente desarrollado. Un practicante del control

estadístico de la calidad debe no sólo comprender los fundamentos estadísticos de la materia, sino también encontrarse identificado plenamente con los procesos que desea controlar.

CARTAS DE CONTROL PARA VARIABLES

Cuando se requiere establecer control estadístico de la calidad de algún producto en términos de variables, es costumbre ejercer tal control sobre la calidad media del proceso, al igual que sobre su variabilidad.

La primera meta se logra al graficar los promedios de muestras extraídas periódicamente en la llamada Carta de Control para los Promedios, o simplemente Carta \bar{X}

La variabilidad se puede controlar de igual forma si se grafican los rangos o las desviaciones estándar de las muestras, en las llamadas Cartas R o Cartas σ , respectivamente, dependiendo de cuál estadística se emplee para estimar la desviación estándar de la población.

Si se conocen la media μ y la desviación estándar σ de la población (proceso), y es razonable suponer las mediciones obtenidas como muestras extraídas de una población normal, se puede probar la hipótesis, con probabilidad $1 - \alpha$, que el promedio aritmético de una muestra aleatoria de tamaño n se encontrará entre

$$\mu_{\bar{X}} - z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}} \quad \text{y} \quad \mu_{\bar{X}} + z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}}$$

$$\mu_{\bar{X}} - z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{y} \quad \mu + z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

puesto que $\sigma_{\bar{X}} = \sigma/\sqrt{n}$ para el caso de la distribución de probabilidades del promedio aritmético, cuando se muestrea de una población infinita. La suposición de que la extracción de muestras aleatorias se hace de una población infinita es válida en el caso presente, puesto que, por ejemplo, la producción de cierto producto en una fábrica tiende a infinito conforme pasa el tiempo.

Los dos límites anteriores $(\mu \pm z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}})$ proporcionan, entonces, límites inferiores y superiores de control y, bajo las suposiciones anteriores, permiten al practicante del control de calidad determinar si se debe o no llevar a cabo algún ajuste en el proceso, al graficar los promedios aritméticos obtenidos de muestras de tamaño n en una carta como la que se muestra en la Figura 1.

Conviene resaltar que al emplear una carta de control para los promedios, lo que se hace realmente es probar la hipótesis de que, a un cierto nivel de confianza $1-\alpha$, el valor de la media de distribución de probabilidades de los promedios es igual al valor de la calidad nominal del proceso, o al de la calidad media calculada para el mismo, μ_0 . Para estas pruebas secuenciales de hipótesis, se emplean como estadísticas de prueba los valores de los promedios aritméticos que se obtienen de muestras aleatorias extraídas

durante el proceso; es decir, se realizan pruebas de hipótesis para las cuales:

hipótesis por probar: $\mu = \mu_0$

hipótesis alternativa: $\mu \neq \mu_0$

en donde μ es la media de la distribución de probabilidades del promedio aritmético, μ_0 es la calidad nominal o calidad media calculada del proceso, y \bar{x}_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) es el promedio aritmético obtenido de la i ésima muestra aleatoria.

La forma secuencial de estas pruebas de hipótesis se muestra en la Figura 3.

Si se consideran problemas prácticos, los valores de μ y σ del proceso se desconocen, y es entonces necesario estimar sus valores a partir de muestras tomadas mientras el proceso se encuentra “bajo control”, tal como se explica más adelante.

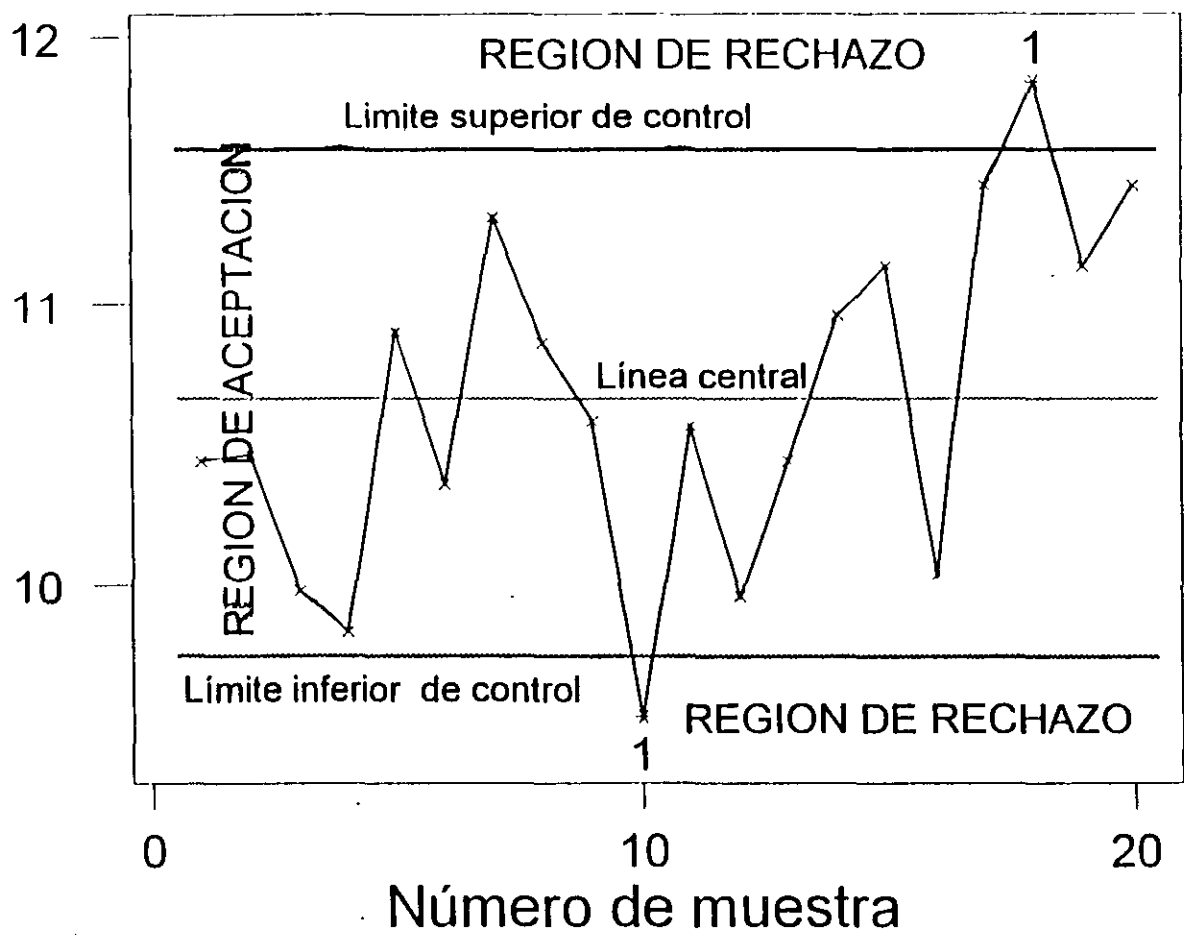
Un caso usual es considerar los límites de control de “tres desviaciones estándar”, que se obtienen al sustituir a $z_{\alpha/2}$ por un 3, al calcular los límites de control.

Conforme a lo anterior, con los límites de control

$$\mu_{\bar{x}} \pm 3\sigma_{\bar{x}} \quad \text{o} \quad \mu \pm 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

se puede confiar en que en el 99.73% de los casos el proceso no será declarado “fuera de control”, cuando de hecho se encuentra “bajo control”.

FIGURA 3



ELABORACION DE LA CARTA DE CONTROL PARA LOS PROMEDIOS \bar{X}

I.- Caso en que se conocen la media μ y la desviación estándar σ de la población.

$$\begin{aligned} \text{Línea central} & \text{ ————— } \mu \\ \text{Límites de control} & \text{ ————— } \mu \pm 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \\ & \text{ o } \mu \pm A\sigma, \text{ siendo } A = \frac{3}{\sqrt{n}} \end{aligned}$$

en donde los valores de A se obtienen de la Tabla I, en función del tamaño de la muestra.

Ejemplo:

Sea el proceso de elaboración de varillas de acero para las cuales se sabe que el diámetro medio es de 2.5 cm, con una desviación estándar de 0.01. Se desea efectuar control del diámetro de las mismas, para lo cual se extraen periódicamente muestras de cinco varillas. Se pide

establecer la línea central y los límites de control para una carta \bar{X} .

Solución:

Siendo $\mu = 2.5$ cm, $\sigma = 0.01$ y $n = 5$, se tiene que:

$$\text{Línea central: } = \mu = 2.5$$

Límites de control:

$$2.5 \pm 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{3(0.01)}{\sqrt{5}} = 2.5 \pm 0.0134 \Rightarrow (2.51342, 2.48658)$$

o, de la tabla I, con $A = 1.342$:

$$2.5 \pm A\sigma = 2.5 \pm 1.342(0.01) = 2.5 \pm 0.01342 \Rightarrow (2.51342, 2.48658)$$

II.- Caso en que se desconocen μ y σ .

Para este caso, que es el más común, es necesario estimar a μ y σ con base en muestras de 4 o 5 elementos, obtenidas consecutivamente cuando el proceso está “bajo control”.

Sin embargo, como veremos más adelante, se pueden emplear procedimientos estadísticos más formales para determinar el número de muestras y de elementos en las mismas más adecuado para las cartas \bar{x} .

Entonces, si se utilizan k muestras preliminares, cada una de tamaño n , se puede estimar con adecuada precisión el valor de μ mediante

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{x}_i$$

donde \bar{x}_i denota al promedio aritmético de la i ésima muestra, y $\bar{\bar{x}}$ es el promedio de los promedios de las muestras (también se suele denotar con el símbolo $\bar{\bar{x}}$).

El valor de σ puede ser estimado a partir de las desviaciones estándar o de los rangos de las muestras. Si el tamaño de las mismas es pequeño, usualmente el rango proporciona un estimador eficiente de σ , además de que el proceso de cálculo del mismo es bastante más simple que el de la desviación estándar.

Sin embargo, es conveniente, cuando se requiere bastante precisión en el cálculo de los límites de control, estimar a σ mediante las desviaciones estándar de las muestras. Tal es el caso, por ejemplo, de muestras de productos que son caros y que necesitan destruirse para poder tomar las mediciones.

II.1.- Estimación de σ mediante los rangos de las muestras

Hay que obtener primero el valor de \bar{R} , que es el rango promedio de los rangos de las k muestras, es decir,

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i$$

De acuerdo con lo anterior, se pueden emplear las siguientes expresiones en la elaboración de la carta de control para los promedios:

Línea Central — $\bar{\bar{x}}$

Límites de control — $\bar{\bar{x}} \pm 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ o $\bar{\bar{x}} \pm A_2 \bar{R}$

donde A_2 se ofrece en la Tabla I.

II.2 Estimación de σ mediante las desviaciones estándar de las muestras.

Se debe obtener primero el valor de $\bar{\sigma}$, que es el promedio de las desviaciones estándar de las muestras, es decir:

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k S_i$$

en donde S_i denota la desviación estándar de la i ésima muestra. En tal caso:

$$\text{Estimador de } \sigma = \frac{\bar{\sigma}}{c_2}$$

Los valores de c_2 se reportan en la Tabla I en función del tamaño de la muestra, por lo que

$$\frac{3\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{3}{c_2 \sqrt{n}} \bar{\sigma} = A_1 \bar{\sigma}$$

Con base en lo anterior, los parámetros de la carta de control para los promedios son los siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Línea Central} & \text{---} \bar{\bar{x}} \\ \text{Límites de Control} & \text{---} \bar{\bar{x}} \pm 3 \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{n}} \quad \text{o} \quad \bar{\bar{x}} \pm A_1 \bar{\sigma} \end{aligned}$$

donde A_1 se obtiene de la Tabla I, con lo cual los límites de control quedan como $\bar{\bar{x}} \pm A_1 \bar{\sigma}$.

NUMERO MINIMO DE MUESTRAS REQUERIDO PARA LA ELABORACION DE CARTAS \bar{X}

En este momento conviene establecer el número mínimo de muestras preliminares, m , así como el tamaño de las mismas, n , que es necesario considerar para estimar adecuadamente los parámetros de una carta de control para los promedios.

El asegurar que un mínimo de 20 o 25 muestras con 4 o 5 elementos cada una son necesarias para obtener los valores de $\bar{\bar{x}}$, \bar{R} o $\bar{\sigma}$, frecuentemente choca con el argumento de que por razones de costo, tiempo, etc., se debe emplear un número menor de ellas. Por ello, se han preparado tablas como las II y III, que permiten obtener una solución práctica para este problema.

Cuando se emplea el rango \bar{R} como estimador de σ para la elaboración de una carta \bar{x} , y como se verá más adelante, para una carta R , la Tabla II permite determinar el número mínimo, m , de muestras de tamaño n que se deben emplear, para tener poco más de un 98% de nivel de confianza de que los promedios aritméticos obtenidos de las muestras se encuentren dentro de los límites de control que se calculen para la carta \bar{x} , suponiendo únicamente la presencia de variación aleatoria.

De la misma manera, se establecen en la Tabla III los valores óptimos de \underline{m} y \underline{n} , cuando se emplean las desviaciones estándar de las muestras, para obtener el estimador $\bar{\sigma}$ de la desviación estándar de la población.

Ejemplo:

Sea una fábrica que produce varillas de acero, en la cual se desea ejercer control sobre el paso de las mismas. Para ello, se seleccionan veinte muestras aleatorias de cinco varillas cada una, obteniéndose los valores que se reportan en la Tabla siguiente.

	X1	X2	X3	X4	X5	Promedio	Rango	De Est.
1	11.1	9.4	11.2	10.4	10.1	10.44	1.8	0.6651
2	9.6	10.8	10.1	10.8	11.0	10.46	1.4	0.5276
3	9.7	10.0	10.0	9.8	10.4	9.98	0.7	0.2400
4	10.1	8.4	10.2	9.4	11.0	9.82	2.6	0.8727
5	12.4	10.0	10.7	10.1	11.3	10.90	2.4	0.8831
6	10.1	10.2	10.2	11.2	10.1	10.36	1.1	0.4224
7	11.0	11.5	11.8	11.0	11.3	11.32	0.8	0.3059
8	11.2	10.0	10.9	11.2	11.0	10.86	1.2	0.4454
9	10.6	10.4	10.5	10.5	10.9	10.58	0.5	0.1720
10	8.3	10.2	9.8	9.5	9.8	9.52	1.9	0.6493
11	10.6	9.9	10.7	10.2	11.4	10.56	1.5	0.5083
12	10.8	10.2	10.5	8.4	9.9	9.96	2.4	0.8357
13	10.7	10.7	10.8	8.6	11.4	10.44	2.8	0.9562
14	11.3	11.4	10.4	10.6	11.1	10.96	1.0	0.3929
15	11.4	11.2	11.4	10.1	11.6	11.14	1.5	0.5351
16	10.1	10.1	9.7	9.8	10.5	10.04	0.8	0.2800
17	10.7	12.8	11.2	11.2	11.3	11.44	2.1	0.7116
18	11.9	11.9	11.6	12.4	11.4	11.84	1.0	0.3382
19	10.8	12.1	11.8	9.4	11.6	11.14	2.7	0.9707
20	12.4	11.1	10.8	11.0	11.9	11.44	1.6	0.6086

$\Sigma=213.20$

$\Sigma=31.8$

$\Sigma=113.211$

Solución

Puesto que se desconoce la media del proceso, ésta se puede estimar mediante el promedio:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} \bar{x}_i$$

Los valores de los promedios aritméticos \bar{x}_i ($i = 1, 2, \dots, 20$) de las muestras se reportan en la tabla anterior, por lo cual la línea central es

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{20} (213.20) = 10.66$$

Se obtendrán ahora los límites inferior y superior de control estimando primero a σ mediante los rangos de las muestras y después mediante las desviaciones estándar correspondientes.

a. Estimando a $\bar{\sigma}$ mediante los rangos de las muestras.

El valor de \bar{R} es:

$$\bar{R} = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} R_i$$

Los valores R_i para $i=1, 2, \dots, 20$ se encuentran en la tabla anterior, por lo que

$$\bar{R} = \frac{1}{20} (31.80) = 1.59$$

Los límites de control para la carta de los promedios son

$$\bar{\bar{x}} \pm A_2 \bar{R}$$

Y, de la Tabla I, para $n=5$, se obtiene $A_2 = 0.577$, quedando

$$10.66 \pm 0.577 (1.59)$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{0.92}$

O sea

Línea Central — 10.66

Límites de Control — $10.66 \pm 0.92 \Rightarrow (11.58, 9.74)$

- b. Estimación de σ mediante las desviaciones estándar de las muestras.

El valor de $\bar{\sigma}$ es

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{20} (11.3211) = 0.5665$$

Los límites de control son ahora

$$\bar{X} = \pm A_1 \bar{\sigma}$$

De la Tabla I, para $n=5$, se obtiene

$A_1 = 1.596$, quedando

$$10.66 \pm 1.596 (0.5665) = 10.66 \pm 0.90$$

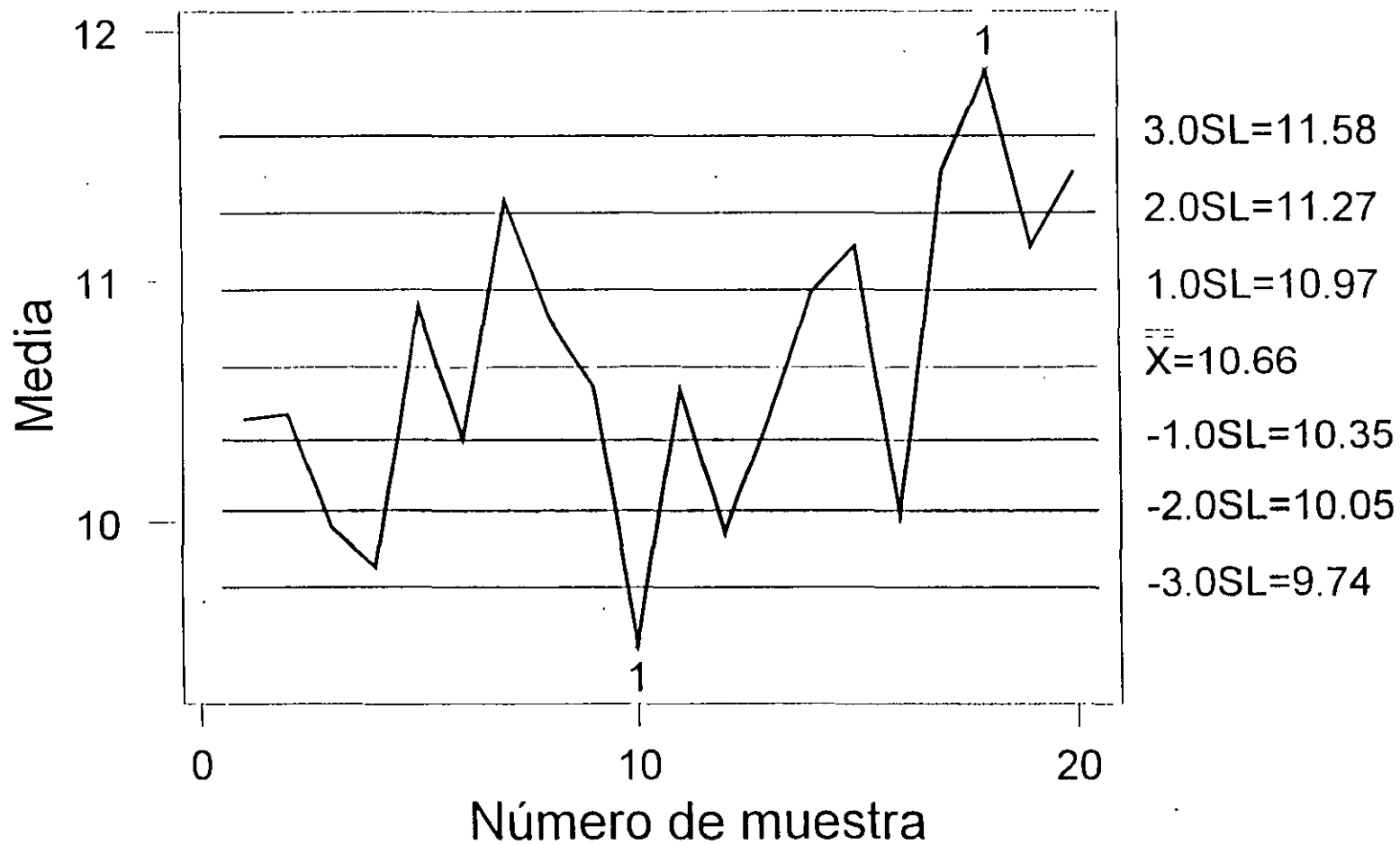
O sea

Línea Central — 10.66

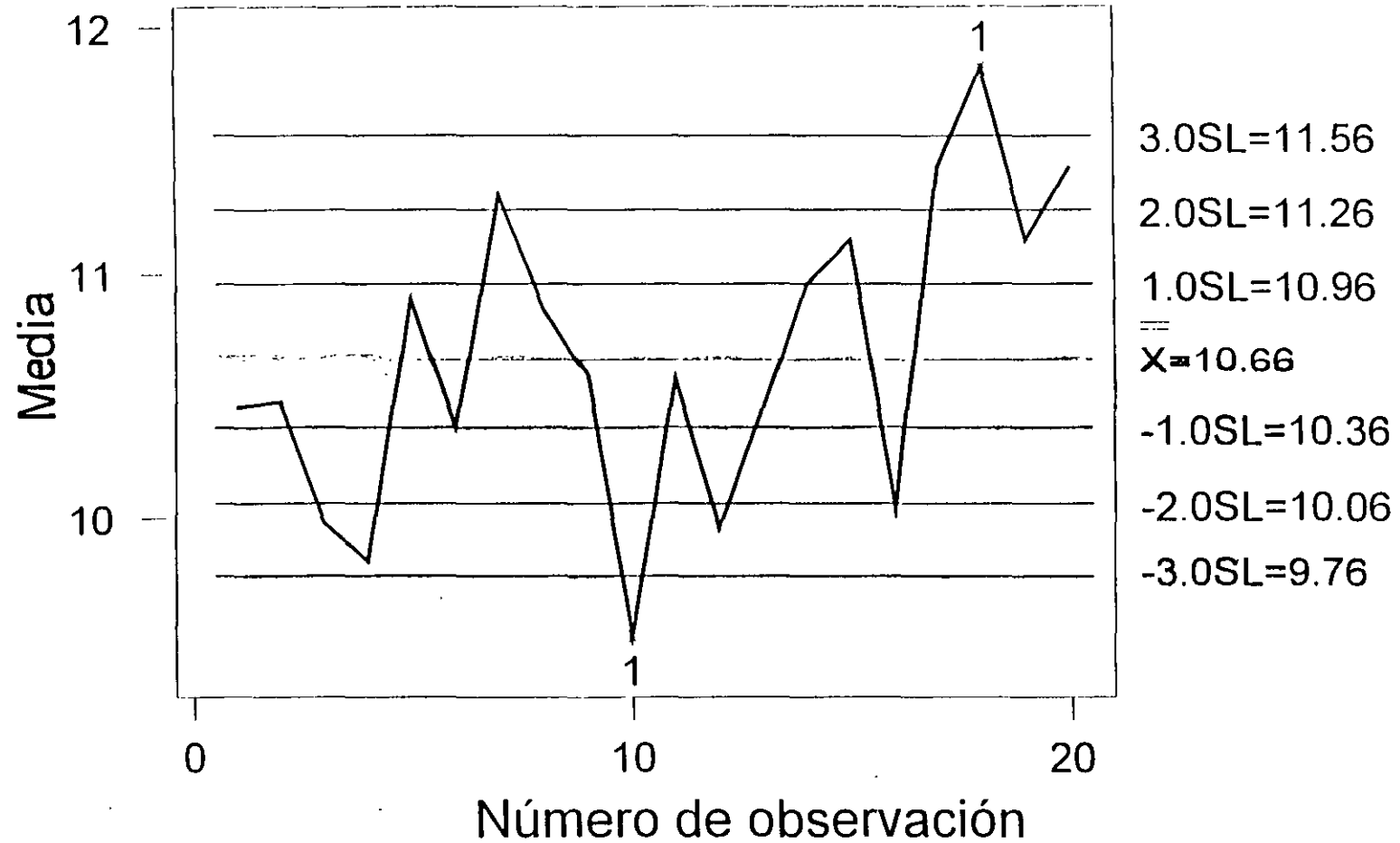
Límites de Control — $10.66 \pm 0.90 \Rightarrow (11.56, 9.76)$

En las siguientes figuras se muestran las cartas de control obtenidas empleando ambos procedimientos.

CARTA DE CONTROL PARA LA MEDIA (USANDO R)



CARTA DE CONTROL PARA LA MEDIA (USANDO S)



CARTAS PARA CONTROLAR LA VARIABILIDAD DE UN PROCESO

Al controlar estadísticamente la calidad con que se produce un material o un componente, puede no ser suficiente fijar la atención en su “calidad media”, sino también se debe monitorear la variabilidad del mismo. Aun cuando es razonable suponer que un incremento en las fluctuaciones de los valores de los promedios aritméticos graficados en una carta \bar{X} se relaciona con un incremento en la variabilidad del proceso, es posible determinar con mayor objetividad y precisión los cambios que experimenta ésta mediante el empleo de las llamadas Cartas R y σ , que se elaboran a partir de los rangos y las desviaciones estándar de las muestras, respectivamente.

Conviene mencionar que aun cuando cualquiera de las dos cartas mencionadas permite ejercer control estadístico sobre la variabilidad de un proceso, usualmente se prefiere la carta para los rangos, R, ya que su elaboración es más sencilla que la de σ , que corresponde a las desviaciones estándar. Por otra parte, la carta R conduce a resultados altamente confiables, a la vez que muestra con claridad ciertas tendencias de los valores de las muestras que deben investigarse.

IMPORTANCIA DEL CONTROL DE LA VARIABILIDAD DE UN PROCESO

La importancia del control sobre la variabilidad de un proceso se hace evidente al considerar que un cambio brusco en esta característica es de consecuencias más serias que un cambio similar en la “calidad media”. Si el proceso experimenta un cambio en ésta última, normalmente se puede regresar a la situación bajo control efectuando ajustes simples en los

dispositivos de producción (por ejemplo, recalibración de herramientas de corte, dosificadoras, etc.).

Sin embargo, si el proceso sufre un cambio brusco en su variabilidad, para afinar el proceso son a menudo necesarios ajustes más costosos y tardados, tales como reparaciones mayores en los dispositivos de producción, o inclusive la compra de un nuevo dispositivo de procesamiento.

Los cambios efectivos en la variabilidad de un proceso afectan necesariamente el desempeño de una carta \bar{X} , ya que, como se recordará, los límites de control para la carta de los promedios se amplían si los valores de rango y la desviación estándar de las muestras aumentan, por lo que se hace evidente que la carta \bar{X} no operará correctamente.

En contraste con lo anterior, los cambios significativos que se verifican en la carta \bar{X} no necesariamente provocan efectos similares en las cartas R y σ , ya que en la elaboración de ellas no intervienen los promedios aritméticos de las muestras, tal como se verá a continuación.

Por lo anteriormente expuesto, es conveniente ejercer, cuando así sea posible, control simultáneo sobre la “calidad media” y la “variabilidad” de un proceso.

CARTA DE CONTROL PARA LOS RANGOS (CARTA R)

Al igual que para la carta \bar{X} , se pueden considerar dos casos distintos en la elaboración de la Carta R, para los rangos: cuando se conoce la desviación estándar σ del proceso y cuando esto no sucede. En cualquiera de los casos anteriores, se debe observar siempre que el procedimiento de obtención de la

línea central y de los límites de control para la carta R, se basa en la distribución de probabilidades de los rangos de muestras aleatorias de tamaño n , extraídas de una población normal.

a. Caso en el que se conoce la desviación estándar σ de la población.

De acuerdo con lo anterior, es fácil comprender que los parámetros de la carta de control para los rangos son:

$$\text{Línea Central} — \mu_R$$

$$\text{Límites de Control} — \mu_R \pm 3\sigma_R$$

$$\text{Línea Central} — d_2 \sigma$$

$$\text{Límite Inferior de Control} — D_1 \sigma$$

$$\text{Límite Superior de Control} — D_2 \sigma$$

b. Caso en el que se desconoce la desviación estándar σ de la población.

En este caso es necesario estimar a μ_R de la distribución de probabilidades de los rangos mediante \bar{R} , empleando un número adecuado de muestras preliminares, normalmente el mismo que se emplea para la elaboración de una carta \bar{X} .

$$\text{Línea Central} — \bar{R}$$

$$\text{Límite Inferior de Control} — D_3 \bar{R}$$

$$\text{Límite Superior de Control} — D_4 \bar{R}$$

donde D_3 y D_4 se obtienen en la Tabla 1.

CARTA DE CONTROL PARA LAS DESVIACIONES ESTÁNDAR (CARTA σ)

En la elaboración de la Carta σ para las desviaciones estándar también se deben considerar los dos casos posibles: cuando se conoce la desviación estándar de la población y cuando esto no es así. De igual manera, el procedimiento para obtener los parámetros de la carta se fundamenta en la distribución de probabilidades de las desviaciones estándar de muestras aleatorias de tamaño n , extraídas de una población normal.

a. Caso en el que se conoce la desviación estándar σ de la población.

Con base en la distribución de probabilidades de las desviaciones estándar de la muestral, se pueden establecer los parámetros de la carta σ , a saber

Línea Central — $c_2 \sigma$

Límite Inferior de Control — $B_1 \sigma$

Límite Superior de Control — $B_2 \sigma$

donde B_1 y B_2 se obtienen en la Tabla I.

b. Caso en el que se desconoce la desviación estándar σ de la población.

En este caso es necesario estimar a σ mediante $\bar{\sigma}$, empleando un número suficiente de muestras aleatorias preliminares.

De acuerdo con lo anterior :

Línea Central — $\bar{\sigma}$

Límite Inferior de Control — $B_3 \bar{\sigma}$

Límite Superior de Control — $B_4 \bar{\sigma}$

donde B_3 y B_4 se obtienen en la Tabla I.

Ejemplo:

Sea el proceso de elaboración de varillas de acero mencionado anteriormente. En él se informa que el diámetro medio de las varillas es igual a 2.5 cm, con desviación estándar de 0.01 cm. En este caso se pide establecer los parámetros de las cartas de control \bar{R} y σ , considerando que se extraen periódicamente muestras de cinco varillas.

Solución:

a. Carta \bar{R}

Puesto que se conoce el valor de la desviación estándar de la población, y en virtud de que $n=5$, se obtiene, empleando la Tabla I :

$$\text{Línea Central} \text{ — } d_2 \sigma = 2.326 (0.01) = 0.02326$$

$$\text{Límite Inferior de Control} \text{ — } D_1 \sigma = 0(0.01) = 0.0000$$

$$\text{Límite Superior de Control} \text{ — } D_2 \sigma = 4.918(0.01) = 0.04918$$

b. Carta σ

En este caso, puesto que $\sigma=0.01$ y $n=5$, se obtiene, con el uso de la Tabla I :

$$\text{Línea Central} \text{ — } c_2 \sigma = 0.8407(0.01) = 0.008407$$

$$\text{Límite Inferior de Control} \text{ — } B_1 \sigma = 0(0.01) = 0.0000$$

$$\text{Límite Superior de Control} \text{ — } B_2 \sigma = 1.756(0.01) = 0.01756$$

Ejemplo:

Con el fin de investigar la variabilidad en el proceso de producción de varilla de acero mencionado anteriormente, se desea elaborar las cartas de control \bar{R}

y σ correspondientes, considerando la información contenida en la tabla correspondiente.

Solución:

En este caso se desconoce la desviación estándar de la población, por lo cual es indispensable emplear los valores de \bar{R} y $\bar{\sigma}$, considerando que el tamaño de la muestra es 5.

a. Carta R

El valor de \bar{R} , obtenido durante el proceso de elaboración de la carta \bar{X} correspondiente, es $\bar{R} = 1.59$. Considerando este valor, y empleando la Tabla I, los parámetros de la carta de control R resultan

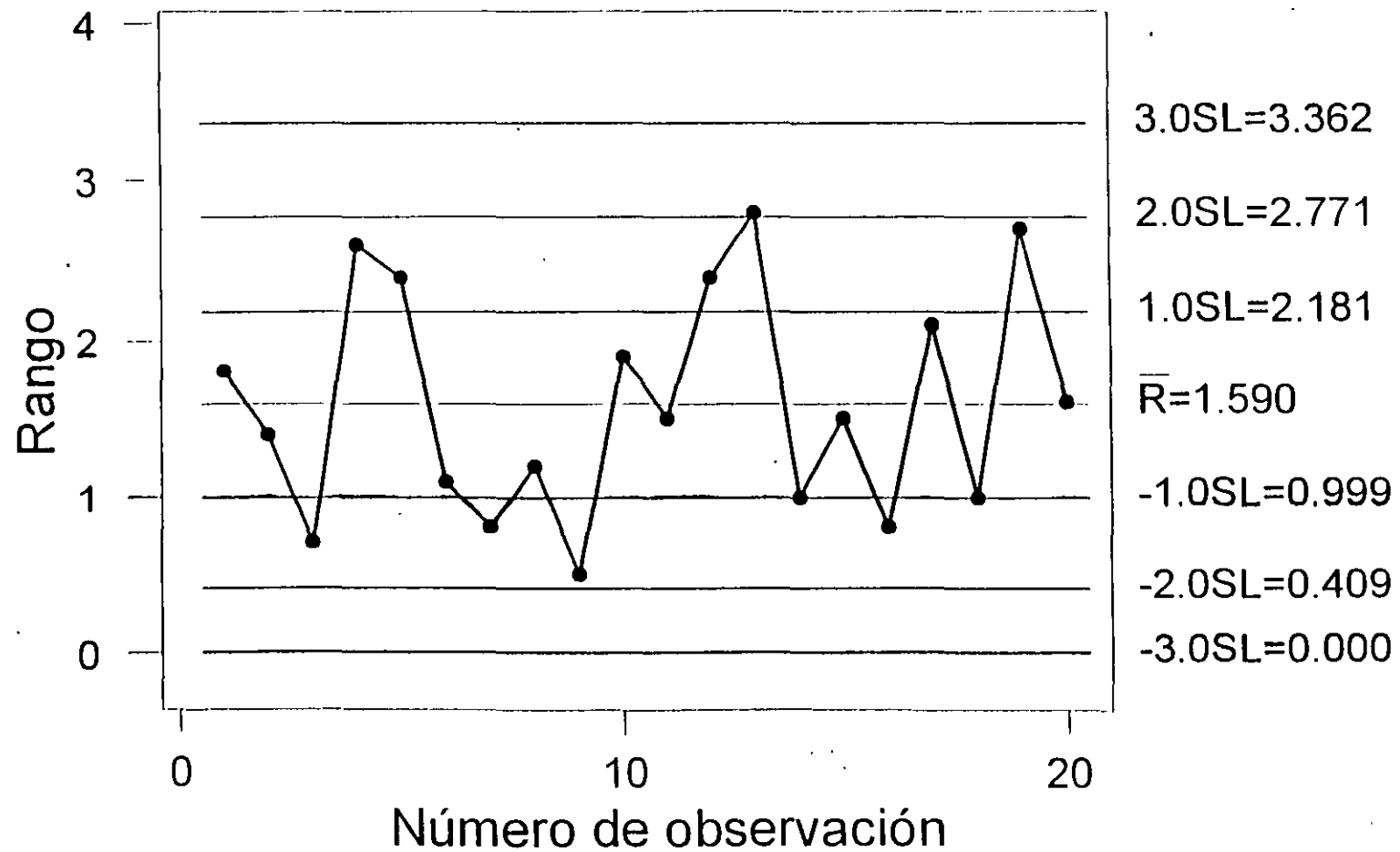
$$\text{Línea Central} - \bar{R} = 1.590$$

$$\text{Límite Inferior de Control} - D_3 \bar{R} = 0(1.59) = 0$$

$$\text{Límite Superior de Control} - D_4 \bar{R} = 2.115(1.59) = 3.362$$

En la Figura 4 se presenta la carta R para este problema.

FIGURA 4
CARTA DE CONTROL PARA EL RANGO



b. Carta σ

Considerando que al calcular, para este problema, los parámetros de la carta \bar{X} se obtuvo $\bar{\sigma} = 0.57$, la carta σ queda definida con

Línea Central — $\bar{\sigma} = 0.57$

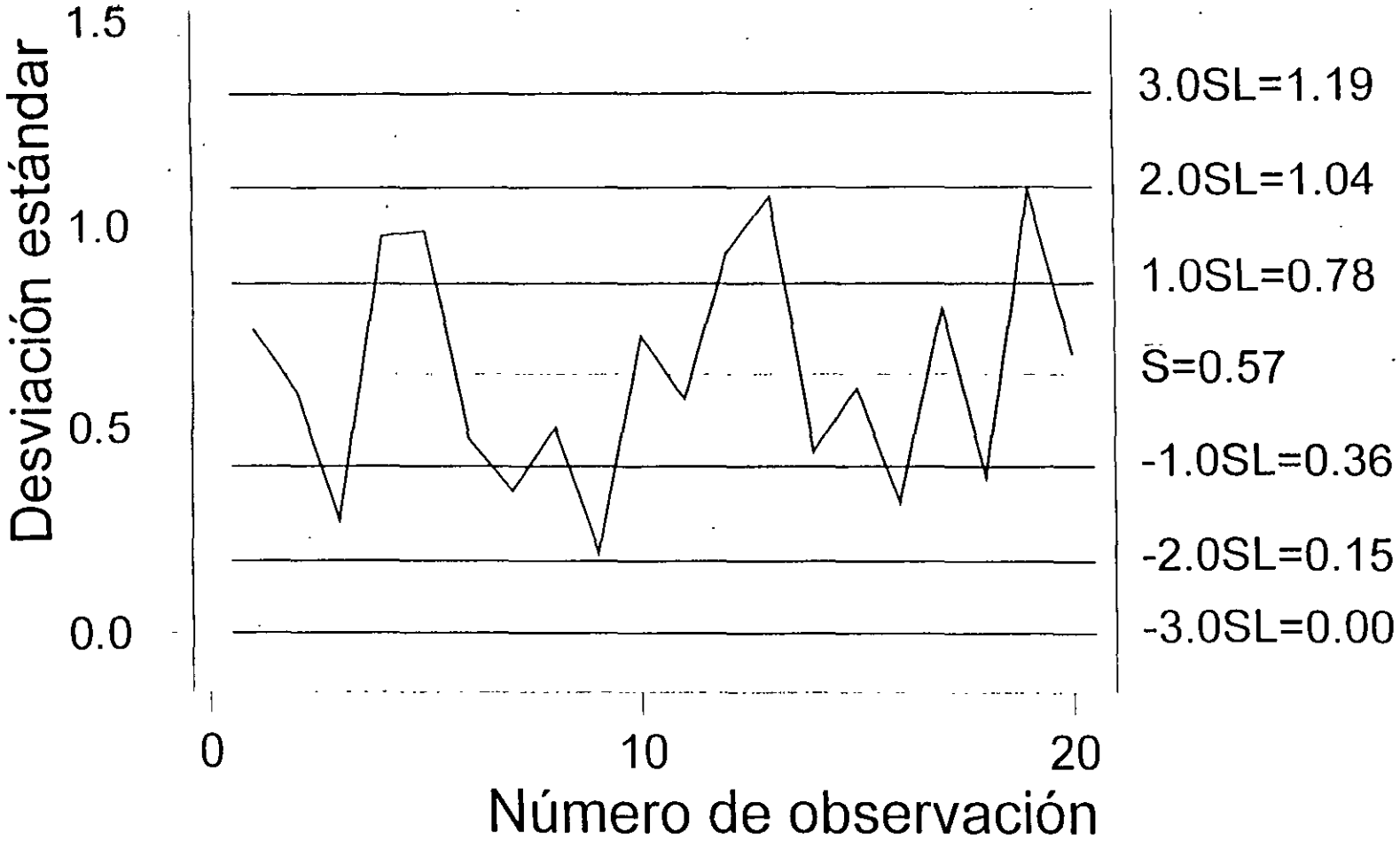
Límite Inferior de Control — $B_3 \bar{\sigma} = 0(0.57) = 0$

Límite Superior de Control — $B_4 \bar{\sigma} = 2.089(0.57) = 1.19$

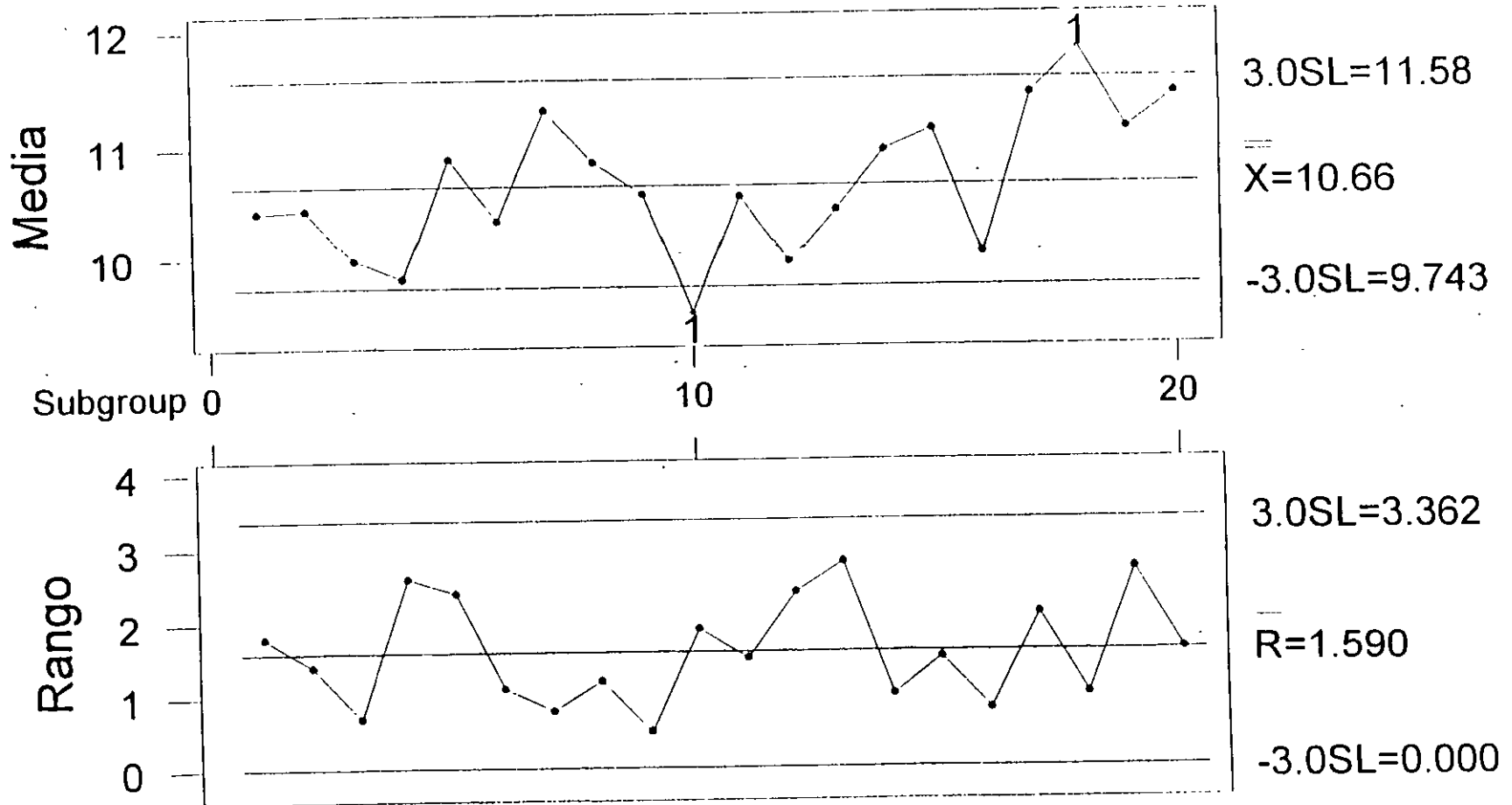
En la siguiente figura se muestra la carta de control σ correspondiente.

Es también conveniente, para interpretación más fácil de las cartas de control, dibujar en una sola hoja la correspondiente a la media con alguna de las de variabilidad, como se muestra en dos de las siguientes figuras:

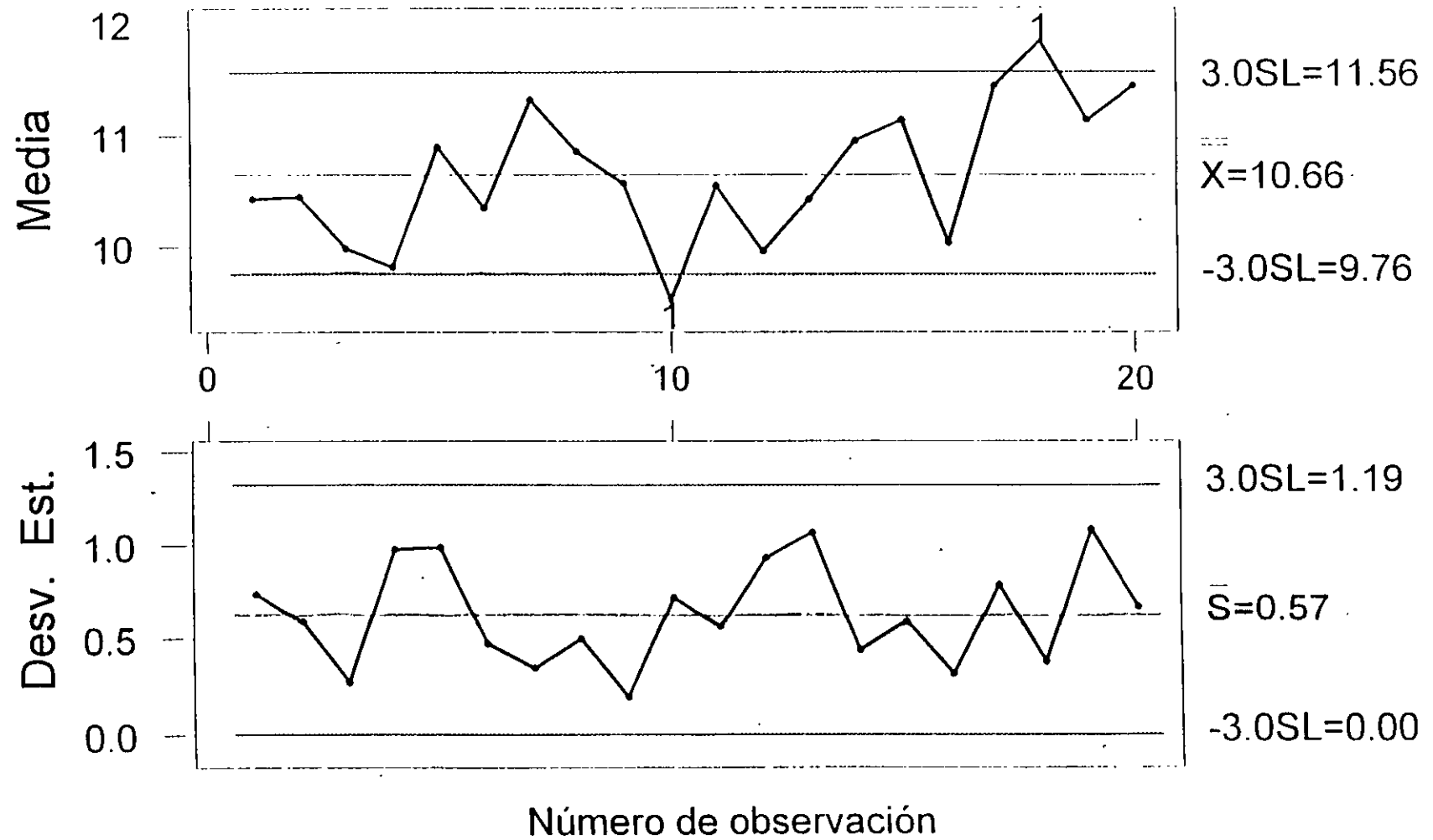
CARTA DE CONTROL



CARTAS DE CONTROL PARA LA MEDIA Y EL RANGO



CARTAS DE CONTROL PARA LA MEDIA Y LA DESVIACION ESTANDAR



CARTAS DE CONTROL PARA ELEMENTOS INDIVIDUALES

En diversas ocasiones no se conocen los parámetros del proceso, y únicamente es posible contar con muestras de tamaño uno, es decir, muestras con un solo elemento. Cuando esto sucede, la técnica para calcular los límites de control en las cartas para mediciones se fundamenta en el empleo de los llamados rangos móviles, que se explican a continuación.

Si, por ejemplo, se cuenta con el conjunto de datos x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) registrados en orden, se definen los rangos móviles de orden dos como los valores absolutos:

$$|x_i - x_{i+1}| ; 1 \leq i \leq n - 1$$

es decir

$$|x_1 - x_2| , |x_2 - x_3| , \dots , |x_{n-1} - x_n|$$

Si se trata de rangos móviles de orden tres, éstos se definen como

$$|x_i - x_{i+2}| ; 1 \leq i \leq n - 2$$

es decir

$$|x_1 - x_3| , |x_2 - x_4| , \dots , |x_{n-2} - x_n|$$

La obtención de los rangos móviles de orden superior al tres se hace siguiendo las ideas anteriores.

Por ejemplo, si se tienen los datos consecutivos 4, 6, 4, 3 y 7, los rangos móviles de orden dos son:

$$|4 - 6| = 2 , |6 - 4| = 2 , |4 - 3| = 1 , |3 - 7| = 4$$

Y los de orden tres son:

$$\left| \begin{array}{c} 4 \\ 4 \end{array} \right| = 0, \quad \left| \begin{array}{c} 6 \\ 3 \end{array} \right| = 3, \quad \left| \begin{array}{c} 4 \\ 7 \end{array} \right| = 3$$

El empleo de los rangos móviles para la obtención de los límites de control es importante en este caso, ya que el calcular un rango móvil de orden dos equivale a formular una muestra “ficticia” de tamaño dos. En la misma forma, un rango móvil de orden tres tiene que obtenerse a partir de tres elementos individuales, lo cual permite “crear” muestras de tamaño tres.

De acuerdo con lo anterior, es factible establecer los límites de control para las cartas de control, en el caso de elementos individuales, empleando los factores de la Tabla I, que se encuentran tabulados a partir de muestras de tamaño dos.

a. Elaboración de la carta X (elementos individuales)

En este caso, la línea central está dada por

$$\bar{X} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i$$

En donde x_i ($i=1,2,\dots,k$) denota a los valores de los datos individuales.

En este caso la carta de control se formula con

Línea Central ——— \bar{X}

Límite Inferior de Control ——— $\bar{X} - E_2 \bar{R}$

Límite Superior de Control ——— $\bar{X} + E_2 \bar{R}$

donde E_2 se obtiene en la Tabla 1.

b. Elaboración de la carta R* (rangos móviles)

En este caso, la línea central está dada por el valor del promedio de los rangos móviles, es decir.

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i$$

Los parámetros de la carta de control R* para los rangos móviles son:

Línea Central — \bar{R}

Límite Inferior de Control — $D_3 \bar{R}$

Límite Superior de Control — $D_4 \bar{R}$

en donde los valores de D_3 y D_4 se obtienen de la Tabla I en función de n , el tamaño “ficticio” de la muestra, u orden de los rangos móviles.

Ejemplo:

Considérese un proceso de control de calidad del espesor de las placas de neopreno para apoyo de puentes. A lo largo de cierto tiempo se mide cada vez el espesor de una placa tomada al azar. Los valores se presentan en la tabla siguiente y se pide construir cartas X y R*, considerando rangos móviles de orden dos.

Lote	Espesor	Rango móvil, R	Lote	Espesor	Rango móvil, R
1	4.6	---	14	5.5	0.1
2	4.7	0.1	15	5.2	0.3
3	4.3	0.4	16	4.6	0.6
4	4.7	0.4	17	5.5	0.9
5	4.7	0	18	5.6	0.1
6	4.6	0.1	19	5.2	0.4
7	4.8	0.2	20	4.9	0.3
8	4.8	0	21	4.9	0
9	5.2	0.4	22	5.3	0.4
10	5.0	0.2	23	5.0	0.3
11	5.2	0.2	24	4.3	0.7
12	5.0	0.2	25	4.5	0.2
13	5.6	0.6	26	4.4	0.1
			SUMA	128.1	7.2

Solución

El valor del promedio de los rangos móviles de orden dos es

$$\bar{R} = \frac{1}{25} \sum_{i=1}^{25} R_i = \frac{1}{25} (7.2) = 0.288$$

a. Carta X

La línea central de esta carta es \bar{X} , cuyo valor es

$$\bar{X} = \frac{1}{26} \sum_{i=1}^{26} X_i = \frac{1}{26} (128.1) = 4.927$$

De la Tabla I se obtiene $E_2 = 2.66$ para $n=2$, siendo los límites de control

$$\begin{aligned}\bar{X} \pm E_2 \bar{R} &= 4.927 \pm 2.66 (0.288) \\ &= 4.927 \pm 0.766\end{aligned}$$

Finalmente, los parámetros de la carta X quedan como

$$\text{Línea Central} \text{ ——— } 4.927$$

$$\text{Límite Inferior de Control} \text{ ——— } 4.927 - 0.766 = 4.161$$

$$\text{Límite Superior de Control} \text{ ——— } 4.927 + 0.766 = 5.693$$

En la Figura 5 se presenta la gráfica correspondiente.

b. Carta R*

La línea central para esta carta es $\bar{R} = 0.288$, y los límites de control se obtienen empleando la Tabla I, considerando que $n=2$. De ahí que

$$\text{Línea Central} \text{ ——— } 0.288$$

$$\text{Límite Inferior de Control} \text{ ——— } D_3 \bar{R} = 0(0.288) = 0.000$$

$$\text{Límite Superior de Control} \text{ ——— } D_4 \bar{R} = 3.276 (0.288) = 0.943$$

La Figura 6 muestra la carta R* para este problema.

FIGURA 5

CARTA DE CONTROL PARA VALORES INDIVIDUALES

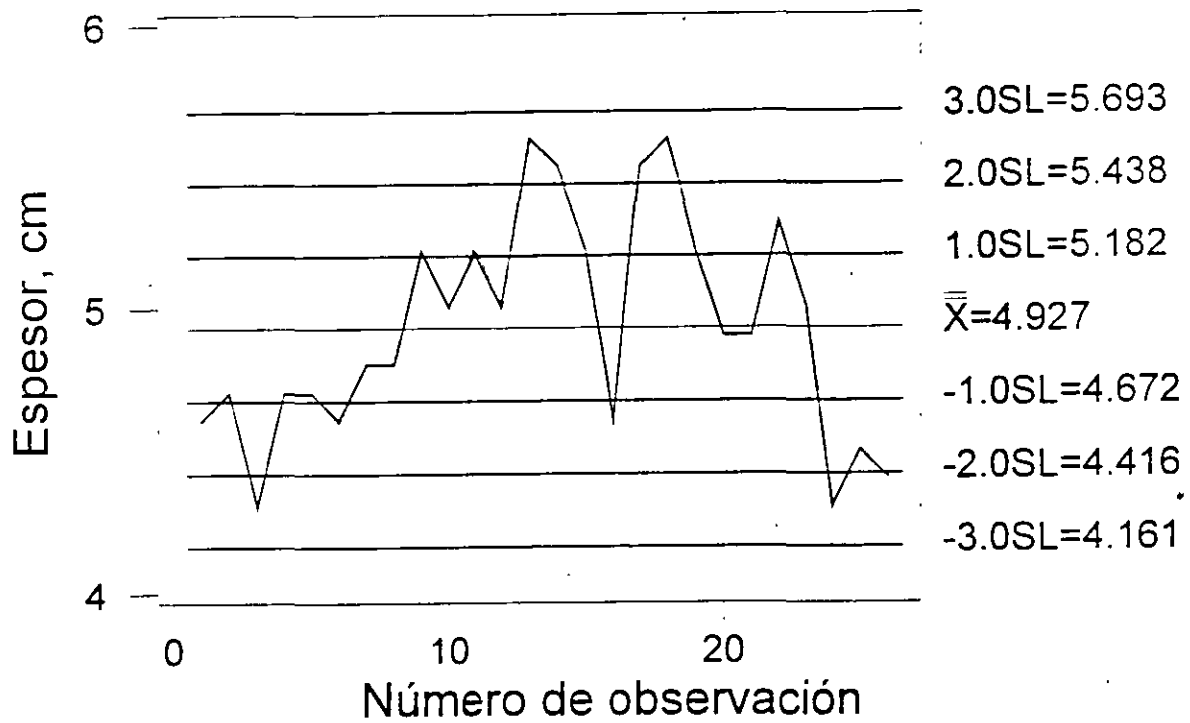
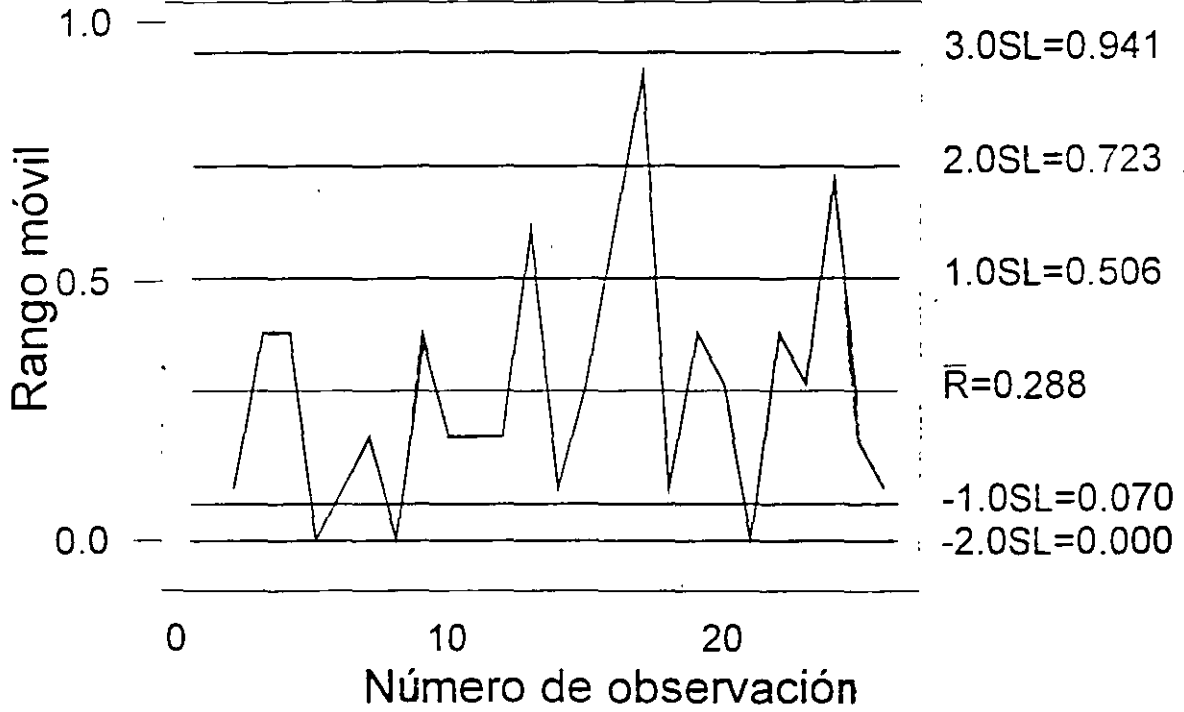


FIGURA 6

CARTA DE CONTROL PARA EL RANGO DEL ESPESOR



CARTAS DE CONTROL PARA ATRIBUTOS

El término atributo, tal como se emplea en el control de calidad, indica generalmente la propiedad que tiene un producto de ser bueno o malo, es decir, permite reconocer si la característica de calidad del mismo se encuentra dentro de ciertos requerimientos o especificaciones. Aunque generalmente se puede obtener información más completa de las mediciones hechas a productos terminados, a menudo consume menos tiempo y dinero el comparar la calidad de un producto en contra de ciertas especificaciones mínimas, sobre la base, por ejemplo, de considerar que pasa o no, o que es bueno o malo.

Por ejemplo, al ejercer control sobre el diámetro de un balín de acero, es más simple y rápido el determinar si éste pasa por un agujero hecho en una placa de acero templado con el diámetro adecuado, que realizar la medición del diámetro con un micrómetro.

Se establecerán ahora los dos tipos fundamentales de cartas de control que se utilizan en conexión con el muestreo por atributos: la carta para la proporción de elementos defectuosos, o Carta p, y la carta para el número de defectos, o Carta c.

Considérese, por ejemplo, una muestra de 50 pernos en la cual se encontró, después de probar a todos ellos, que contiene dos elementos defectuosos. En este caso, la proporción de pernos defectuosos en la muestra es de $2/50 = 0.04$.

Por otra parte, debe observarse que si se prueba una sola unidad producida, esta puede tener varios defectos pero, sin embargo, puede o no ser una unidad defectuosa. Tal es el caso, por ejemplo, de rollos (unidades) de lámina de acero de determinada longitud, que pueden tener hasta un cierto número de imperfecciones, pero no necesariamente ser considerados como defectuosos. No obstante, en muchas aplicaciones prácticas, una unidad producida se considera defectuosa si tiene cuando menos un defecto.

CARTA DE CONTROL p PARA LA PROPORCION DE DEFECTUOSOS

Los límites de control que se requieren para la Carta p son :

$$\mu_p \pm 3\sigma_p$$

En donde μ_p es la media de la distribución de probabilidades de las proporciones y σ_p la desviación estándar correspondiente. Como μ_p de esta distribución es igual al parámetro P de la población, la estadística p de la muestra sirve de estimador de este último.

Si no se conoce el valor de P de la población, lo cual en la práctica es frecuente, se debe disponer de K muestras de tamaño n constante para obtener el valor del estimador correspondiente.

Los parámetros de la carta de control p quedan como

Línea Central — \bar{p}

Límite Inferior de Control — $\bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$

Límite Superior de Control — $\bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}}$

CARTA DE CONTROL PARA EL NUMERO DE DEFECTUOSOS

A partir de los parámetros anteriores se pueden derivar los de la llamada Carta np, o sea, para el número de defectuosos. Para ello, es necesario multiplicar dichos parámetros por n para obtener:

$$\text{Línea Central} \text{ — } n\bar{p}$$

$$\text{Límite Inferior de Control} \text{ — } n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$\text{Límite Superior de Control} \text{ — } n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

Ejemplo:

Para un proceso de colocación de soldadura se desea ejercer control sobre la proporción de casos defectuosos, así como sobre el número de ellos. Para ello, se seleccionan 40 muestras aleatorias de 50 elementos soldados cada una y se obtienen los valores reportados en la tabla siguiente.

Se desea construir las cartas p y np correspondientes.

Número de la muestra	Número de defectuosos np	Proporción de defectuosos p	Número de la muestra	Número de defectuosos np	Proporción de defectuosos p
1	2	0.04	21	1	0.02
2	1	0.02	22	1	0.02
3	2	0.04	23	4	0.03
4	0	0.00	24	2	0.04
5	2	0.04	25	2	0.04
6	3	0.06	26	4	0.08
7	4	0.08	27	1	0.02
8	2	0.04	28	3	0.06
9	0	0.00	29	3	0.06
10	3	0.06	30	2	0.04
11	0	0.00	31	3	0.06
12	1	0.02	32	6	0.12
13	2	0.04	33	2	0.04
14	2	0.04	34	3	0.06
15	3	0.06	35	2	0.04
16	5	0.10	36	3	0.06
17	1	0.02	37	1	0.02
18	2	0.04	38	0	0.00
19	3	0.06	39	2	0.04
20	1	0.02	40	0	0.00
			SUMA.....1.68		

Solución

El Valor de \bar{p} es

$$\bar{p} = \frac{1}{40} \sum_{i=1}^{40} P_i = \frac{1}{40} (1.68) = 0.042$$

a. Carta p

Los límites de control son, para $n=50$

$$0.042 \pm 3 \sqrt{\frac{(0.042)(1-0.042)}{50}} = 0.042 \pm 0.0851$$

por lo cual:

Línea Central ——— 0.0420

Límite Inferior de Control ——— $0.042 - 0.0851 = -0.0431 \Rightarrow 0.000$

Límite Superior de Control ——— $0.042 + 0.0851 = 0.1271$

En este caso, y como se verá a continuación para la Carta np, la expresión para el cálculo del límite inferior de control conduce a un valor negativo del mismo. Puesto que no tiene sentido físico hablar de una proporción menor de cero o de un número de defectuosos negativo, en forma convencional se asigna a ese límite el valor cero.

En la Figura 7 se presenta la carta de control p correspondiente.

b. Carta np

Puesto que $n\bar{p} = 50(0.042) = 2.1$ los límites de control son ahora
 $2.1 \pm 3\sqrt{50(0.042)(1-0.042)} = 2.1 \pm 4.255$

o sea:

Línea Central—— 2.1

Límite Inferior de Control—— $2.1 - 4.255 = -2.155 \Rightarrow 0.000$

Límite Superior de Control—— $2.1 + 4.255 = 6.355$

En la Figura 8 se presenta la carta np para este problema.

FIGURA 7
CARTA DE CONTROL PARA P

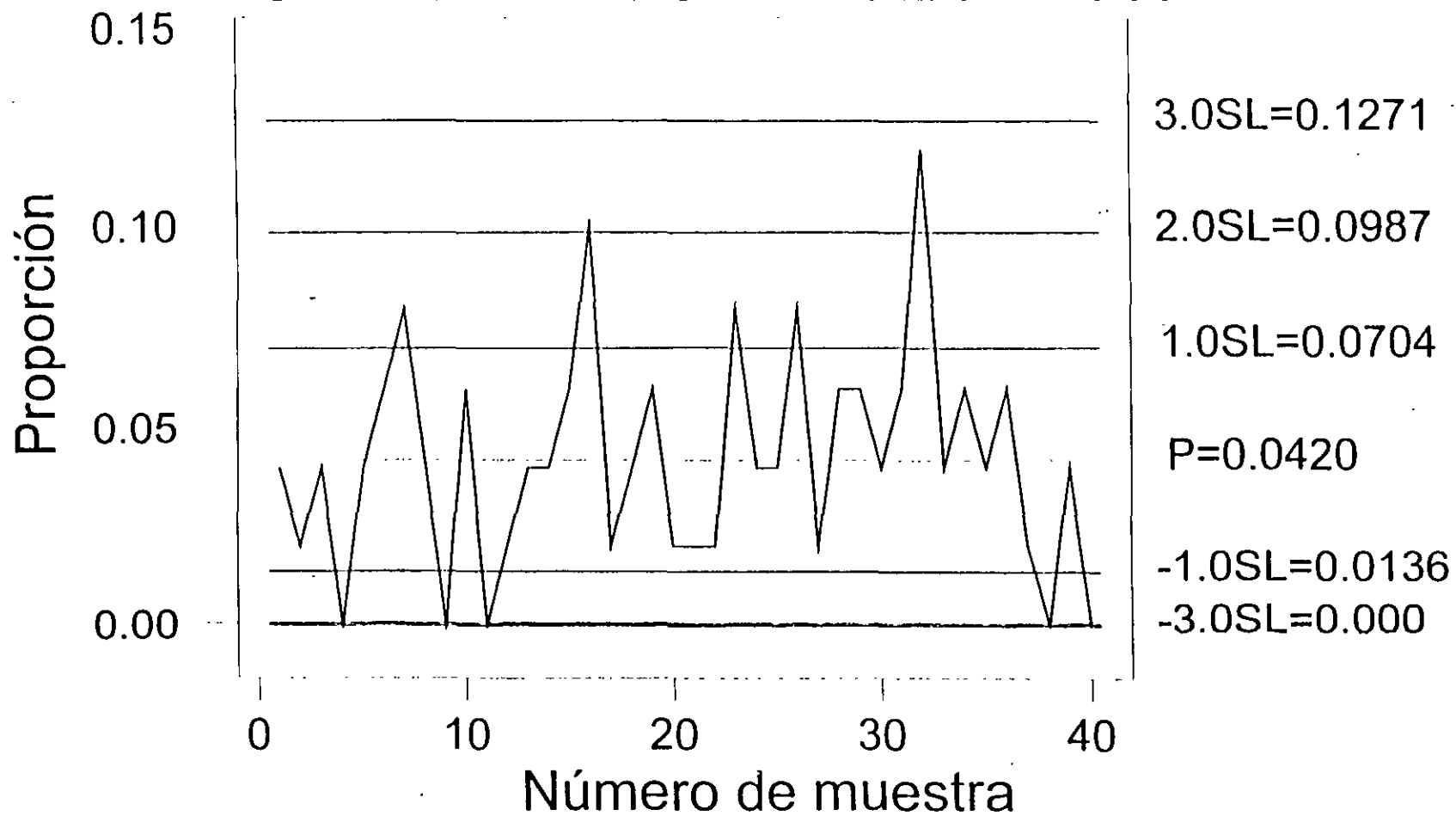
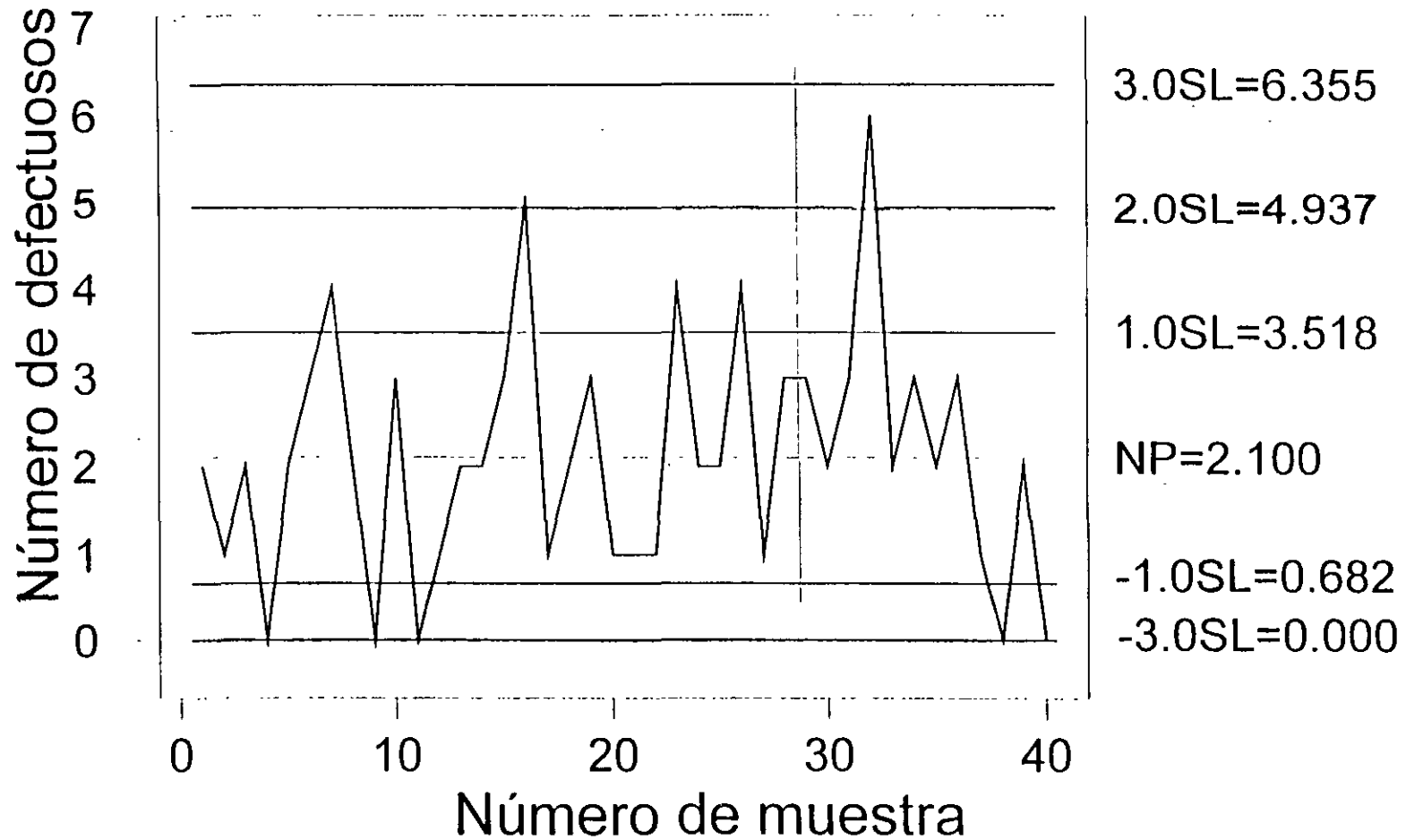


FIGURA 8
CARTA DE CONTROL PARA NP



CARTA DE CONTROL c PARA EL NUMERO DE DEFECTOS

Existen ocasiones en las que es necesario controlar la calidad mediante el número de defectos, c , por unidad en un material o componente. Por ejemplo, en la supervisión de la calidad producción de láminas de acero es importante controlar el número de defectos por metro cuadrado.

En este caso, los parámetros de la Carta c , para controlar el número de defectos son:

Línea Central ——— \bar{c}

Límite Inferior de Control ——— $\bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$

Límite Superior de Control ——— $\bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$

$$\text{donde } \bar{c} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k c_i$$

es el promedio de los c_i obtenidos en al menos 20 valores de c determinados en unidades previamente producidas con el proceso bajo control.

Ejemplo:

Considérese el proceso de soldadura de dos placas de acero en una planta de montaje. Diariamente se alcanzan a soldar 8 juntas, y en cada una de ellas se observa el número de defectos existente. Con la información correspondiente a tres días de labor, que se presenta en la tabla siguiente, se desea elaborar una carta de control para el número de defectos por junta soldada.

Número de la junta soldada	Fecha	Número de defectos
1	Julio 18	2
2		4
3		7
4		3
5		1
6		4
7		8
8		9
9	Julio 19	5
10		3
11		7
12		11
13		6
14		4
15		9
16	Julio 20	9
17		6
18		4
19		3
20		9
21		7
22		4
23		7
24	12	
SUMA.....		144

Solución:

Empleando los valores reportados en la tabla anterior, el valor de \bar{c} resulta

$$\bar{c} = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} c_i = \frac{1}{24} (144) = 6$$

Siendo $\bar{c} = 6$, los límites de control quedan como

$$6 \pm 3 \sqrt{6} = 6 \pm 7.35$$

Finalmente, los parámetros de la Carta c son :

Línea Central ——— 6

Límite Inferior de Control ——— $6 - 7.35 = -1.35 \Rightarrow 0.00$

Límite Superior de Control ——— $6 + 7.35 = 13.35$

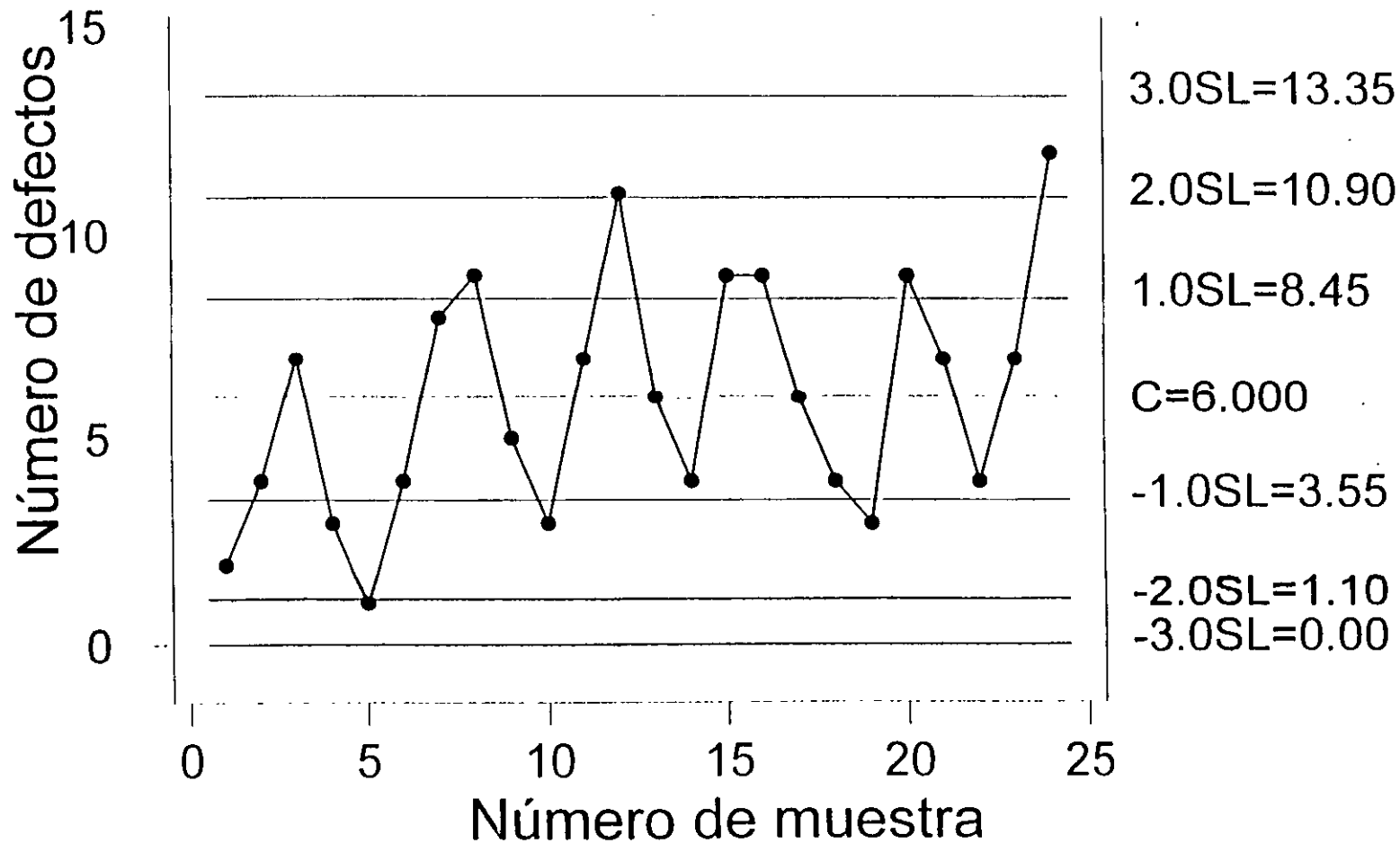
Puesto que el número de defectos no puede ser negativo, se fija el valor del límite inferior de control igual a cero.

En la Figura 9 se presenta la carta de control c que corresponde al ejemplo.

Para resumir los resultados hasta ahora obtenidos, en el Cuadro I se presentan las fórmulas para calcular las líneas centrales y los límites de control.

FIGURA 9

CARTA DE CONTROL PARA EL NUMERO DE DEFECTOS



VERIFICACION ESTADISTICA DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS Y ESPECIFICACIONES

En Muchas ocasiones el control de la calidad de un material o producto terminado culmina con la verificación del cumplimiento de ciertas normas o especificaciones que se han establecido.

Las normas y especificaciones se formulan tomando en cuenta, por un lado, la factibilidad tecnológica que se tiene o se puede adquirir y, por otro, las necesidades y conveniencias de los usuarios potenciales, de manera que haya congruencia entre unos y otros.

Una vez establecida una norma o especificación, tanto el productor como el usuario deben verificar sistemáticamente que ésta se cumpla, lo cual se hace mediante métodos estadísticos.

Una forma de hacerlo es elaborando cartas de control en las que los límites de control quedan establecidos por la propia norma.

Ejemplo

En la siguiente figura se muestran los resultados de las pruebas realizadas para determinar la calidad del Cemento Asfáltico mediante el análisis de las variables aleatorias Penetración, Punto de Reblandecimiento, Pérdida por Calentamiento y Penetración Retenida.

Los datos corresponden a las refinerías de Pemex ubicadas en Ciudad Madero, Tamps. , Salamanca, Gto., Cadereyta, N.L. y Salina Cruz, Oax.

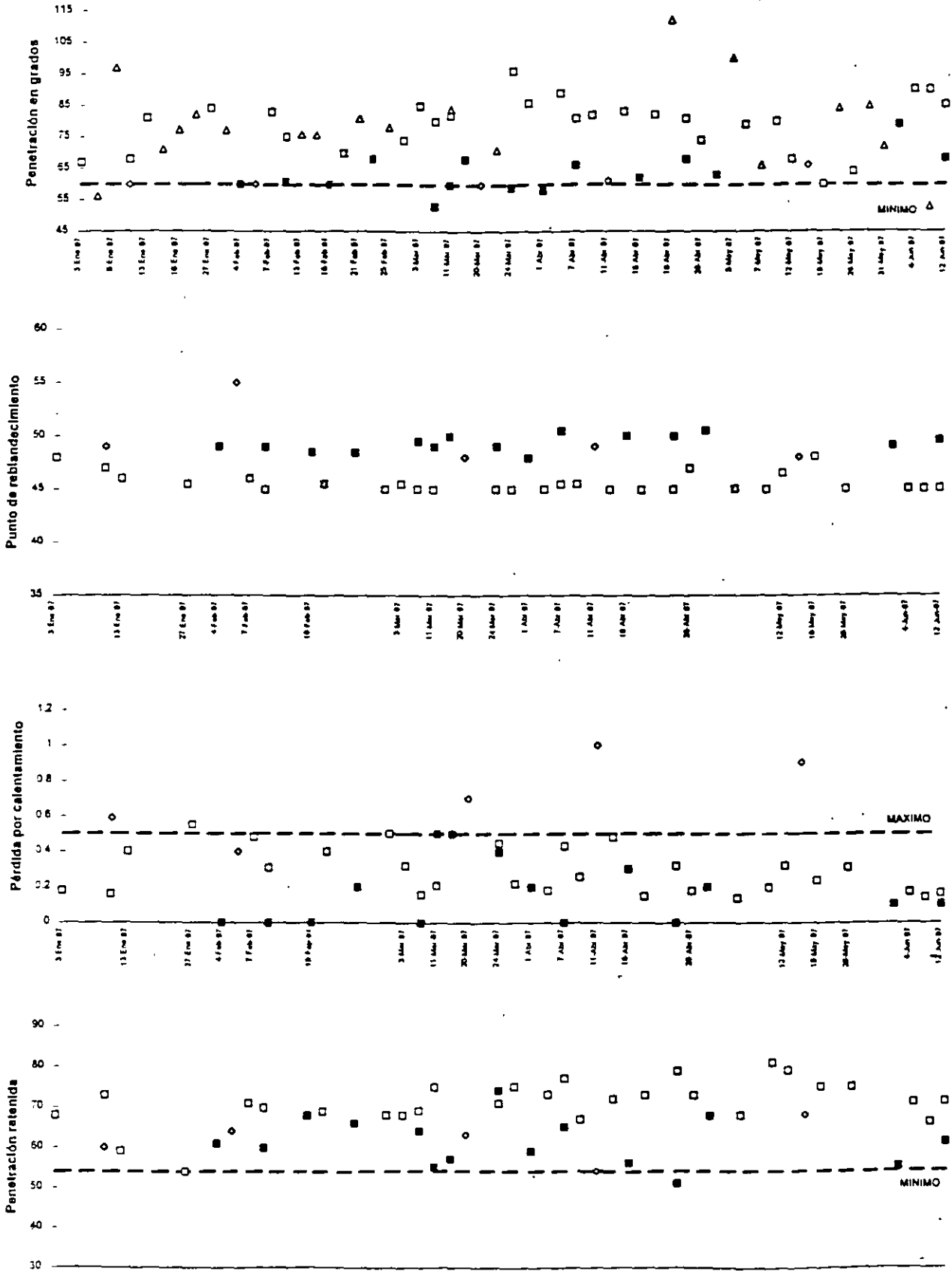
En las gráficas que conforman la figura, se han trazado las líneas que marcan los límites que señalan las normas correspondientes a cada variable. Los puntos que rebasan dichas líneas corresponden a resultados que no cumplieron con la norma respectiva.



SECRETARIA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

CALIDAD DEL CEMENTO ASFALTICO AC-20,
PRODUCIDO POR LAS REFINERIAS DE PEMEX

SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS



Ejemplo:

En el proceso de control de calidad del concreto utilizado en la construcción de un puente, se obtuvieron datos de la variable aleatoria "Resistencia a la Compresión", de cilindros estándar que se probaron a los 28 días de edad. Los resultados de las pruebas y de algunos pasos de su procesamiento se muestran en la siguiente tabla (la fuente de los datos es la referencia 9 de la bibliografía).

- f_c DE PROYECTO: 250 KG/CM²
-NUMERO DE MUESTRAS EN ESTUDIO: 105
-NUMERO DE CILINDROS POR MUESTRA: 2

MUESTRA No.	RESISTENCIA (KG/CM ²)		PROMEDIO (KG/CM ²)	RANGO (KG/CM ²)	PROMEDIO DE 3 MUESTRAS CONSECUTIVAS
	CIL. 1	CIL. 2			
1	253	253	253.0	0	287.3
2	318	315	316.5	3	296.3
3	291	294	292.5	3	261.5
4	280	280	280.0	0	264.3
5	211	213	212.0 *	2	251.0
6	301	301	301.0	0	280.7
7	240	240	240.0	0	268.3
8	302	300	301.0	2	275.5
9	264	264	264.0	0	266.5
10	259	264	261.5	5	268.2
11	274	274	274.0	0	283.8
12	270	268	269.0	2	292.2
13	311	306	308.5	5	302.8
14	300	298	299.0	2	302.5
15	301	301	301.0	0	299.3
16	304	311	307.5	7	298.8
17	290	289	289.5	1	284.8
18	301	298	299.5	3	282.5
19	265	266	265.5	1	266.7
20	284	281	282.5	3	261.7

21	249	255	252.0	6	246.8 **
22	249	252	250.5	3	233.3 **
23	238	238	238.0	0	231.7 **
24	207	216	211.5 *	9	230.0 **
25	244	247	245.5	3	245.8 **
26	234	232	233.0	2	242.7 **
27	260	258	259.0	2	261.0
28	234	238	236.0	4	256.0
29	287	289	288.0	9	246.3 **
30	244	244	244.0	0	233.3 **
31	204	210	207.0 *	6	244.0 **
32	248	250	249.0	2	261.7
33	276	276	276.0	0	250.0
34	260	260	260.0	0	237.5 **
35	214	214	214.0 *	0	224.7 **
36	236	241	238.5	5	233.7 **
37	217	226	221.5	9	244.2 **
38	240	242	241.0	2	251.3
39	271	269	270.0	2	259.3
40	239	247	243.0	8	260.5
41	265	265	265.0	0	261.5
42	274	273	273.5	1	264.5
43	246	246	246.0	0	256.8
44	275	273	274.0	2	252.7
45	250	251	250.5	1	259.8
46	232	235	233.5	3	273.8
47	294	297	295.5	3	295.3
48	294	291	292.5	3	309.8
49	297	299	298.0	2	315.7
50	337	341	339.0	4	303.2
51	309	311	310.0	2	270.8
52	260	261	260.5	1	250.8
53	240	244	242.0	4	240.0 **
54	250	250	250.0	0	243.7 **
55	227	229	228.0	2	238.5 **
56	252	254	253.0	2	247.0 **
57	232	237	234.5	5	254.7
58	256	251	253.5	5	258.8
59	276	276	276.0	0	261.0
60	249	245	247.0	4	264.7

61	260	260	260.0	0	300.2
62	287	287	287.0	0	301.8
63	356	351	353.5	5	292.0
64	260	270	265.0	10	258.0
65	260	255	257.5	5	259.2
66	255	248	251.5	7	281.5
67	270	267	268.5	3	279.8
68	326	323	324.5	3	277.3
69	245	248	246.5	3	247.3 **
70	261	261	261.0	0	241.3 **
71	236	233	234.5	3	228.2 **
72	226	231	228.5	5	223.3 **
73	224	219	221.5	5	217.8 **
74	219	221	220.0	2	213.0 **
75	211	213	212.0 *	2	226.3 **
76	205	209	207.0 *	4	239.0 **
77	260	260	260.0	0	251.0
78	250	250	250.0	0	240.7 **
79	241	245	243.0	4	227.7 **
80	226	232	229.0	6	228.8 **
81	211	211	211.0 *	0	232.0 **
82	249	244	246.5	5	240.5 **
83	236	241	238.5	5	241.8 **
84	238	235	236.5	3	245.7 **
85	252	249	250.5	3	249.5 **
86	248	252	250.0	4	245.7 **
87	252	244	248.0	8	248.5 **
88	257	241	239.0	4	246.3 **
89	261	256	258.5	5	258.3
90	245	238	241.5	7	246.8 **
91	273	277	275.0	4	237.3 **
92	227	221	224.0	6	219.0 **
93	211	215	213.0 *	4	214.3 **
94	219	221	220.0	2	215.3 **
95	210	210	210.0 *	0	205.5 **
96	215	217	216.0	2	204.0 **
97	189	192	190.5 *	3	199.8 **
98	204	207	205.5 *	3	202.2 **
99	208	199	203.5 *	9	209.5 **
100	196	199	197.5 *	1	218.8 **

101	225	230	227.5	5	228.5 **
102	233	230	231.5	3	233.2 **
103	226	227	226.5	1	224.8 **
104	238	245	241.5	7	
105	203	210	206.5 *	7	

* Indica aquellos promedios de los cilindros de las muestras cuya resistencia es de más de 35 kg/cm² por debajo de la f'_c de proyecto (N O M - C - 155 - 1984, 5.1.1.2).

** Indica aquellos promedios de tres muestras consecutivas cuya resistencia es menor que la f'_c de proyecto (N O M - C - 155 - 1984, 5.1.1.2).

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

Para interpretar los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión del concreto, se requiere conocer las normas al respecto.

Grado de uniformidad de la fabricación del concreto.

La siguiente tabla, tomada del ACI-214-77, sirve como guía para evaluar el grado de control en la uniformidad de la fabricación del concreto, en función de la desviación estándar.

TABLA No. 1

EVALUACION PARA EL GRADO DE CONTROL DE LA UNIFORMIDAD DE LA FABRICACION DEL CONCRETO, EN TERMINOS DE LA DESVIACION ESTANDAR (kg/cm²)

EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	ACEPTABLE	POBRE
<u>Por debajo</u>	De	De	De	Sobre
de 25	25 a 35	35 a 40	40 a 50	50

NOTA: Esta evaluación representa el promedio de resultados de especímenes ensayados a la edad especificada.

Grado de control del laboratorio

Para evaluar la calidad del trabajo del laboratorio de prueba, se puede emplear el procedimiento que se describe a continuación.

Si \bar{R} es el promedio de los rangos de las pruebas en los especímenes de cada muestra, la desviación estándar, S_1 , y el coeficiente de variación, V_1 , de los ensayos se calculan con las fórmulas

$$S_1 = \frac{1}{d} \bar{R}$$

$$V_1 = \frac{S_1}{\bar{X}}$$

donde \bar{x} es el promedio de todas las muestras y d se obtiene de la siguiente tabla:

TABLA No. 2
FACTORES PARA CALCULAR LA DESVIACION ESTANDAR DE LOS ENSAYES

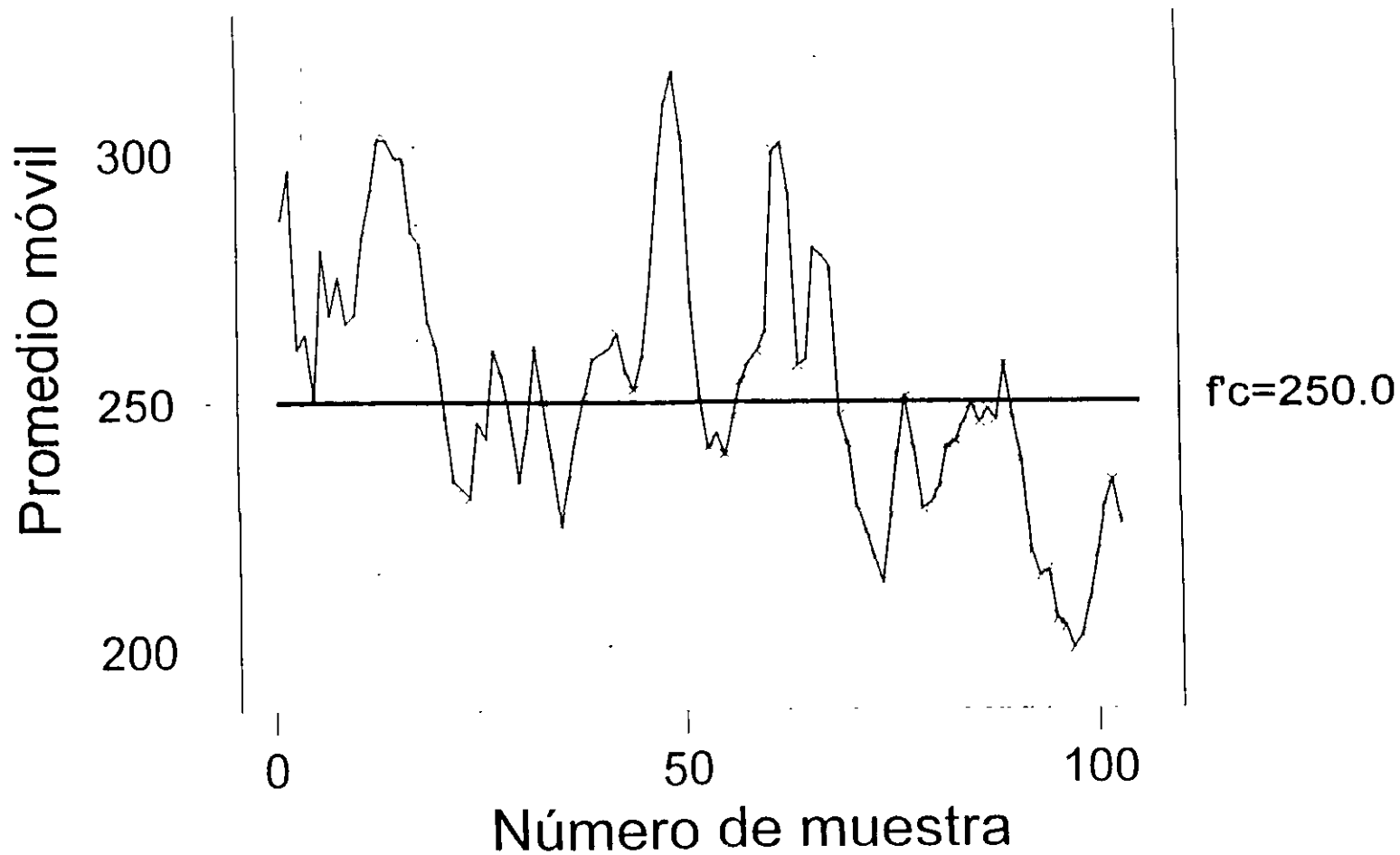
Número de Especímenes	d	$1/d$
2	1.128	0.8865
3	1.693	0.5907
4	2.059	0.4857
5	2.326	0.4299

La siguiente tabla, tomada del ACI 214-77, califica el grado de **control del laboratorio** en función de los valores del coeficiente de variación de los ensayos:

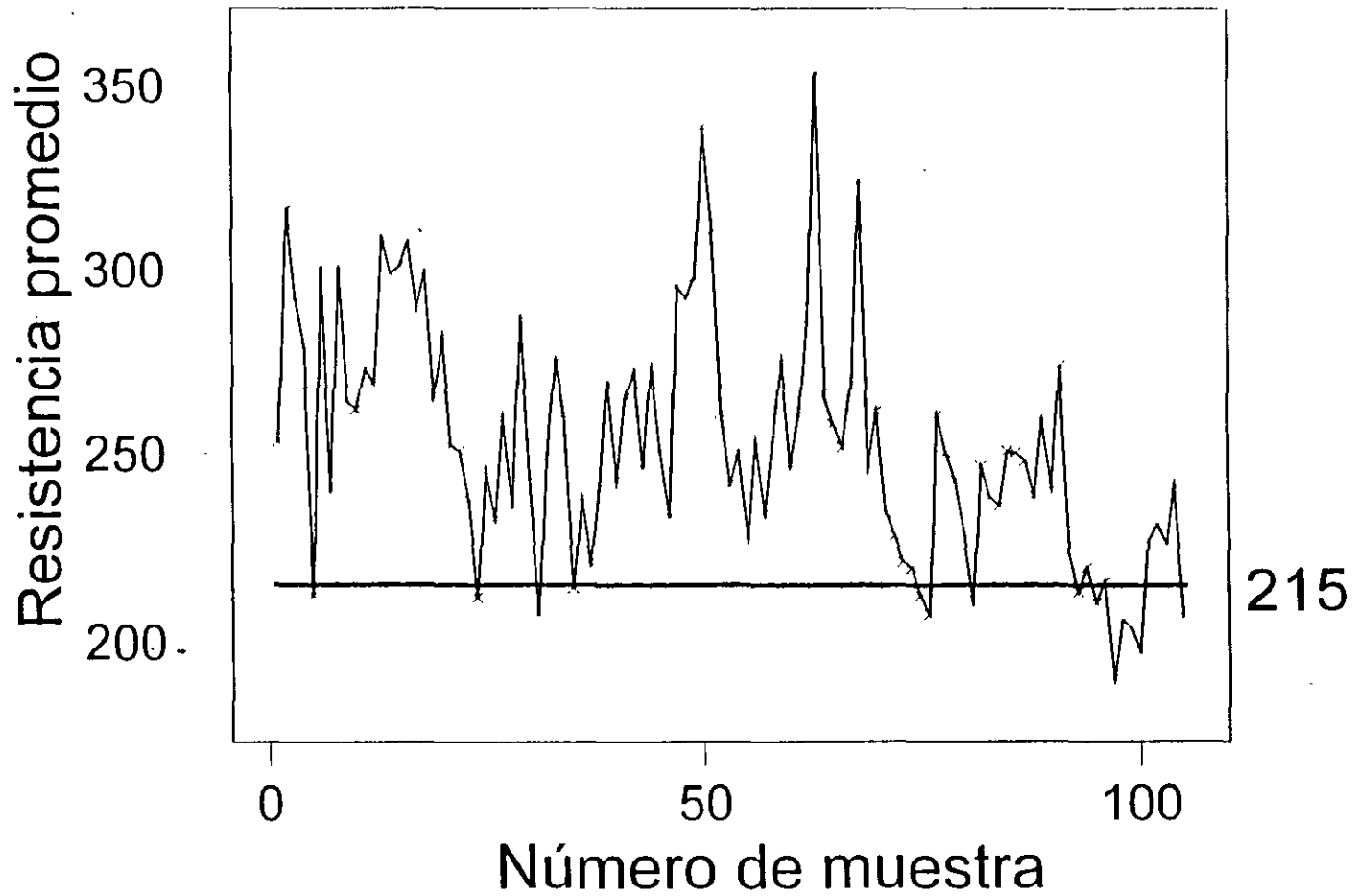
TABLA No. 3
EVALUACION DEL GRADO DE CONTROL DEL LABORATORIO EN FUNCION DEL COEFICIENTE DE VARIACION

EXCELENT E	MUY BUENO	BUENO	ACEPTABLE	POBRE
Por debajo de 3	De 3 a 4	De 4 a 5	De 5 a 6	Arriba de 6

CARTA DE CONTROL PARA LOS PROMEDIOS MOVILES



CARTA DE CONTROL PARA RESISTENCIA - 35 kg/cm²



CUADRO I.

Fórmulas para líneas centrales y límites de control

Estadística	Estándares dados		Análisis de datos históricos	
	Línea central	Límites	Línea central	Límites
Media, usando σ	μ	$\mu \pm A\sigma$	\bar{X}	$\bar{X} \pm A_1\bar{\sigma}$
Media, usando R			\bar{X}	$\bar{X} \pm A_2\bar{R}$
Desviación estándar	$c_2\sigma$	$B_1\sigma, B_2\sigma$	$\bar{\sigma}$	$B_3\bar{\sigma}, B_4\bar{\sigma}$
Rango	$d_2\sigma$	$D_1\sigma, D_2\sigma$	\bar{R}	$\bar{D}_3\bar{R}, \bar{D}_4\bar{R}$
Elementos individuales - \bar{X}			\bar{X}	$\bar{X} \pm E_2\bar{R}$
Elementos individuales - R^*			\bar{R}	$D_3\bar{R}, D_4\bar{R}$
Proporción			\bar{p}	$\bar{p} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$
Número de defectuosos			$n\bar{p}$	$n\bar{p} \pm 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}$
Número de defectos			\bar{c}	$\bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$

Tabla I Factores para calcular \bar{x} de gráficas de control *

Número de observaciones en muestra. n	Gráfica para promedios			Gráficas para desviaciones estándar						Gráficas para rangos						Carta X	
	Factores para límites de control			Factores para línea central		Factores para límites de control				Factores para línea central		Factores para límites de control					
	A	A ₁	A ₂	C ₂	1/c ₂	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	d ₂	1/d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	E ₂
2	2.121	3.760	1.880	0.5642	1.7725	0.000	1.843	0.000	3.267	1.128	0.8865	0.853	0.000	3.686	0.000	3.276	2.660
3	1.732	2.394	1.023	0.7236	1.3820	0.000	1.858	0.000	2.568	1.693	0.5907	0.888	0.000	4.358	0.000	2.575	1.712
4	1.501	1.880	0.729	0.7979	1.2533	0.000	1.808	0.000	2.266	2.059	0.4857	0.880	0.000	4.698	0.000	2.282	1.457
5	1.342	1.596	0.577	0.8407	1.1894	0.000	1.756	0.000	2.089 ₁	2.326	0.4299	0.864	0.000	4.918	0.000	2.115	1.270
6	1.225	1.410	0.483	0.8686	1.1512	0.026	1.711	0.030	1.970	2.534	0.3946	0.848	0.000	5.078	0.000	2.004	1.184
7	1.134	1.277	0.419	0.8882	1.1259	0.105	1.672	0.118	1.882	2.704	0.3698	0.833	0.205	5.203	0.076	1.924	1.107
8	1.061	1.175	0.373	0.9027	1.1078	0.167	1.638	0.185	1.815	2.847	0.3512	0.820	0.387	5.307	0.136	1.864	1.054
9	1.000	1.094	0.337	0.9139	1.0942	0.219	1.609	0.239	1.761	2.970	0.3367	0.808	0.546	5.394	0.184	1.816	1.010
10	0.949	1.028	0.308	0.9227	1.0837	0.262	1.584	0.284	1.716	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777	0.975
11	0.905	0.973	0.285	0.9300	1.0753	0.299	1.561	0.321	1.679	3.173	0.3152	0.787	0.812	5.534	0.256	1.744	0.946
12	0.866	0.925	0.266	0.9359	1.0684	0.331	1.541	0.354	1.646	3.258	0.3069	0.778	0.924	5.592	0.284	1.719	0.921
13	0.832	0.884	0.249	0.9410	1.0627	0.359	1.523	0.382	1.618	3.336	0.2998	0.770	1.026	5.646	0.308	1.692	0.899
14	0.802	0.848	0.235	0.9453	1.0579	0.384	1.507	0.406	1.594	3.407	0.2935	0.762	1.121	5.693	0.329	1.671	0.861
15	0.775	0.816	0.223	0.9490	1.0537	0.406	1.492	0.428	1.572	3.472	0.2880	0.755	1.207	5.737	0.348	1.652	0.864
16	0.750	0.788	0.212	0.9523	1.0501	0.427	1.478	0.448	1.552	3.532	0.2831	0.749	1.285	5.779	0.364	1.636	0.849
17	0.728	0.762	0.203	0.9551	1.0470	0.445	1.465	0.466	1.534	3.588	0.2787	0.743	1.359	5.817	0.379	1.621	0.836
18	0.707	0.738	0.194	0.9576	1.0442	0.461	1.454	0.482	1.518	3.640	0.2747	0.738	1.426	5.854	0.392	1.608	0.824
19	0.688	0.717	0.187	0.9599	1.0418	0.477	1.443	0.497	1.503	3.689	0.2711	0.733	1.490	5.888	0.404	1.596	0.813
20	0.671	0.697	0.180	0.9619	1.0396	0.491	1.433	0.510	1.490	3.735	0.2677	0.729	1.548	5.922	0.414	1.586	0.803
21	0.655	0.679	0.173	0.9638	1.0376	0.504	1.424	0.523	1.477	3.778	0.2647	0.724	1.606	5.950	0.425	1.575	0.794
22	0.640	0.662	0.167	0.9655	1.0358	0.516	1.415	0.534	1.466	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566	0.785
23	0.626	0.647	0.162	0.9670	1.0342	0.527	1.407	0.545	1.455	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557	0.778
24	0.612	0.632	0.157	0.9684	1.0327	0.538	1.399	0.555	1.445	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.452	1.548	0.770
25	0.600	0.619	0.153	0.9696	1.0313	0.548	1.392	0.565	1.435	3.931	0.2544	0.709	1.804	6.058	0.459	1.541	0.763
Mayor que 25	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	—	—	—	‡	§	§	—	—	—	—	—	—	—	—	$\frac{3}{d_2}$

*Reproducido con permiso de *ASTM Manual on Quality Control of Materials*, American Society for Testing Materials, Philadelphia, Pa., 1951

$$\ddagger 1 - \frac{3}{\sqrt{2n}} \quad \S 1 + \frac{3}{\sqrt{2n}}$$

TABLA II

Número mínimo \underline{m} de muestras de tamaño \underline{n} requerido para elaborar una carta \bar{x} con una confianza de 98%, cuando se emplean los rangos.

\underline{n}	\underline{m}
2	15
3	9
4	7
5	6
6	5
7	5
8	4
9	4
10	4
12	4
14	4
16	3
18	3
20	3

TABLA III

Número mínimo m de muestras de tamaño n requerido para elaborar una carta \bar{x} con una confianza de 98%, cuando se emplean las desviaciones estándar.

n	m
2	16
3	9
4	7
5	6
6	5
7	5
8	4
9	4
10	4
12	4
14	3
16	3
18	3
20	3

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Villarreal, A., "Cartas de Control", Apuntes, División de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM.
- 2.- Hansen, B., "Quality Control: Times and Applications", Prentice Hall, Inc. (1964).
- 3.- Grant, E.L., "Statistical Quality Control", McGraw Hill Book Co. (1971).
- 4.- Ostle B. "Estadística Aplicada", Limusa-Wiley (1973).
- 5.- Miller, I. y Freund, J., "Probability and Statistics for Engineers", Prentice Hall, Inc. (1965).
- 6.- Bouker, A.H. y Lieberman, G.J., "Estadística para Ingenieros", Prentice Hall, Inc. (1984).
- 7.- Rascón, O.A., "Introducción a la Estadística Descriptiva", Vols. I y II, SITESA.
- 8.- Rascón, O.A., "Introducción a la Teoría de Probabilidades", UNAM
- 9.- Ortiz, A., "Control de Calidad del Concreto", FUNDEC, A.C.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE MATERIALES

**EXPOSITOR: ING. JOSÉ FRANCISCO FERNÁNDEZ ROMERO
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACION DE MATERIALES

ING. JOSE FRANCISCO FERNANDEZ ROMERO

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

JULIO, 2000

CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES
(DIPLOMADO DE CALIDAD DE LA CONSTRUCCION)

PROPIEDADES Y PRUEBAS PARA ACEPTACION DE MATERIALES

MACIZOS ROCOSOS Y FRAGMENTOS DE ROCA COMPACTADOS
SUELOS NATURALES Y COMPACTADOS

Jorge E. Castilla Camacho
José Fco. Fernández Romero
Octubre 21, 1998

CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES (DIPLOMADO DE CALIDAD DE LA CONSTRUCCION)

PROPIEDADES Y PRUEBAS PARA ACEPTACION DE MATERIALES

MACIZOS ROCOSOS Y FRAGMENTOS DE ROCA COMPACTADOS SUELOS NATURALES Y COMPACTADOS

INTRODUCCION

Toca en este capítulo exponer las acciones que es necesario ejercer durante la construcción de un proyecto, para asegurar la calidad de los materiales involucrados, particularmente de los macizos rocosos, los suelos naturales, los fragmentos de roca compactados (enrocamientos) y de los suelos compactados en general.

La calidad requerida de estos materiales o de cualquier otro, dependerá del papel que juegue dentro del proyecto con el que esté involucrado, es decir de las expectativas que el proyectista le consideró y que deben por lo tanto de cumplirse, como mínimo, para lograr congruencia con el diseño de que se trate

Los requerimientos de calidad pueden estar expresados en las especificaciones de construcción mediante la indicación de características o condiciones que deben de presentar o lograrse con los materiales, o bien de las propiedades o parámetros que estos deben de cumplir para satisfacer congruentemente al diseño

El cumplimiento durante la construcción de esta calidad debe ser responsabilidad del constructor, quien debe de cerciorarse de lograrla y controlarla, tocando al supervisor la verificación de los sistemas y procesos aplicados, de los resultados logrados y de su compatibilidad con las exigencias del proyecto.

Siendo los materiales a los que nos estamos refiriendo, y en general los materiales involucrados con la geotecnia (suelos y rocas), materiales que pueden presentar heterogeneidades y anisotropías en el entorno de las obras de que se trate, y considerando las limitaciones que ofrecen, por necesidad, los métodos de exploración utilizados para la caracterización y determinación de propiedades de los materiales antes mencionados, es muy importante, yo diría fundamental, el acompañamiento por el diseñador, de las actividades del constructor y del supervisor, para no dejar como una función de "Check List" el cumplimiento o no de los requisitos incluidos en las especificaciones.

Por lo antes mencionado existe la posibilidad, sobre todo en cierto tipo de proyectos de gran envergadura, de que las condiciones o características del medio (macizo rocoso, suelo natural, bancos de préstamo para materiales para compactarse), difieran de aquellas que pudieron preverse al ejecutar el diseño, y deban ajustarse las condiciones del proyecto a éstas, para cumplir con seguridad las funciones para las cuales se concibió la obra. Estos ajustes o adaptaciones serán al fin de cuentas acciones para cumplir con la calidad integral del proyecto, y deben ser realizadas por el diseñador para conservar la coherencia del proyecto.

Sea cual sea la vía que se aplique para aceptar la calidad de los materiales (pruebas de campo o laboratorio, inspección visual de características y condiciones, etc.), debe de constituir una acción expedita, tanto como sea posible, en su aplicación y aporte de resultados, para poder juzgar "sobre la marcha" del proceso constructivo la calidad de los materiales y tomar oportunamente las medidas correctivas, en su caso

PROPIEDADES

Para fines de diseño las propiedades que interesan en prácticamente cualquier obra de ingeniería civil son, la resistencia, la deformabilidad y la permeabilidad. Podría adicionarse la durabilidad o permanencia de los materiales sin cambios importantes de sus características físicas en el periodo de vida útil de la obra.

Para los materiales de los que nos estamos ocupando en este capítulo, las propiedades anteriores están regidas por otras propiedades físicas o características existentes en ellos, que les confieren y condicionan las propiedades que nos son de interés para fines de diseño.

Agruparemos, para desarrollar el tema, a los macizos rocosos y a los suelos naturales por un lado, y a los enrocamientos y a los suelos compactados por otro, en virtud de que los primeros se refieren a materiales que se utilizan permaneciendo en su lugar de origen, y los segundos después de extraerlos de algún banco, aplicarles algún proceso y de colocarlos en el lugar que se les ha asignado dentro del proyecto en construcción.

Los macizos rocosos y el suelo natural, por su naturaleza, ofrecen posibilidades limitadas para modificar sus propiedades naturales. Aunque hay métodos para lograr su mejoramiento (inyecciones, anclajes, drenajes, densificaciones, consolidación, etc.), los proyectos deben de adaptarse a las propiedades y características que estos ofrecen en forma natural o después de su modificación. En ambos casos, en etapas del proyecto anteriores a la de construcción (planeación y proyecto), se han caracterizado y conocido las propiedades que ofrecen los materiales en forma natural, se ha determinado la posibilidad técnica y conveniencia económica de modificarlas, y definido el método para lograrlo. Esto, a través de exploración, muestreo y pruebas de campo y/o laboratorio, incluyendo tal vez la ejecución de tramos de prueba a escala natural para verificar la aplicabilidad y bondad del método de mejoramiento considerado, y establecer las especificaciones para su aplicación.

Durante la construcción, incluida en ella la etapa de aplicación del método de mejoramiento, se hace necesario ejercer controles propios para garantizar la correcta aplicación del método de

mejoramiento elegido y cumplir con las especificaciones y propósito del mismo, así como para verificar las propiedades resultantes después del mejoramiento, y ver su compatibilidad con las que se consideraron en la concepción del proyecto o bien para adaptarlo a las propiedades posibles de lograr realmente, con objeto de tener un proyecto que cumpla con la seguridad y funcionalidad adecuadas

Por lo que respecta a los enrocamientos y suelos compactados, que como se dijo corresponden con materiales extraídos de algún banco, también existen actividades previas a las de la etapa de construcción que permitieron caracterizarlos, juzgar sobre su calidad y posibilidades de uso y determinar los procedimientos más adecuados, técnica y económicamente, para su explotación, procesamiento, colocación y compactación, así como para determinar las propiedades que es posible lograr después de las acciones anteriores para considerarlas en la etapa de diseño del proyecto

Toca durante la etapa de construcción establecer y aplicar los controles necesarios para verificar el logro de las propiedades que se establecieron previamente y garantizar así el cumplimiento de los requerimientos del proyecto.

ACEPTACION DE MATERIALES

Una vez establecidas las necesidades de características, condiciones y propiedades que deben tener los materiales, toca durante la construcción el cumplirlas, verificarlas y medirlas, si es posible, para aceptarlos como adecuados para cumplir con el proyecto. A continuación trataremos aspectos relacionados con cada uno de los materiales a los que hemos estado refiriéndonos

Macizos Rocosos

Los macizos rocosos tendrán sus propiedades condicionadas por diversos factores: el tipo de roca que los constituya, la alteración e intemperismo que presente, el grado de fracturamiento que lo afecte (frecuencia, espesor, longitud, relleno existente en el mismo, condiciones de las paredes de las fracturas, etc.), la presencia de accidentes geológicos en la masa de roca, las propiedades propias de la roca intacta que constituye los fragmentos entre fracturas y/o diaclasas así como del relleno que se encuentre entre ellos, las características geométricas de los accidentes anteriores dentro de la masa de roca y su relación con la superficie libre del macizo, la topografía del macizo rocoso, y varios otros que a fin de cuentas conferirán al macizo rocoso propiedades particulares que deberemos conocer para considerarlas en el diseño que nos ocupe, la bibliografía al final de estas notas contiene mayor información para estos fines (ver del 1 al 6, 26 y 27).

Conocidas las características y propiedades del macizo rocoso, podrá realizarse el diseño del proyecto de que se trate. Generalmente los macizos de roca se ven asociados a obras de gran envergadura como presas, túneles, grandes excavaciones, etc. Para cumplir con las necesidades del proyecto, muy frecuentemente hay que hacer mejoramientos del macizo de roca como parte del procedimiento constructivo de la obra, que permitan homogeneizar las

condiciones del mismo y proporcionar un mínimo de control de las propiedades de este, al menos localmente en el entorno inmediato del macizo asociado a la obra.

Durante la construcción, la aceptación o no de las características y propiedades de los macizos rocosos, dependerá de los controles y resultados mismos de las acciones para el mejoramiento que se hayan aplicado, pudiéndose, desde luego, verificar las propiedades resultantes mediante las mismas técnicas y procedimientos con los que se exploró originalmente el macizo rocoso. Pero, sobre todo, la vigilancia por observación directa de las condiciones del macizo rocoso en la parte más expuesta del mismo, y que es en general la más involucrada con el proyecto de ingeniería de que se trate, juega un papel de la mayor importancia, y constituye la mejor "prueba" para la aceptación o no del macizo de roca, permitiendo además decidir sobre las acciones que deben de aplicarse para lograr los objetivos del proyecto.

Como se ha dicho, las propiedades de los macizos rocosos pueden modificarse en algunas ocasiones, dentro de ciertos límites. Por ejemplo, puede modificarse su permeabilidad mediante la inyección de productos en el interior de su masa, de sus fracturas y otras diaclasas; o introduciendo drenaje mediante perforaciones para aumentar su permeabilidad, si esto es lo que por condiciones de proyecto se requiere.

La inyección de productos en el interior del macizo de roca además de reducir su permeabilidad, aumentará, bajo ciertas condiciones, su resistencia y disminuirá su deformabilidad. El diseño, aplicación y control de los métodos para lograrlo constituyen en sí toda una especialidad. Los resultados de aplicar esta tecnología de mejoramiento del macizo de roca se evalúan de la misma forma en que pudieron determinarse las propiedades originales del macizo, es decir pruebas de permeabilidad (Lugeon) o bien determinación de la deformabilidad de la masa con ayuda de prospección geofísica (geosísmica), sin embargo la mejor garantía del mejoramiento se obtiene durante la ejecución misma del tratamiento, controlando el producto(s) que se inyecta (mezclas agua/cemento, en ocasiones con bentonita, arena, o aditivos para diversos propósitos), los volúmenes que es posible inyectar y las presiones que se desarrollan durante la inyección, y la distribución de las "tomas" del producto inyectado en el medio, etc.

El drenaje puede constituir un procedimiento para el mejoramiento de la resistencia del macizo rocoso al eliminar o controlar los efectos dañinos que en él pudiera ocasionar la subpresión que pudiera generarse entre bloques de roca por agua acumulada en las fracturas que los limitan. El control de su ejecución es muy importante y puede limitarse, en primera instancia, a la verificación, por geometría, de que éste se realice en la zona en que se proyectó y alcance las profundidades consideradas en el proyecto, cruzando los planos o zonas en las que se quiere evitar o controlar la generación de presiones hidráulicas.

A largo plazo, el conocer la eficiencia y efectividad de los drenes es muy importante, pues en general tienden a obturarse por el taponamiento que pueden sufrir debido a la depositación de minerales en sus paredes (carbonatos, óxidos, etc.), o al arrastre de partículas. La instalación adecuada de piezómetros en el entorno de la zona que se pretende drenar es una medida necesaria, así como lo es el diseño adecuado de los drenes, incluyéndoles filtros o aditamentos que eviten la depositación de minerales en sus paredes o extremos en contacto con aire, para aumentar su tiempo de vida útil efectiva. Los resultados que arroja la

piezometría pueden indicar la necesidad de realizar limpieza de mantenimiento en los piezómetros o de ejecutar drenes adicionales.

Mediante la instalación de anclajes u otros medios de soporte se mejoran las características de resistencia locales de la masa de roca, como puede ser el entorno de excavaciones subterráneas o de taludes en excavaciones a cielo abierto. El mejoramiento es en un volumen reducido del macizo de roca, pero es en aquel que juega un papel importante dentro del proyecto al que nos enfrentamos. La verificación y aceptación de los resultados de este mejoramiento mediante la aplicación de soporte al macizo de roca reside en los controles que se hayan ejercido durante la instalación de los elementos de soporte mismos. Por ejemplo si se trata de anclajes, y estos son de fricción, el control residirá en las características del producto utilizado para inyectar al ancla, en el grado de retaque que se haya logrado entre el ancla y la pared de la perforación para transmitir por fricción la carga de una a otra; si el anclaje es de tensión, en el agarre que tenga el elemento mecánico con la roca dentro de la perforación. Al final de la instalación siempre podrán realizarse pruebas de extracción de anclas para verificar si la carga que éstas aportan al macizo de roca es adecuada con el proyecto considerado. Un aspecto muy importante a considerar es el diseño particular del elemento de soporte y el cuidado en su instalación, incluyendo protecciones contra corrosión, con la finalidad de lograr sistemas de soporte duraderos a lo largo de la vida útil del proyecto de que forman parte.

Al principio se mencionó la durabilidad como una propiedad adicional importante para el diseño. En realidad esta depende de diversos factores como es la propia resistencia del medio, las características que éste presente (alteración, intemperismo, fracturamiento, homogeneidad, etc.), las acciones a que vaya a estar expuesto (flujo, cambio de condiciones de humedad, carga, etc.), que pueden provocar su deterioro progresivo por erosión, desgaste, rotura, etc. La durabilidad puede mejorarse mediante tratamientos que eviten las condiciones dañinas, aislando al medio de que se trate de los factores que pueden deteriorarlo, mediante tratamientos superficiales (p.ej. concreto o mortero lanzado)

Como hemos visto, la calidad y propiedades de los macizos rocosos se determinan y juzgan desde la etapa de estudios. Si se decide su mejoramiento, al aplicarlo, se deben ejercer controles, y pueden, durante la aplicación del mejoramiento o al final del mismo, verificarse las propiedades logradas para considerarlas en el diseño de que se trate, mediante las mismas pruebas de laboratorio y/o campo aplicadas en la etapa de exploración y caracterización del medio. Sin embargo, no termina ahí la acción de juicio sobre la calidad de los macizos rocosos. Una parte muy importante se debe de ejercer durante el proceso constructivo mismo.

Esté el macizo rocoso ligado a cualquier obra de ingeniería civil, como puede ser la cimentación de cualquier estructura incluyendo una presa, la excavación de un túnel, la construcción de una vía de comunicación. Durante la construcción misma será el momento en que pueda verse realmente al material de que estamos hablando, que estará íntimamente involucrado con la obra, y que tendremos que apreciar para aceptarlo o no con relación al proyecto. Antes podemos haber juzgado la masa de roca en conjunto, ahora tendremos que juzgar a la superficie de roca sobre la que se desplantará la estructura, o se apoyará un revestimiento o un muro, a que quedará expuesta al medio ambiente

En general no habrá pruebas físicas que nos permitan evaluarlo y medir cualitativamente alguna propiedad para proceder a su aceptación. Será la observación visual, el entendimiento del papel que juega el macizo de roca, o la porción involucrada de él, en el proyecto y el mejor juicio basado en conocimientos, sentido común y experiencia, lo que permita o no aceptar al material como se presenta y, en su caso aplicar las medidas correctivas locales para satisfacer el objetivo del proyecto en seguridad, funcionalidad y durabilidad.

Estas medidas pueden ser, por ejemplo, la remoción de roca alterada, intemperizada o fracturada mediante medios mecánicos enérgicos (rompedoras neumáticas), la remoción de promontorios de roca firme, aun con explosivos, que ofrecen geometría indeseable para el apoyo de estructuras, la reposición con concreto de depresiones sobre la superficie de roca, el retiro de fragmentos sanos pero algo desprendidos de la masa de roca, la limpieza y relleno con concreto o mortero de fracturas para protección de los rellenos que hubiera en ellos (concreto dental), y cualquier otra que se justifique para lograr el objetivo del proyecto.

Suelo Natural

Este material tiene implicaciones semejantes a la de los macizos rocosos en lo que se refiere a que será utilizado permaneciendo en su lugar de origen. Lo veremos involucrado en cimentaciones de estructuras, túneles y excavaciones a cielo abierto. En el proceso de estudios del proyecto de que se trate debió de haber sido explorado y caracterizado mediante pruebas de campo y de laboratorio para determinar sus propiedades índice, mecánicas e hidráulicas, aplicando las técnicas propias de la mecánica de suelos (ver referencias 1 a 3, 10 a 14 y 26), y determinando su distribución horizontalmente y a profundidad. Del conocimiento de sus propiedades y de la demanda a la que estará sometido por las sollicitaciones del proyecto, podrá juzgarse si sus propiedades, características y condiciones son aceptables o se requiere su modificación mejorándolas. Se diseñará y aplicará el método de mejoramiento y, como en los macizos rocosos, se controlará, y podrán determinarse nuevamente las propiedades del medio para verificación de los resultados y ejecución del diseño considerando las nuevas propiedades. Durante la construcción podrán verificarse algunas características y condiciones del suelo natural para su aceptación o modificación en orden de cumplir con las expectativas del proyecto.

Durante la etapa de estudios la determinación de propiedades debe de realizarse de la manera más confiable para representar las condiciones de trabajo del suelo, y con la mayor precisión posible. Existen técnicas de campo y de laboratorio para ello que incluyen desde la exploración para toma de muestras según sea el tipo de suelo, ensayos de campo para determinar resistencia, deformabilidad y permeabilidad; y ensayos de laboratorio para identificación y clasificación del suelo y para determinación de propiedades mecánicas y representar comportamientos esperados para poder, cuantitativamente, involucrar en el análisis y diseño el comportamiento esperado del suelo.

Del conocimiento de las propiedades en esta etapa y de las implicaciones de éstas en el comportamiento de las estructuras del proyecto, se decidirá sobre la necesidad de mejorar el suelo por alguna de las técnicas aplicables. Estas técnicas pueden ser por medios mecánicos, hidráulicos y químicos, o por inclusión de elementos o sustancias en la masa de suelo (ver

referencias (24 y 25). De cualquier forma se procurará mejorar la resistencia deformabilidad y/o permeabilidad del suelo, básicamente mediante su densificación por compactación, consolidación o relleno de vacíos por inyección; aumento de fuerzas de liga entre partículas por efectos eléctricos, químicos o físicos; inclusión de elementos resistentes en la masa de suelo, como pilotes, columnas de materiales rígidos, etc.

La aplicación de los métodos para mejoramiento de suelos es ya parte de la etapa de construcción del proyecto y deben de aplicarse procedimientos de verificación del beneficio causado por el método y para determinar propiedades del suelo modificado. Las propiedades pueden determinarse con las mismas técnicas con que se determinaron en la etapa de estudio, pero se requieren pruebas que permitan el control en cuanto a homogeneidad y calidad del procedimiento de mejoramiento del suelo, que sean aplicables y proporcionen resultados de manera expedita, para poder tomar decisiones oportunas durante el mismo proceso y que permitan a su vez la aplicación, relativamente profusa, en el medio involucrado para poder tener evaluación confiable y completa de los resultados del mejoramiento. Estas pruebas que llamaremos de control, puede que no midan en forma directa las propiedades utilizadas explícitamente en el análisis y diseño del proyecto, sino otras que se relacionen con ellas. Es por ello que deben de calibrarse las pruebas de control y establecerse correlaciones particulares para los materiales, procesos y condiciones de trabajo del sitio, entre los resultados de las pruebas de control y las propiedades de interés para el diseño, ejecutando secciones de prueba del método de modificación del suelo. A partir de estas correlaciones se establecerán cartas de control y criterios de aceptación acordes con el proyecto.

Las pruebas de control pueden ser de aplicación en superficie o a profundidad, pero deben siempre abarcar el volumen de suelo involucrado. Entre las de aplicación de superficie, además de controlarse mediante las pruebas índice de mecánica de suelos (granulometría, contenido de agua, límites de consistencia líquido y plástico, clasificación de suelos, etc!), según se indica en las referencias 12 a 14, pueden incluirse las de placa, la geosísmica, los penetrómetros ligeros, las calas para determinación de peso volumétrico, y los métodos nucleares para determinación de peso volumétrico. Para el control de propiedades a profundidad, existen los conos dinámico y estático, la prueba de penetración estándar, los presurómetros y algunos métodos geofísicos.

Debe mencionarse que los pruebas aportan resultados numéricos que permiten establecer estadísticamente las condiciones del suelo y usar los valores para un mejor control documentado, pero no debe de olvidarse que la vigilancia y supervisión durante la construcción, por personal entrenado y experto es la primera fuente de juicio de los logros de un proceso constructivo.

En el anexo se incluyen copias de procedimientos de pruebas de control extraídas del Manual de Procedimientos de la Gerencia de Ingeniería Experimental y Control de la Comisión Federal de Electricidad

La prueba de placa permite la medición de las características de deformabilidad y resistencia del terreno sobre el que se realiza. Su ejecución es relativamente sencilla y aporta resultados inmediatamente al final de su terminación. Su resultado dependerá del tamaño, rigidez y forma de la placa utilizada para la aplicación de la carga y no representa una propiedad intrínseca del material (ver referencia 26). Es una prueba de carácter estático que nos proporciona la

relación entre la deformación y la carga que se aplica al terreno a través de una placa (módulo de reacción), pudiendo proporcionar datos de la resistencia del terreno si se provoca una deformación tal que se produzca la falla del terreno por penetración de la placa en él

Los métodos geofísicos (sísmicos) para determinación de propiedades del terreno tienen la ventaja de ser de aplicación relativamente rápida y de proporcionar resultados inmediatamente al final de su aplicación. La profundidad y volumen involucrado en prueba dependen del equipo que se utilice y de la energía que se introduzca en el terreno para efectuar la medición. La prueba consiste en generar una perturbación en el terreno mediante la aplicación de un impacto (por golpeo con un martillo o por una explosión), generando así ondas de corte y de compresión en el terreno, que viajan a través de él y pueden ser registradas por geófonos colocados a diferentes distancias del punto en que generaron. La medición del tiempo entre la generación y arribo de las ondas al punto de medición y la distancia entre ellos, permiten la medición de transmisión de las ondas en el medio de que se trate y el cálculo de las propiedades elásticas dinámicas del material (ver referencia 1.2 y 26).

Los penetrómetros ligeros son equipos que permiten medir en forma rápida y con mucha frecuencia características puntuales de la resistencia del terreno a ser penetrado por un elemento que consiste básicamente en una varilla ligada a un dinamómetro que mide esa resistencia. Los equipos permiten, en forma indirecta, la medición del peso volumétrico y del contenido de agua en el campo, al haber sido previamente calibrado el penetrómetro en el laboratorio directamente contra suelos compactados en moldes. Una de estas pruebas es la denominada de valor relativo de soporte (VRS), que puede ser aplicada a los materiales en el campo o en laboratorio (ver referencias 10 a 12 y 30).

La determinación del peso volumétrico o compacidad relativa del material en su lugar es uno de los procedimientos más socorridos para el control de características físicas y mecánicas de materiales terrosos en el campo, teniendo el inconveniente de que los resultados se obtienen después de secar al material, lo cual puede llevar algún tiempo después de la aplicación del método dependiendo del procedimiento que se aplique (estufa u horno), para solventar esta circunstancia existe un método, indirecto también, pero de rápida aplicación y presentación de resultados, que consiste en la obtención del contenido de agua y peso volumétrico del material con ayuda de equipo nuclear (ver referencias 10 a 14, 29 y 30).

Para la determinación de propiedades a profundidad en forma rápida existen los llamados conos y el método de penetración estándar (SPT). Los conos pueden ser introducidos en el terreno en forma estática o dinámica y medir la resistencia a la penetración en el terreno, de un elemento longitudinal (barra), en la punta o en el fuste de la misma. Los hay instrumentados eléctricamente lo que permite contar con registros continuos de la resistencia o bien aquellos en los que se lleva solo el registro de una presión de hincado, cuando es estático, o un conteo de golpes para hacerlo penetrar, cuando es dinámica (ver referencias 28 y 30)

Enrocamiento

El enrocamiento es un material que se extrae en banco, generalmente con explosivos, puede ser procesado o no, se coloca y se compacta en el lugar que le corresponde según el proyecto. Está constituido por fragmentos de roca de tamaño variable, mayores a las 3" y hasta varias decenas. Se utiliza para formar terraplenes de piedra (pedraplenes) para cimentar caminos u otras estructuras, obras de protección o respaldos de presas.

Su calidad depende desde del tipo de roca que lo constituye, de las características y condiciones de la masa de roca de la cual se extrajo, de la manera en que se aplicaron los explosivos para su explotación, del proceso sufrido, de la forma en que se colocó y de la forma en que se compactó.

Por el tamaño de sus los fragmentos que lo constituyen, tanto por dificultad de maniobras como por el volumen involucrado en las pruebas que tendrían que hacerse para lograr representatividad de los resultados, las pruebas que se hacen para su control, generalmente son escasas, pues son tardadas e interfieren con el proceso constructivo. Sin embargo sí se realizan y éstas son del mismo tipo que las ejecutadas para otro tipo de suelos pero con mayor volumen. Consisten básicamente en la determinación de pesos volumétricos mediante caías y granulometrías.

Por las restricciones anteriores, juega un papel muy importante la supervisión de las operaciones en el manejo de los enrocamientos. Desde la elección del banco para explotarlo, hasta su colocación y compactación.

Los bancos que se elijan deben de ser de roca sana y explotarse en forma tal que produzcan (hasta donde sea posible) la variación de tamaños que interese. Aunque los tamaños que se logren dependerán principalmente del fracturamiento que exista en el banco, la forma de explotarlo puede modificar o influir también este parámetro (ver referencias 7 y 8).

Generalmente se pretende que los enrocamientos sean resistentes y poco compresibles para lo cual se requiere que estén constituidos por partículas sanas, que presenten granulometrías bien graduadas (la mayoría de tamaños en proporción adecuada), y sean no contaminados por suelos cohesivos (arcillas). Sin embargo, en ciertas obras se requiere que presenten principalmente resistencia y permeabilidad (escolleras, obras de protección), por lo que las granulometrías adecuadas serán más bien las uniformes, pero con capacidad de retener a los materiales que estén abajo o atrás de ellas, para evitar su fuga a través de los vacíos entre las partículas que constituyen a las capas sobre o enfrente de ellos.

Desde la operación de carga en la cantera puede iniciarse u proceso de selección de los materiales para su utilización, realizando una operación de peinado, con el equipo de acercamiento y/o carga, para separar materiales por tamaño, o puede recurrirse a rejas de apertura predeterminada. La manera de "tirar" el material en el sitio de utilización condiciona la homogeneidad del mismo. Ya sea por balconeo desde capas superiores o por colocación de montones y extendido con tractores, se logran materiales diferentes en cuanto a la distribución de tamaños pudiendo haber segregación de tamaños en la masa de enrocamiento en conformación.

La compactación generalmente se determina con base en pedraplenes de prueba realizados previamente a las operaciones de construcción, con la finalidad de establecer el número de veces que el equipo deberá pasar por un mismo lugar para lograr una compacidad adecuada del enrocamiento. El control puede establecerse por mediciones topográficas de la superficie expuesta de este, por calas volumétricas grandes (diámetro del agujero para hacer la cala de cuando menos 5 veces el diámetro nominal de la partícula que constituye al enrocamiento) mediante pruebas de placa, o por medición de las vibraciones producidas al transitar el equipo mismo de compactación sobre el enrocamiento. Estas mediciones pueden hacerse sobre el terreno o bien el propio equipo de compactación tener integrado un medidor de vibraciones que indica la variación de la rigidez del material sobre el cual transita al irlo compactando (ver referencias 17 a 23 y 26).

De hacerse calas volumétricas siguiendo el procedimiento usual, como el indicado en el anexo para suelos con partículas de menor tamaño. Se debe de tener cuidado al medir el volumen de la excavación de la cual que extrajo el material compactado. Esta medición se hace colocando una membrana de plástico (polietileno) en el fondo de la excavación y rellenando con agua la excavación. Para hacer esta determinación se deben de realizar calibraciones del método para determinar el volumen

Suelos Compactados

Los suelos compactados pueden dividirse en materiales cohesivos (arcillas y algunos limos) y no cohesivos (gravas, arenas y algunos limos). Desde luego existen las mezclas de los dos que tienen que compactarse como tales. En este caso si la porción de material cohesivo está alrededor del 15 %, ésta regirá el comportamiento de la mezcla.

Como todos los materiales que se han tratado en este capítulo, su calidad dependerá de las características de los mismos. El control de estas características empieza en el propio banco de explotación, mediante la clasificación de campo, o apoyada en laboratorio, del suelo de que se trate.

Las pruebas que para aceptación de los materiales se realicen una vez colocados son principalmente para determinar pesos volumétricos, granulometrías y contenidos de agua, en forma directa o indirecta, mediante calas o mediciones con equipo nuclear o para verificar resistencias mediante la medición de la resistencia a la penetración de elementos al terreno (ver referencias 10 a 14, 17, 18 22 y 26).

En los anexos se han incluido algunos procedimientos de prueba como referencias. El manejo del acervo de datos que se obtienen como resultado de la aplicación de estas pruebas de control ha sido objeto de otros capítulos de este mismo curso.

REFERENCIAS

- 1 DOBRIN M B (1960) "Introduction to Geophysical Prospecting" Second Edition International Student Edition McGraw-Hill Book Company, Inc. Tokyo, Japan.
- 2 GRIFFITS. D.H. y KING. R F. (1972) "Geofísica Aplicada para Ingenieros y Geólogos" Traducido por Rio de la Cruz A. Paraninfo. Madrid, España.
- 3 HALL. W J , NEWMARK. N M. y HENDRON. A.J. (?) "Classification, Engineering Properties and Field Exploration of Soils, Intact Rock and In Situ Rock Masses U.S Atomic Energy Commission. Washington, D.C. U.S.A.
- 4 BROWN. E.T. (1981) "Rock Characterization, Testing and Monitoring" ISRM Suggested Methods International Society for Rock Mechanics Pergamon Press. Great Britain
- 5 LNEC (1983) "Desenvolvimentos Recentes no Dominio da Mec6nica das Rochas" Laboratorio Nacional de Engenharia Civil. Lisboa, Portugal.
- 6 ALBERRO J. (1974) "Apuntes del Curso de Mecánica de Rocas" División de Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería. UNAM. México. D.F.
- 7 GUSTAFSSON. R. (1977) "Técnica Sueca de Voladuras" Traducido por Bravo. B Nora Boktryckeri. AB Suecia.
- 8 OLOFSSON. S.O (?) "Applied Explosives Technology for Construction and Mining" APPLEX. Arla Sweden.
- 9 AVITIA. R C (1971) "Suelo Cemento" Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto México D.F.
10. RICO. A y DEL CASTILLO. H (1974) "La Ingeniería de Suelos en las Vias Terrestres" Octava Reimpresión. Vol. I y II Editorial Limusa. S.A. de C.V. México, D.F.
11. JUAREZ. E. y RICO. A (1963) "Mecánica de Suelos" Segunda Edición Vol I, II y III. Talleres Larios México. D F.
- 12 SRH (1970) "Manual de Mecánica de Suelos" Secretaria de Recursos Hidráulicos. México. D.F
13. LAMBE. T.W. (1951) "Soil Testing For Engineers" Twelfth Printing John Wiley & Sons. Inc. N.Y U.S.A
14. AKROYD. T.N.W. (1954) "Laboratory Testing in Soil Engineering". Soil Mechanics Limited London. England.
- 15 SOCIEDAD MEXICANA DE MECANICA DE SUELOS (1979) "Mejoramiento Masivo de Suelos" SMMS No. 017 México, D F.

16. CFE (1985) "Comportamiento de Presas Construidas en México 1974-1984" SMMS No 060. Mexico D.F.
17. USBR (1960) "Design of Small Dams" U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation. Washington. D.C. U.S.A.
18. MARSAL R.J y RESENDIZ. D. (1968) "Compactación de Suelos Arcillosos Propiedades Mecánicas de Suelos Arcillosos Compactados" Instituto de Ingeniería. UNAM No 187 México D.F.
19. MARSAL R.J y RESENDIZ. D. (1968) "Problemas de Construcción y Control de Materiales en Presas de Tierra y Enrocamiento" Instituto de Ingeniería. UNAM No 193 México D F
20. MARSAL. R.J. y RESENDIZ. D (1975) "Presas de Tierra y Enrocamiento" Limusa. México. D F
21. MARSAL. R J. (1980) " Contribuciones a la Mecánica de Medios Granulares. Selección de Trabajos de Raúl J. Marsal" CFE. México. D.F.
22. SHERARD.J.L., WOODWARD. R.J., GIZIENSKI.S.F. y CLEVINGER. W.A (1967) "Earth and Earth-Rock Dams" John Wiley and Sons, Inc., New York. USA
23. FORSSBLAD. L. (1981) "Vibratory Soil and Rock fill Compaction" Dynapac Maskin AB. Dolna. Sweden.
24. STAMATOPOULOS A.C y KOTZIAS. P.C (1990) "Mejoramiento de Suelos por Precarga" Traducido por Navarro. R. Noriega Limusa. México. D.F.
25. HAUSMANN. M.R (1990) "Engineering Principles of Ground Modification" Mc. Graw-Hill Publishing Co., New York. U.S.A
26. CFE (1981) "Manual de Diseño de Obras Civiles. Sección B. Geotecnia" Comisión Federal de Electricidad México. D.F
27. INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS SUGGESTED METHODS (Colección de publicaciones sobre métodos de prueba en roca intacta y macizos rocosos). Secretariat of the ISRM. Lisboa. Portugal
28. SANTOYO. E, LIN XUE. R. y OVANDO. E (1989) "El Cono en la Exploración Geotécnica" TGC Geotecnia. México. D F.
29. TERZAGHI. K y PECK. R.B (1967) "Soil Mechanics in Engineering Practice" Second Edition. John Wiley and Sons. New York USA
30. INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA (1990). " Mecánica de Suelos Instructivo para ensaye de Suelos" IMTA. México. D.F.

A N E X O

COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADA

1. PROPOSITO

Este procedimiento tiene como propósito establecer una guía para determinar la relación contenidos de agua-densidades secas del suelo compactado, para aplicarlos en los procedimientos constructivos y el control de la compactación de campo.

2. ALCANCE

El método es aplicable a los suelos finos plásticos y, en general, a mezclas suelo-agregados cuya fracción fina es cohesiva, y en los que con este procedimiento se logra definir bien la curva de compactación y la densidad seca máxima. La prueba se emplea en suelos que pasan la malla No. 4.

3. REFERENCIAS

3.1 Norma ASTM D 698

3.2 Norma ASTM D 2168

4. DEFINICIONES

Contenido de agua óptimo. Es aquel contenido de agua con el que se obtiene la densidad seca máxima del suelo compactado.

Densidad seca máxima. Es la densidad seca que corresponde con el valor máximo obtenido de la curva de compactación del suelo y corresponde al punto en que la tangente trazada a dicha curva es horizontal.

5. INSTRUCCIONES

5.1 Equipo mínimo requerido

- Molde Proctor de 10.2 cm de diámetro y 11,7 cm de altura, con extensión de 5 cm de altura (ref 3 1).

- Martillo de compactación manual o mecánico de 46 cm de altura de caída libre 51 cm de diámetro y 4.54 kg de masa (ref 3.1).
- Base estándar de forma cúbica o cilíndrica de concreto de 90 kg de peso mínimo (recomendable para lograr consistencia en los resultados).
- Balanza con capacidad mínima de 10 kg y precisión mínima de 1 g.
- Varios: regla metálica para enrasar, malla No.4, mortero y mano de mortero cubierta de hule, cucharón, horno de secado, desecador, recipientes para determinar el contenido de agua, charola, espátulas y recipientes de vidrio con tapa hermética.

En lugar del martillo de compactación manual, es aceptable emplear un martillo mecánico, a condición de que su diseño permita una buena repartición de los golpes en toda la superficie de la muestra. Los martillos mecánicos deben calibrarse periódicamente, por comparación con el dispositivo manual empleando muestras de un material moderadamente plástico, con un contenido de agua vecino al contenido de agua óptimo. La densidad seca, obtenida con el martillo mecánico, no debe diferir más de $0,1 \text{ kN/m}^3$ de la obtenida con el martillo manual. Las calibraciones deben hacerse a cada 1000 determinaciones de la densidad, después de haber suspendido el uso del compactador por un tiempo prolongado, incluyendo sus reparaciones y cuando se obtengan resultados dudosos. Las calibraciones se harán de acuerdo con los métodos indicados en la ref 3.2.

5.2 Preparación de la muestra

Consiste en seleccionar una porción representativa del material por ensayar, de manera que se obtengan alrededor de 15 kg de suelo que pasa la malla No.4. Previamente al cribado se disgrega el suelo con una mano de mortero cubierta de hule, cuidando de no romper los granos individuales.

Para la preparación de la muestra existen dos procedimientos: en húmedo y en seco. Es preferible, siempre que sea posible, que los suelos clasificados como ML, CL, OL, GC, SC, MH, CH, OH y PT se preparen por vía húmeda.

La preparación por vía húmeda se hace cribando por la malla No. 4 la muestra seleccionada con su contenido de agua original. El material retenido se desecha.

En el método seco se deja secar el suelo al aire, o en el horno a una temperatura inferior a 60°C . El suelo seco se criba por la malla No. 4 y se desecha el material retenido.

5.3 Ejecución de la prueba

1 De la muestra ya preparada, que ha pasado por la malla No. 4, se toma una cantidad de suelo suficientemente grande para obtener 2,5 kg de suelo para la determinación de cada uno de los puntos de la curva de compactación. Se requiere un mínimo de cinco

determinaciones, dos con contenidos de agua inferiores al óptimo y dos con contenidos de agua superiores

2 Se mezcla cada fracción de suelo (masa aproximada igual a 2.5 kg) con suficiente agua para obtener el contenido de agua deseado; debe tomarse en cuenta el contenido de agua inicial del material. Esta operación puede hacerse con un atomizador.

3 Se almacena cada una de las mezclas en un recipiente de vidrio con tapa hermetica, para permitir que el contenido de agua sea uniforme en toda la mezcla. Si el material tiene baja plasticidad deberá almacenarse durante doce horas y si la plasticidad es alta, uno o dos días

4 Se pesa el molde Proctor con su placa de base.

5 Se acomoda el collarín de extensión sobre el molde.

6 Se coloca en el molde la quinta parte de una de las fracciones de suelo, aproximadamente. Se empareja la superficie con los dedos.

7 Se compacta esta capa con 25 golpes de martillo de 4.54 kg de masa, con altura de caída libre de 46 cm. Los golpes deberán distribuirse uniformemente sobre la superficie de la capa

8. Se repiten los pasos 6 y 7 con una segunda, tercera y hasta la quinta capa. La superficie de la quinta capa deberá sobresalir 6 a 13 mm del borde del molde dentro del collarín de extensión.

9. Se quita, con cuidado, el collarín de extensión y se enrasa el suelo con una regla metálica. En caso de materiales plásticos, es conveniente aflojar el material en contacto con el collarín antes de quitar éste, para evitar que se desprendan trozos de suelo.

10 Después de limpiar el cilindro exteriormente, se pesan el molde (incluyendo la placa base) y el suelo, con una precisión de 1 g. El valor obtenido se anota en el registro de cálculo.

11 Se desarma el molde para extraer fácilmente el material. Conviene emplear, para esta operación, un extractor

Se hacen dos determinaciones de contenido de agua en dos muestras representativas, cada una con peso aproximado de 100 g, una tomada de la parte superior del molde y otra del fondo.

12 Se repiten los pasos 5 a 11 para las cuatro fracciones restantes de suelo, preparadas como se indica en los pasos 2 y 3.

13 Se dibuja la gráfica de densidad seca contra contenido de agua de compactación.

Es conveniente dibujar, al mismo tiempo, la curva de saturación completa, cuya ecuación es la siguiente

$$\gamma_d = \frac{S_s}{1 + wS_s}$$

donde

w contenido de agua
S_s densidad de sólidos del material
 γ_d densidad seca

PRUEBA DE COMPACTACIÓN PORTER

1. PROPOSITO

Determinar el contenido de agua óptimo y la densidad seca máxima del suelo compactado para aplicarlos en las especificaciones de construcción y en el control de la compactación de campo. Los resultados de la prueba son necesarios para el control de la compactación de terracerías, sub-bases y bases de pavimentos.

2. ALCANCE

La prueba está limitada a la fracción de suelos que pasan la malla de 1". Deberá efectuarse también en los suelos finos en que la prueba de compactación por impactos no pueda llevarse a cabo, como son las arenas de río o de mina, arenas producto de trituración y en general, en todos los materiales que carezcan de cohesión o cementación.

3. REFERENCIAS

3.1 SCT Normas de construcción. Muestreo y pruebas de materiales. Tomo IX. Parte primera. Capítulo 2. Edición 1981

4. DEFINICIONES

Contenido de agua óptimo. Es la humedad mínima con la que al aplicar la carga para compactar al suelo, como se indica en las instrucciones que se describen adelante, se humedece la base del molde de compactación.

Densidad seca máxima. Es la densidad seca que se obtiene al compactar el suelo con su contenido de agua óptimo.

5. INSTRUCCIONES

5.1 Equipo mínimo requerido

- Molde Porter de 15,7 cm de diámetro y 20,3 cm de altura
- Máquina de compresión con capacidad mínima de 300 kN y aproximación de 10 N para cargas bajas.
- Varilla metálica con punta de bala de 1,9 cm de diámetro y 30 cm de longitud.

- Placa circular para compactar de 15.5 cm de diámetro.
- Balanza con capacidad mínima de 10 kg y precisión mínima de 1 g
- Varios charolas de lámina malla de 1" (25,4 mm), malla No 4, probeta graduada de 500 cc, probeta graduada de 1000 cc, regla de 15 cm graduada en milímetros, horno de secado, desecador, recipientes para determinar el contenido de agua, espátulas y recipientes de vidrio con tapa hermética.

5.2 Preparación de la muestra

Consiste en seleccionar una porción representativa del material por ensayar, de manera que se obtengan alrededor de 16 kg de suelo que pasa la malla de 1". Previamente a su cribado se disgrega el suelo con una mano de mortero cubierta de hule, cuidando de no romper los granos individuales.

Para la preparación de la muestra existen dos procedimientos: en húmedo y en seco. Es preferible, siempre que sea posible, que los materiales cuya fracción fina se clasifique como ML, CL, OL, MH, CH, OH y PT, se preparen por vía húmeda.

La preparación por vía húmeda se hace cribando por la malla de 1" la muestra seleccionada con su contenido de agua original. El material retenido se desecha.

En el método seco se deja secar el suelo al aire, o en el horno a una temperatura inferior a 60°C. El suelo seco se criba por la malla de 1" y se desecha el material retenido.

En caso de requerirse compactar el suelo para utilizarlo en la prueba de Valor Relativo de Soporte (VRS), deberá procederse como sigue.

Si la muestra original contiene menos de 15% en peso de material que se retiene en la malla de 1" debe utilizarse para la prueba el material que pasó la malla. Cuando el retenido en la malla 1" exceda de 15% en peso, será necesario sustituir este retenido por una cantidad igual en peso de material pétreo que pase la malla de 1" y se retenga en la No 4, el cual deberá tomarse de otra muestra del mismo material.

5.3 Ejecución de la prueba

1. A la muestra ya preparada (16 kg aprox.), que ha pasado por la malla de 1", se le agrega suficiente agua para obtener un contenido de agua un poco menor que el óptimo esperado. Debe tomarse en cuenta el contenido de agua inicial del material.

2. Para realizar la prueba, se toman de la muestra por cuarteo cuatro porciones representativas del suelo de por lo menos 4 kg cada una, cada porción deberá mezclarse con el agua requerida para la compactación. La primera porción tendrá el contenido de agua de la

muestra después del paso 1, correspondiente a la primera determinación. Las tres porciones restantes tendrán un contenido de agua igual al de la porción anterior más 80 cc.

3 Se almacena cada una de las mezclas en un recipiente de vidrio con tapa hermética para permitir que el contenido de agua se uniformice en toda la mezcla. Si el material contiene finos de baja plasticidad, deberá almacenarse durante doce horas y, si la plasticidad es alta, uno o dos días.

4 Se pesa el molde sin su base y se anota en el registro de cálculo.

5 Se acomodan su base y su extensión.

6 Se coloca en el molde la tercera parte de una de las porciones de suelo, aproximadamente. Se empareja el suelo con los dedos y a la capa se le dan 25 golpes con la varilla metálica, distribuidos uniformemente sobre su superficie.

7. Se repite el paso anterior con una segunda y tercera capa.

8. Se coloca la placa circular de carga.

9 Con la prensa se compacta el suelo hasta una presión de 13.8 MPa, la que deberá aumentarse desde cero en un tiempo de cinco minutos.

10 La presión deberá mantenerse constante durante un minuto e inmediatamente hacer la descarga a cero en otro minuto.

11 Si al llegar a la carga máxima no se humedece base del molde, se considera que el contenido de agua de la muestra ensayada es menor que el óptimo. En caso de que en la carga máxima se observe que se humedece la base del molde por haberse iniciado la expulsión del agua, se considerará que el material se encuentra con una humedad ligeramente mayor que la óptima Porter. Para fines prácticos se debe considerar que el espécimen se encuentra con su humedad óptima cuando el comienzo del humedecimiento de la base del molde coincide con la aplicación de la carga máxima.

12 Los resultados obtenidos después de compactado el suelo se anotan en el registro de cálculo.

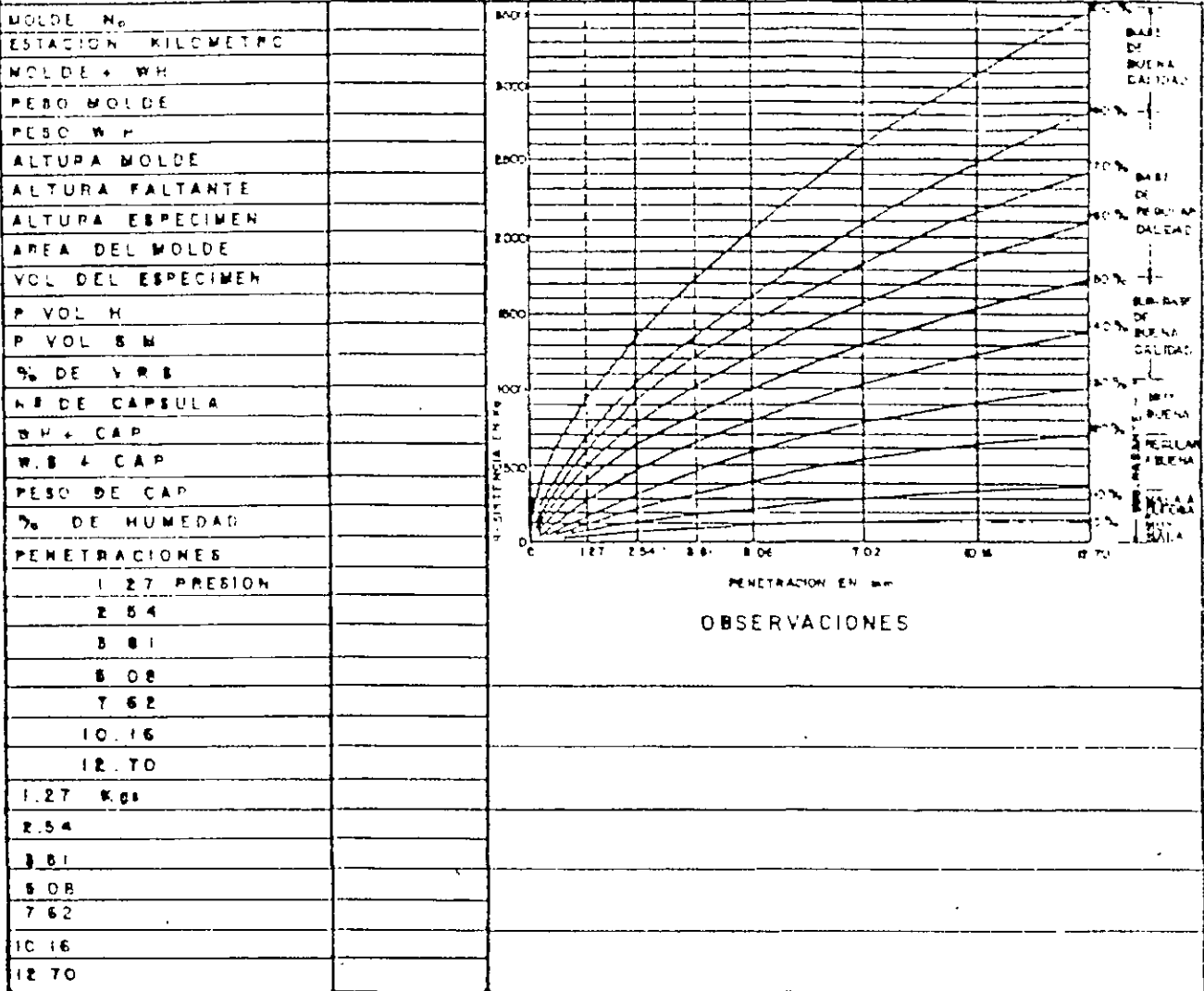
13. Se repiten los pasos 4 a 12 con la siguiente porción de suelo y así sucesivamente, hasta que en una prueba coincida el comienzo del humedecimiento de la base del molde con la aplicación de la carga máxima.

14 En cada caso se determina la altura del espécimen restando la altura entre la cara superior de éste y el borde del molde, de la altura total del molde. Se pesa el espécimen con el molde de compactación, se le resta el peso del molde y se calcula la densidad húmeda.

15. Se extrae el espécimen del molde y se determinan su contenido de agua óptimo y su densidad seca máxima.

C.F.E. DEPTO. OBRAS CIVILES LABORATORIO DE CAMPO
 PORTER STANDARD Y V.R.S

OBPA _____ FECHA _____
 BANCO _____ MUESTRA _____
 LOCALIZACION _____ OPERADOR _____



OBSERVACIONES

LECTURA INICIAL	ALTURA ESPECIMEN
LECTURA FINAL	% DE EXPANSION
DIFERENCIA	
OBSERVACIONES	

COMPACIDAD RELATIVA

1. PROPOSITO

Establecer una guía para determinar la compactación que tiene un suelo granular con respecto a sus estados más suelto y más compacto determinados en el laboratorio

2. ALCANCE

El método está limitado a suelos granulares que pasan totalmente la malla de 3". y que contienen hasta 15% de partículas sin cohesión que pasan la malla No. 200 y hasta 30% de partículas retenidas en la malla de 1 1/2".

3. REFERENCIAS

3.1 Engineering properties of soils and their measurement. Joseph E. Bowles. Mc Graw Hill 3a Ed. 1988.

4. DEFINICIONES.

Se define por compactación relativa D_d a la relación siguiente

$$D_d = \frac{e_{max} - e_d}{e_{max} - e_{min}} \quad (1)$$

donde

- e_{max} = relación de vacíos del suelo en su estado más suelto
- e_{min} = relación de vacíos del suelo en su estado más compacto
- e_x = relación de vacíos del suelo en el lugar

Es más conveniente, sin embargo, usar las densidades secas del suelo, puesto que en el cálculo de las relaciones de vacíos se requiere del uso de la densidad de sólidos. En este sentido la compactación relativa se expresa como sigue:

$$D_d = \frac{\gamma_d - \gamma_{d_{min}}}{\gamma_{d_{max}} - \gamma_{d_{min}}} \cdot \frac{\gamma_{d_{max}}}{\gamma_d} \quad (2)$$

donde,

- $\gamma_{d_{max}}$ = Densidad seca del suelo en su estado más compacto
- $\gamma_{d_{min}}$ = Densidad seca del suelo en su estado más suelto
- γ_d = Densidad seca del suelo en el lugar

5. INSTRUCCIONES

5.1 Equipo mínimo requerido

- Molde Porter de 15.7 cm de diámetro y 20.3 cm de altura.
- Placa circular para confinar la muestra de 15.5 vcm de diámetro y 12 kg de masa
- Varilla metálica con punta de bala de 1.9 cm de diámetro y 30 cm de longitud.
- Mazo de hule de 0.5 kg de masa
- Balanza con capacidad mínima de 10 kg y precisión mínima de 1 g.
- Varios. regla metálica para enrasar, malla de 3", malla de 1 1/2", malla No. 4 malla No 200 cucharón, charola, espátulas y brocha.

5.2 Preparación de la muestra

Consiste en seleccionar una porción representativa del material por ensayar, de manera que se obtengan alrededor de 7-8 kg de suelo seco que pasa la malla de 3".

5.3 Ejecución de la prueba

a) Determinación de la densidad seca compacta

Se requiere un mínimo de tres determinaciones de la densidad seca en estado compacto. En cada caso se coloca el material en el molde Porter en cinco capas de la siguiente forma.

- 1 La muestra preparada se mezcla suficientemente para proporcionarle una distribución homogénea de partículas. Esto es para tener la menor segregación posible.
- 2- Se pesa el molde con su base y extensión y se anota en el registro de cálculo.
3. Con el cucharón se coloca la primera capa de suelo en el molde, se empareja con los dedos y se le dan 25 golpes con la varilla metálica, distribuidos uniformemente sobre su superficie.
- 4 Se coloca la placa circular para confinar la muestra y se gira lentamente varias veces, para asentarla uniformemente sobre la superficie del suelo colocado. Al mismo tiempo se golpea la pared externa del molde con el mazo de hule, debiéndose dar 25 golpes distribuidos uniformemente en todo el perímetro.
- 5 Se repiten los pasos 3 y 4 con la segunda, y hasta la quinta capa de suelo.
- 6 Se determina la altura del espécimen, al menos en cuatro puntos diametralmente opuestos, restando la altura entre la cara superior de éste y el borde del molde, de la altura total del molde, y con este dato se calcula la altura promedio del espécimen. Se pesa el espécimen con el molde, se le resta el peso del molde y se calcula la densidad seca compacta.

7 Se extrae el espécimen del molde, se integra a la muestra sobrante y se repiten Los pasos 1 a 7 para una segunda y tercera determinación

8 Para el cálculo de la compactación relativa se usará el máximo valor obtenido de la densidad seca compacta, de acuerdo con el siguiente criterio de aceptación

Seleccione las dos más altas densidades secas compactas obtenidas y calcule su promedio. Si la diferencia entre estas dos densidades, expresada en porcentaje de su promedio, es menor o igual que los valores que se muestran en la tabla 1, el máximo valor obtenido de la densidad seca compacta es aceptable. En caso contrario deberán efectuarse determinaciones adicionales de la densidad y repetir el proceso de aceptación.

b) Determinación de la densidad seca suelta

Se requiere un mínimo de tres determinaciones de la densidad seca suelta. Cada determinación se hará de acuerdo con el siguiente procedimiento:

1 La muestra preparada se mezcla suficientemente para proporcionarle una distribución homogénea de partículas. Esto es para tener la menor segregación posible.

2 Se pesa el molde con su caso y se anota en el registro de cálculo.

3 Con el cucharón se vacía el suelo cuidadosamente en el interior del molde, distribuyéndolo uniformemente en toda su superficie con un movimiento circular, evitando en lo posible transmitirle vibraciones por impactos. Deberá tenerse cuidado de que en el suelo colocado no se tengan huecos sin llenar, sobre todo entre o debajo de las partículas de mayores dimensiones. Durante esta operación el cucharón deberá sostenerse un poco arriba de la superficie del suelo, para que el material por colocar resbale, evitando que caiga. Si fuera necesario, se quitarán con la mano las partículas más grandes del cucharón, para impedir que éstas lleguen a rodar hacia el suelo colocado. El molde se llenará hasta rebasar su borde, pero no más arriba de 25 mm de dicho borde.

4. Con la regla metálica se enrasa el exceso de suelo del molde, procurando transmitirle la menor vibración posible. Las partículas mayores que 3/4" se retirarán con la mano y la superficie del suelo se podrá enrasar con la regla metálica y, de necesitarse, con la ayuda de los dedos.

5 Se pesa el espécimen con el molde, se le resta el peso del molde y se calcula la densidad seca suelta.

6 Se extrae el espécimen del molde, se integra a la muestra sobrante junto con las partículas eliminadas y se repiten los pasos 1 a 6 para una segunda y tercera determinación.

7. Para el cálculo de la compactación relativa se usará el mínimo valor obtenido de la densidad seca suelta, de acuerdo con el siguiente criterio de aceptación.

Seleccione las dos más bajas densidades sueltas obtenidas y calcule su promedio. Si la diferencia entre estas dos densidades, expresada en porcentaje de su promedio, es menor o igual que los valores que se muestran en la tabla 1 el mínimo valor obtenido de la densidad seca suelta es aceptable. En caso contrario deberán efectuarse determinaciones adicionales de la densidad hasta cumplir con el criterio de aceptación anterior.

6. CALCULO DE LA COMPACIDAD RELATIVA

Conocidas las densidades secas del material al que se le está determinando su compacidad relativa, en su estado más compacto y en estado más suelto, se sustituyen en la ecuación 2 y se calcula dicho valor.

Si se conoce la densidad de sólidos del material, se podrá utilizar la ecuación 1 obteniendo previamente las relaciones de vacíos que corresponden para cada caso.

Tabla 1 Criterio de aceptación en la obtención de las densidades secas suelta y compacta para el cálculo de la Compacidad Relativa

Tipo de material	Intervalo aceptable entre dos resultados, expresado en porcentaje de su promedio
Arenas finas a medias	2.5
Arenas con grava	4.0

C. F. E. PRUEBA DE COMPACIDAD RELATIVA

Proyecto _____ Prueba N# _____ Fecha _____
 Banco _____ Operador _____
 Sondeo _____ Muestra N# _____ Localización _____
 Profundidad _____ m Descripción del suelo _____

Molde N# _____ Peso molde + base _____ kg
 Diámetro _____ cm Peso molde + base + ext. _____ kg
 Altura _____ cm Densidad en el lugar _____ kg/l
 Alt. ext. _____ cm Compacidad relativa _____ %
 Area _____ cm²
 Volumen _____ cm³

Obtención de la densidad seca compacta

Deter- minac.	Altura del espécimen (cm)					Molde, base y ext. * (kg)	Suelo seco y molde (kg)	Volumen suelo en molde (l)	Densidad seca (kg/l)
	1	2	3	4	Prom.				
1									
2									
3									
4									
5									

* incluye el peso del suelo

PVS: peso volumétrico seco

Densidad seca suelta

Determi- nación	Peso mol- de y base con suelo (kg)	Peso del suelo seco (kg)	Densidad seca (kg/l)
1			
2			
3			
4			
5			

Criterio de aceptación:

$$200(PVSi - PVSj) / (PVSi + PVSj)$$

Determinaciones elegidas
para aceptación:

Estado compacto ⁱ ^j

Cumple: SI NO

Estado suelto ⁱ ^j

Cumple: SI NO

Fig. _____

ENSAYES DE COMPACIDAD RELATIVA EN SUELOS GRANULARES GRUESOS

1. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Estas pruebas se realizan para determinar la relación de vacíos máxima y mínima que puede tener una masa de material granular.

1.1 Definición

Se define la compactación por la siguiente expresión:

$$CR (\%) = \frac{\gamma_{d_{max}}}{\gamma_d} \cdot \frac{\gamma_d - \gamma_{d_{min}}}{\gamma_{d_{max}} - \gamma_{d_{min}}}$$

donde.

$\gamma_{d_{max}}$ = Peso volumétrico seco máximo obtenido en el laboratorio

$\gamma_{d_{min}}$ = Peso volumétrico seco mínimo del material

γ_d = Peso volumétrico seco del material compactado en la obra

2. ALCANCE

En la Gerencia de Ingeniería Experimental y Control (GIEC) la prueba se puede efectuar en dos diferentes cilindros: es decir mediante probetas de 113 cm de diámetro y 90 cm de altura y con 30 cm de diámetro y 30 cm de altura.

3. DESCRIPCION DEL EQUIPO DE PRUEBA UTILIZADO

3.1 Probetas de 113 cm de diámetro y 90 cm de altura

Cilindro de acero de 113 cm de diámetro, 90 cm de altura y 0,8 cm de espesor; placa vibratoria de 1 m de diámetro, la cual produce impactos de una tonelada con frecuencia de 50 cps.

El cilindro se calibró pesando el agua introducida en etapas al mismo y midiendo los niveles del agua con un limnómetro, cuya precisión fue de 0,1 mm.

3.2 Probetas de 30 cm de diámetro y 30 cm de altura

Cilindro de acero de 30 cm de diámetro, 30 cm de altura y 0.8 cm de espesor, placa vibratoria de 29 cm de diámetro, la cual produce impactos de 85 kg con frecuencia de 125 cps

La calibración del cilindro se realizó, midiendo las dimensiones del mismo con un compás mecánico de precisión y una regla metálica que tiene una aproximación de 0.5 mm

4. PROCEDIMIENTO DE ENSAYE

Generalmente los materiales se reciben del campo a granel en camiones de volteo; por lo que antes de ensayarse se secan al sol, y una vez secos se procesan a través de mallas clasificadoras de tamaño

4.1 Preparación de los especímenes

a) Probetas de 113 cm de diámetro

Como preparación del molde, se colocan entre la probeta y la cara interior del mismo, tres placas de tiras de poliestireno de alto impacto de 1 mm de espesor. Cada placa se pega con resistol sobre una hoja de papel envoltura, entre las cuales y el interior del cilindro se embadurna grasa para que se peguen. Esto es con el fin de disminuir la fricción entre cilindro y espécimen.

Las probetas para este cilindro de prueba, se forman con cuatro capas de 22 cm de espesor, cada capa se prepara pesando acumulativamente cada una de sus fracciones componentes y una vez pesada se mezcla. A continuación se carga en tres botes con descarga de falso fondo, los cuales se izan dentro del molde uno a la vez, hasta apoyarlos sobre la placa de fondo del cilindro o bien sobre la superficie de la capa antes colocada. Enseguida se opera el mecanismo de cierre de la compuerta de fondo, permitiendo al material salir; al mismo tiempo se levanta un poco el bote imprimiéndole un lento movimiento horizontal para mejorar la distribución del material de la capa y disminuir la segregación del mismo

Ya colocada la capa en el cilindro de prueba y dependiendo del grado de compactación de proyecto buscado, se coloca la placa vibratoria antes descrita. Se aplica a cada capa un tiempo de compactación, que para el estado suelto es de cero o cinco segundos y para el más compacto de cinco minutos

b) Probetas de 30 cm de diámetro

También para este cilindro y con el mismo fin, se le colocan de la misma manera placas antifriccionantes, sólo varía el espesor del poliestireno que en este caso es de 1/3 mm.

En forma semejante se forman las probetas para el molde chico: el espesor de las capas en éste es de 7 cm. Cada capa ya pesada, se mezcla cuidadosamente en una charola y se deposita dentro del cilindro con un cucharón. De esta forma el material no se vierte, se permite fluir hacia afuera mientras se desplaza el cucharón, manteniéndolo con un pequeño ángulo respecto a la superficie de descarga.

Análogamente al molde grande, se compacta cada una de las capas por medio de la placa vibratoria mencionada en el inciso 3.2. Para el estado suelto no se compactan las capas sólo se deposita el material de la forma antes descrita, y para el estado más compacto, se vibran las capas con la placa durante tres minutos.

5. MEDICIONES DEL VOLUMEN FINAL EN LOS CILINDROS DE PRUEBA

5.1 Cilindro de 113 cm de diámetro

- a) Colocación de un plástico de polietileno en la superficie final de la probeta formada
- b) Agregar la cantidad de agua necesaria, hasta formar una superficie horizontal en toda la probeta
- c) Medición de la altura final por medio del limnómetro antes escrito. El cálculo del volumen final de la muestra, se determina por diferencia de volúmenes.

5.2 Cilindro de 30 cm de diámetro

La altura final de la probeta se mide directamente en seis puntos de la superficie, por medio de una regla metálica y un flexómetro. El volumen final también se determina por diferencia de volúmenes

6. CURVA DE COMPACTACION

Para la obtención de la curva de compactación del material granular ensayado, se aplica el siguiente procedimiento.

- a) Formación de la probeta (cualquiera de los dos cilindros de prueba).
- b) Compactación de las capas, aplicando a cada una el mismo tiempo de vibrado en cada probeta y con la placa vibratoria respectiva.
- c) Elaboración de varias probetas, variando el tiempo de vibrado para determinar los puntos necesarios de la curva de compactación

VALOR RELATIVO DE SOPORTE

1. PROPOSITO

Este procedimiento tiene como propósito establecer una guía para determinar la calidad de los suelos en cuanto a valor de soporte se refiere, midiendo la resistencia a la penetración de un suelo compactado y sujeto a un determinado periodo de saturación.

2. ALCANCE

La prueba es aplicable a suelos compactados con su contenido de agua óptimo, utilizando el método Porter de compactación.

3. REFERENCIAS

3.1 SCT Normas de construcción. Muestreo y pruebas de materiales. Tomo IX. Parte primera Capítulo 2 Edición 1981

4. DEFINICIONES

Valor Relativo de Soporte (VRS). Es la relación que existe entre la resistencia que ofrece un suelo para ser penetrado una distancia de 2.54 mm, por un vástago rígido de 5.0 cm de diametro y el valor de la carga estándar de 13,34 kN (1360 kg).

La relación entre la resistencia a la penetración y el valor de la carga estándar es adimensional y usualmente se expresa en por ciento.

Los laboratoristas, como ejecutores, son los responsables de su aplicación y el encargado o jefe del laboratorio es el responsable de la verificación de su aplicación en el laboratorio.

5. INSTRUCCIONES

5.1 Equipo mínimo requerido

El equipo empleado es el mismo que se utiliza para la prueba de compactación Porter. Además:

- Placa metálica circular perforada, con un vástago desplazable colocado al centro, sobre el cual se apoya el pie de un extensómetro.

- Un tripié metálico para sostener el extensómetro durante la saturación
- Dos placas de carga con un diámetro ligeramente menor que el diámetro interior del molde Porter, con un orificio central de 5.2 cm de diámetro y una masa total de 6 kg
- Un cilindro de acero para la prueba de penetración, de 5.0 cm de diámetro que pueda sujetarse a la cabeza de carga de la máquina de compresión de la prueba Porter
- Un tanque de lámina o mampostería de 30 cm de altura.
- Un extensómetro de carátula graduado en centésimos de milímetro (o milésimos de pulgada) con carrera de 25 mm (una pulgada).
- Hojas de papel filtro de 15.7 cm de diámetro.

5.2 Preparación de la muestra

Consiste en seleccionar, preparar y compactar una muestra de suelo a su densidad máxima y con su contenido de agua óptimo, utilizando el procedimiento Porter de compactación. Esta parte queda referida por tanto a la prueba Porter

5.3 Ejecución de la prueba

1 Al espécimen compactado según el inciso anterior se le colocan, en la cara superior, una o dos hojas de papel filtro, la placa perforada y las placas de carga, y se introduce en el tanque de saturación. Sobre los bordes del molde se coloca el tripié con el extensómetro y se anota la lectura inicial de éste. Se mantiene al espécimen dentro del agua y se hacen lecturas diarias del extensómetro. Cuando se observa que cesa la expansión, se anota la lectura final del extensómetro y se retira del tanque el molde con el espécimen. El periodo de saturación varía por lo general entre tres y cinco días. La diferencia de lecturas final e inicial del extensómetro dividida entre la altura del espécimen antes de saturarlo y este cociente multiplicado por cien expresará el valor de la expansión en por ciento.

2 Se retira el espécimen del tanque de saturación, se le quitan el tripié y el extensómetro y con todo cuidado se acuesta, sin quitar las placas dejándolo en esta posición durante tres minutos para que escurra el agua. Se retiran las placas y el papel filtro y a continuación se colocan las placas (placas de carga) nuevamente

3. El espécimen se lleva a la prensa y se le coloca el cilindro de acero para la prueba de penetración, el cual debe pasar a través de los orificios de las placas de carga hasta tocar la superficie de la muestra. Se aplica una carga inicial no mayor que 98 N (10 kg) e inmediatamente después, sin retirar la carga, se ajusta el extensómetro de carátula para registrar el desplazamiento del cilindro.

4 Se procede a la aplicación de las cargas en pequeños incrementos continuos, procurando que la velocidad de desplazamiento del cilindro sea de 1,25 mm/min. Las cargas correspondientes a las penetraciones de: 1,27, 2,54, 3,81, 5,08, 7,62, 10,16 y 12,70 mm se anotan en la hoja de registro

5 La carga registrada para la penetración de 2,54 mm se debe expresar en porciento de la carga estándar de 13,34 kN. Si la prueba estuvo bien ejecutada, el porciento así obtenido es el valor relativo de soporte correspondiente a la muestra ensayada.

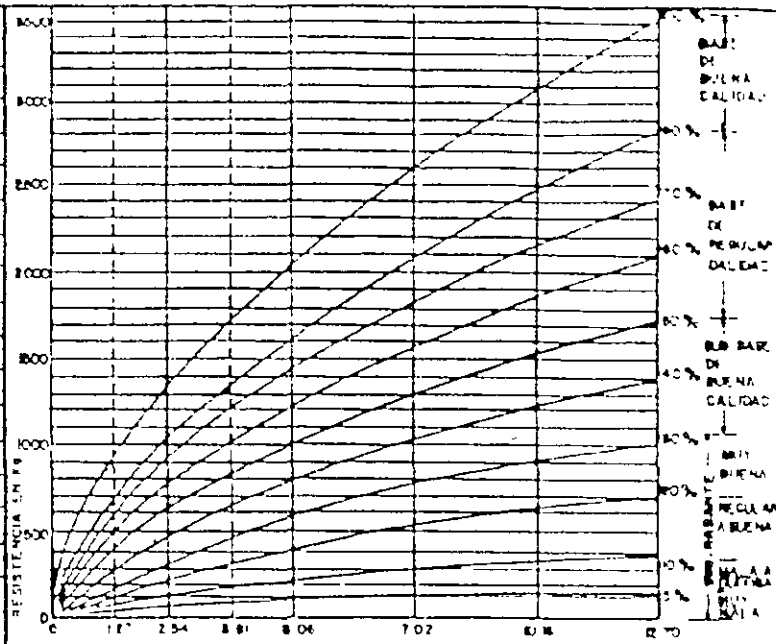
6 Con el fin de saber si la prueba estuvo bien ejecutada, se dibuja la curva carga-penetración, anotando en las abscisas las penetraciones y en las ordenadas las cargas correspondientes registradas. Si esta curva es defectuosa, como la mostrada en la fig 1, ello es debido probablemente a que la carga inicial para empezar la prueba fue mayor que 98 N. En este caso, la prueba deberá repetirse. Si la curva de resistencia presenta en su inicio una concavidad hacia arriba, como se indica en la fig 2, deberá hacerse la siguiente corrección:

Dibújese una tangente a la curva en el punto de máxima pendiente (punto A), hasta cortar el eje de las abscisas en el punto B, que se tomará como nuevo origen. Márquense los puntos C, D, y E, que se tomarán como las penetraciones de 2,54, 5,08 y 7,62 milímetros, respectivamente; por lo tanto, las ordenadas C'C, D'D y E'E representaran las cargas corregidas para dichas penetraciones. El valor relativo de soporte de la muestra será el calculado con el valor de la ordenada C'C, expresado como porciento de la carga estándar de 13,34 kN

C.F.E. DEPTO OBRAS CIVILES LABORATORIO DE CAMPO
PORTER STANDAR Y V.R.S.

OBPA _____	FECHA _____
BANCO _____	MUESTRA _____
LOCALIZACION _____	OPERADOR _____

MOLDE N ^o	
ESTACION KILOMETRO	
MOLDE + W.H	
PESO MOLDE	
PESO W.H	
ALTURA MOLDE	
ALTURA FALTANTE	
ALTURA ESPECIMEN	
AREA DEL MOLDE	
VOL DEL ESPECIMEN	
P VOL H	
P VOL S H	
% DE YRS	
NR DE CAPSULA	
W.H + CAP	
W.S + CAP	
PESO DE CAP	
% DE HUMEDAD	
PENETRACIONES	
1 27 PRESION	
2 54	
3 81	
5 08	
7 62	
10 16	
12 70	
1 27 Kg	
2 54	
3 81	
5 08	
7 62	
10 16	
12 70	



OBSERVACIONES

LECTURA INICIAL	ALTURA ESPECIMEN
LECTURA FINAL	% DE EXPANSION
DIFERENCIA -	
OBSERVACIONES	

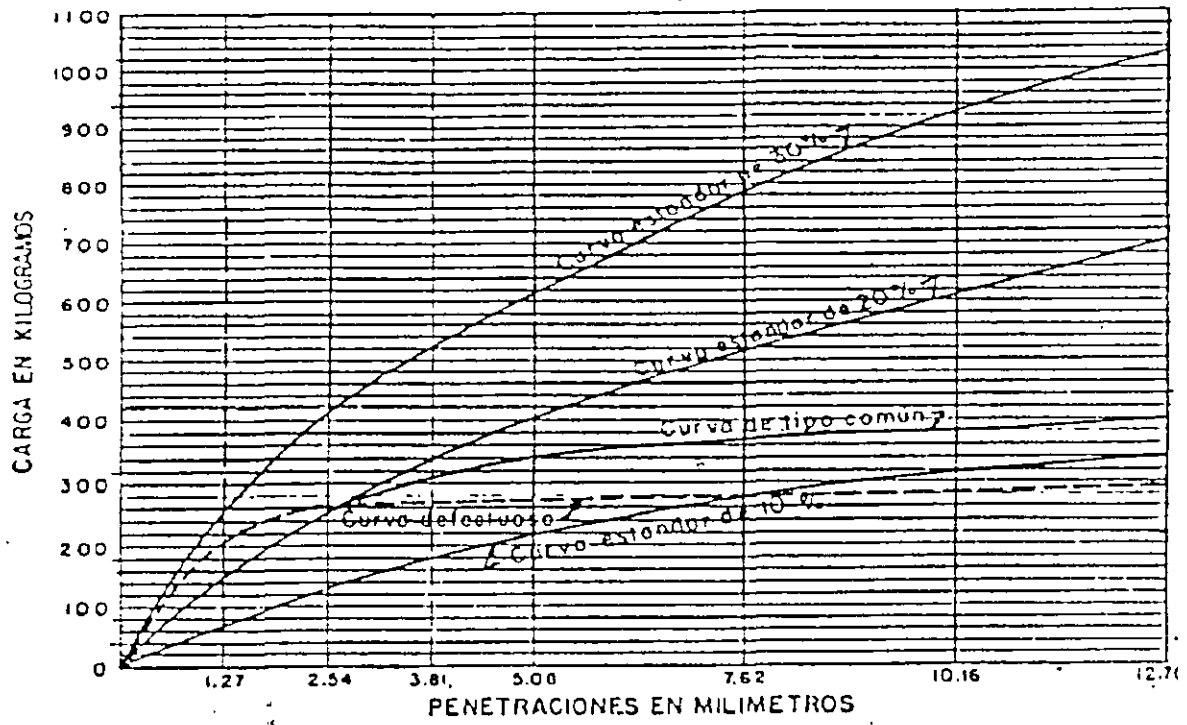


Fig. 1

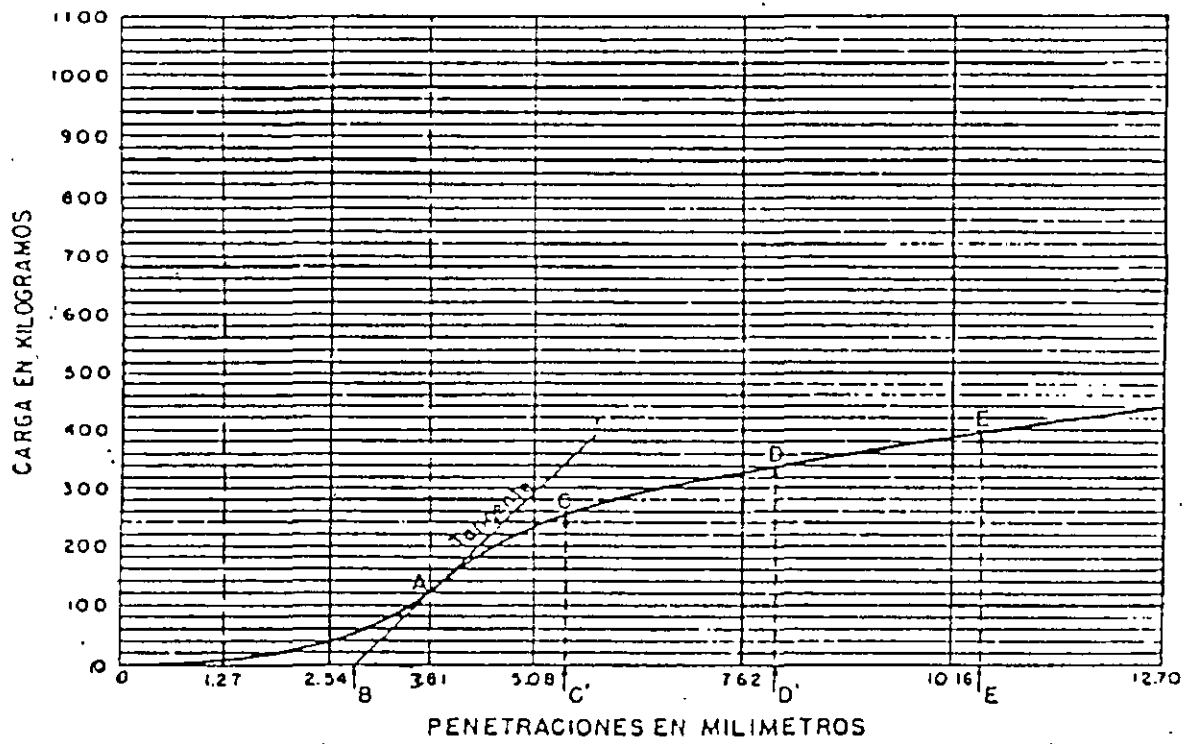


Fig. 2

CALAS VOLUMETRICAS CON CONO DE ARENA

1. PROPOSITO

El procedimiento del cono de arena permite determinar el peso volumétrico seco de un suelo en el sitio

La prueba consiste en excavar una cala (pozo) en el suelo y obtener el peso de los sólidos secos contenidos en ella. determinándose al mismo tiempo el contenido de agua del material

2. ALCANCE

Con el ensaye se podrá determinar en campo el peso volumétrico seco de suelos compactados artificialmente, de depósitos de suelos naturales, de mezclas de suelos y de otros materiales similares

Los materiales deberán tener suficiente cohesión o atracción entre partículas de manera que se mantengan estables las paredes de la cala. Esta prueba se utiliza generalmente en suelos no saturados

3. REFERENCIAS

- SARH, "Manual de Mecánica de Suelos", Ed. Gráfica Panamericana, 3a. ed., 1978
- ASTM. "Parte 19. Soil and Rock, Building Stones", ASTM, 1982, Easton, Md., USA.

4. DEFINICIONES

Se denomina peso volumétrico seco al peso de las partículas sólidas y secas por unidad de volumen

El peso volumétrico seco se calcula dividiendo el peso de los sólidos secos contenidos en la cala, entre el volumen de la misma

Frecuentemente el peso volumétrico obtenido se utiliza como base de aceptación respecto a un peso volumétrico especificado. Este último se determina conforme a un ensaye estándar de laboratorio

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Equipo y materiales

- 1 Ochenta N de arena estándar de Ottawa (que pasa la malla No. 20 y es retenida en la malla No. 30), o cualquiera arena uniforme de granos redondeados, cuya granulometría sea parecida a la arena de Ottawa.
2. Dispositivo para determinación de volúmenes con el procedimiento del cono de arena que consiste de lo siguiente:
 - Cono, molde cilíndrico
 - Recipiente, con capacidad aproximada de 4 litros, al que se adapta el cono
 - Placa base perforada

Los detalles del dispositivo se muestran en la fig 1. Las dimensiones indicadas en ella son las mínimas aceptables para materiales que tienen un tamaño máximo de partículas de 50 mm y para una cala de 3000 cm^3 de volumen, aproximadamente

Cuando el tamaño de las partículas es mayor a 50 mm se necesitan dispositivos y volúmenes de cala más grandes.

3. Balanza con capacidad mínima de 100 N y 0.050 N de precisión.
4. Balanza con capacidad de 20 N y 0.010 N de precisión
- 5 Recipiente de 3 litros de capacidad, con tapa hermética.
- 6 Horno y desecador.
7. Molde metálico para la calibración de la arena.
- 8 Varios: papel de envoltura grueso, cápsulas grandes, charola de lámina, regla metálica para enrasar la superficie del suelo, cincel, martillo, espátula de cuchillo, nivel de burbuja, pico y pala

5.2 Calibración

5.2.1 Calibración del cono y de la placa base

- 1 Se secan al horno 80 N de arena limpia.
- 2 Se llena el recipiente de vidrio con la arena seca y se pesa el conjunto con precisión mínima de 0,05 N. Se atornilla el cono al recipiente.

- 3 Se coloca el papel de envoltura sobre una superficie horizontal, plana y fija, y se pone la placa-base en el centro del mismo
- 4 Se invierte el recipiente, y se coloca el cono en la escotadura de la placa-base.
- 5 Se abre rápidamente la válvula del cono y se espera a que la arena llene la perforación de la placa-base y el cono.
- 6 Se cierra la válvula. Aunque se abra o se cierre la válvula rápido, no se debe golpear el frasco ni el cono. Se invierte la posición del recipiente. Se desatornilla el cono y se pesan el recipiente y la arena que contengan.
- 7 Se calcula el peso de la arena utilizada para llenar el cono y la perforación de la placa-base.
- 8 Se repiten los pasos 2 a 7 las veces que sean necesarias hasta obtener resultados consistentes

5.2.2 Calibración de la arena

- 1 Se llena el recipiente de 4 litros de capacidad con arena limpia y secada al horno. Se pesa el conjunto, con una precisión mínima de 0,05 N. Se atornilla el cono al recipiente.
- 2 Se coloca la placa-base sobre un molde metálico de calibración, aproximadamente del mismo tamaño y forma que las de la cala en el campo.
- 3 Se invierte el recipiente, y se coloca el cono en la escotadura de la placa-base. Se abre rápidamente la válvula del cono y se espera a que la arena llene el molde de calibración, la perforación de la placa-base y el cono.
- 4 Se cierra la válvula y se invierte la posición del recipiente. Se desatornilla el cono del recipiente.
- 5 Se pesa el recipiente y la arena que contenga.
- 6 Se calcula el peso de la arena requerido para llenar el molde de calibración y el peso volumétrico seco de la arena, tal como se colocó en el molde de calibración.
- 7 Se repiten los pasos 1 al 6, el número de veces que sea necesario para verificar que la arena pueda ser colocada con el mismo peso volumétrico en calibraciones sucesivas.

Los resultados de la calibración se anotan en la Tabla 1.

5.3 Determinación del peso volumétrico en campo

1. Se llena el recipiente de 4 litros de capacidad con arena limpia y secada al horno, y se pesa con precisión mínima de 0,05 N. Se tapa el recipiente para evitar pérdidas de material durante el transporte
2. Enrase a nivel la superficie del suelo en el sitio donde se va a hacer la determinación del peso volumétrico. Deberá cuidarse de remover la capa superficial de suelo, cuyo peso volumétrico no sea representativo del obtenido con el procedimiento de compactación.
3. Se coloca la placa-base sobre la superficie del suelo nivelada y enrasada.
4. Se excava el suelo a través de la perforación de la placa-base. La cavidad debe tener, aproximadamente, las mismas dimensiones que el molde utilizado para calibrar la arena. El volumen de la cavidad debe ser tan grande como sea práctico para minimizar el efecto de los errores y en ningún caso deberá ser menor que el volumen indicado en la Tabla 2.

TABLA 2

Tamaño máximo de partículas	Volumen mínimo de la cala, cm ³	Muestra mínima para contenido de agua, N
Malla No. 4	710	1,00
1/2"	1420	3,00
1"	2120	5,00
2"	2830	10,00

5. El material que se va extrayendo de la cala se deposita con cuidado en un recipiente hermético, el cual se tapa enseguida para evitar pérdida de humedad.
6. Se desatornilla la cubierta del recipiente con la arena calibrada y se atornilla en su lugar el cono. Se invierte el recipiente y se coloca el cono en la escotadura de la placa-base.
7. Se abre rápidamente la válvula del cono y se deja que la arena llene la cavidad en el suelo, la perforación de la placa-base y el cono.
8. Se cierra la válvula y se invierte el recipiente. Se reemplaza el cono por la tapa roscada del recipiente.

9. Se extrae la arena de la cavidad, y se rellena ésta con el material probado. La porción de la arena que no se haya ensuciado puede recuperarse para usarla en otras pruebas.
10. En el laboratorio, se desatornilla la tapa del recipiente y se pesa con la arena que contenga. Por diferencia de pesos se obtiene el del material que llena la cavidad, la placa y el cono. Con los datos de calibración se calcula el volumen de la cavidad.
11. Se pesa el suelo de la cala contenido en el recipiente hermético.
12. Se mezcla el material extraído y se separa una muestra para determinar su contenido de agua. El peso mínimo de la muestra para determinar su contenido de agua se indica en la Tabla 2.
13. Se calcula el peso volumétrico seco del material siguiendo la secuencia de la Tabla 3.

SUBGERENCIA DE GEOTECNIA Y MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS
 OFICINA DE CIMENTACIONES
 CALAS VOLUMETRICAS CON CONO DE ARENA
 TABLA 1
CALIBRACIÓN DE LA ARENA

Descripción de la arena por calibrar. _____

VOLUMEN CONO Y PERFORACION PLACA

DETERMINACIONES
 PRIMERA SEGUNDA

Peso del recipiente + arena antes de llenar:	_____	_____	N
Peso del recipiente + arena después	_____	_____	N
Peso arena en cono y perforación de placa	_____	_____	N

PESO VOLUMETRICO SECO ARENA

Peso recipiente + arena	_____	_____	N
Peso recipiente + arena después de llenar:	_____	_____	N
Peso arena en cono, placa y molde	_____	_____	N
Peso arena contenida en el molde:	_____	_____	N

DIMENSIONES DEL MOLDE

Altura. _____ m

Diámetro interior: _____ m

Volumen _____ m³

PESO VOLUMETRICO SECO ARENA: _____ N/m³

SUBGERENCIA DE GEOTECNIA Y MATERIALES
DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS
OFICINA DE CIMENTACIONES
CALAS VOLUMETRICAS CON CONO DE ARENA
TABLA 3
DETERMINACION EN CAMPO DEL PESO VOLUMETRICO

DATOS DE LOCALIZACION _____

DESCRIPCION DEL MATERIAL _____

VOLUMEN DE LA CAJA

Peso del recipiente + arena antes de llenar cala: _____ N
Peso del recipiente + arena después de llenar cala: _____ N
Peso arena en cala: _____ N
Volumen en cala: _____ m³

SUELO EXCAVADO

Peso suelo húmedo + tara: _____ N
Peso de la tara: _____ N
Peso suelo húmedo: _____ N

CONTENIDO DE AGUA

Peso suelo húmedo + tara: _____ N
Peso suelo seco: _____ N
Peso de la tara: _____ N
Contenido de agua: _____ N

RESULTADOS

Peso Volumétrico Seco _____ N/m³
Peso Volumétrico Húmedo _____ N/m³

OBSERVACIONES : _____

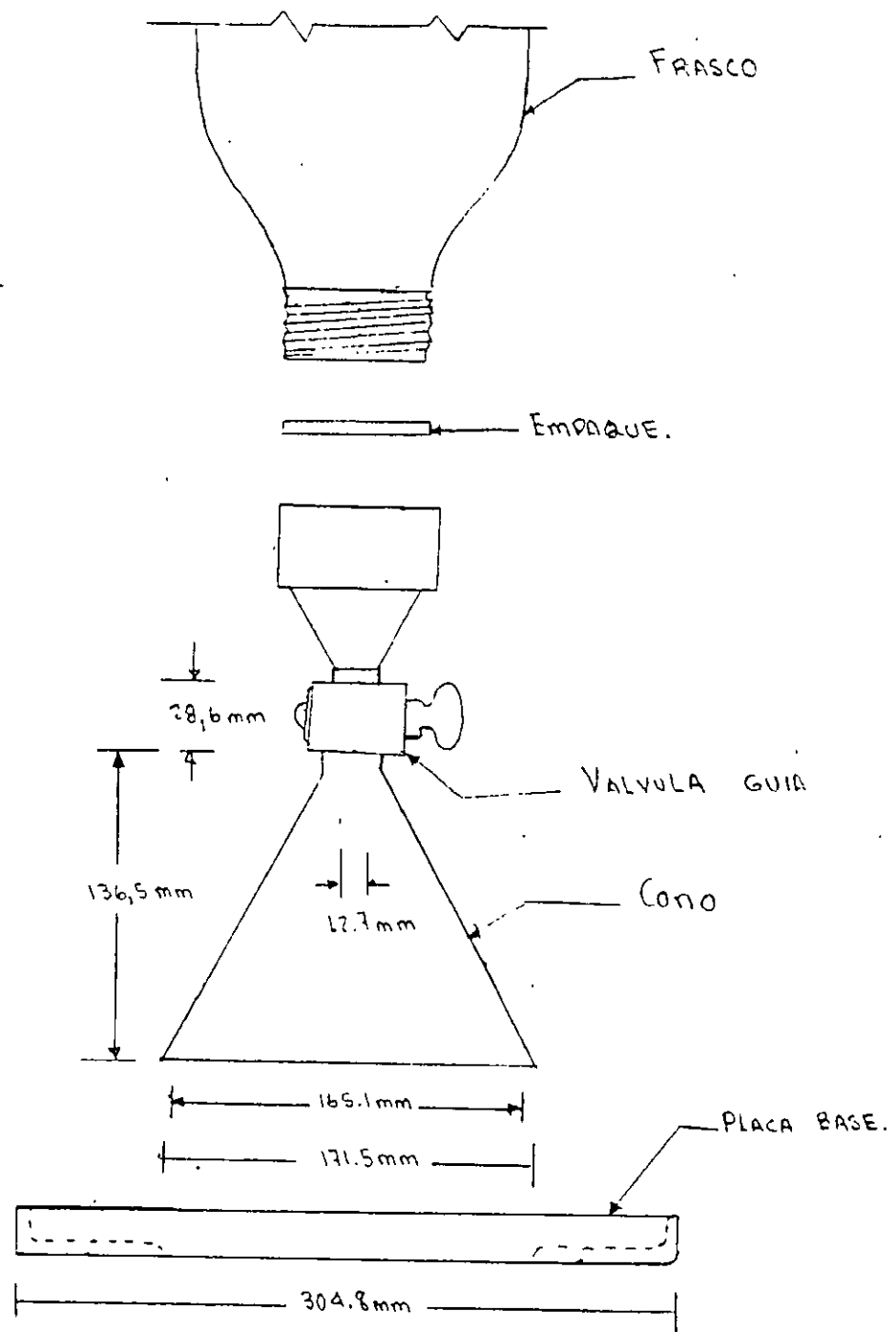


FIG. 1 DISPOSITIVO CONO DE ARENA.

PROCEDIMIENTO PARA EL USO Y MANEJO DEL DENSIMETRO NUCLEAR CPN, MC-S-24

1. PROPOSITO

Establecer los lineamientos para el uso y manejo seguro del densímetro nuclear marca CPN, modelo MC-S-24, de tal manera que se cumplan estrictamente las normas de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS).

2. ALCANCE

El método del densímetro nuclear permite determinar el peso volumétrico y el contenido de agua "in situ" a suelos y agregados de suelos de 5 a 60 cm de profundidad en incrementos de 5 cm

3. REFERENCIAS

- 3.1 Manual de Aseguramiento de Calidad de la Gerencia de Ingeniería Experimental y Control
- 3.2 Procedimiento PGIE-001 "Procedimiento para la preparación, emisión y revisión de procedimientos e instructivos
- 3.3 Notas de curso de "Seguridad radiológica en el uso de medidores industriales con fuente radiactiva a nivel de encargado". Capacitación Avanzada, S.C.
- 3.4 Campbell Pacific Nuclear (CPN) Corporation, 1988 "MC-3 Portaprobe Operating Manual", Martinez, California, USA.

4. DEFINICIONES

Para fines de este procedimiento se proporcionan las siguientes definiciones:

Densímetro nuclear: Equipo para medir peso volumétrico y contenido de agua de materiales térreos, utilizando para ello dos fuentes radiactivas

Radiactividad: Emisión, por parte de un átomo, de partículas subnucleares o radiación electromagnética.

Ión: Electrones, átomos o grupos de átomos que tienen carga eléctrica.

Fuente Radiactiva: Todo aquel material que posee radiactividad, que emite radiaciones POE. **Personal Ocupacionalmente Expuesto:** Aquel personal que en razón de su trabajo está expuesto a las emisiones de una fuente radiactiva.

Peso volumétrico total (Dn wet): Peso del suelo total, incluye sólidos, agua y aire contenido en una unidad de volumen, se expresa en g/cm^3

Peso volumétrico seco (Dn Dry): Peso del suelo una vez secado por 24 horas a 105°C , contenido en una unidad de volumen, en g/cm^3 .

Peso volumétrico seco máximo (Md): Peso volumétrico seco que se obtiene al aplicar al suelo una energía especificada de compactación con el contenido de agua óptimo.

Contenido de agua óptimo (OMC): Es el contenido de agua del suelo con el que se obtiene el peso volumétrico seco máximo del mismo.

5. EQUIPO

El equipo opera por la emisión de radiación de dos fuentes radiactivas protegidas con doble sello de seguridad . una fuente de Cesium-137, emite rayos gamma para medición del peso volumétrico y la otra de Americium-241 Berilium, emite neutrones para la medición del contenido de agua.

El densímetro tiene dos vástagos. El vástago izquierdo contiene un detector GM. En el fondo del vástago derecho están localizadas las dos fuentes radiactivas. Inmediatamente arriba de las fuentes está el detector de neutrones lentos para la medición de contenidos de agua

A continuación se relacionan los datos técnicos del aparato.

Marca	CPN
Modelo	MC-S-24

Fuente Radiactiva:

Rayos gamma	Cesio-137, con intensidad de 10 mCi (370 Mbq)
Neutrones	Americio 241/Berilio, con una intensidad de 50 mCi (1 85GBq)

Encapsulación	Cápsula de doble sello
Embarque	Material radiactivo
	Forma especial, NOS, UN2974
	Índice de transporte 0.5
	Etiqueta amarilla II

Rango:

Densidad	0.96 a 2.88 t/m ³
Contenido de agua	0 a 40% en volumen (0 a 26% en peso)

Precisión:

Densidad	0.011 t/m ³
Contenido de agua	0.3% en peso
Temperatura de operación	0 a 70°C
Potencia	Paquete de ocho baterías AA recargables.
Vida de las baterías	500 a 1000 ciclos de carga-descarga
Tiempo de recarga	14 horas
Pantalla	160 caracteres
Almacenamiento de datos	128 registros de resultados
Microprocesador	Proporciona lectura y almacenamiento directo de los datos

6. SEGURIDAD

6.1 Almacenamiento

- a) El lugar para el almacenamiento del densímetro nuclear deberá estar dedicado exclusivamente para este fin

Esto implica que no deberán almacenarse junto con el densímetro equipos y/o herramientas de otro tipo

- b) El cuarto-almacén deberá contar con un sistema de seguridad apropiado que impida el acceso de personal no autorizado.

Únicamente el personal autorizado deberá tener la llave de acceso a este cuarto.

- c) En la puerta del cuarto-almacén deberá permanecer un rótulo con el símbolo internacional que indica la presencia de radiación y la siguiente leyenda

"Prohibido el acceso a personal no autorizado"

Deberá explicarse al personal que labora en esa área las razones de las medidas de seguridad, de tal manera que se cree conciencia al respecto, pero sin que se llegue a una alarma infundada.

- d) El Encargado de Seguridad Radiológica deberá medir con el equipo portátil medidor de radiaciones los niveles de radiación radiológica en los alrededores del cuarto-almacén al menos cada tres meses. Estas mediciones se registrarán por escrito.

El nivel de radiación deberá ser menor que 2 mR/h. El medidor de radiaciones deberá calibrarse al menos cada doce meses. La calibración deberá hacerla una compañía autorizada por la CNSNS.

- e) Después de cada utilización del equipo, y antes de guardarlo en el almacén: el operador deberá medir las radiaciones alrededor del contenedor, para asegurarse de que no existen fugas de material radiactivo.

El resultado de estas mediciones deberá registrarse en una bitácora expreso

6.2 Transporte

- a) El densímetro nuclear se deberá transportar dentro de un contenedor que cumpla con la categoría II amarilla

El contenedor que viene de fábrica con el equipo cumple con esta norma. No deberá utilizarse otro tipo de contenedor. Deberá añadirse al contenedor un letrero que diga:

PELIGRO
"NO PERMANEZCA INNECESARIAMENTE CERCA DE ESTE EQUIPO"
"EL MANTENIMIENTO DE ESTE EQUIPO REQUIERE DE PERSONAL CALIFICADO Y PREVIAMENTE AUTORIZADO"

- b) Antes de subir el equipo al vehículo que lo transportará deberá verificarse lo siguiente
- 1) Que en la superficie del contenedor no existan niveles de radiación superiores 50 mR/h.
 - 2) Que el vehículo que lo transportará esté autorizado para hacerlo.
 - 3) Que el vehículo tenga en un lugar visible el siguiente letrero:

"ESTE VEHICULO TRANSPORTA MATERIAL RADIATIVO"
"NO PERMANEZCA CERCA DEL VEHICULO INNECESARIAMENTE"
 - 4) Que dentro del vehículo se encuentre la hoja con la lista de qué hacer en caso de accidente.
 - 5) Que dentro del vehículo se encuentren las siguientes herramientas:
 - Extinguidor
 - Banderolas
 - Señales luminosas
 - Seis postes porta-cordón de 1.1 m de altura
 - Cordón rojo para delimitar áreas
 - Dos letreros con la leyenda "PELIGRO, RADIACION"
 - Herramientas y llantas de refacción
- c) El contenedor deberá asegurarse perfectamente dentro del vehículo de tal manera que no exista riesgo de que se mueva por los movimientos de éste.

- d) Verifique, antes de que se vaya a iniciar el transporte, que en la cabina del vehículo no existan niveles de radiación superiores a 2 mR/h.
- e) El transporte del equipo sólo podrá ser hecho por personal autorizado por la CNSNS

6.3 Uso del equipo

- a) El densímetro nuclear sólo podrá ser utilizado, manejado y transportado por personal debidamente autorizado por la CNSNS. Este personal deberá haber recibido un curso de seguridad radiológica.
- b) El operador deberá evitar el estar innecesariamente cerca del equipo. Cuando no requiera manipular al equipo deberá alejarse al menos a 1 m.
- c) Todo operador deberá portar un dosímetro termoluminiscente personal cada vez que vaya a manejar, almacenar o transportar el equipo

El operador contará con dos dosímetros. Mensualmente enviará al encargado de seguridad radiológica (ESR) el dosímetro que haya utilizado durante el mes. Este se ocupará de enviarlo a un laboratorio autorizado para que se obtenga la dosis recibida en el periodo.

Llevará un registro con las dosis parciales y acumuladas de cada operario

- d) El ESR vigilará que ningún operario sobrepase las dosis equivalentes admisibles (LDE), estas son:

- 50 mSv (5 rem) por año
- 4 mSv (400 mrem) por mes
- 0.2 mSv (20 mrem) por día
- 2.5 mSv (2.5 mrem) por hora

En caso de que en un mes se supere el LDE, el operario deberá dejar de trabajar con el equipo hasta que su dosis equivalente acumulada promediada al mes esté dentro de los límites

7. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

7.1 Funciones de tecla

En la fig 1 se muestra el teclado de densímetro nuclear. En lo que sigue se explican las funciones de la diferentes teclas:

Fig. 1

	ID	RECALL	CLEAR	
ENTER	--	7 D	8 E	9 F
	%COMP	MAX	D BIAS	M BIAS
CLEAR	STEP	4	5	6
	TIME	UNIT	STD	CALIB
START	0	1	2	3

Tecla	Función
START	Inicia un conteo
STEP	Actúa como tecla de cambio Da el siguiente parámetro o pantalla.
CLEAR	Borra la entrada de datos si se presiona antes que ENTER Detiene las mediciones en proceso Muestra la pantalla anterior o las más recientes mediciones
ENTER	Almacena los datos en la memoria. Da la exposición siguiente.
ID	Proporciona identificación de archivo a los datos registrados.
RECALL	Muestra los registros almacenados en memoria.
PRINT	Muestra el menú PRINT
% COMP	Selecciona % de compactación para los cálculos de: Mw: Peso volumétrico máximo total Md: Peso volumétrico seco máximo

MAX	Pregunta los valores máximos de compactación en g/cm ³
D BIAS	Pregunta el valor de la desviación del peso volumetrico (\pm .en g/cm ³)
M BIAS	Pregunta el valor de la desviación del peso del agua por unidad de volumen (\pm . en g/cm ³)
TIME	Pregunta el ambiente de conteo. - Modo de tiempo fijo o de precisión constante - Nuevos valores de tiempo o precisión
STD	Muestra conteos estándares de peso volumétrico y peso del agua y pregunta por los nuevos conteos. Toma los nuevos conteos estándares.
CALIB	Una vez seleccionado el modo Profundidad Fija pregunta la profundidad de prueba.

Las siguientes funciones se inician presionando la tecla STEP y sosteniendo la presión mientras se presiona la segunda tecla:

STEP+TIME	Pregunta la hora y fecha
STEP+UNIT	Muestra el menú para seleccionar las unidades de medición y seccionar entre la pantalla de pesos volumétricos y la de conteos por minuto.
STEP+CALIB	Muestra el menú para seleccionar los coeficientes de autocalibración, o ambiente fijo o profundidad automática de las mediciones.
STEP+CLEAR	Limpieza maestra. Restituye directamente la pantalla principal.
ID, luego STEP+ID	Borra los registros de los datos almacenados

6.2 Configuración del aparato

El densímetro nuclear muestra las siguientes mediciones después de cada prueba:

- 1 Dn wet Peso volumétrico total, g/cm³
2. Dn H20 Peso del agua por unidad de volumen, g/cm³

- 3 **Dn dry** $Dn\ wet - Dn\ H_2O$. g/cm^3
- 4. **%H2O** $(Dn\ H_2O/Dn\ dry)*100$
- 5. **Mw** Peso volumétrico máximo total
- 6 **Md** Peso volumétrico seco máximo, g/cm^3

El densímetro calculará ahora el % de compactación:

- 7 **%Mw** $(Dn\ wet/Mw)*100$
- 8. **%Md** $(Dn\ dry/Md)*100$

El operador puede meter desviaciones de peso volumétrico y peso del agua si es necesario

- 9 +/- Valores de peso volumétrico. g/cm^3
- 10. +/- Valor de peso del agua. g/cm^3

Los parámetros siguientes se pueden configurar en el densímetro según la necesidad.

Parámetro	Rangó		
Unidades	pcf, g/cm^3 , o cpm.		
precisión	Tiempo o precisión. y el valor: +/- g/cm^3	Seleccione modo a usar	Tiempo o
% compactación	Md o Mw		
Md			
Mw	0 a 999.9		
Desviación			
Peso volumétrico			
Peso del agua	+99.9 a -99.9		

La entrada de los parámetros al densímetro se realizarán conforme a las instrucciones que siguen:

Acción	Resultado
1. Presione STEP+UNIT	Muestra el menú de unidades
2 Presione ENTER	Escoja unidades entre g/cm^3 o pcf
3 Presione CLEAR	Muestra las unidades seleccionadas
4. Presione ENTER	Escoja entre la pantalla de pesos volumétricos o

5. Presione CLEAR conteos por minuto
Exhibe la opción seleccionada

Parámetros de tiempo y precisión

1. Apriete TIME Se mueve el cursor al campo de tiempo en la pantalla.
2. Presione STEP Modo de tiempo o precisión se muestra en la pantalla.
3. Tecleé el nuevo valor Se almacena y muestra el nuevo valor.

Parámetros de % compactación y máximos.

1. Presione %COMP Se mueve en los campos de compactación Mw o Md.
2. Presione MAX Pregunta el nuevo máximo
3. Tecleé el valor y presione ENTER Muestra el valor y lo almacena.

Parámetros de desviación de peso volumétrico y peso del agua.

1. Presione D BIAS Mueve el cursor al campo de desviación de PV
2. Tecleé la desviación del PV y ENTER Muestra el valor y lo almacena.
3. Presione M BIAS El cursor se mueve al campo de desviación de peso del agua
4. Tecleé el nuevo valor y ENTER Muestra el nuevo valor y lo almacena

7.3 Conteo estándar

Un conteo estándar se deberá realizar diariamente antes de iniciar las mediciones.

Para realizar un conteo estándar coloque el bloque de calibración en una esquina del contenedor cuidando de que queden perfectamente horizontales. Siente el densímetro

en el bloque de calibración y verifique que sus cuatro patas entren en las guías del bloque. Ahora proceda como sigue:

Acción	Resultado
1. Presione STD	Muestra en pantalla los últimos datos de conteos estándar.
2. Presione la tecla START	El densímetro inicia un conteo de 256 muestras de un segundo. Un conteo toma aproximadamente 4.4 minutos

Al finalizar el conteo, el medidor muestra y almacena los datos del conteo estándar. Verifique que los valores X_i del conteo estén entre 0.75 y 1.25 y que los cambios entre los valores anteriores y los actuales sean pequeños. Si los valores X_i están fuera de los límites antes señalados, repita el conteo hasta que estos valores sean aceptables.

7.4 Tomando una prueba

Antes de iniciar una prueba se deben cumplir los siguientes requisitos.

- Acordone el sitio donde se vaya a trabajar en un área de al menos 3 x 3 y coloque los letreros de advertencia.

Esto evitará que personal ajeno se acerque innecesariamente al equipo. Además lo protegerá del tránsito de camiones y demás equipo pesado.

- Con el contador **geiger** verifique que en la superficie del equipo no haya niveles de radiaciones por arriba de los 2 mR/h. En caso contrario, se llevará el equipo a su almacén y se avisará de inmediato al Encargado de Seguridad Radiológica.
- En caso de que los niveles de radiación estén por debajo de los admisibles se procederá a realizar las pruebas.

Para tomar una prueba haga lo siguiente.

Acción	Resultado
1. Configure el medidor	Densímetro configurado
2. Haga los dos agujeros en el sitio a probar	Sitio preparado para la prueba
3. Coloque el aparato en el sitio y baje los vástagos a la profundidad deseada.	Densímetro preparado para la prueba

- | | |
|--|---|
| 4. Presione START | Muestra la última profundidad de calibracion. |
| 5. Tecleé la nueva profundidad y ENTER | Inicia el conteo de la prueba. |

Pantalla típica de una prueba

R1	1	225	1327
SF	ET 00:30		T0 1:00
gcc	wet	H20	dry
Dn	2.100	0.100	2.000
Pr	0.008	0.006	0.005
%		5.00	95.00
Md			2.105
Bi	0.0	0.0	

7.5 Almacenamiento y revisión de resultados

El aparato puede almacenar 128 registros de pruebas. La información puede ser revisada posteriormente o transferida a una computadora o impresora. Para almacenar los resultados de las pruebas proceda como se indica a continuación:

Acción	Resultado
1. Seleccione el número de registro entre 0 y 65535	
2. Presione ID, introduzca el número de registro.	Queda registrado el número.
3. Al finalizar la prueba presione ENTER	Los resultados son almacenados en un nuevo registro o agregados al registro
4. Para limpiar el espacio de almacenamiento presione ID y luego sosteniendo abajo STEP, presione ID	El espacio del registro es completamente borrado.

Para revisar los resultados:

Acción

1 Presione RECALL. Con STEP puede moverse al siguiente registro.

2 Introduzca el número de registro deseado y presione ENTER

3. Con STEP va de prueba en prueba dentro del registro.

4 Para moverse al siguiente registro presione CLEAR.

Resultado

Está en el registro deseado y muestra el resultado de la primera prueba.

Los resultados de las pruebas se muestran en el orden que fueron tomadas.

Ahora puede cambiarse al siguiente registro con STEP.

PROCEDIMIENTO DE CONO HOLANDES

1. OBJETIVO

- 1.1 Este procedimiento describe cómo determinar la resistencia de punta y fricción lateral que son componentes de la resistencia a la penetración que desarrolla una barra con punta al ser hincada en el suelo.
- 1.2 Este procedimiento es aplicable en penetrómetros de punta y de punta-fricción del tipo mecánico y eléctrico. No se incluye la interpretación de resultados
- 1.3 Los penetrómetros mecánicos que se describen en este procedimiento operan de manera incremental utilizando un penetrómetro telescópico lo cual resulta en una medición de la resistencia en una posición estática. Las restricciones de diseño de los penetrómetros mecánicos impiden una completa separación de la resistencia de punta y la fricción lateral. Los penetrómetros eléctricos avanzan continuamente y se puede medir por separado la resistencia de punta y lateral.

Las diferencias en forma y método de avance entre distintos tipos de cono influyen de manera significativa en los resultados obtenidos.

2. ALCANCE

- 2.1 Este procedimiento proporciona información sobre las propiedades ingenieriles del suelo que ayudarán en el diseño y construcción de obras de tierra y cimentaciones de estructuras.
- 2.2 Este procedimiento prueba al suelo *in situ* y no obtiene muestras. La interpretación de resultados de este procedimiento requiere conocimiento previo del tipo de suelo penetrado. Generalmente, los ingenieros obtienen esta información de perforaciones paralelas con muestreo y a veces la información o experiencia local evitan hacer sondeos con recuperación.
- 2.2 Los ingenieros frecuentemente correlacionan los resultados de esta prueba con resultados de laboratorio u otro tipo de pruebas de campo, o directamente con el comportamiento de la estructura. La exactitud de las correlaciones dependerán del tipo de suelo involucrado
- 2.4 La mayoría de los ingenieros con experiencia en trabajos fuera de costa encuentran este procedimiento adecuado para la exploración en el fondo marino.

3. REFERENCIAS

- 3.1 **ASTM 3441-86.** Standar Test Method for Deep, Quasi-Static, cone and friction-cone penetration test of soil

4. DEFINICIONES

- 4.1 **Cono.** La punta en forma de cono de penetrómetro, sobre la cual se desarrolla la resistencia por punta.
- 4.2 **Penetrómetro de punta.** Instrumento en forma de barra cilíndrica con punta cónica diseñada para penetrar suelo y roca suave y medir la resistencia de punta
- 4.3 **Resistencia de punta- q_c .** La resistencia a la penetración desarrollada por el cono, igual a la fuerza vertical aplicada al cono dividida entre el área horizontal proyectada.
- 4.4 **Sondeo de cono.** La serie entera de penetraciones del cono en un sitio cuando se usa un penetrómetro.
- 4.5 **Penetrómetro eléctrico.** Un penetrómetro que utiliza transductores de fuerza eléctricos dentro de la punta no telescópica del penetrómetro.
- 4.6 **Penetrómetro de punta y fricción.** Un penetrómetro de punta con la capacidad adicional de poder medir fricción lateral.
- 4.7 **Relación de fricción R_f .** El cociente entre la resistencia lateral y la resistencia de punta expresada en por ciento
- 4.8 **Resistencia por fricción f_s .** La resistencia a la penetración desarrollada por la funda de fricción, igual a la fuerza vertical aplicada a la funda entre su área
- 4.9 **Funda de fricción.** Una sección de la punta del penetrómetro sobre la cual se desarrolla la fricción local
- 4.10 **Barras interiores.** Barras que deslizan dentro de las barras de hincado para extender la punta de los penetrómetros mecánicos.
- 4.11 **Penetrómetro mecánico.** Un penetrómetro que utiliza un juego de barras interiores para operar la punta telescópica y transmitir la fuerza a la superficie para ser medida
- 4.12 **Punta de penetrómetro.** La sección final del penetrómetro que contiene los elementos activos que miden la resistencia del suelo de punta y fricción

- 4.12.1 **Punta de penetrómetro.** La sección final del penetrómetro que contiene los elementos activos que miden la resistencia del suelo de punta y fricción
- 4.13 **Barras de hincado.** Los tubos de pared gruesa que se usan para avanzar el penetrómetro a la profundidad requerida.

5. INSTRUCCIONES

5.1 Equipo

5.1.1 Generalidades

5.1.1.1 **Cono.** El cono debe tener un ángulo en la punta de $60^{\circ} (\pm 5^{\circ})$ y un diámetro en la base de 33.7 ± 0.4 mm, lo que resulta en un área horizontal proyectada de 10 cm^2 . La punta del cono debe tener un radio menor que 3 mm.

Nota: Se pueden usar conos con áreas más grande para incrementar la sensibilidad en suelos blandos. La experiencia con conos eléctricos de 5 cm^2 y 20 cm^2 muestra que se obtienen datos similares que los conos de 10 cm^2 cuando se tiene la misma geometría

5.1.1.2 **Funda de fricción.** Tiene el mismo diámetro exterior (± 0.5 a -0.0 mm) que la base del cono. Ninguna parte de la punta del cono debe proyectarse fuera del área del diámetro de la funda. La superficie de la funda será de $150 \text{ cm}^2 \pm 2\%$.

5.1.1.3 **Acero.** La punta y la funda de fricción del cono deben ser hechas con un acero de tipo y dureza adecuados para resistir la abrasión del suelo. La funda de fricción debe tener y mantener en uso una rugosidad de $0.5 \mu\text{m}$, AA, $\pm 50\%$.

5.1.1.4 **Barras de hincado.** Hechas de acero adecuado, estas barras deben tener una sección adecuada para sostener sin pandearse la carga requerida para hincar el penetrómetro. Estas deben tener un diámetro exterior no mayor que el diámetro de la base del cono en una longitud de al menos 0,4 m arriba de la base, o, en el caso del penetrómetro de punta y fricción al menos 0.3 m arriba de la parte superior de la funda de fricción. Cada una de las barras de hincado debe tener el diámetro interior constante. Deben acoplarse una a otra de modo de formar una sarta rígida de varillaje con un eje recto continuo.

5.1.1.5 **Barras interiores.** Los penetrómetros mecánicos requieren una sarta de barras adicional, de acero u otra aleación dentro de las barras de hincado. Las barras interiores debe tener un diámetro exterior constante con una rugosidad, excluyendo ondulamiento,

menor de 0.25 μm AA. Deben tener la misma longitud que las barras de hincado (± 0.1 mm) y una sección adecuada para transmitir la resistencia del cono sin pandearse o algún otro daño. El espacio entre las barras interiores y las barras de hincado debe estar entre 0,5 y 1,0 mm.

5.1.1.6 Exactitud de las mediciones. Es necesario tener la instrumentación de medición de fuerza adecuada para obtener medidas dentro del 5% de valores correctos

Nota: En trabajos fuera de costa es recomendable tener sistemas adicionales de instrumentación para asegurar la exactitud mencionada y el buen funcionamiento de los sistemas remotos involucrados.

5.1.2 Penetrómetros mecánicos

5.1.2.1 El mecanismo deslizante en la punta del penetrómetro mecánico debe permitir un movimiento descendente del cono en relación con las barras de hincado al menos de 30.5 mm.

Nota: A ciertas combinaciones de profundidad y resistencia de punta, la compresión elástica de las barras interiores puede exceder la carrera descendente que la máquina puede aplicar a las mismas.

En este caso, la punta no se extenderá y la lectura de cargas aumentará elásticamente hasta el final de la carrera del gato y tendrá un salto abrupto cuando se haga el contacto con las barras de hincado.

5.1.2.2 El diseño de la punta del penetrómetro mecánico debe incluir alguna protección contra la penetración del suelo al mecanismo deslizante y afectar los componentes de la resistencia.

5.1.2.3 Penetrómetro de punta. En la fig 1 se muestra el diseño y accionamiento de una punta de penetrómetro mecánico. Arriba de la punta se añade una capa de diámetro reducido para evitar la intrusión de suelo.

NOTA. Se puede desarrollar una cantidad importante de fricción lateral en esa capa e inclinarse en la resistencia de punta.

5.1.2.4 Penetrómetro de fricción y punta En la fig 2 se muestra el diseño y accionamiento de la punta de un penetrómetro de fricción y punta. La parte inferior de la punta incluye una capa a la cual se pega el cono, avanza primero hasta que el flanco embona en la funda de fricción y entonces ambos avanzan

5.1.2.5 Equipo de medición. Mida la resistencia a la penetración en la superficie con un aparato adecuado tal como una celda hidráulica o eléctrica o un anillo de carga

5.1.1 Penetrómetros eléctricos

5.1.3.1 **Penetrómetro de punta.** La fig 3 muestra un diseño para la punta de un penetrómetro eléctrico. La resistencia en la punta se mide a través de un transductor de fuerza colocado en la misma. Un cable eléctrico u otro sistema adecuado transmite las señales del transductor al sistema de almacenamiento de datos. Los penetrómetros eléctricos permiten el avance continuo y almacenamiento de datos en cada intervalo de hincado de las barras.

5.1.3.2 **Penetrómetro de fricción y punta.** La funda de fricción no debe estar más de 10 mm arriba de la base del cono. En la fig 4 se muestra un diseño de este tipo de penetrómetros.

5.1.3 **Otros penetrómetros.** Los penetrómetros eléctricos pueden incluir otros transductores además de los de medición de la fricción en la funda. De los más comunes son los inclinómetros para ayudar en la determinación de la verticalidad del cono y piezómetros para proporcionar información adicional sobre el comportamiento del subsuelo.

5.1.4 **Máquina de hincado.** La máquina debe proveer una carrera continua, de preferencia con una longitud mayor a la de una barra de hincado. La máquina debe avanzar la barra a una velocidad constante mientras la magnitud de la fuerza requerida fluctúa.

NOTA. Los sondeos profundos requieren una capacidad de al menos 5 toneladas. Las máquinas modernas tienen capacidades hasta de 20 toneladas.

NOTA. El tipo de reacción que se utilice puede afectar la resistencia a la penetración medida, particularmente en la superficie o en estratos cercanos a ésta.

5.2 Ejecución

5.2.1 Coloque la máquina en posición vertical lo más prácticamente posible.

5.2.2 **Velocidad de penetración.** Mantenga una velocidad de penetración de 10 a 20 mm/s \pm 25% cuando se obtengan datos de resistencia. Entre las pruebas se pueden utilizar otras velocidades.

NOTA. La velocidad de 10 mm/s permite al operador leer correctamente los valores de resistencia cuando se utiliza el penetrómetro mecánico de fricción-punta. La velocidad de 20 mm/s es adecuada cuando se utiliza el penetrómetro mecánico de punta y permite una correcta operación del cono eléctrico. El estándar europeo requiere 20 mm/s.

NOTA: Velocidades de penetración mayores o menores que la estándar se pueden utilizar en circunstancias especiales, tales como cuando se mide la presión de poro. En estos casos debe anotarse en el registro de la prueba

NOTA: Las presiones de poro que se generan adelante o alrededor de la punta pueden influir de manera importante en la medición de q_c y f_s . El piezocono con capacidad de hacer ambas mediciones ha mostrado ser útil en estos casos

5.2.3 Penetrómetro mecánico

5.2.3.1 Penetrómetro mecánico de punta. (1) Avance la punta del penetrómetro hasta la profundidad de prueba requerida aplicando la suficiente carga sobre las barras de hincado; y (2) aplique la carga en las barras interiores para extender la punta del penetrómetro. Obtenga la resistencia de punta en un punto especi-

fico durante el movimiento descendente relativo de las barras interiores respecto a las barras de hincado estacionarias. Repita el paso 1. Aplique suficiente carga en las barras de hincado para retraer la punta extendida y avance hasta la nueva profundidad de prueba. Repitiendo este ciclo de dos pasos obtenga la resistencia a distintas profundidades. Los incrementos en la profundidad no deben exceder en general 203 mm

5.2.3.2 Penetrómetro de punta y fricción. Utilice este penetrómetro como se describió anteriormente, pero obtenga dos valores de resistencia durante el paso (2) (figs 2 y 5). Primero obtenga la resistencia durante la fase inicial de extensión. Cuando la parte inferior de la punta alcance y sale la funda de fricción, obtenga una segunda medida de la resistencia total de la punta más la funda de fricción. Al restar se tiene la resistencia de la funda.

NOTA Debido a la estratificación del subsuelo, la resistencia de la punta puede variar durante el movimiento adicional descendente de la misma para obtener la resistencia de la funda

NOTA. La fricción del suelo a lo largo de la funda proporciona una carga adicional arriba del cono y puede incrementar la resistencia por arriba de la medida durante la fase inicial de extensión de la punta de una cantidad desconocida, pero probablemente en pequeña cantidad. Ignore este efecto.

5.2.3.3 Recopilación de datos Para obtener resultados reproducibles en pruebas de cono, deben utilizarse sólo las lecturas que se realicen en un punto definido durante el movimiento descendente de la parte superior de las barras interiores respecto a la parte superior de las barras de hincado. Debido a la compresión elástica de las barras interiores, este punto, comúnmente, no debe encontrarse a menos de 25 mm del movimiento aparente de las barras interiores. Cuando se utilicen penetrómetros de punta y fricción, el punto debe ser justo antes de que la punta enganche la funda de fricción.

Nota. En la fig 5 se muestra cómo la carga en la celda hidráulica puede variar durante la extensión de la punta del penetrómetro de punta y fricción

5.2.3.4 Obtenga las lecturas de punta y fricción tan rápido como sea posible después del brinco que se muestra en la fig 5. El operador no debe reportar datos de punta y fricción cuando sospeche que la resistencia de la punta está cambiando abrupta o erráticamente.

5.2.4 **Penetrómetros eléctricos.** Cuando se utilicen penetrómetros eléctricos inserte el cable eléctrico a través de la barras de hincado

5.2.4.1 Obtenga las primeras lecturas del cono con la punta del penetrómetro colgando libremente en aire o agua y a la sombra y después de una pequeña penetración inicial. Pruebe que la temperatura en el fondo de la perforación sea la misma que la de la punta del cono.

5.2.4.2 Obtenga la resistencia de la punta y fricción continuamente o a intervalos no mayores de 203 mm

5.2.4.3 Al final del sondeo, obtenga una serie de datos como se menciona en 6.2.4.1 para verificar con las lecturas iniciales. Si esta verificación no es correcta, deseche los resultados del sondeo.

5.3 Reporte de Resultados

5.3.1 **Gráfica de la resistencia de punta q_c .** Todos los sondeos de cono deben presentarse con la gráfica de variación de resistencia con las distintas profundidades, estos puntos pueden unirse con líneas rectas como una aproximación para una gráfica continua.

5.3.2 **Gráfica de la resistencia por fricción f_s .** Además de la gráfica de la resistencia por punta, el reporte puede incluir una gráfica adyacente o superpuesta de la resistencia por fricción o la relación de fricción o ambas con la profundidad. Utilice la misma escala para todas las gráficas.

5.3.3 **Gráfica de la relación de fricción.** Si el reporte incluye descripción del subsuelo estimada a partir de la relación de fricción la gráfica de esta relación necesariamente tendrá que presentarse.

5.3.4 Si se utilizan piezoconos también deberá incluirse la gráfica de la variación de presión de poro con la profundidad.

5.3.5 El operador debe incluir dentro de su reporte, su nombre, localización y nombre del trabajo, fecha del sondeo, número del sondeo, coordenadas de localización, y

elevación del piso y nivel de agua (si se tiene). El reporte también debe incluir notas respecto al tipo de máquina utilizada, tipo de penetrómetro utilizando información de la calibración, verificación del cero, el método utilizado para proporcionar la reacción, si se utilizó un reductor de fricción condiciones de las barras y punta antes y después de la prueba. Asimismo si por alguna razón la prueba se ejecuta de manera diferente a lo descrito en este procedimiento también deberá reportarse.

Personal familiarizado con este tipo de prueba estima su precisión de la siguiente manera.

Penetrómetros mecánicos. Desviación estándar de 10% en q_c y 20% en f_s .

Penetrómetros eléctricos. Desviación estándar de 5% en q_c y 10% f_s

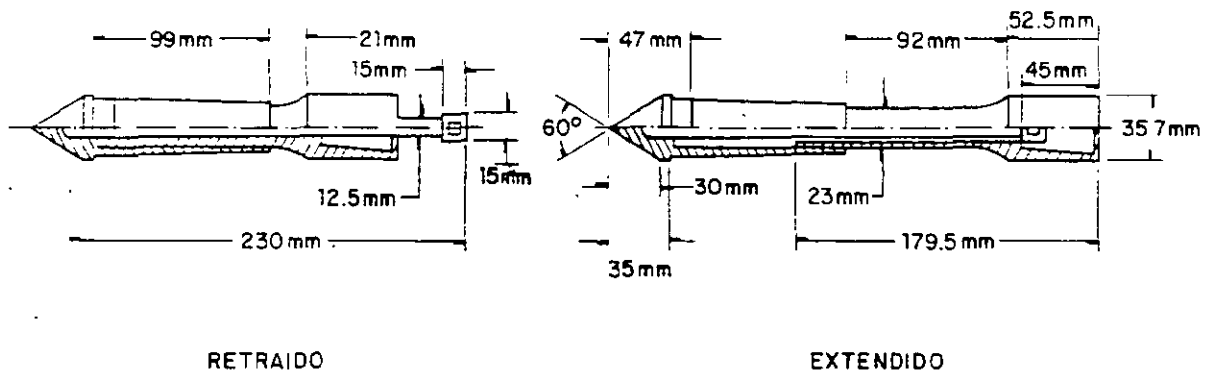


FIG. 1.- EJEMPLO DE UN PENETROMETRO MECANICO DE PUNTA

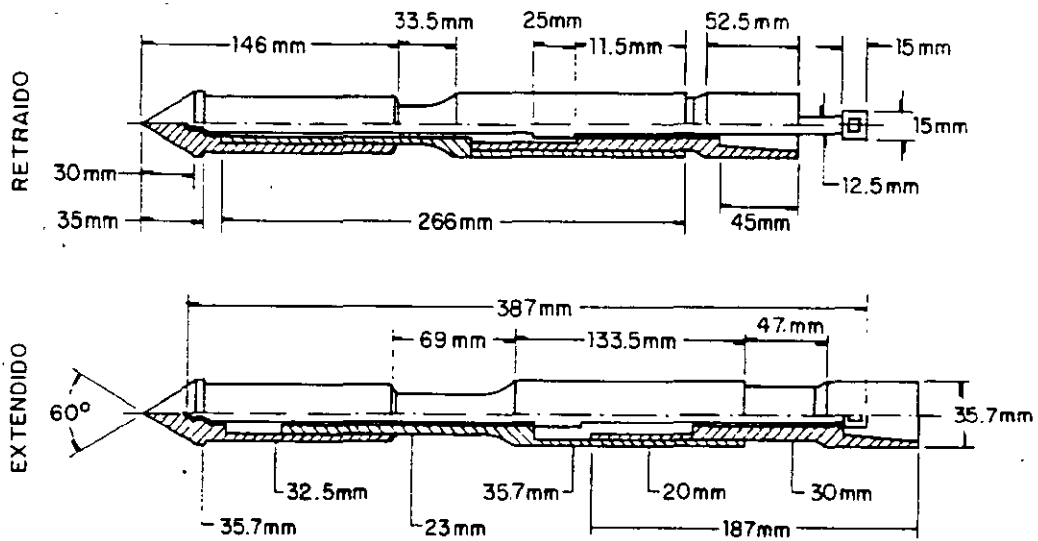
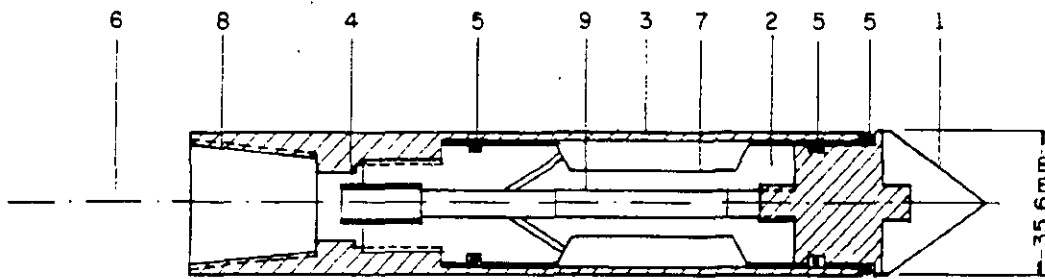
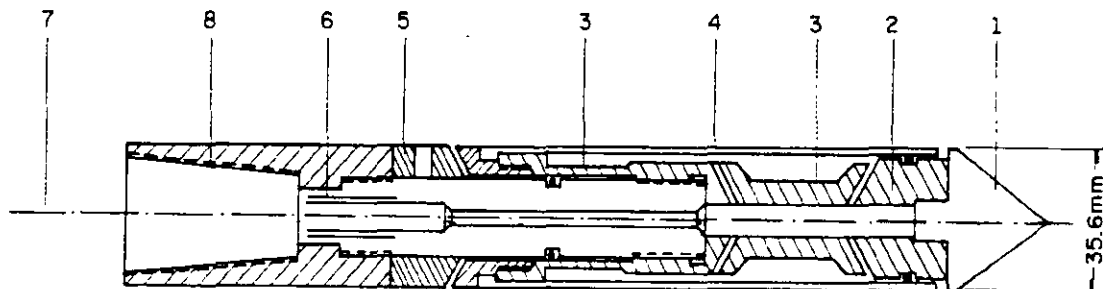


FIG. 2.- EJEMPLO DE UN PENETROMETRO MECANICO DE PUNTA Y FRICCION



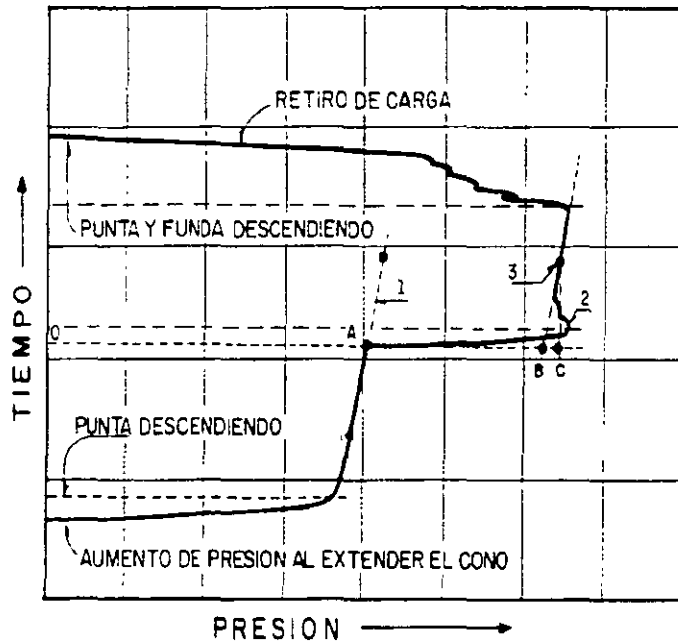
- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1 PUNTA CONICA | 5 AROSELLO |
| 2 CELDA DE CARGA | 6 CABLE |
| 3 CAPA PROTECTORA | 7 TRANSDUCTORES |
| 4 EMPAQUE A PRUEBA DE AGUA | 8 CONECCION CON LAS BARRAS |
| | 9 INCLINOMETRO |

FIG. 3.- PENETROMETRO ELECTRICO DE PUNTA



- | | |
|---------------------|----------------------------|
| 1 PUNTA CONICA | 5 AROSELLO |
| 2 CELDA DE CARGA | 6 EMPAQUA PRUEBA DE AGUA |
| 3 TRANSDUCTORES | 7 CABLE |
| 4 FUNDA DE FRICCION | 8 CONECCION CON LAS BARRAS |

FIG. 4.- PENETROMETRO ELECTRONICO DE PUNTA Y FRICCION



- 1.- PROBABLE CAMBIO EN LA RESISTENCIA DE PUNTA PASANDO EL PUNTO A
- 2.- BRINCO TEMPORAL EN LA PRESION DEBIDO A LA ACELERACION DE LA FUNDA DE FRICCION Y LA CONVERSION DE FRICCION ESTATICA A FRICCION CINEMATICA
- 3.- PRIMER PUNTO DONDE EL OPERADOR PUEDE OBTENER LECTURAS

NOTA: "0-A" REPRESENTA LA LECTURA CONCRETA DE LA PUNTA ANTES DEL BRINCO EN LA PRESION ASOCIADA CON EL ENGANCHE DE LA FUNDA DE FRICCION DURANTE LA EXTENSION CONTINUA DESCENDENTE DE LA MISMA. "A-B" ES RESISTENCIA DE FRICCION CORRECTA SI LA FUNDA PUDIERA ENGANCHAR INSTANTANEAMENTE. SIN EMBARGO, EL OPERADOR NO PUEDE LEER NINGUNA LECTURA HASTA EL PUNTO "C". DEBIDO A ESTA ESPERA FORZADA, EL OPERADOR INTRODUCE UN ERROR DE "B-C". EL OPERADOR DEBE TOMAR LECTURA TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE DESPUES DEL BRINCO PARA MINIMIZAR ESTE ERROR. CAMBIOS ABRUPTOS EN LA RESISTENCIA DE PUNTA PUEDEN HACER ESTE ERROR INACEPTABLE.

FIG. 5.- CAMBIOS DE PRESION EN CELDA DE CARGA HIDRAULICA EN LA PARTE SUPERIOR DE LAS BARRAS INTERIORES DURANTE UN EJEMPLO DE EXTENSION DE UN PENETROMETRO MECANICO DE PUNTA Y FRICCION.

PRUEBA DE PENETRACION UTILIZANDO EL CONO DINAMICO

1. OBJETIVO

Se describe aquí el procedimiento general de hincado dinámico de un cono de acero no recuperable con objeto de medir resistencia a la penetración del suelo.

2. ALCANCE

- 2.1 Este método de exploración no proporciona muestras de suelo para ensayos de laboratorio.
- 2.2 Este método de exploración se utiliza conjuntamente con el método de penetración estándar y ha mostrado ser de gran utilidad sobre todo en materiales granulares por su buena correlación con el valor N de penetración estándar.

3. REFERENCIAS

- 3.1 ASTM D 1586. Prueba de penetración estándar y muestreo de suelos con tubo partido

4. DEFINICIONES

- 4.1 **Yunque.** Parte del sistema de hincado a través de la cual el martinete golpea y transmite su energía a las barras de perforación.
- 4.2 **Malacate.** Tambor rotatorio en el sistema cuerda-malacate alrededor del cual el operador enrolla una cuerda Para levantar y dejar caer el martinete apretando o aflojando alrededor del mismo.
- 4.3 **Barras de perforación.** Barras que se usan para transmitir la fuerza hacia abajo y la torsión a la broca de perforación durante la ejecución de sondeos
- 4.4 **Sistema de hincado.** Compuesto por el martinete, guía de caída del martinete, yunque y sistema de caída del martinete.
- 4.5 **Martinete.** Parte del sistema de hincado que consiste en una masa golpeadora de $64,7 \pm 1$ kg que continuamente es levantada y soltada para proporcionar la energía que lleva a cabo el muestreo y la penetración.

- 4.6 **Sistema de caída del martinete.** Parte del sistema de hincado con el cual el operador lleva a cabo el levantamiento y la caída del martinete para producir el golpe.
- 4.7 **Guía de caída del martinete.** Parte del sistema de hincado usada para guiar el martinete
- 4.8 **NC.** El número de golpes obtenidos en cada intervalo de 15 cm.
- 4.9 **Valor de NC.** El número de golpes representando la resistencia del suelo a la penetración. Este valor se reporta en número de golpes necesario para hincar el cono cada 30 cm.
- 4.10 **Número de vueltas del cable.** El ángulo de contacto total ente el cable y el malacate cuando el operador suelta el cable, dividido entre 360° .

5. INSTRUCCIONES

5.1 Equipo

- 5.1.1 **Barras de perforación.** Se deben utilizar barras de acero machimbradas ras a ras para conectar el cono al sistema de hincado. La barra deberá tener una rigidez (momento de inercia) igual o mayor que una barra de acero, la cual tiene un diámetro exterior de 41,2 mm y un diámetro interior de 28,5 mm).
- 5.1.2 **Cono de acero no recuperable.** El cono que se hinca es de acero y se pierde después de cada perforación. Sus dimensiones y geometría se muestran en la fig 1.
- 5.1.3 **Martinete y yunque.** El martinete debe pesar 635 ± 10 N, y debe ser de una masa rígida y sólida. El martinete golpeará el yunque y hará contacto de acero con acero cuando éste se suelte. Se debe usar una guía para la caída libre del martinete. Por razones de seguridad se recomienda el uso de martinetes con el yunque interno, fig 1.

5.2 Ejecución

- 5.2.1 Se conectará el cono de acero a las barras de perforación firmemente previo al hincado. Deberá contarse con la información previa de sondeos de penetración estándar para realizar las correlaciones
- 5.2.2 El sondeo se avanzará gradualmente para permitir el ensaye continuo o intermitente. Se contará el número de golpes requerido para avanzar cada tramo de 15 cm y se reportará el valor **NC** y **NC** similar al valor **N** y **N** de la prueba de penetración estándar.

- 5.2.3 Hincar el cono con golpes del martinete con una altura de caída de 0.76 m \pm 25 mm
Conviene tener marcada de manera permanente la altura de caída
- 5.2.4 La prueba se suspende hasta que ocurra cualquiera de las siguientes situaciones
- 5.2.4.1 Se han aplicado 50 golpes en cualquiera de los 3 tramos de 15 cm.
- 5.2.4.2 Se han aplicado un total de 100 golpes sin penetrar 45 cm
- 5.2.4.3 El cono no se hinca apreciablemente con la aplicación de 10 golpes consecutivos
- 5.2.5 El malacate debe estar libre de óxido, aceite o grasa, tener un diámetro en el rango de 150 a 250 mm. Este debe operarse a una velocidad mínima de rotación de 100 rpm.
- 5.2.6 No se pueden utilizar más de 2 1/4 vueltas de cable durante la ejecución de la prueba.
- 5.2.7 Al terminar el sondeo retirar las barras de perforación y proceder a realizar un nuevo sondeo. El cono queda perdido en el subsuelo.

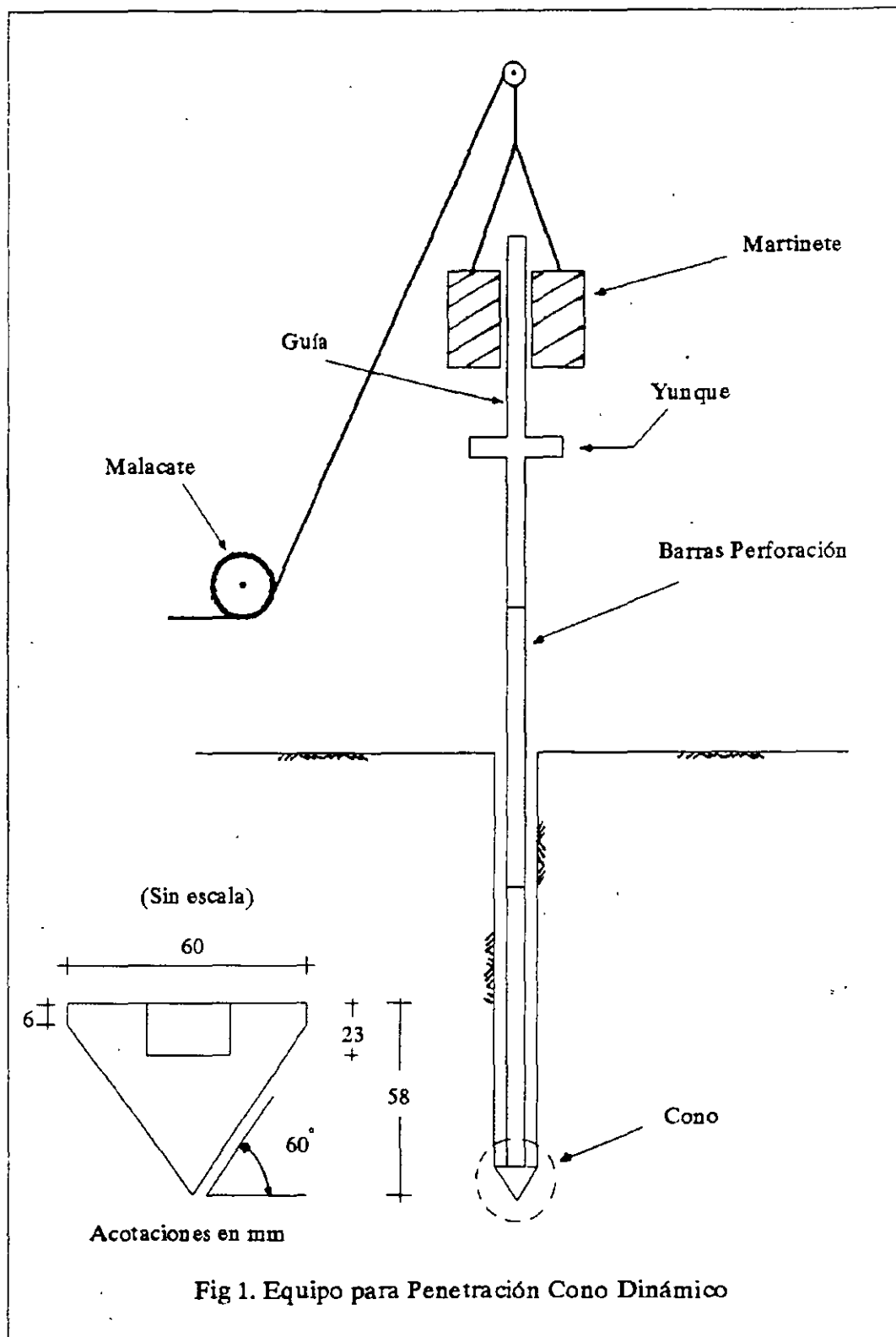
5.3 Presentación

- 5.3.1 En general la información en el registro de campo debe incluir lo siguiente.

- nombre y localización del trabajo
- condiciones ambientales
- fecha y hora de inicio y terminación del sondeo
- localización y número del sondeo
- elevación de la superficie
- tamaño, tipo y longitud de la barras de perforación.

Se anexa hoja de registro.

- 5.3.2 Cabe señalar que este procedimiento es recomendable cuando ya se tienen establecidas las condiciones generales del subsuelo mediante otros métodos (SPT específicamente) y se quiere dar rapidez a la exploración en otras partes del predio y/o ampliación del proyecto, por ello los resultados de la prueba de cono dinámico se pueden extrapolar a otros sitios sólo después de haber hecho una correlación con resultados de sondeos SPT realizados en el mismo sitio y se considera que el tipo de suelo no cambia apreciablemente.





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y
CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

**PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE MATERIALES:
CONCRETOS DE CEMENTO PORTLAND**

**EXPOSITOR: ING. M. I. CARLOS GOMEZ TOLEDO
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U N. A. M.

PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACION DE MATERIALES: CONCRETOS DE CEMENTO PORTLAND

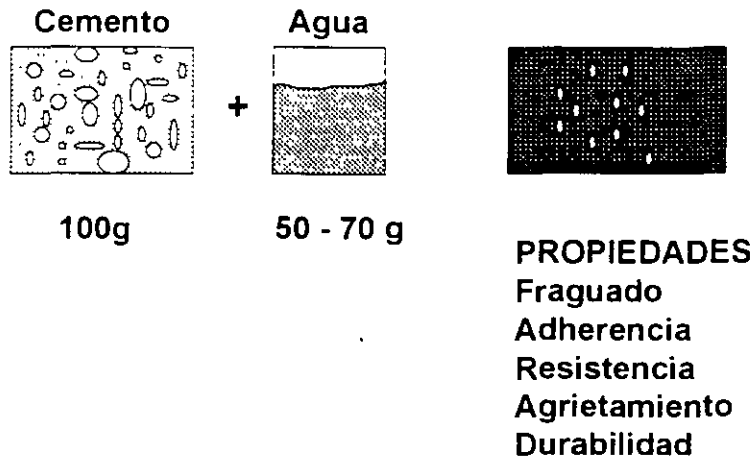
M.I. CARLOS GOMEZ TOLEDO

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

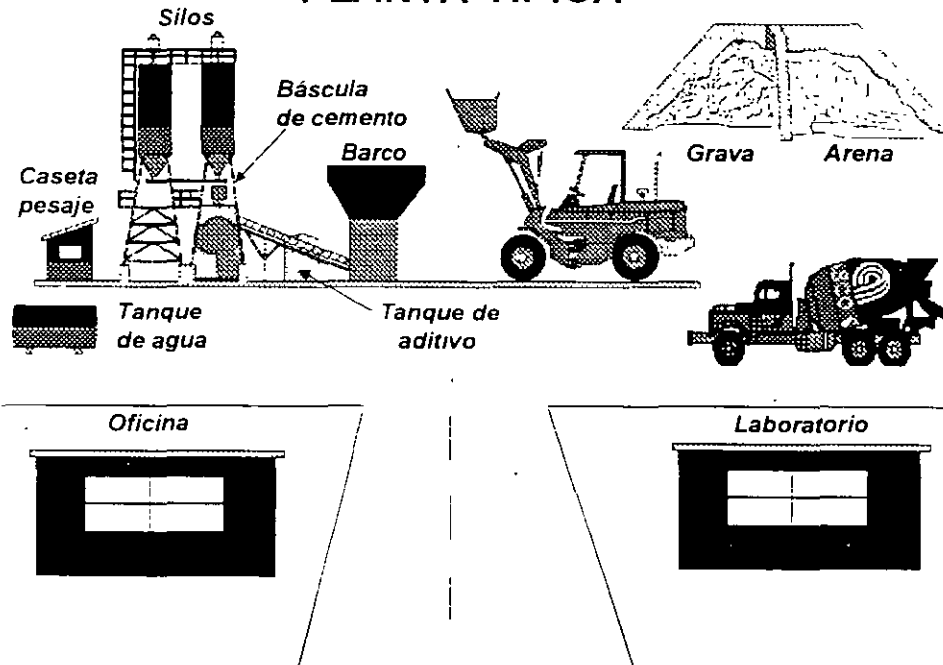
JULIO, 2000

Propiedades y Pruebas de Aceptación del Concreto

PASTA DE CEMENTO TIPICA



PLANTA TIPICA

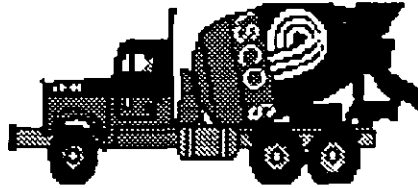


MEZCLADO DEL CONCRETO

OBJETIVO:

Producir una mezcla homogénea de los materiales ingredientes

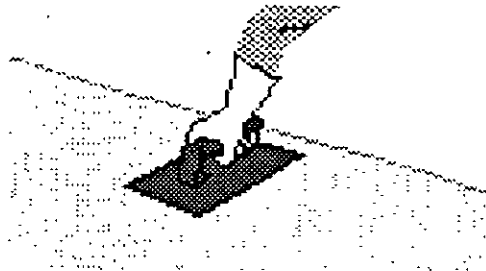
- ⊙ Cemento
 - ⊙ Agua
 - ⊙ Arena
 - ⊙ Grava
- ⊙ Otros



TRABAJABILIDAD

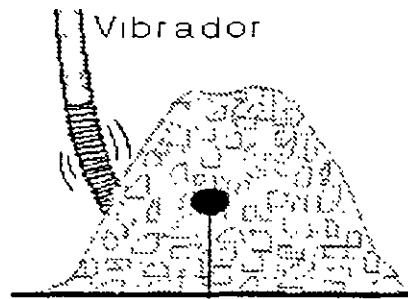
Parámetro que pretende describir la facilidad o dificultad que tiene el concreto tierno para ser transportado, compactado, acabado

Ejemplos: Bombeable, áspero, no cohesivo

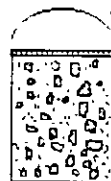
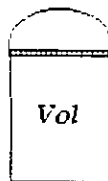


CONSOLIDACION

Acciones tendientes a lograr que el concreto colocado alcance la mayor densidad posible



PESO VOLUMETRICO

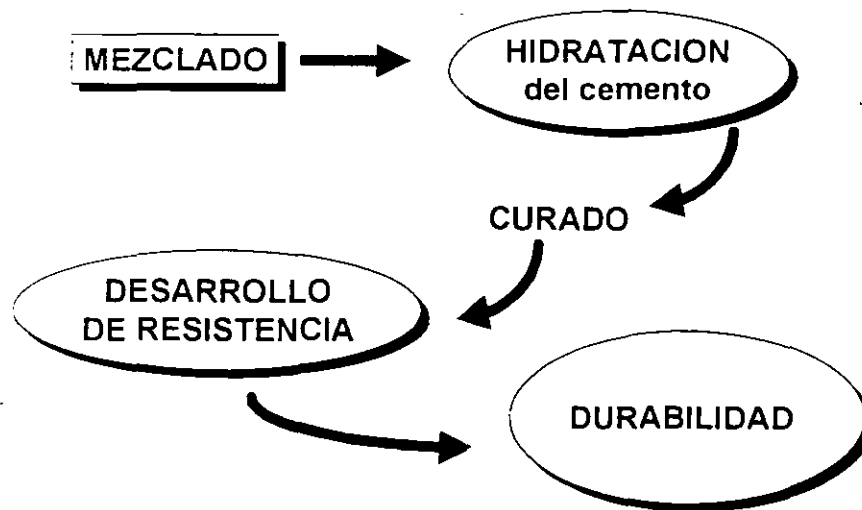


Peso Concreto = P

$$PV = \frac{P}{V}$$

Densidad
concreto
tierno

ENDURECIMIENTO DEL CONCRETO



PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO



- ⊙ Resistencia $f'c$
- ⊙ Módulo de elasticidad
- ⊙ Impermeabilidad
- ⊙ Resistencia a la abrasión
- ⊙ Durabilidad
- ⊙ Apariencia
- ⊙ \$\$

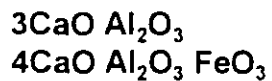
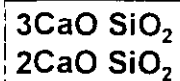
PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO



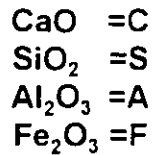
- Agrietamientos
- Fraguado lento
- Desgaste
- Cacarizos
- Resistencia débil
- Filtraciones
- \$\$\$\$\$

COMPUESTOS QUIMICOS DE LOS CEMENTOS

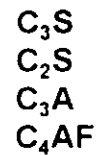
⊙ BASICOS



ABREVIATURAS



BASICOS



COMPUESTOS QUIMICOS DE LOS CEMENTOS

⊙ SECUNDARIOS (... pero importantes)

Alcalis de sodio y de potasio

MgO

SO₃

Residuo insoluble

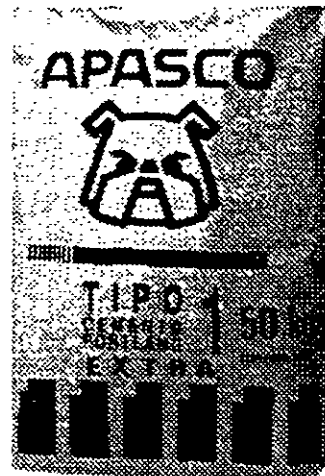
PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND

- ⊙ FINURA
- ⊙ SANIDAD
- ⊙ CONSISTENCIA
- ⊙ TIEMPO DE FRAGUADO
- ⊙ FRAGUADO FALSO



PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND

- ⊙ RESISTENCIA A COMPRESION
- ⊙ CALOR DE HIDRATACION
- ⊙ PERDIDA POR IGNICION
- ⊙ RESIDUO INSOLUBLE
- ⊙ CONTENIDO DE ALCALIS



FINURA BLAINE (ASTM C 204)

Forma de medir la superficie específica. Determinando la cantidad de aire que pasa a través de una muestra de cemento compactada de manera estándar

FINURA
MALLA No. 325 (ASTM C 430)

Cantidad de cemento que pasa dicha malla; en % respecto al peso de la muestra;
valores: 85 - 95%

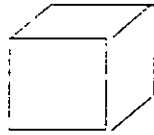
SUPERFICIE ESPECIFICA

Es la cantidad de área expuesta, por unidad de masa

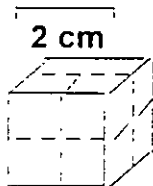
Cemento normal: 3600 cm²/g

Puzolánico: 4500 cm²/g

SUPERFICIE ESPECIFICA PARA MATERIAL CON DENSIDAD 3.0 g/cm³



$$\begin{aligned} \text{área exp.} &= 2 \times 2 \times 6 = 24 \text{ cm}^2 \\ \text{masa} &= 8 \times 3 = 24 \text{ g} \quad \text{SEsp} = 1 \text{ cm}^2/\text{g} \end{aligned}$$



2 cm



$$\begin{aligned} \text{área} &= 6 \times 8 = 48 \text{ cm}^2 \\ \text{SEsp} &= 48 / 24 \text{ g} = 2 \text{ cm}^2/\text{g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{masa} &= 3 \text{ g} \\ \text{área} &= 6 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{SEsp} = 2 \text{ cm}^2/\text{g}$$

SANIDAD (ASTM C 151)

Capacidad de una pasta para conservar su volumen después del fraguado

MgO

CaO

libre

valores: < 0.02%

CONSISTENCIA NORMAL

Mezcladora: mostrar

Aparato de Vicat (mostrar)

**Resistencia a la penetración del
vástago Vicat: 10 ± 1 mm en pasta
recién mezclada**

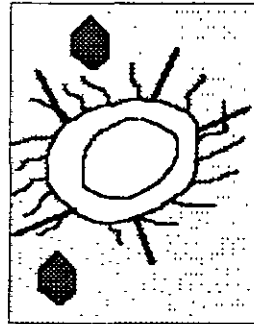
FRAGUADO DEL CEMENTO

**Pérdida de fluidez en la pasta
que se manifiesta como
endurecimiento. Causada por
las reacciones entre el agua y
el cemento (hidratación)**

PRODUCTOS DE HIDRATACION

Son los diversos productos que se forman al evolucionar la hidratación del cemento. Ejemplos:

C-S-H
Portandita
Ettringita



TIEMPOS DE FRAGUADO (ASTM C 191)

INICIAL: productos de hidratación desarrollaron suficientes contactos; granitos de cemento en posición

FINAL: desarrollo de suficiente resistencia, para no dejar huellas fácilmente en la pasta.

VALORES: FI: 150 min; FF: 290 min

CONCEPTO BASICO DE TIEMPO DE FRAGUADO DE CONCRETO

ES SIMILAR AL DE LA PASTA. El método de ensaye es diferente.

Utiliza el mortero extraído del concreto que es ensayado.

FI 5:00 h

FF 7:00 h

FRAGUADO FALSO (ASTM C 359)



Considerable pérdida de fluidez en la pasta, poco después de mezclada.

Posible causa: deshidratación del yeso en la fabricación del cemento

Valor: $\leq 50\%$ respecto al original

RESISTENCIA A COMPRESION

MORTERO

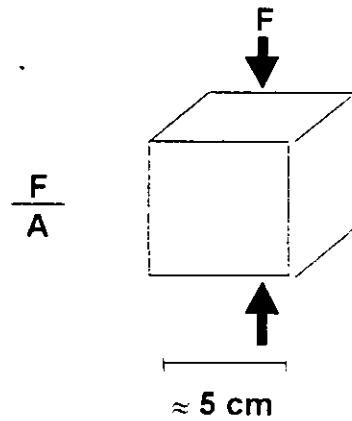
1: 2.75

A/C = 0.5

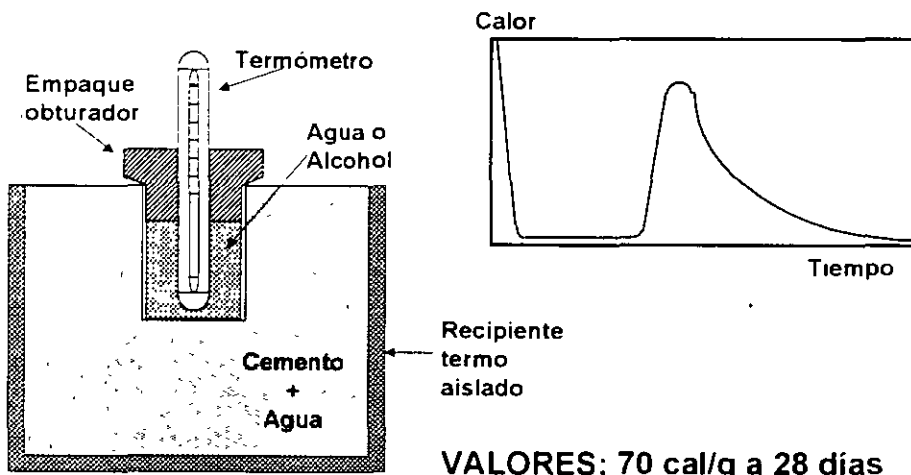
CURADO POR
INMERSION

VALORES:

350 kg/cm² a 28 días



CALOR DE HIDRATACION



VALORES: 70 cal/g a 28 días

PERDIDA POR IGNICION (ASTM C 114)

Material que se pierde al calentar el cemento a unos 1000° C

Indica prehidratación y/o carbonatación



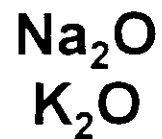
RESIDUO INSOLUBLE

Cantidad no soluble en ácido clorhídrico

Indica presencia de material silíceo en el cemento, p. ej. Puzolánico

Valores: <1.5% CPO

CONTENIDO DE ALCALIS (ASTM C 114)



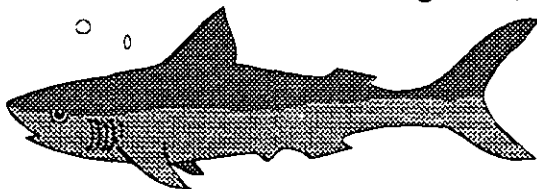
⇒ $\text{Na}_2\text{O} + 0.658 \text{K}_2\text{O}$
Valor de referencia: 0.60%

AGUA PARA CONCRETO (ASTM C 94)

Evaluación de la calidad

- ANALISIS QUIMICO
- ANALISIS FISICO

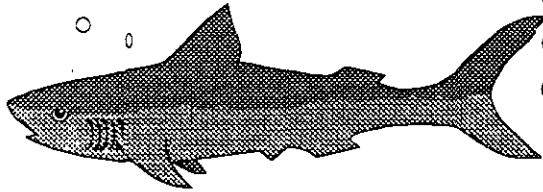
fc; t. fraguado; durabilidad



IMPUREZAS EN EL AGUA

NMX-C-122

- ⊙ Cloruros
- ⊙ Sulfatos
- ⊙ Carbonatos
- ⊙ Desperdicio industrial
- ⊙ Materia orgánica
- ⊙ Azúcar
- ⊙ Aceite
- ⊙ Sólidos



TIPOS DE CEMENTO

Tipo	Características distintivas	Usos Principales
I	$C_3S \approx 55\%$, $C_3A > 8\%$ Blaine » 3600 cm^2/g	General; estructuras <u>no</u> requieren cuidados
II	Menor C_3S , $C_3A < 8\%$	Cimentaciones; estructuras semimasivas; vs presencia moderada de sulfatos
III	Mayor C_3S y Blaine	Acelerar desarrollo f'c

TIPOS DE CEMENTO

Tipo	Características distintivas	Usos Principales
IV	Bajo C_3S y C_3A	Concretos masivos
V	$C_3A < 5.0\%$	Presencia de sulfatos: mar, cimentaciones
Blanco	C_4AF cerca de 0%; molienda especial	Concretos arquitectónicos
Adiciónes	Puzolana, escoria, microsílices, otros	General; en algunos casos, especial

CLASIFICACIÓN (NMX-C-114)

TIPOS DE CEMENTO	
TIPO	NOMBRE
CPO	Cemento Portland Ordinario
CPP	Cemento Portland Puzolánico
CPEG	Cemento Portland con Escoria Granulada de alto horno
CPC	Cemento Portland Compuesto
CPS	Cemento Portland con Humo de Silice
CEG	Cemento con Escoria Granulada de alto horno

COMPOSICIÓN ⁽¹⁾

Tabla 2

Tipo	Denominación	Componentes					
		Clinker Portland + Yeso	Principales			Caliza	Minonanos ⁽²⁾
			Escoria de alto horno	Materiales puzolanicos ⁽³⁾	Humo de sílice		
CPO	Cemento Portland Ordinario	95-100	-	-	-	-	0-5
CPP	Cemento Portland Puzolanico	50-94	-	6-50	-	-	0-5
CPEG	Cemento Portland con Escoria Granulada de alto horno	40-94	6-60	-	-	-	0-5
CPC	Cemento Portland Compuesto ⁽⁴⁾	50-94	6-35	6-35	-	6-35	0-5
CPS	Cemento Portland con Humo de Sílice	90-99	-	-	1-10	-	0-5
CEG	Cemento con Escoria Granulada de alto horno	20-39	61-80	-	-	-	0-5

AGREGADOS PETREOS

Ocupan $\approx 70\%$ del volumen del concreto

Influyen mucho en la \$ economía

Propiedades físicas básicas

- Resistencia, densidad
- Forma y textura
- Limpieza

Requisitos mineralógicos

- Inertes o no negativos con pasta de cemento

ORIGEN DE LAS ROCAS... Y EJEMPLOS

IGNEAS	SEDIMENTARIAS	METAMORFICAS
Basalto	Caliza	Mármol
Riolita	Arenisca	Esquisto
Andesita	Conglomerado	Pizarra
Toba	Argilita	Metacuarcita
Granito	Grauvaca	Gneiss

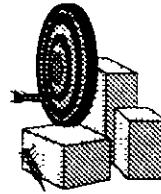
MINERALES EN LAS ROCAS

ASTM-C-295

- ⊙ SILICE
- ⊙ CARBONATO
- ⊙ SULFATO
- ⊙ OXIDO DE HIERRO
- ⊙ SILICATOS
- ⊙ ARCILLAS

LOCALIZACION DE BANCOS DE AGREGADOS

⇨ Localización del proyecto

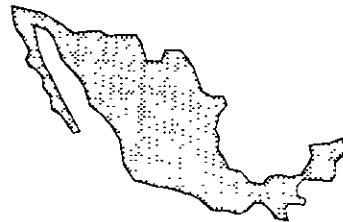


⇨ Volúmenes requeridos



⇨ Estudios de planos:

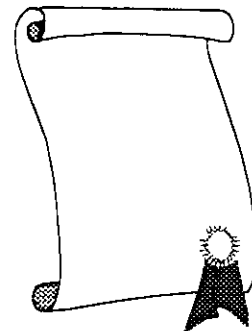
DEtalle del
TErritorio
NAcional



LOCALIZACION DE BANCOS DE AGREGADOS

⇨ Investigación de Bancos

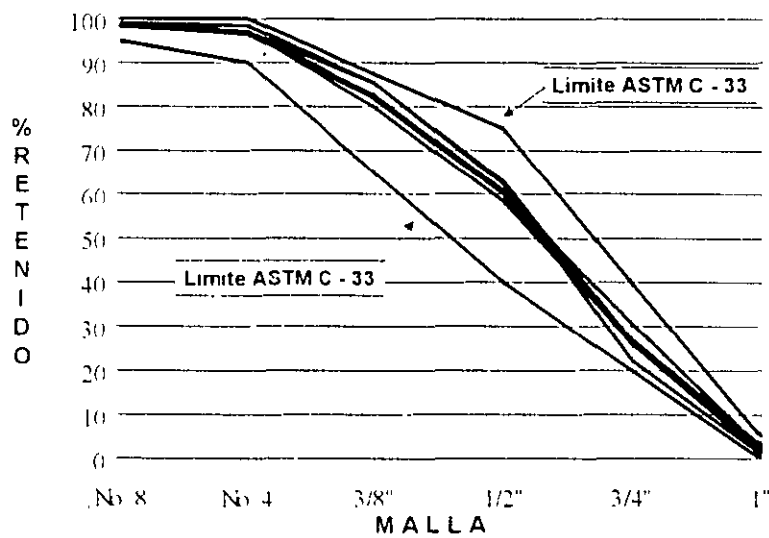
- planeación en gabinete
- localización de depósitos
- muestras y pozos
- determinación de volúmenes
- ensayos de laboratorio
- INFORME de RESULTADOS
 - ⊙ localización, accesos
 - ⊙ volúmenes
 - ⊙ calidad y desempeño



AGREGADOS PARA CONCRETO propiedades básicas

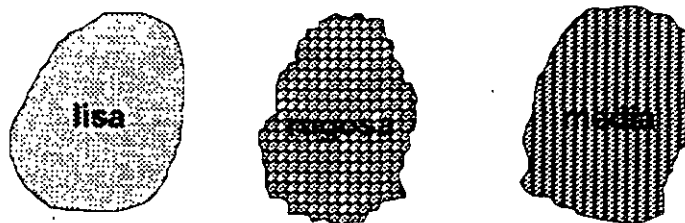
- ✓ granulometría y límites
- ✓ forma y textura
- ✓ resistencia
- ✓ reactividad álcali-agregado
- ✓ desempeño en concreto
- ✓ otras

GRANULOMETRIAS

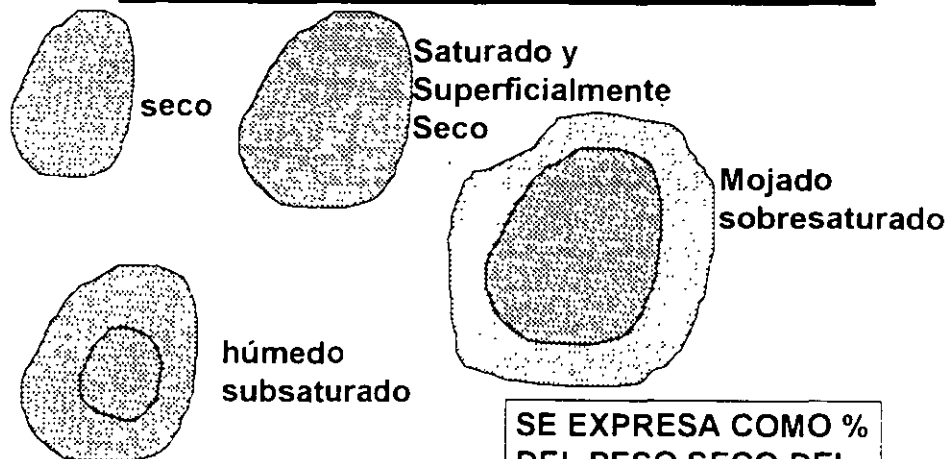


TEXTURA DE AGREGADOS

Descripción cualitativa de la irregularidad superficial del agregado. Importante relación con la adherencia pasta-agregado



HUMEDAD EN LOS AGREGADOS



SE EXPRESA COMO %
DEL PESO SECO DEL
MATERIAL

DENSIDAD Y ABSORCION

Valores típicos

$$\text{Absorción} = \frac{\text{Peso agua agregado SSS}}{\text{Peso seco del agregado}} \times 100$$

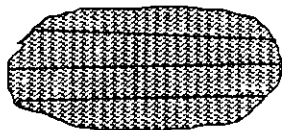
< 2% B
> 4% R,M

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa del agregado}}{\text{Volumen del agregado}}$$

> 2.5 g/cm³ B
< 2.4 g/cm³ R,M

RESISTENCIA A HUMEDECIMIENTO Y SECADO

Capacidad del agregado de permanecer inalterado al ser sometido a ciclos de humedecimiento -saturación- y secado en horno ... (y en campo)

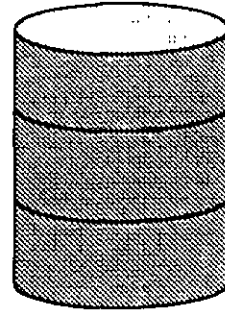


material estratificado



RESISTENCIA AL IMPACTO Y ABRASION (ASTM C 131)

- Gravas en cilindro metálico, girando, con bolas de acero golpeándolas
- 500 revoluciones
- Determinar mat'l pasa malla No. 12

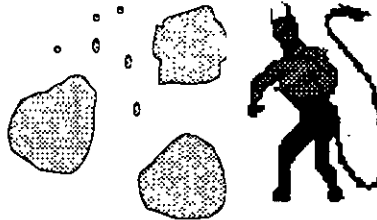


$$\text{Pérdida por abrasión} = \frac{\text{Pasa No. 12}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

VALOR TIPICO: < 40% B > 40% M

MATERIALES INDESEABLES EN AGREGADOS (ASTM C 33)

- IMPUREZAS ORGANICAS
 - POLVO (pasa malla No. 200)
- PARTICULAS LIGERAS
 - TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES



IMPUREZAS ORGANICAS

(ASTM C 40)

- DESECHOS DE PLANTAS Y ANIMALES
- AFECTAN: FRAGUADO
RESISTENCIA

- Colorimetria

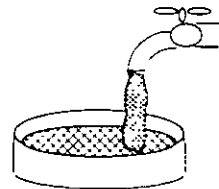


SOLUCION: LAVAR; MEZCLAR CON ARENA BUENA

POLVO EN AGREGADOS

ASTM-C-117

- ⊙ Incrementa demanda de agua
- ⊙ Efectos: aumenta agrietamiento
baja resistencia
disminuye durabilidad



PxL < 5%

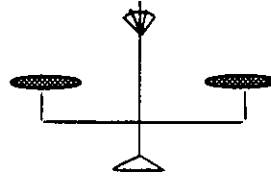
SOLUCION: Reducir polvos en los áridos

PARTICULAS LIGERAS

ASTM-C-123

- ⊙ Afectan durabilidad
- ⊙ Con frecuencia se refiere a material cuya DENSIDAD RELATIVA < 2.0

Valores: <10%



SOLUCION: Mezclar con agregado denso;
reducir % de ligeros; cambiar banco

TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES

(ASTM C 142)

Efectos: trabajabilidad, erupciones, durabilidad

- ⊙ Partículas sensibles a la humedad y al secado

Valores: < 5%



SOLUCION: lavar; disminuir %, combinarlo con otro agregado

REACTIVIDAD ALCALI-AGREGADO

ASTM-C-227

Reacción entre la pasta de cemento y ciertos agregados cuya composición químico-mineralógica NO es inerte

Efecto: expansión interna en el concreto, que lo destruye paulatinamente

Ocurrencia: al coincidir agregados reactivos + altos álcalis en concreto + agua

REACTIVIDAD ALCALI-AGREGADO

Agregados y minerales potencialmente reactivos

- ⊙ Andesitas
- ⊙ Riolitas
- ⊙ Calizas dolomíticas
- ⊙ Dolomías con caliza
- ⊙ Calizas y dolomías silíceas
- ⊙ Cuarzo criptocristalino
- ⊙ Opalo
- ⊙ Obsidiana

REACTIVIDAD ALCALI-AGREGADO

Algunas posibles soluciones:

- Evitar uso de agregados reactivos/reducir % de árido nocivo
- Selección del cemento adecuado
- Reducir consumo de cemento (léase álcalis) por m³
- Ensayes lab para demostrar resultados
ASTM C 227, C289, C 1057



ALGUNAS DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS Y SU RELACION CON EL CONCRETO

- Granulometría
- Forma de partícula
- Densidad
- Textura superficial
- Reactivo con álcalis

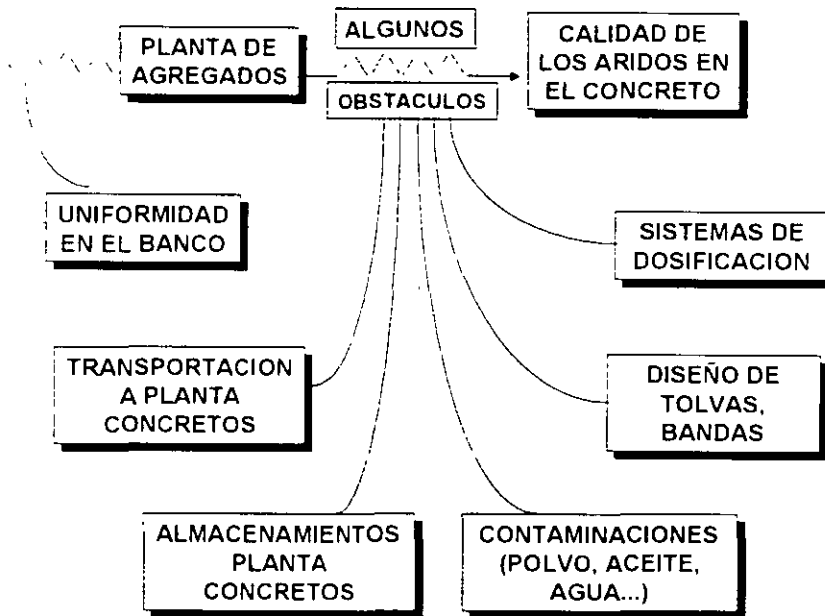
- Economía, durabilidad
- Demanda de agua, módulo de ruptura
- Peso volumétrico, módulo de elasticidad
- Adherencia
- Destrucción paulatina

ALGUNAS DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS Y SU RELACION CON EL CONCRETO

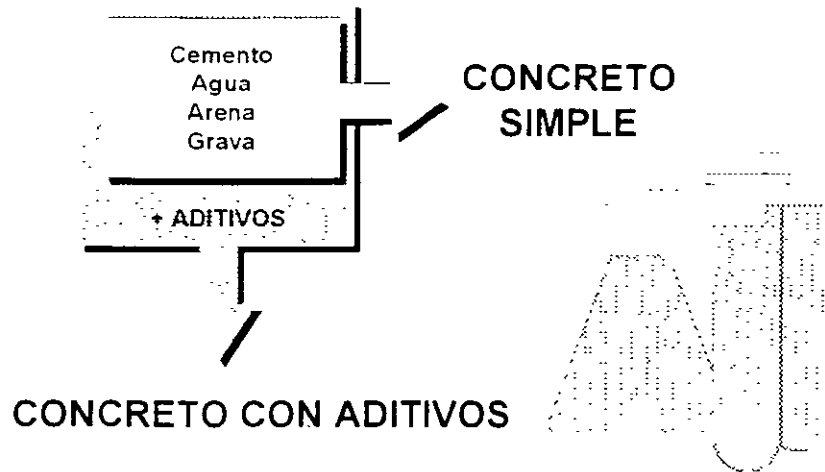
- Humedad
- Composición mineralógica
- Limpieza superficial
- Resistencia al impacto y la abrasión
- Resistencia, durabilidad
- Resistencia, durabilidad
- Economía, adherencia, durabilidad
- Durabilidad

MANEJO, ALMACENAMIENTO Y USO DE AGREGADOS

OBJETIVO: Conservar las características de los áridos, ya aceptadas para el proyecto, hasta elaborar los concretos



ADITIVOS PARA CONCRETO



OBJETIVO DEL USO DE ADITIVOS

- Economía
- Solución técnica de requerimientos de desempeño del concreto, en estado fresco y endurecido
- Cumplir especificaciones

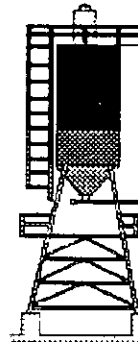
CLASIFICACION DE LOS ADITIVOS DE USO MAS COMUN EN LOS CONCRETOS

REDUCTORES DE AGUA	A
RETARDANTES DE FRAGUADO	B
ACELERANTES DE RESISTENCIA	C
REDUCTOR Y RETARDANTE	D
REDUCTOR Y ACELERANTE	E

SUPERREDUCTOR DE AGUA	F
SUPRERREDUCTOR Y RETARDANTE	G

CLASIFICACION DE LOS ADITIVOS DE USO MAS COMUN EN LOS CONCRETOS

- ASTM C 494
- ADITIVOS MINERALES
 - ⊙puzolana
 - ⊙escoria
 - ⊙ceniza volante
 - ⊙humo de sílice
- INCLUSORES DE AIRE



DEFINICIONES BASICAS DE ADITIVOS

ASTM C 494 Define desempeño en función de AGUA, RESISTENCIA, FRAGUADO

ASTM C 260 establece los requisitos de desempeño en función de :

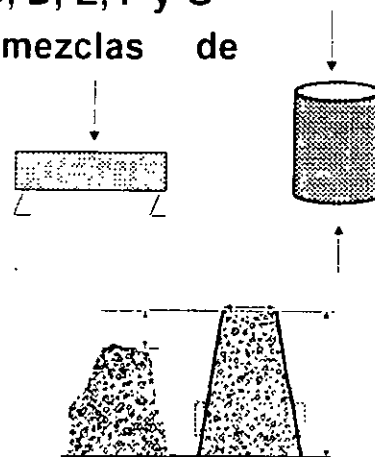
- ⊙ reducción del sangrado
- ⊙ "inerte" respecto a fraguado
- ⊙ resistencia mecánica, compresión/flexión, $\geq 90\%$
- ⊙ estabilidad dimensional

EVALUACION DE CALIDAD DE ADITIVOS

⊙ ASTM C 494, tipos A, B, C, D, E, F y G

⊙ Pruebas físicas en mezclas de concreto:

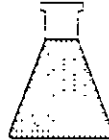
- demanda de agua
- tiempos de fraguado
- resistencia
- estabilidad volumétrica
- pérdida de revenimiento



EVALUACION DE CALIDAD DE ADITIVOS

Pruebas complementarias

- contenido de cloruros
- pH
- densidad
- sólidos en suspensión
- uniformidad entre partes de un lote



BREVE DESCRIPCION PRACTICA DE ADITIVOS DE USO COMUN PARA CONCRETO Y APLICACIONES

- Reductor con menor cantidad de agua alcanza el revenimiento objetivo. Permite reducir cemento en el concreto. Usos: general
- Retardante de fraguado. Su uso permite prolongar +1:30 á +3:30 h la ocurrencia del tiempo de fraguado. Aplicaciones: obras con áreas de colado grandes o de considerable volumen: losas de cimentación, concretos masivos en presas, etc.
- Fluidizante. Aditivo que con menor cantidad de agua permite obtener el revenimiento buscado. Usos: general

BREVE DESCRIPCION PRACTICA DE ADITIVOS DE USO COMUN PARA CONCRETO Y APLICACIONES

- ⊘ **Acelerante.** Aditivo cuyo objetivo principal es acelerar el desarrollo de las resistencias del concreto a temprana edad
Usos: obras con presión de tiempo en el programa de construcción. O para reuso económico de cimbras costosas. Clima frío.
- ⊘ **Superfluidizante.** se obtienen altos revenimientos(>20 cm) al añadirlo a concretos "normales"
Usos: estructuras con alta densidad de armado y/o de difícil colocación

BREVE DESCRIPCION PRACTICA DE ADITIVOS DE USO COMUN PARA CONCRETO Y APLICACIONES

- ⊘ **Superreductor.** Permite alta reducción de agua para mezclado. y bajar de manera significativa el consumo unitario de cemento
Usos: edificios altos. Minimizar consumos de cemento. Concretos con baja relación A/C especificada
- ⊘ **Inclusor de aire.** Incluye gran número de burbujas ≤ 0.5 mm \varnothing , dispersas en toda la masa
Usos: Corregir deficiencias granulométricas en arena. Mejorar trabajabilidad y reducir sangrado de concretos. Climas muy fríos.

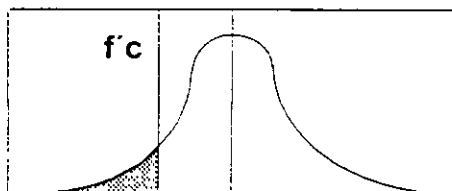
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

➤ relación $\frac{\text{agua}}{\text{cemento}}$ $\frac{A}{C}$

valores típicos: 0.45 - 0.75

➤ $f'c$, fcr

 % de resultados inferiores a $f'c$



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

➤ GRADO DE CALIDAD

A= 80% / 20%

B= 90% / 10%

➤ REVENIMIENTO

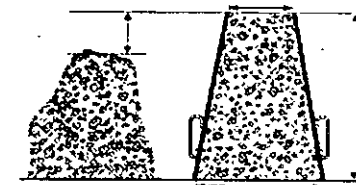
(ASTM C 143)

VALORES TÍPICOS 10, 14, 18 cm

➤ COLOCACION

➤ T.M.A.

➤ PROPORCION $\frac{\text{GRAVA}}{\text{ARENA}}$



VALORES TÍPICOS: 60/40, 55/45
65%/35%

➤ AGUA DE MEZCLADO

➤ AGUA DE ABSORCION

➤ ACABADO

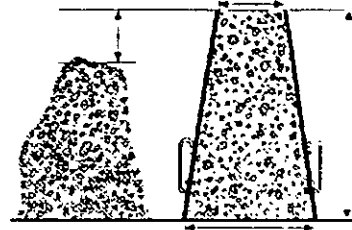
➤ DURABILIDAD

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

➤ METODO DE DISEÑO:
ACI - 211

➤ MEZCLA DE PRUEBA

➤ AJUSTES POR RESULTADOS

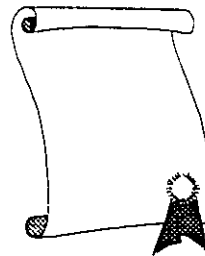


➤ PROPORCIONAMIENTO:

- cemento
- agua
- arena
- grava
- aditivos químicos
- aditivos minerales

Requisitos frecuentes incluidos en las ESPECIFICACIONES PARA CONCRETO

- Relación agua/cemento
- Tipo de cemento
- Contenido mínimo de cemento
- Bombeabilidad
- No segregación
- Módulo de elasticidad
- Peso volumétrico



DISEÑO DE MEZCLAS METODO ACI

• CEMENTO	ejemplo
– densidad	3.15 g/cm ³
• AGUA	
– densidad	1.0 g/cm ³
• ARENA NATURAL	
– densidad	2.64 g/cm ³
– módulo de finura (granul.)	2.8
– absorción	0.7%
– humedad	6.0%
• GRAVA TRITURADA	
– densidad	2.68 g/cm ³
– PVC	1602 kg/m ³
– TMA (granul.)	20 mm
– absorción	0.5%
– humedad	2.0%

EJEMPLO NUMERICO REAL DE DISEÑO DE MEZCLAS

Se pide:

- ⊙ $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$; G.C. B (90%)
- ⊙ revenimiento 10 cm
- ⊙ contenido mínimo de cemento 320 kg/m³
- ⊙ utilizar grava TMA 25 mm
- ⊙ uso: colado losas uso industrial; espesor 30 cm, concreto reforzado
- ⊙ no se permite el uso de aditivos
- ⊙ se utilizará cemento tipo I (CPO)

SECUENCIA DE DISEÑO ACI

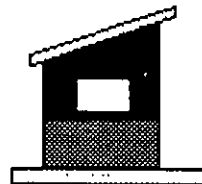
1. Elección de revenimiento
2. Cantidad de agua y contenido de aire
3. Elección TMA
4. Relación A/C
5. Cantidad de cemento
6. Contenido de grava
7. Arena
8. Ajustes por humedad
9. Ajustes a mezcla de prueba

DOSIFICACION DEL CONCRETO

BASE: diseños de mezclas

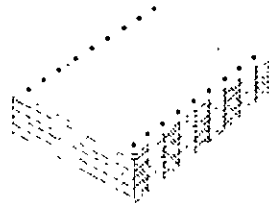
⊕ Práctica: TABLAS de proporcionamiento

DOSIFICACION: acción de pesar cada ingrediente, de acuerdo con el diseño



DOSIFICACION CONFIABLE

- ⇨ CALIBRACION DE BASCULAS
 - SATISFACER REQUISITOS DE TOLERANCIA ESPECIF.
- ⇨ VERIFICACION DISPOSITIVOS DE MEDICION
 - AGUA
 - ADITIVOS
- ⇨ REGISTROS
 - PESADAS
 - CALIBRACIONES
 - VERIFICACIONES



MEZCLADO DEL CONCRETO

OBJETIVO: uniformidad, \$ min



Mezclado en planta central } premezclado
Mezclado en camión revolvedora }

Mezclado en obra

REQUISITOS PARA EL MEZCLADO DEL CONCRETO

	M	PC
VOLUMEN DE MEZCLADO	63%	80%
REVOLUCIONES: 70 - 100 vel. mezclado		
TROMPO: sin costras limpio		
PRUEBAS DE UNIFORMIDAD	NMX C 155	

REQUISITOS DE UNIFORMIDAD DE MEZCLADO (NMX C 155)

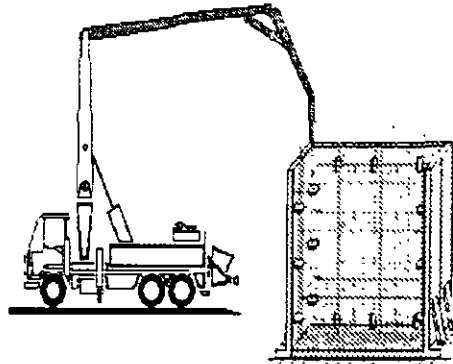
DIFERENCIAS ENTRE DOS MUESTRAS: \approx 15% Y 85% V

MASA:	< 15kg/m ³
CONT. AIRE:	< 1 %
REVENIMIENTO	< 2.5 cm para rev 6-12 cm
GRAVA	< 6%
fc a 7 días	< 10%

TRANSPORTE DEL CONCRETO

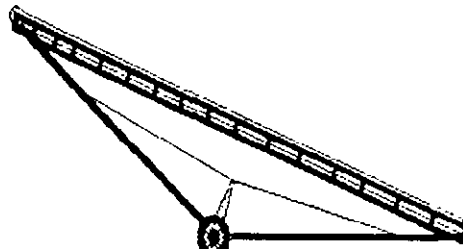
CONCEPTOS BASICOS:

- ⊙ Trabajabilidad
- ⊙ Segregación
- ⊙ Tiempo transcurrido
- ⊙ Temperatura en el concreto
- ⊙ Retemplado con agua
VS uso de aditivos



EQUIPO COMUN PARA TRANSPORTAR CONCRETO

- Ollas revolvedoras
- Canales
- Grúas y bachas
- Equipo de bombeo
- Bandas transportadoras
- Camiones de volteo
- Carretillas, boogies



FACTORES PARA INFLUIR LA ELECCION:

\$, ESPECIFICACIÓN
PROG CONSTRUCCION
DISPONIBILIDAD
ACCESOS
CARACTERISTICAS DEL CONCRETO



COLOCACION Y ACABADO DEL CONCRETO

Conceptos básicos:

- Importancia de las especificaciones
- Preservar calidad del concreto producido
- Preparación tramo de colado
- Planeación de colados
- Compactación - resistencia
- Acabado - durabilidad



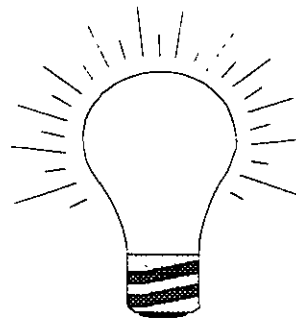
PREPARACION DE COLADOS

- DISEÑO DE UN FORMATO PARA AUTORIZACION DE COLADOS
- COMUNICACION AUTORIDADES
- IMPLANTACION
- SISTEMATIZACION

PLANEACION DE COLADOS

FACTORES RELEVANTES:

- Programa de construcción
- Volumen requerido
- Area de colocación
- Condiciones ambientales
- Especificaciones
- Equipo y accesorios
- Personal
- Necesidades de ensayos



COLOCACION Y ACABADO DEL CONCRETO

Conceptos básicos complementarios:

➤ Junta fría

➤ Sistema de juntas

➤ Acabado

➤ DURABILIDAD



➤ Unión concreto viejo - nuevo

➤ Congruencia análisis estructural - obra real

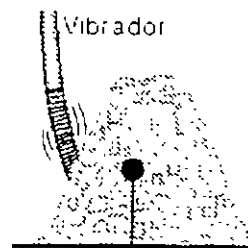
➤ Embebidos

➤ Limpieza de tramo

➤ SUPERVISION

DISTRIBUCION Y COMPACTACION DEL CONCRETO

- Compactación
- Capas de colado
- Segregación / cohesión
 - ⇒ vibradores
 - ⇒ reglas
 - ⇒ vibr. forma
- Ventanas

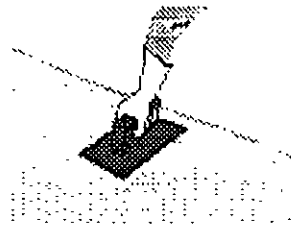


EJEMPLO ESPECIAL: clave túnel; tremie

ACABADO DEL CONCRETO

Conceptos fundamentales:

- Superficies
 - cimbradas
 - no cimbradas
- Uso de las superficies (estructuras)
- Las especificaciones
- Tiempos de fraguado
- Planeación de los acabados
 - tiempo
 - recursos
 - verificación
 - protección
- Acabados estéticos vs competentes



IMPORTANCIA DE LAS ESTRUCTURAS

- ⌚ Casa habitación concreto no arquitectónico
- ⌚ Muros fachada principal del banco, concreto arquitectónico
- ⌚ Losa piso industrial uso rudo
- ⌚ Pavimento carretera interestatal
- ⌚ Banquetas y andadores en importante zona comercial
- ⌚ Canal vertedor de concreto simple; alta velocidad del agua

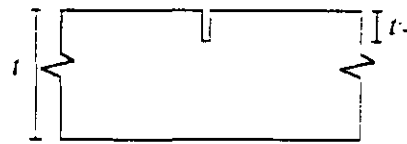
EQUIPO Y HERRAMIENTAS DE USO COMUN PARA DISTRIBUCION Y ACABADO DEL CONCRETO

- CANALONES, BOMBAS, BACHAS, ETC.
- TORNILLOS SINFIN, REGLAS, POLINES, PALAS, TRAXCAVOS
- planas madera
- llana metálica
- flota (llana de mango largo)
- bordeador
- helicóptero
- cepillo
- rastrillo
- moldes especiales

FORMACION DE JUNTAS

Congruencia con ingeniería de proyecto

➤ machihembradas
(molde)

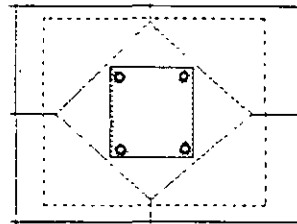


JUNTA DE CONTROL

➤ aserradas

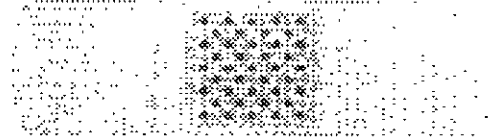
➤ preformadas: inserta material

➤ aislamiento estructural



RESANES

- Estético
 - Estructural
- lo común
- inspección
 - remoción defectos
 - restauración
 - verificación



CURADO DEL CONCRETO

Conceptos fundamentales:

- Hidratación del cemento
- Desarrollo de resistencia y de "impermeabilidad"
- Madurez

METODOS Y MATERIALES PARA CURADO

- ⇨ Inundación
- ⇨ Aspersión
- ⇨ Cubiertas húmedas
- ⇨ Rollos de plástico
- ⇨ Otros: atomización, membranas, etc.



CURADOS ESPECIALES PARA CONCRETO

- Curado a vapor T
- Curado en autoclave (T+P)
- Cubiertas aislantes (T)

- Otros: objetivo (T + tiempo)

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO

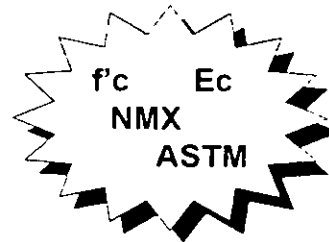
Conceptos fundamentales

- ⊗ Definición de la calidad
- ⊗ Administración de la calidad
 - ⇐ LABORATORIO
 - ⇐ PLANTA DE CONCRETO
 - ⇐ CAMPO
 - ⇐ INFORMES



LA CALIDAD EN LAS ESPECIFICACIONES

- Parámetros de calidad
- Frecuencia de ensayos
- Métodos de prueba
- Criterios de aceptación o rechazo



CONTROL DE CALIDAD VS VERIFICACION

CALIDAD DE LOS MATERIALES

CEMENTO: informes fábrica o específicos

AGUA: fraguado, resistencia

AGREGADOS: pr. físicas; en ocasiones,
mineralógicas / químicas

ADITIVOS: verificación, control

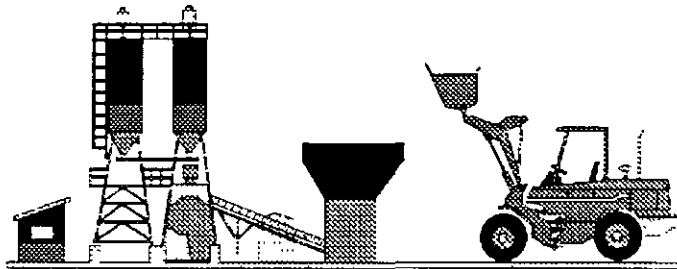
MEMBRANAS, juntas, resinas, etc.: verificación

CONCRETO: diseño de mezclas

CALIDAD EN LA PLANTA

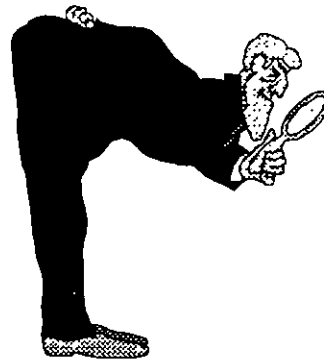
Producción, Mezclado, Transporte:

- Recepción, almacenamiento identificación y manejo de materiales
- Básculas
- Tablas
- Dosificación
- Ensayes
- Registros



CALIDAD EN LA PLANTA

- Diseños
- Personal, equipo
- Preparativos olla
- Dosificación
- Mezclado
- Inspección / verificación
- Ajustes
- Aprobación / envío
- Registros



CALIDAD DEL CONCRETO EN CAMPO

- Supervisión antes de colados
 - ✓ Recepción del concreto
 - ✓ Aprobación de tramos
 - ✓ Personal y Equipo
 - ✓ Organización
 - ✓ Especificaciones



CALIDAD DEL CONCRETO EN CAMPO

- Distribución, colocación y acabado
 - ✓ Equipo y accesorios
 - ✓ Personal
 - ✓ Prácticas constructivas
 - ✓ Registros
 - ✓ Organización
 - ✓ Especificaciones

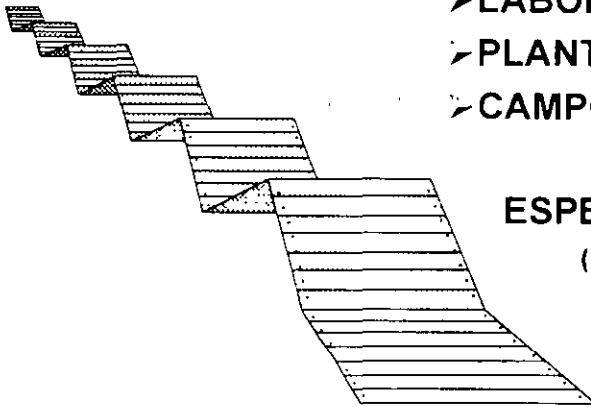
CALIDAD DEL CONCRETO EN CAMPO

- Curado y Protección
 - ✓ Materiales. Calidad de membranas
 - ✓ Verificación de H.R. y temperaturas
 - ✓ Desarrollo de resistencia
 - ✓ Protección del concreto
 - ✓ Registros
 - ✓ Organización
 - ✓ Especificaciones

INFORMES DE CALIDAD DE CONCRETO

- LABORATORIO
- PLANTA
- CAMPO

ESPECIFICACIONES
(Requerimientos)

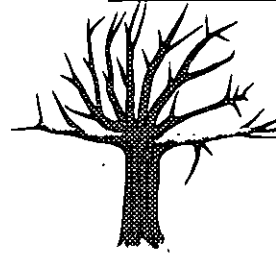


CONCRETO EN CLIMAS EXTREMOSOS

- **Clima cálido**
Definición y especificaciones



- **Clima frío**
Definición y especificaciones

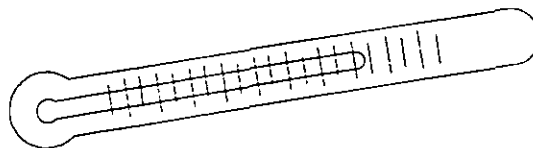


CONCRETO EN CLIMAS CALIDOS

CLIMA CALIDO



TEMPERATURA AMBIENTE
TEMPERATURA CONCRETO
HUMEDAD RELATIVA
VIENTO
NMX - C - 155

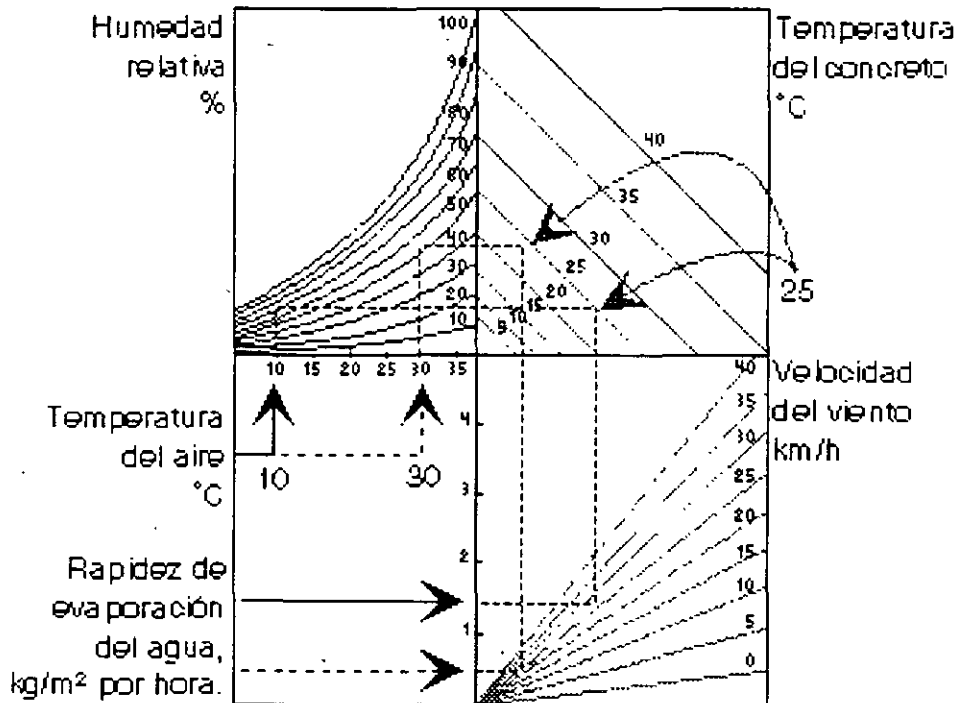
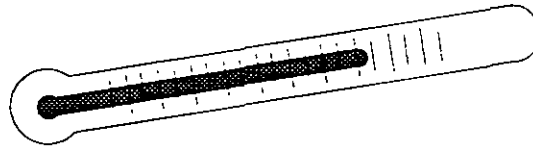


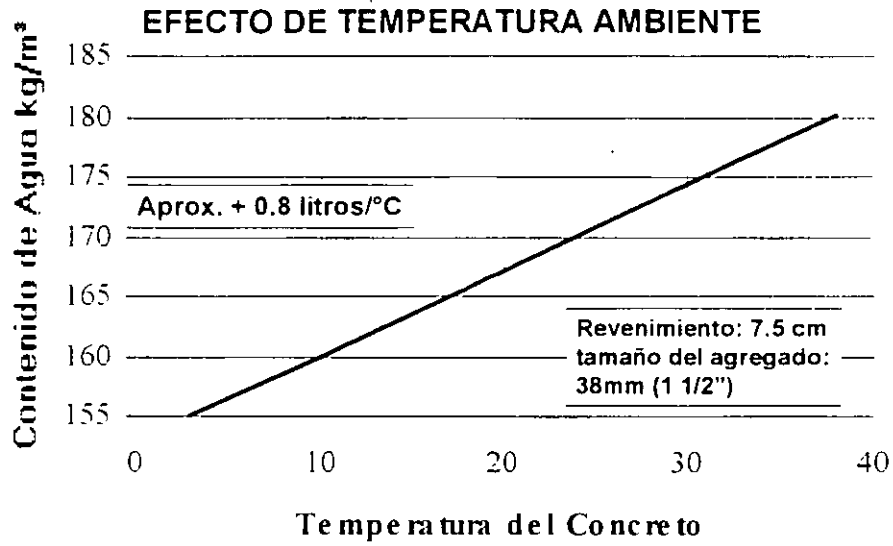
CONCRETO EN CLIMAS CALIDOS

CLIMA CALIDO



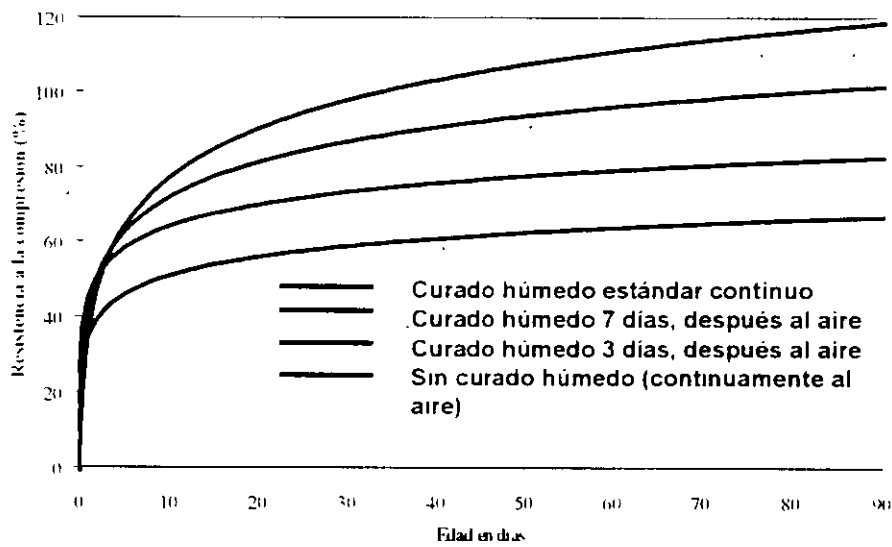
TEMPERATURA AMBIENTE
 TEMPERATURA CONCRETO
 HUMEDAD RELATIVA
 VIENTO
 NMX - C - 155





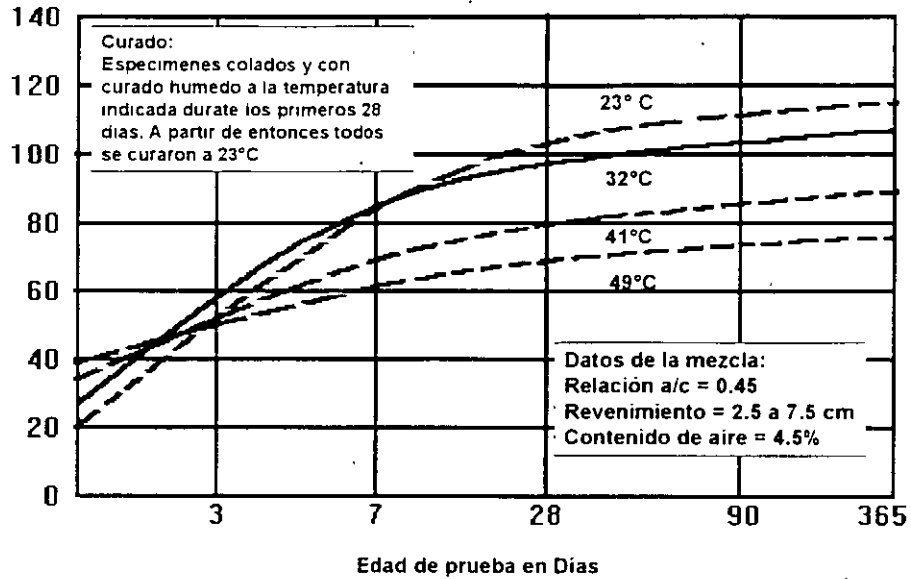
La cantidad necesaria de agua en una mezcla de concreto aumenta con el incremento en la temperatura del concreto

DESARROLLO DE RESISTENCIA



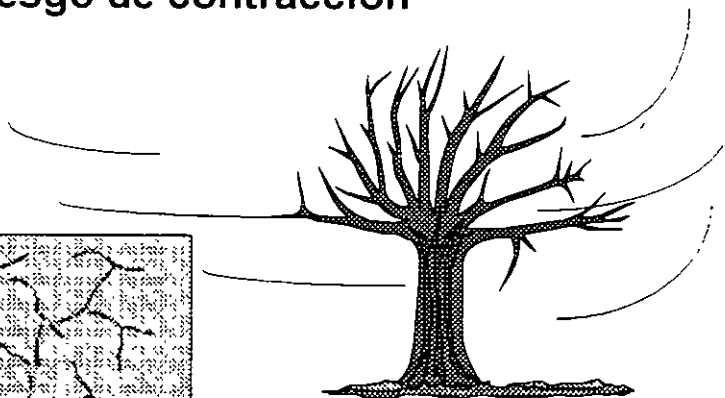
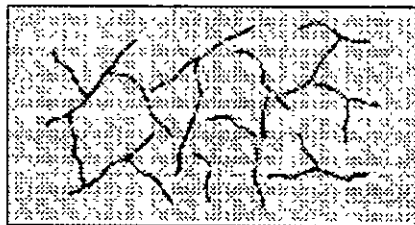
RESISTENCIA VS TEMPERATURA

Resistencia a la Compresión %



EFFECTOS DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO

- Mayor riesgo de contracción plástica



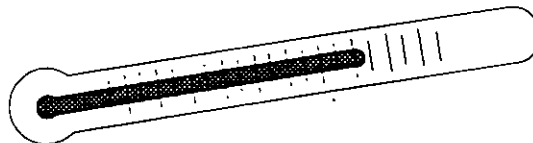
PROBLEMAS TÍPICOS DEL CONCRETO EN CLIMAS CALIDOS... Y SOLUCIONES

- Acelerada pérdida de (reventamiento) trabajabilidad
- Mayor demanda de agua
- Reducción del tiempo de fraguado
- Mayor tendencia al agrietamiento plástico y contracción por secado
- Riesgo de resistencias reducidas
- Disminución de la impermeabilidad y de la durabilidad



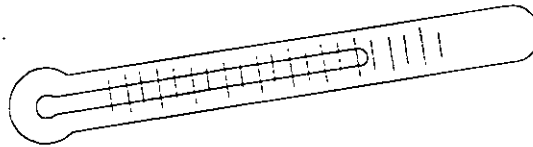
SOLUCIONES

- Minimizar cemento/m³ Resistencia de proyecto
Diseño de mezclas
- Precauciones en planta de producción de concretos
 - Bajar temperatura de agregados
 - Selección del tipo de cemento
 - Disminuir temperatura del agua de mezclado
 - Uso de aditivos



SOLUCIONES

- Minimizar cemento/m³ Resistencia de proyecto
Diseño de mezclas
- Precauciones en planta de producción de concretos
 - Bajar temperatura de agregados
 - Selección del tipo de cemento
 - Disminuir temperatura del agua de mezclado
 - Uso de aditivos



SOLUCIONES

- Prácticas de construcción en obra:
 - Decisión sobre días/horas de colado
 - Precauciones en el tramo vs resecamiento, aumento de temperatura, velocidad viento
 - Preparativos para colado eficiente, incl. acabado
 - Curado
 - Capacitación del personal

CONCRETO EN CLIMA FRIO

Conceptos fundamentales:

- Madurez = f (temperatura + tiempo)
 - < Temp => < f_c
 - > permeabilidad
- Agua al volverse hielo aumenta de volumen
- Es exotérmica la reacción cemento - agua
- La difusividad térmica del concreto es relativamente baja

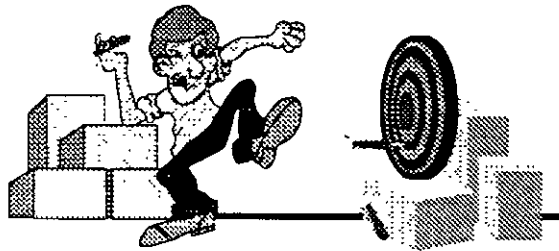
PROBLEMAS TIPICOS DEL CONCRETO ASOCIADOS A CLIMA FRIO

- ⊙ Retraso en el tiempo de fraguado del concreto. Afecta a las actividades de acabado
- ⊙ Menor desarrollo de resistencia y de "impermeabilidad" en el concreto. Afecta al descimbrado y otras características a temprana edad
- ⊙ Posibilidad de daño por congelamiento del agua interna/externa. Daño irreversible a la resistencia

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO PARA CLIMAS FRIOS

Objetivos:

- ✓ Evitar retrasos en tiempos de fraguado
- ✓ Proteger al concreto de sofreesfuerzos
- ✓ Generación de mayor cantidad de calor por efectos de hidratación del cemento



ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA DISEÑO DE MEZCLAS PARA CLIMA FRIO

- ⇐ Seleccionar el cemento que presente el mayor calor de hidratación, p. ej. tipo III
- ⇐ Acelerar la hidratación del cemento, utilizando un aditivo químico
- ⇐ Añadir un aditivo inclusor de aire

APOYOS ADICIONALES DURANTE LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO EN CLIMA FRIO

- ⇨ Calentar el agua de mezclado
- ⇨ Calentar agregados, evitando pesar hielo en vez de grava/arena
- ⇨ Secuencia de carga



COMPLEMENTOS UTILES EN OBRAS EN COLADOS BAJO CLIMA FRIO

- Calentar área de colado, incl. terreno
- Construcción de recintos temporales
- Uso de materiales / equipo aislantes para retener el calor de hidratación del cemento
- Retrasar los colados hasta tener mejores condiciones de temperatura
- Precalentar cimbras
- Monitoreo de temperatura: concreto / ambiente
- Evitar shocks térmicos en el concreto



CAMBIOS DE VOLUMEN EN LOS CONCRETOS

➤ Por temperatura

- en el concreto
- en el ambiente

... limite 20° C
c.d.t.=10 X 10⁻⁶/° C

➤ Por humedad

interna { mojado
 seco

expansión
contracción

externa: humedad relativa
- alta
- baja

fisuras, grietas

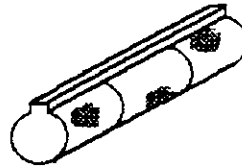


CAMBIOS POR CARGAS AL CONCRETO

◆ Módulo de elasticidad	$14000 \sqrt{f_c}$
◆ Relación de poisson	0.17 - 0.22
◆ Fluencia	15×10^{-6}

CAMBIOS POR EFECTOS QUIMICOS

- **Ataque por sulfatos presentes en**
 - suelo
 - aguas freáticas
 - contacto con agua
- **Reactividad álcali-agregado**
 - agregados reactivos
 - cemento alto en álcalis
 - alta H.R. o agua
- **Corrosión del acero de refuerzo**
 - recubrimiento del acero y pH
 - presencia de cloruros en el concreto... y humedad



CONCRETOS ESPECIALES

Concepto básico:

Son aquellos concretos cuyos requerimientos de desempeño en estado fresco o endurecido NO pueden lograrse variando

- Tipo de cemento
- Cantidades de materiales
- O utilizando el equipo o métodos constructivos convencionales
- O simplemente se aplica el término a concretos "poco comunes"

CONCRETO AUTONIVELANTE

Tiene ≥ 20 cm de revenimiento. Se utiliza aditivo superfluidizante

Ventajas: trabajabilidad sin incrementar contenido de pasta; autonivelante o requiere poco esfuerzo p compactar

Desventajas: Tiende a segregación

Aplicación típica: colado de obras con mucho armado, elementos delgados y/o de difícil acceso al concreto. Uso vs ruido.

CONCRETO REVENIMIENTO CERO

Aquél cuyo revenimiento ≤ 0.5 cm; por disminución de contenido de agua

La consistencia se mide con otros métodos: Vebe, factor de compactación

Ventajas: menor consumo de cemento; menor calor de hidratación

Desventajas: Requiere equipo especial para distribución y compactación

Aplicación: Colado de grandes volúmenes, en áreas importantes, p. ej. presas, fabricación de tubos y otros productos prefabricados vibrocomprimidos, p. ej. blocks

CONCRETO PRESFORZADO/POSTENSADO

El que se produce para la fabricación de elementos estructurales

- presforzados
- postensados

Típicamente son concretos con rev. \approx 3-5 cm ya incluido el aditivo reductor; resistencia a compresión 350-400 kg/cm², T.M.A. 13 ó 19 mm. Utiliza curado a vapor para rápido reuso de cimbras.

CONCRETO MASIVO

Suele denominarse así a los concretos cuyo

- contenido y tipo de cemento
- espesor del elemento por colar
- condiciones ambientales locales
- contenido y características térmicas del agregado
- Procedimiento de fabricación

inducirían tal cantidad de calor en la masa, que de no adoptarse medidas preventivas, provocarían el agrietamiento y degradación del concreto.

CONCRETO MASIVO

Aplicaciones típicas: pilas de puentes, cimentaciones de grandes equipos / estructuras, presas

Suele caracterizarse el concreto por utilizar:

- cemento con reducido calor de hidratación
- bajos consumos de cemento
- agregado T.M.A. 75 mm
- aditivo reductor y retardante
- hielo como sustituto de agua de mezclado
- bajos revenimientos

CONCRETO ALTA RESISTENCIA

Típicamente concretos con $f'c \geq 500 \text{kg/cm}^2$

Requerimientos particulares del concreto:

- Agregados densos, resistentes, gravas trituradas o semitrituradas. Estricto control de la uniformidad
- Uso de aditivo superreductor
- Uso de microsilice
- Alto grado de control de calidad en producción y campo

Aplicaciones: edificios altos, estructuras marinas y otras (importante inversión) con altos requerimientos de durabilidad, elementos prefabricados pretensados

CONCRETO BAJO AGUA (Tremie)

El que se utiliza para efectuar colados bajo agua.

Parámetros y aspectos relevantes:

- Alto revenimiento
- Uso de aditivos: superfluidizantes + antideslave
- Cemento resistente a sulfatos
- Requiere de tubería-embudo para ser colocado
- Control de profundidad del tubo (descarga)

OTROS CONCRETOS ESPECIALES

- Reforzado con fibras
- Con color
- Lanzado
- Arquitectónico; ej. Estampado
- Fluido, baja resistencia
- Poroso
- Celular
- C.C.R. (rodillos)
- Alto Desempeño

NORMATIVA APLICABLE A CONCRETOS

◆ Especificaciones

◆ Normas mexicanas / extranjeras

- NMX - C - 155 NMX-C-403
- ASTM - 94

◆ Reglamentos / prácticas construcción

- Nacionales DDF SCT, CFE
- Extranjeros ACI - 318

◆ SINALP / EMA - Laboratorios



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y
CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

**PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE MATERIALES:
ASFALTOS**

**EXPOSITOR: M. I. RAFAEL ANGEL LIMON LIMON
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACION DE MATERIALES: ASFALTOS

M.I. RAFAEL ANGEL LIMON LIMON

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

JULIO, 2000

CAPITULO V

1. EVALUACION DE LOS METODOS PROPUESTOS POR SHRP "STRATEGIC HIGHWAY RESEACH PROGRAM", PROGRAMA ESTRATEGICO DE DESARROLLO DE CARRETERAS.

Desde hace tiempo, se ha tenido el problema de definir y de tener una buena selección de métodos de ensaye, que aseguren la calidad de un ligante asfáltico para un pavimento que garantice durabilidad y resistencia a las cargas, temperaturas, tránsito y envejecimiento.

Considerando en tiempo, desarrollo así como en origen de las especificaciones de los asfaltos para pavimentos se tienen dos etapas en las cuales, en la primera de hace alrededor de 60 años se tenía un número pequeño de pruebas: penetración, punto de encendido, viscosidad Saybolt, ductilidad y el punto de reblandecimiento, se consideraba como suficiente para las condiciones de la época dado que se tenían asfaltos muy conocidos como eran los de Texas, California, México y Venezuela y su comportamiento en las condiciones de tránsito, envejecimiento, cargas, etc., era satisfactorio, pero posteriormente empezaron a tenerse más fuentes de abastecimiento de crudos, sistemas más sofisticados de refinación, así como un mayor requerimiento estructural de las capas de pavimentos asfálticos, lo que se tradujo en que aquellos métodos de laboratorio ya no eran los adecuados y se buscaron otros métodos de control de calidad para poder clasificarlos y tratar de adecuar su uso.

Los métodos de ensaye que se incorporaron fueron los de fragilidad FRASS, viscosidad absoluta, cinemática y brookfield, así como las de película delgada como fue primero el de TFOT y posteriormente el de RTFOT, que además de determinar una pérdida por calentamiento equivalente a los procesos de elaboración de los pavimentos, se pudieran efectuar ensayos después para compararlos.

Con lo anteriormente mencionado y las nuevas pruebas que se incorporaron, se hace más fácil la caracterización de un asfalto, pero se seguía adoleciendo de tener una compatibilidad entre los resultados de laboratorio y el comportamiento real del asfalto en la obra.

En el rango de altas temperaturas de servicio se tiene la viscosidad capilar absoluta a 60°C, la cual no es adecuada para algunos tipos de asfalto y no sirve para asfaltos envejecidos ni modificados con polímeros.

Actualmente no existen ensayos confiables que puedan fijar parámetros para clasificar el asfalto a bajas temperaturas.

El único método que se supone que evalúa las características internas del asfalto es el de la ductilidad, el cual tiene limitaciones ya que varía de un ensayo a otro, su valor es dudoso y no tiene relación con el comportamiento de una mezcla asfáltica a corto y largo plazo.

No existía una prueba que nos indicara el comportamiento a largo plazo del asfalto, sino únicamente en su etapa inicial, las únicas opciones para medir la susceptibilidad térmica de los asfaltos es mediante el índice de penetración o el coeficiente logarítmico de temperatura, pero no determinan el comportamiento a largo plazo.

Por lo anterior y dado que los asfaltos cada vez tienen menor durabilidad, así como las mezclas asfálticas y otros materiales, se implementó el programa SHRP para seleccionar en el caso que nos ocupa, asfaltos idóneos para cada lugar de acuerdo a las condiciones y la disponibilidad de los mismos ya sean naturales o modificados. El programa sugerido es el siguiente:

- 1.1 Determinar las propiedades fundamentales de los asfaltos, las causas de falla de estos y de las mezclas asfálticas.
 - 1.2 Identificar por regiones las temperaturas máximas y mínimas de diseño a las que estarán sujetos los pavimentos.
 - 1.3 Correlacionar las fallas de los pavimentos y las propiedades de los asfaltos
 - 1.4 Determinar las cargas en peso, intensidad y los tiempos en que estas actúan en los pavimentos.
 - 1.5 Selección de los métodos de ensaye adecuados que midan realmente las propiedades al asfalto, así como su comportamiento en el campo
 - 1.6 Seleccionar pruebas que puedan sustituir a otros cuando sea necesario, por normas y disponibilidades de equipo.
 - 1.7 Determinar que las nuevas especificaciones, puedan ser correlacionadas con las fallas de los pavimentos flexibles, medidos bajo las condiciones de tránsito y de lugar donde son colocados.
2. CUAL ES EL CONCEPTO DE LAS ESPECIFICACIONES PARA CEMENTOS ASFALTICOS DE SHRP.
- 2.1 Determinar mediante un estudio en el que se consideren todas las fallas de los pavimentos y su relación con las propiedades físicas de los asfaltos para poder tener un parámetro; y con este determinar que valores límite pueden ser fijados a dichas propiedades.

2.2 Los mecanismos de falla, que preocupan en las mezclas asfálticas de un pavimento están referidas a lo siguiente:

- a. Grietas o fisuras por contracciones de baja temperatura.
 - b. Grietas por fatiga debido a las cargas dinámicas en intensidad y tipo de carga
 - c. Deformación plástica en las capas asfálticas "Roderas" por falta de capacidad estructural o altas temperaturas de pavimento.
 - d. Envejecimiento prematuro del asfalto debido a la acción de los agentes atmosféricos junto con la calidad propia del asfalto.
 - e. Daños por la presencia de humedad en el asfalto, debido a lluvias, congelamiento, humedad ambiente, etc.
- Pero este concepto se dejó para su análisis en el capítulo de mezclas asfálticas, ya que estos daños son resultantes de la inter-relación del agregado-asfalto.

2.3 Climatología: Las condiciones ambientales y del lugar donde se coloca el pavimento, tiene una gran influencia en la temperatura a que van a trabajar los pavimentos asfálticos y esto redundará en la resistencia que ofrecen durante su vida de servicio por lo que se consideró que era necesario incorporarlo dentro de las normas SHRP.

Para esto se recomendó la temperatura mínima de un día de pavimento para seleccionar un asfalto que resista a la fractura o rigidez "Thermal Cracking"

La temperatura máxima y el promedio de los siete días seguidos de máxima temperatura durante el año para evitar deformaciones permanentes, se determinó que era necesario contar con los datos meteorológicos que se tuvieron durante los últimos 50 años de las estaciones meteorológicas.

El problema surgía en que se obtenía la temperatura del aire mas no así la del pavimento; sin embargo puede ser transformado a temperaturas máximas y mínimas, mediante fórmulas matemáticas.

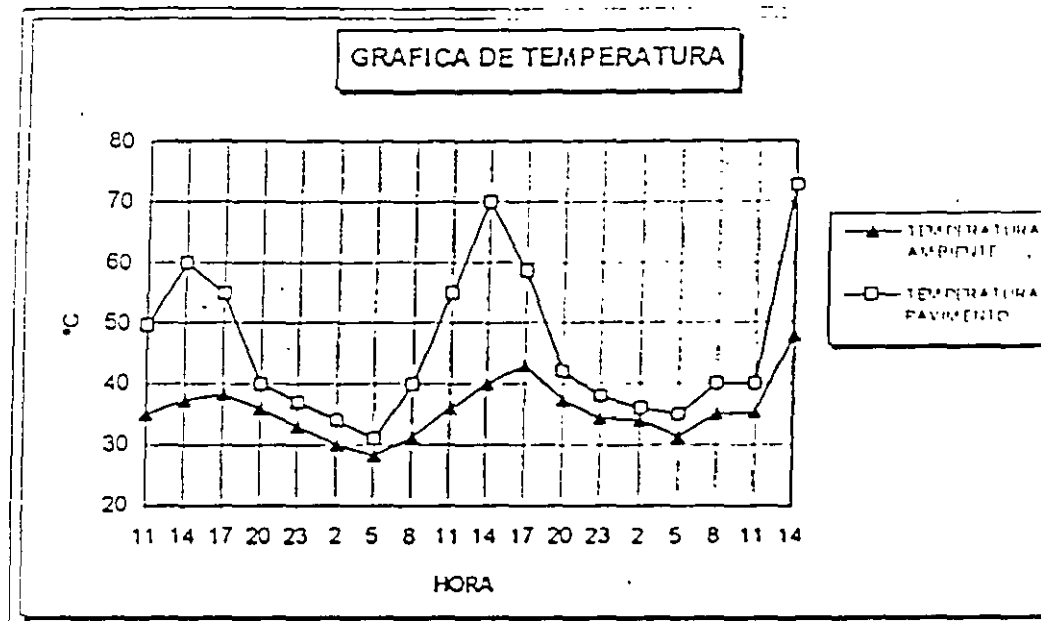


FIGURA 13

DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURA DEL PAVIMENTO Y TEMPERATURA DEL AIRE

El sistema que se siguió para esto fue el siguiente:

- Para el caso de la temperatura mínima, se tomó durante un promedio de 30 años de cada lugar, cada año la más baja y se determinó la media de todas las más bajas temperaturas, la desviación estándar de ellas y el número de años, con esto se llegó a la fórmula siguiente para determinar la temperatura más baja del pavimento en la superficie.

$$T_{\text{min.}} = 0.859 T_{\text{aire}} + 1.7$$

donde:

$T_{\text{min.}}$ = Temperatura mínima del pavimento en °C

T_{aire} = temperatura mínima del aire en los últimos 30 años en un día.

- Para la temperatura máxima del pavimento que esta inter-relacionada con las deformaciones permanentes del pavimento, se tomó el dato de cada año de los últimos 30 años o los disponibles, en los cuales se determinó los 7 días más calurosos de cada año, calculando en forma progresiva y el primer día

puede ser cambiado por otro día de máxima temperatura y que se agrega al final y se selecciona el más alto promedio de los últimos 30 años de los registros existentes, para determinar la temperatura máxima del pavimento se considera a una profundidad de 20 mm. de la superficie del pavimento y se determina por la siguiente fórmula:

$$T_{20 \text{ mm}} = (T_{\text{aire}} - 0.0618 \text{ Lat}^2 + 0.2.289 \text{ lat} + 42.2) (0.9545) - 17.78$$

donde:

$T_{20 \text{ mm}}$ = Temperatura máxima de diseño a una profundidad de 20 mm

T_{aire} = Promedio de 7 días de temperatura máxima del aire máximo.

Lat = Latitud geográfica del lugar en grados.

3. REOLOGIA.

La mayoría de las pruebas aceptadas y normadas por SHRP, están basadas en la reología por lo que daremos una breve explicación de la misma.

Reología es la ciencia de la deformación y el flujo de la materia, por lo que cualquier material sometido a un esfuerzo cortante suficiente es capaz de deformarse y fluir.

La mecánica racional considera los cuerpos como indeformables y la mecánica elástica los asimila a sólidos elásticos, de acuerdo a la ley de Hooke.

La reología considera el caso en que las deformaciones producidas por un agente exterior están íntimamente ligadas al factor del tiempo.

Los asfaltos por ser sistemas coloidales tienen propiedades reológicas especiales, por lo que se adaptan a una gran variedad de usos. Al conocer dichas propiedades hace posible una correcta clasificación, así como poder elegir el material más adecuado.

El comportamiento reológico de un material está sujeto a las variables: temperatura, presión, tiempo, esfuerzo cortante y velocidad de deformación. Al determinar los índices reológicos, podemos tener las tres primeras como constantes y obtener unos diagramas denominados "Curvas de Consistencia", que representan el gradiente de velocidad en función del esfuerzo cortante, que hace fluir el material a la velocidad del gradiente.

Cuando un fluido se somete a la acción de una fuerza se deforma y fluye, una parte de la energía se transforma en energía cinética "almacenada", y otra parte más o menos grande se disipa en forma de energía calorífica siendo esta la que determina la viscosidad, la cual varía de acuerdo a la energía disipada.

Newton definió el concepto de viscosidad y su hipótesis, en que un líquido en movimiento que se desliza a una velocidad constante ejerce una fuerza "f" sobre otro situado a una distancia "δy" cuya velocidad difiere en "δv", por lo que se tiene la ecuación:

$$f = \eta S \frac{\delta v}{\delta y}$$

siendo:

η = Constante de fluido en movimiento.

S = Superficie de las capas.

η = Constante de fluido en movimiento que es la fuerza necesaria por unidad de área para mantener la diferencia de velocidad.

La inversa de la η se llama fluidez y se representa por ϕ

$$\text{donde: } \phi = \frac{1}{\eta}$$

El incremento de la velocidad "δv" de un plano respecto a otro situado a la distancia "δy" medido perpendicularmente a la dirección de velocidad $\delta v / \delta y$ se le denomina "Gradiente de velocidad" y se le denomina y se le identifica como la velocidad de deformación angular de y/dt .

Los fluidos donde existe una relación proporcional entre el esfuerzo cortante y el gradiente de velocidad D, se les denomina líquidos newtonianos, y se representa por una recta en el diagrama, este comportamiento es común en algunos asfaltos de la zona de Panuco en México.

Por lo general la mayoría de los asfaltos son líquidos no newtonianos que por no ser fluidos muestran variaciones en la viscosidad y su comportamiento entre un líquido y un sólido, requiriéndose un esfuerzo cortante crítico para que empiece a fluir llamado límite de fluencia, por lo que abajo de este valor se comporta como sólido y arriba como líquido y su ecuación es la siguiente:

$$\sigma - \sigma_c = \frac{1}{\mu} \frac{\delta v}{\delta y}$$

Por lo que un material plástico tiene dos constantes independientes, la viscosidad que da propiedades newtonianas de líquidos y el límite de fluencia que nos determina la carga máxima que puede soportar sin que se produzcan deformaciones con velocidad constante y se denominan plásticos o binghamianos.

Existen otros tipos de fluidos denominados pseudoplásticos al cual pertenecen los asfaltos modificados los cuales no tienen un límite de fluencia, no medible y su gradiente de velocidad no es directamente proporcional a la tensión aplicada, sino que crece más rápidamente y sus variables están regidas por una ecuación más compleja y dentro de este comportamiento se encuentran los asfaltos soplados, modificados, recuperados y algunos asfaltos después de la prueba de envejecimiento en la película delgada, transformándose los comportamientos newtonianos en pseudoplásticos

La realidad es que los materiales pseudoplásticos ocupan una posición intermedia entre los newtonianos y los plásticos.

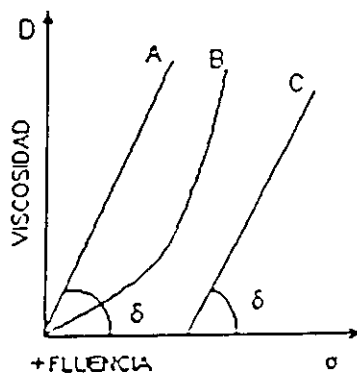


DIAGRAMA REOLOGICO
FIGURA 14

- A = Líquido Newtoniano
- B = Fluido Pseudoplástico
- C = Fluido Plástico

Por otra parte al tratar de representar la visco-elasticidad como una relación podemos tener las siguientes condiciones:

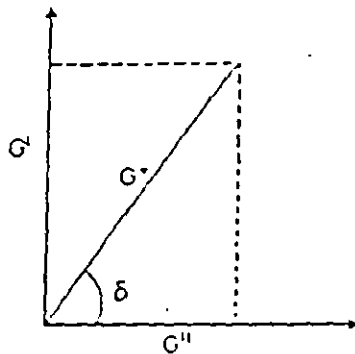


DIAGRAMA VISCOELASTICO
FIGURA 15

donde:

G' = Componente de viscosidad (energía disipada)

G'' = Componente Elástico (energía almacenada)

δ = Ángulo Fase

G^* = Módulo Complejo SHRP

$G^*/\sin \delta$ = Módulo Complejo SHRP entre seno δ

$G^*\sin \delta$ = Módulo Complejo por seno δ

Estos son los parámetros para la prueba de reología de corte directo.

4. ENSAYES SELECCIONADOS POR SHRP PARA CEMENTOS ASFALTICOS.

- De acuerdo a lo anteriormente mencionado, el desarrollo de nuevas especificaciones que estuvieran relacionadas con el comportamiento de los asfaltos en la obra, requiere de la selección de las propiedades físicas del asfalto que están estrechamente vinculadas con las formas de falla de un pavimento, de acuerdo a los principios de ingeniería.
- Los ensayos seleccionados miden las propiedades reológicas a altas temperaturas como son las de elaboración de la mezcla asfáltica en las etapas de calentamiento, bombeo, mezclado, tendido y compactación, a altas temperaturas de servicio en la obra, como temperaturas intermedias y bajas temperaturas de servicio en la obra, para que pueda ser homologados a los requerimientos necesarios.

Estos ensayos y su designación y característica de norma se indican en la tabla siguiente:

ENSAYES UTILIZADOS POR SHRP PARA CEMENTOS ASFALTICOS

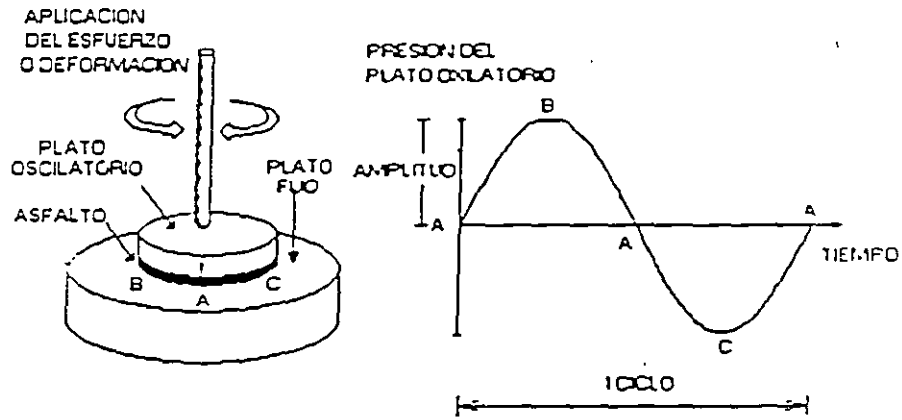
PRUEBA	DETERMINA	NORMA	
Punto de encendido "SP"	Temperatura de Riesgo	ASTM D-9290	AASHTO T-48
Viscosidad coaxial rotacional Coaxial Brookfield "V.B."	Viscosidad a altas temperaturas	ASTM D-4402	AASHTO TP-48
Reómetro de corte dinámico "DSR"	G^* y δ a altas y medias temperaturas	SHRP B-003	AASHTO TP-5
Envejecimiento en película delgada rolada "RTFOT"	Envejecimiento a corto plazo	ASTM D-2872	AASHTO T-240
Envejecimiento en el molde de presión "PAV"	Envejecimiento a largo plazo	SHRP D-005	AASHTO PP-1
Ensaye de tensión directa "DTT"	Deformación a la ruptura por tensión a baja temperatura	SHRP B-006	AASHTO TP-7
Reómetro de flexión por viga de apoyos "BBR"	S (t) y m a baja temperatura	SHRP B-002	AASHTO TP-1

TABLA 1

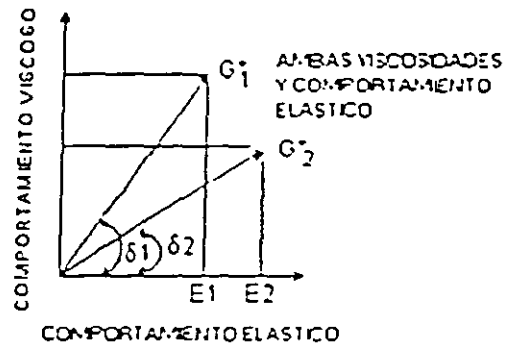
Los dos primeros ensayos son de todos conocidos y se anexan por razones de calidad y de seguridad, por lo que nos referiremos a los otros métodos de ensaye

4.1 REOMETRO DE CORTE DINAMICO. DSR.

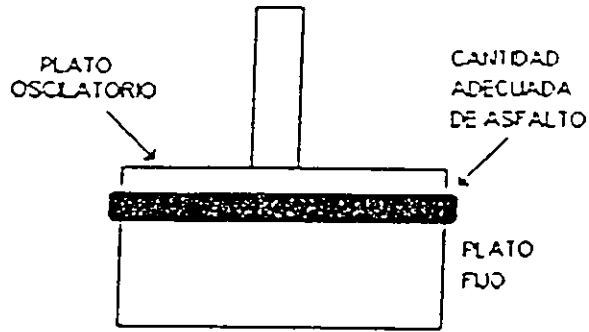
Este equipo permite medir el módulo complejo de corte (G^*) y el ángulo de fase (δ) a diferentes temperaturas y tiempos de esfuerzo, expresando a este último en radianes por segundo. Como los esfuerzos responsables de la deformación plástica del asfalto son los de corte, la reología en corte simple es la técnica más adecuada para prevenir deformaciones permanentes del ligante. La muestra de asfalto es colocada entre dos placas paralelas con espesor de 2 mm y diámetro de 25 mm, para altas temperaturas, o espesor de 1 mm y diámetro de 8 mm para temperaturas intermedias. Se aplica una frecuencia de oscilación de 10 radianes/segundo (1.59 Hz.)



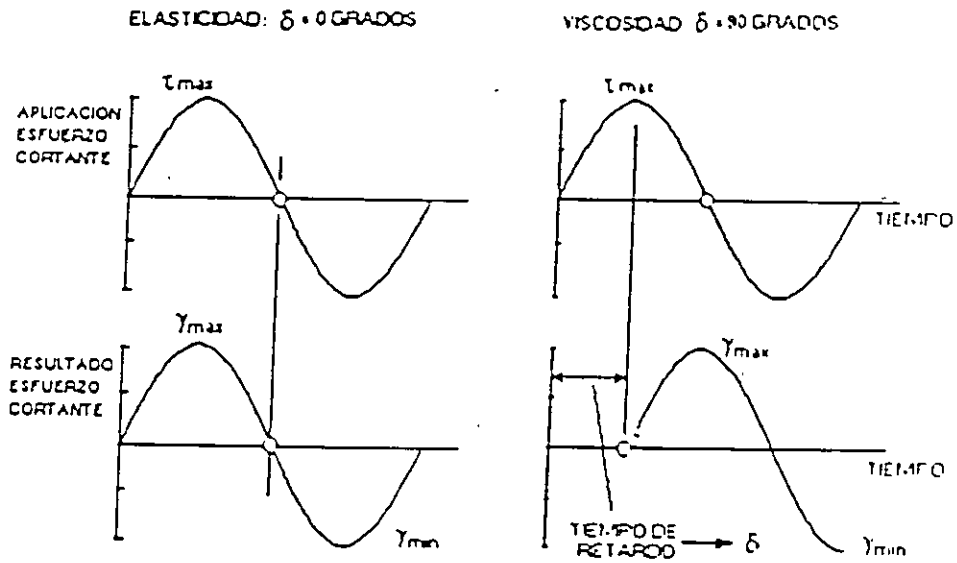
OPERACION DEL REOMETRO DINAMICO DE CORTE
 FIGURA 16.1



COMPORTAMIENTO VISCOELASTICO
 FIGURA 16.2

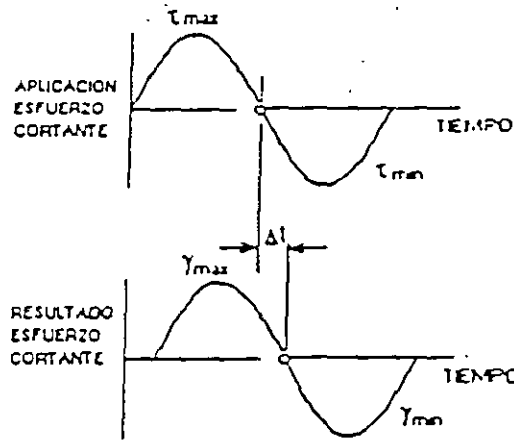


MUESTRA DE ASFALTO COLOCADA EN DRS
FIGURA 16.3



ESFUERZO VARIABLE PARA UNA CONSTANTE DEFORMACION
FIGURA 16.4

VISCOSIDAD: $0 < \delta < 90^\circ$

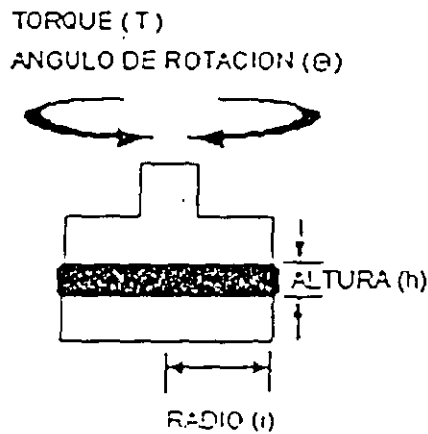


$$G' = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{\gamma_{max} - \gamma_{min}}$$

$$\Delta t = \text{TIEMPO DE DESFAZAMIENTO} \rightarrow \delta$$

ESFUERZO DEFORMACION RESPUESTA PARA UN MATERIAL VISCOELASTICO
FIGURA 16.5

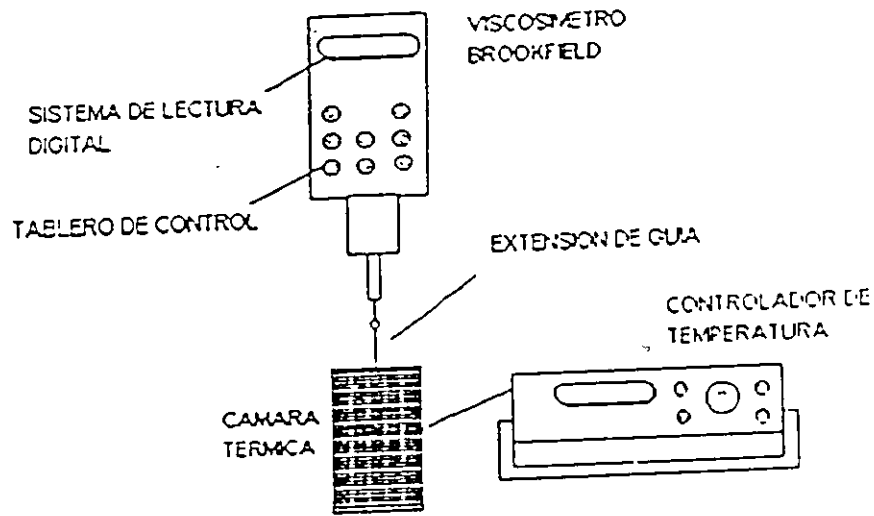
- T = Máxima aplicación del corte
- r = Radio de espécimen
- θ = Ángulo rotacional
- h = Altura del espécimen (1 ó 2 mm.)



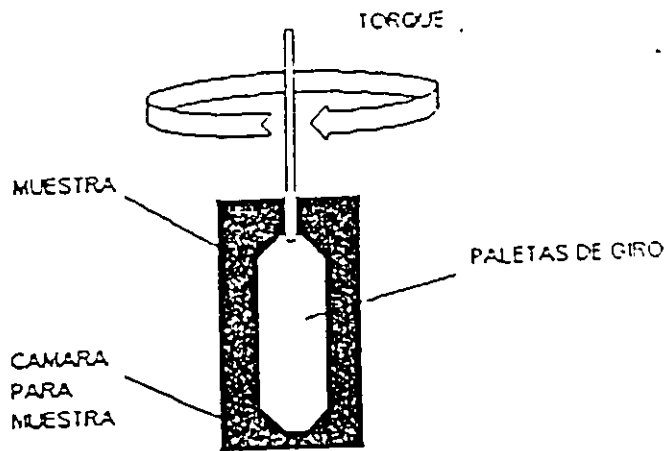
DSR CALCULOS DE ESPECIMEN DE ASFALTO
FIGURA 16.6

4.2 VISCOSIDAD COAXIAL ROTACIONAL. R.V.

Se utiliza para dos fines: asegurar que el ligante asfáltico es suficientemente fluido para ser transportado, bombeado y mezclado; y para construir la curva viscosidad-temperatura. Se ha especificado el viscosímetro rotacional Brookfield con sistema Thermostel de acuerdo con la norma ASTM D-4420. Se mide la viscosidad a temperaturas entre 80 y 180°C dependiendo del tipo de asfalto



VISCOSIMETRO ROTACIONAL
FIGURA 17.1



OPERACION DEL VISCOSIMETRO ROTACIONAL
FIGURA 17.2

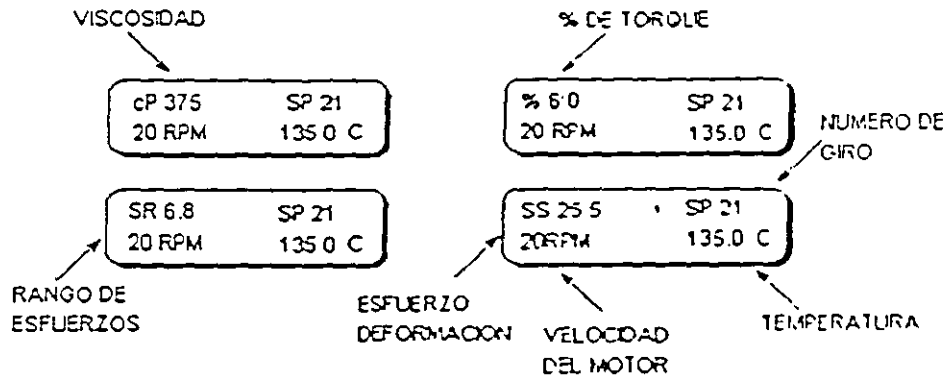
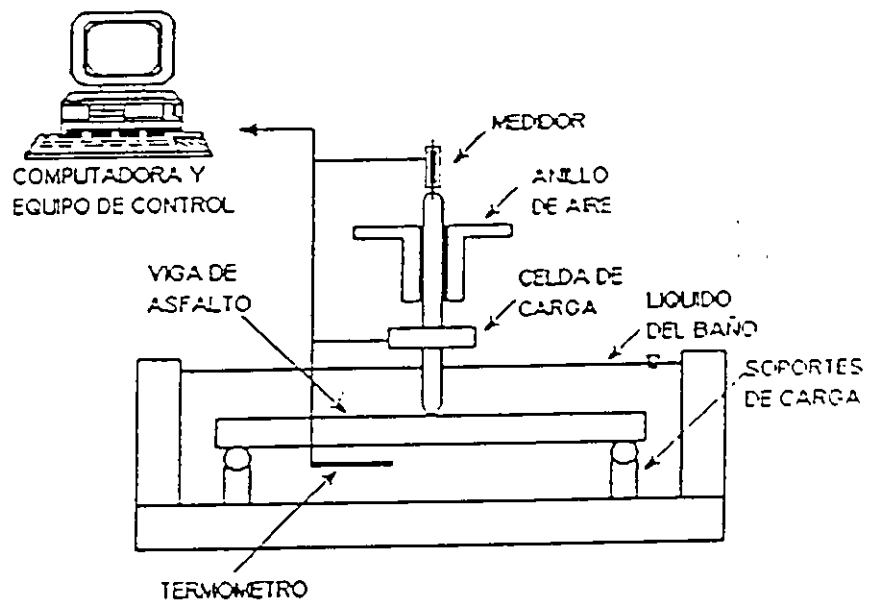


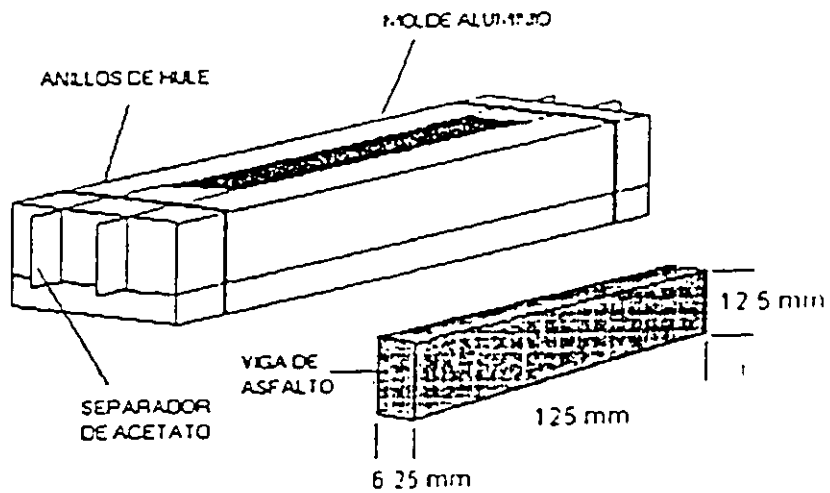
DIAGRAMA DEL VISCOSIMETRO ROTACIONAL
FIGURA 17.3

4.3 REOMETRO DE FLEXION. BBR.

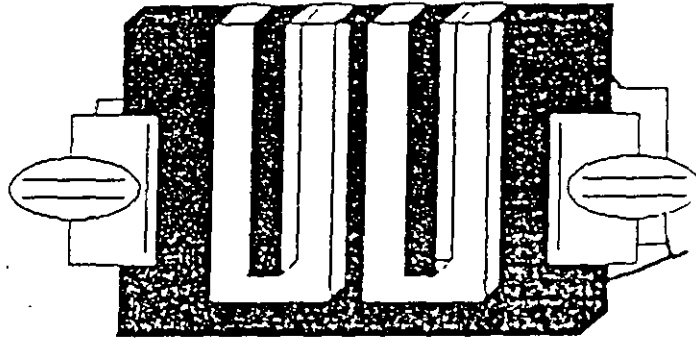
Por primera vez en la historia de las especificaciones de asfaltos se esta en condiciones de medir las propiedades de los mismos a las temperaturas minimas del pavimento. Este es un ensayo de deformación por flujo plástico a bajas temperaturas que muestra como el asfalto se deforma bajo una cara constante permitiendo medir la rigidez del mismo y el valor de la pendiente a los 60 segundos de carga. Esta rigidez en la deformación por flujo plástico a flexion, permitirá determinar si el asfalto puede resistir fisuramiento termico a bajas temperaturas y está relacionado con el concepto de "limite de rigidez por temperatura", que es la temperatura del pavimento a la cual un dado valor de la rigidez, es alcanzada por el asfalto a un especificado tiempo carga



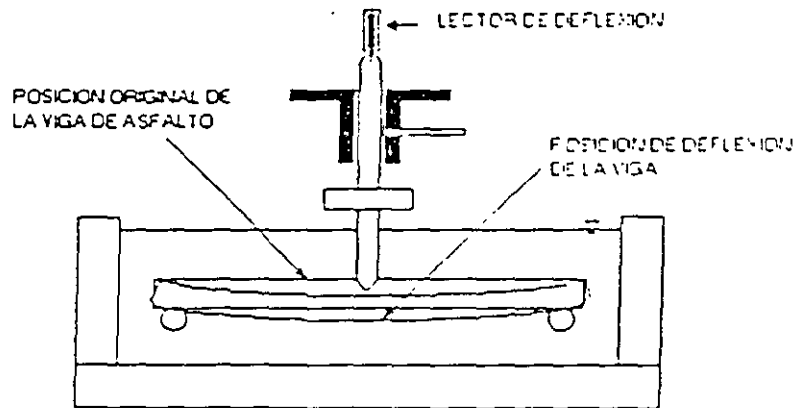
REOMETRO DE FLEXION DE VIGA
FIGURA 18.1



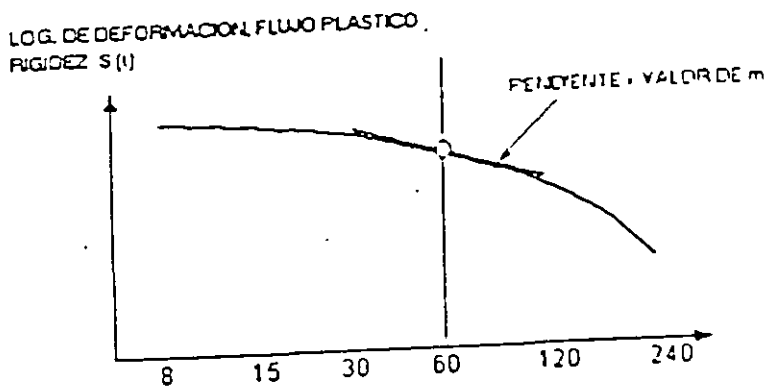
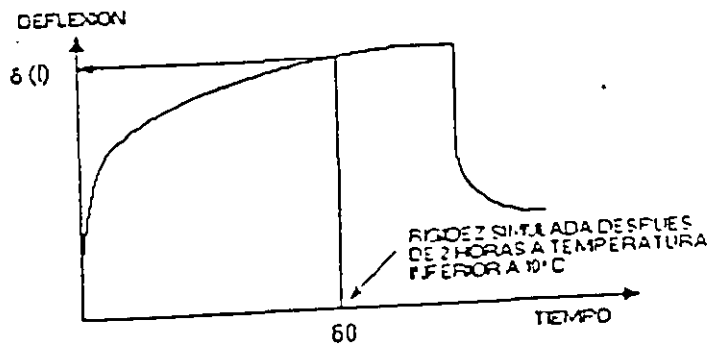
ARMADO DEL MOLDE DE ALUMINIO
FIGURA 18.2



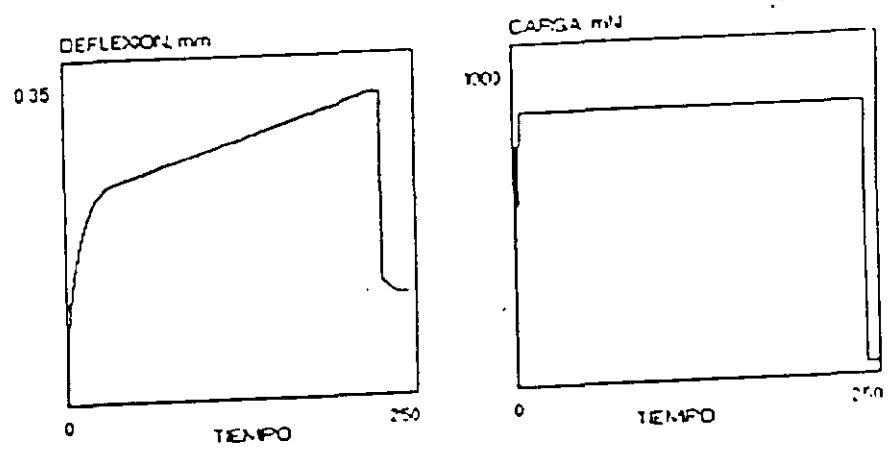
MONTAJE DE MOLDES DE HULE SILICON
FIGURA 18.3



ENSAYE DE FLEXION POR VIGA
FIGURA 18.4



DEFLEXION EN BBR Y VALOR DE LA PENDIENTE
FIGURA 18.5



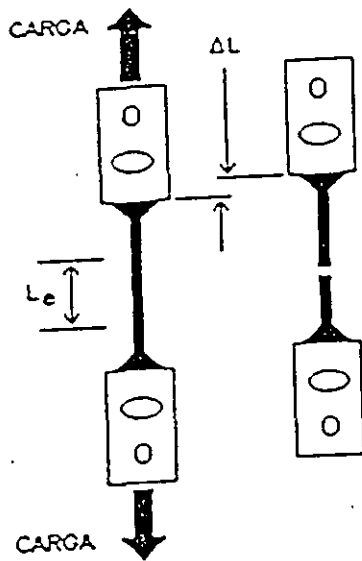
TIPICA DEFLEXION BBR Y RETIRO DE CARGA
FIGURA 18.6

$$S(t) = \frac{PL^3}{4bh^3 d(t)}$$

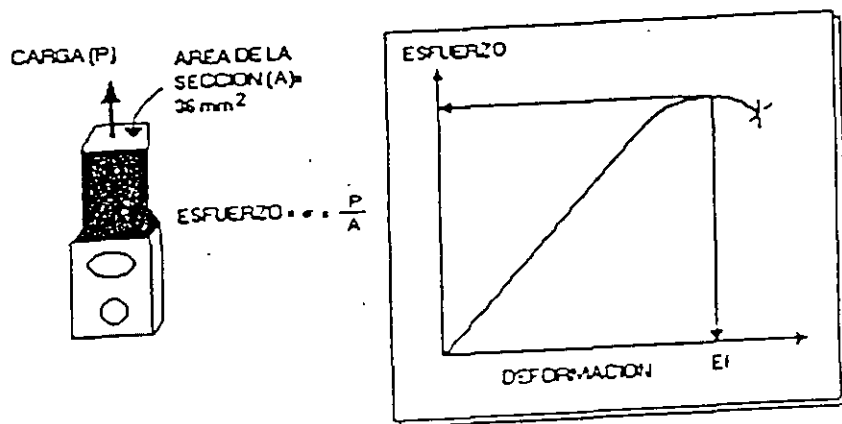
FORMULA A

4.4 ENSAYE DE TENSION DIRECTA.

El ensayo de tensión directa mide la deformación de rotura a temperaturas bajo cero donde el asfalto exhibe comportamiento frágil. El ensayo se realiza sobre muestras de asfalto que han sido sometidas a envejecimiento de corto y largo plazo. Este ensayo fue desarrollado como complemento del BBR dado que en algunos casos, particularmente con asfaltos modificados con polimeros, a pesar de tener un alto valor de rigidez, el ligante puede aún ser estirado o deformado sin rotura. Para estos casos SHRP diseñó DTT a fin de poder evaluar si el asfalto a pesar de tener un alto $S(t)$ muestra un comportamiento razonablemente dúctil a bajas temperaturas. El equipo posee algunas características particulares, dado que las deformaciones a medir son extremadamente pequeñas y el control de temperaturas bajo cero debe ser estricto.

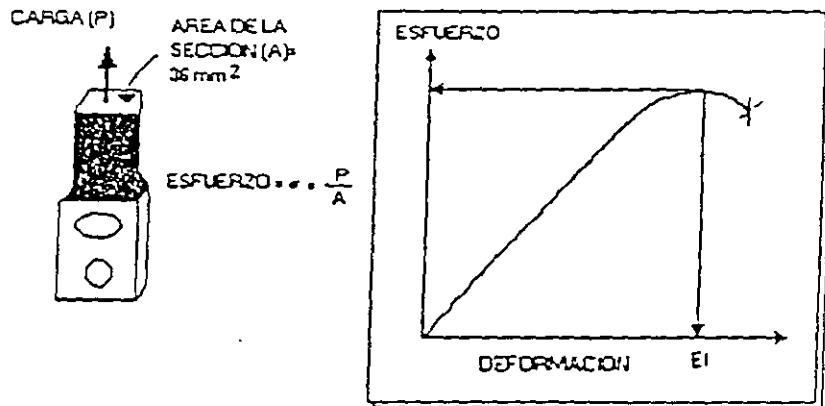


ENSAYE DE TENSION INDIRECTA
FIGURA 19.1

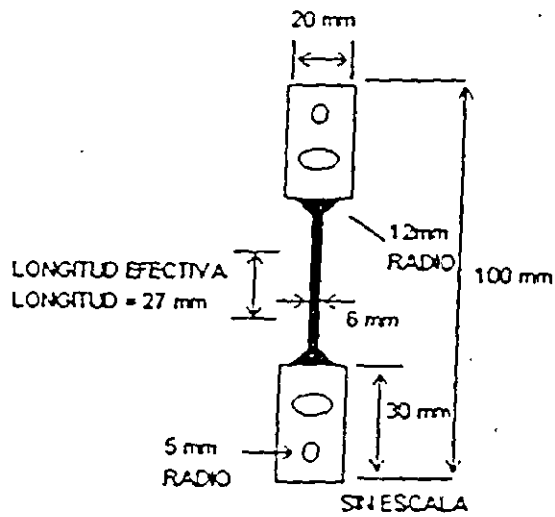


ESFUERZO Y DEFORMACION A LA FALLA EN ENSAYE DE TENSION
DIRECTA
FIGURA 19.2

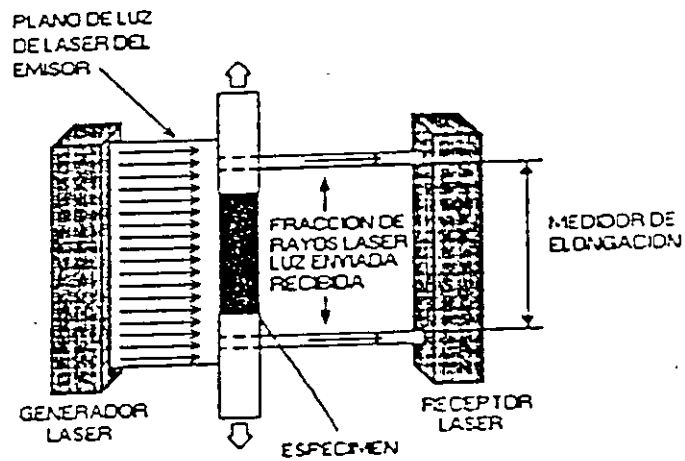
MOLDES DE TENSION DIRECTA PREPARACION DE LOS ESPECIMENES
 FIGURA 19.3



DIMENSIONES DEL ESPECIMEN PARA TENSION DIRECTA
 FIGURA 19.4



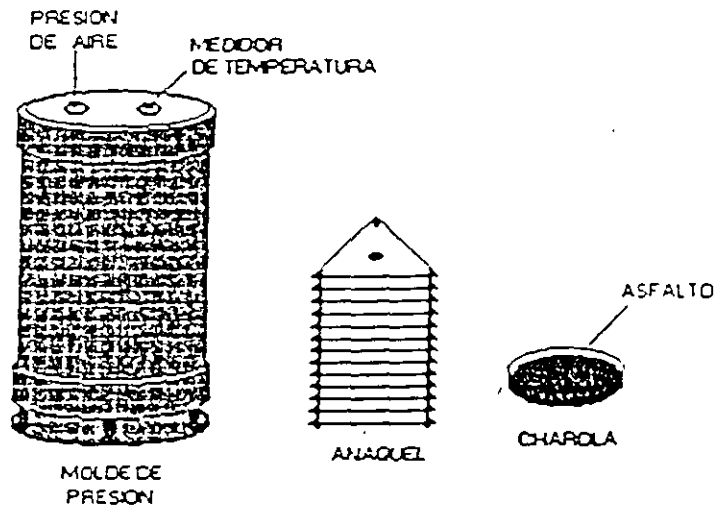
TENSION DIRECTA MORDAZAS DE ESPECIMEN
 FIGURA 19.5



DTT MICROMETRO LASER VISTA DE LADO
FIGURA 19.6

4.5 ENVEJECIMIENTO A LARGO PLAZO A PRESION Y TEMPERATURA PAV.

El envejecimiento que sufre el asfalto durante su vida útil en el pavimento es tomado en cuenta por primera vez en una especificación de asfaltos. Este equipo utiliza aire comprimido a alta presión (2070 Kpa) y altas temperaturas (90, 100 o 110°C) de manera de poder simular el envejecimiento a largo plazo (5 años) en tan solo 20 hr de ensayo. Se utilizan muestras de asfalto previamente envejecidas con el RTFOT, las cuales se colocan en 10 recipientes que a su vez se colocan dentro de una vasija de acero inoxidable. La temperatura de ensayo varía según el clima de la región, la mayoría de las cuales admite 100°C. El ensayo simula entre 5 y 10 años de envejecimiento en el campo.



MOLDE DE PRESION, ENVEJECIMIENTO Y COMPONENTES
FIGURA 20

5. PARAMETROS ELEGIDOS Y LIMITES ESTABLECIDOS EN LA ESPECIFICACION SHRP (AASHTO MP1) PARA CEMENTOS ASFALTICOS.

La primera importante diferencia entre las nuevas especificaciones SHRP y las actuales, las propiedades de los asfaltos se miden a distintas temperaturas de acuerdo con el clima de la región considerada, mientras los valores limites permanecen constantes.

Por razones de seguridad se establece un valor minimo del "punto de encendido" (AASHTO T48) de 230°C para todos los asfaltos en su condición original

Para asegurar una adecuada trabajabilidad del ligante la especificacion fija como máximo una viscosidad de 3 Pa.s a 135°C en el ligante original y para todos los grados. Este requerimiento puede ser eliminado si el fabricante del ligante asegura que el mismo puede ser bombeado y mezclado a temperaturas adecuadas

Para evitar un envejecimiento excesivo (volatilización) durante la etapa de mezclado y construcción se establece una pérdida de masa máxima del 1% en el residuo RTFOT

Se han seleccionado parámetros que miden la viscosidad del asfalto, el módulo dinámico corte y el ángulo de fase, la rigidez y la pendiente de la curva rigidez vs tiempo y las características de fractura a bajas temperaturas.

5.1 DEFORMACIONES PERMANENTES

Este tipo de falla del pavimento es crítica a altas temperaturas de servicio y es causada por la acumulación de deformaciones plásticas en la mezcla que resulta de la aplicación repetida de cargas del tránsito. Las propiedades de ligante asfáltico junto con los agregados y las características de las mezclas juegan un rol importante en la resistencia a la formación de roderas.

Basados a estas observaciones, en medidas de la deformación no recuperable del asfalto a altas temperaturas de servicio y para tiempos de carga correspondientes con el tránsito y la correlación de esta con la deformación permanente en mezclas asfálticas, se determinó un parámetro cuyo valor es el módulo complejo G^* y el denominador es el seno del ángulo de fase δ esto es $G^*/\sin \delta$ que es la inversa del componente perdido en la deformación ($1/G''$).

Este parámetro es medido a la temperatura máxima esperada del pavimento y a una frecuencia de 1.59 Hz, que corresponde a 10 radianes/segundo que se relaciona con el tiempo de carga que resulta de un camión viajando a la velocidad de 80 km/h (50mph).

$G^*/\sin \delta$ debe ser al menos 1.0 KPa para el asfalto original, esto es antes de someterlo a envejecimiento acelerado y un mínimo de 2.2 KPa para el residuo asfáltico después del RTFOT. El primer límite fue establecido a fin de evitar deformación permanente prematura debido a lo que se conoce como suavidad o ablandamiento que puede ser causado por un envejecimiento menor en planta que el obtenido por el RTFOT, agua en la mezcla o insuficiente temperatura de mezclado, etc. Este límite asegura que el asfalto no presentará ablandamiento durante las operaciones de mezclado y colocación.

5.2. FISURAMIENTO POR FATIGA DE LAS CAPAS ASFALTICAS.

La fatiga de las capas asfálticas generalmente se produce hacia el final de la vida útil del pavimento. Esto requiere que el asfalto a ensayar se haya sometido a envejecimiento de largo plazo. Esto se logra mediante el PAV antes mencionado, previamente envejecido por el RTFOT.

El parámetro elegido en este caso es el componente de G^* conocido como ENERGIA PERDIDA G^* VISCOSIDAD, que no es otra cosa que la energía disipada por ciclo de deformación. Esta energía disipada está directamente vinculada con la vida útil de una mezcla asfáltica sometida a fatiga y ha sido demostrado que el concreto asfáltico es válido tanto para condiciones de tensión como en deformación controlada.

G'' es igual a $G^* \sin \delta$, esto es $G^* \cdot \sin \delta$ y es medido a 10 radianes por segundo y a una temperatura intermedia entre la máxima del pavimento y la mínima de ensayo. Este valor $G^* \cdot \sin \delta$ debe ser menor de 5 MPA medido a la temperatura media antes indicada, dado que los valores de G^* de un asfalto envejecido pueden ser tan altos que el producto $G^* \cdot \sin \delta$ se hace muy grande, lo que significa que la parte elástica del módulo es también grande y ello reduce la capacidad de disipación de tensiones.

5.3. FISURAMIENTO TERMICO POR CONTRACION A BAJAS TEMPERATURAS.

Este fenómeno que se manifiesta generalmente con la aparición de fisuras transversales en la superficie del pavimento es evaluado mediante el Reómetro de Flexión de viga de 3 Apoyos y el Ensayo de Tensión Directa. Las propiedades de fractura - mecánica del asfalto se miden en términos de la rigidez en función del tiempo, la pendiente de la curva (m-value), y la deformación a la falla "Failure Strain". El asfalto a utilizar es sometido previamente al RTOFT y al PAV.

La temperatura de ensayo a la cual se mide la rigidez o temperatura crítica surge de la siguiente consideración. Se ha comprobado del análisis de los resultados reológicos que todos los asfaltos, aún los modificados, muestran igual dependencia con la temperatura debajo de la temperatura vítrea de transición. Por lo tanto en lugar de medir la rigidez a dos horas a la temperatura mínima del pavimento, se pueden obtener los mismos.

Resultados a 60 segundos y a la temperatura mínima + 10°C. La rigidez a dos horas y a la temperatura mínima es lo que se conoce como "límite de rigidez por temperatura" para predecir el fisuramiento térmico. Este valor es simplemente la temperatura a la cual un cierto valor de la rigidez es alcanzado después de un cierto tiempo especificado; a temperaturas más bajas de este límite, el pavimento experimenta fractura. Basta una sola vez que la temperatura sea más baja que la crítica para causar fractura. Por lo tanto en la especificación se establece un límite de rigidez o fragilidad medido a la temperatura mínima del pavimento más 10°C.

En esta parte de la especificación también se controla la velocidad a la cual la rigidez cambia con la carga del deslizamiento al flujo plástico a la temperatura de ensayo. Esto se logra estableciendo un valor mínimo de la pendiente m de la curva $S(t)$ vs. tiempo a los 60 segundos. Un valor alto de m es deseable dado que significa que mientras que la temperatura cambia y se acumulan tensiones térmicas, la rigidez también cambiará relativamente rápido. Esto significa que el ligante será capaz de aliviar tensiones. Se especifica un valor de m mayor o igual que 0.30.

A medida que la temperatura del pavimento decrece, el asfalto se contrae, se crean tensiones que se acumulan en el pavimento. Cuando estas tensiones exceden la resistencia del asfalto aparecen las fisuras. Las investigaciones llevadas a cabo por el SHRP y otras instituciones han mostrado que si el asfalto se puede estirar más del 1% de su longitud original durante esta contracción, las fisuras es menos probable que se produzcan. De esta manera surgió la necesidad de establecer el ensayo de tensión directa y limitar la deformación a la rotura a un valor mínimo del 1% a la misma temperatura que el BBR y a una velocidad de deformación de 1mm/minuto. Con ello se asegura que el pavimento no entrará en el rango de rotura frágil dentro de sus temperaturas de servicio.

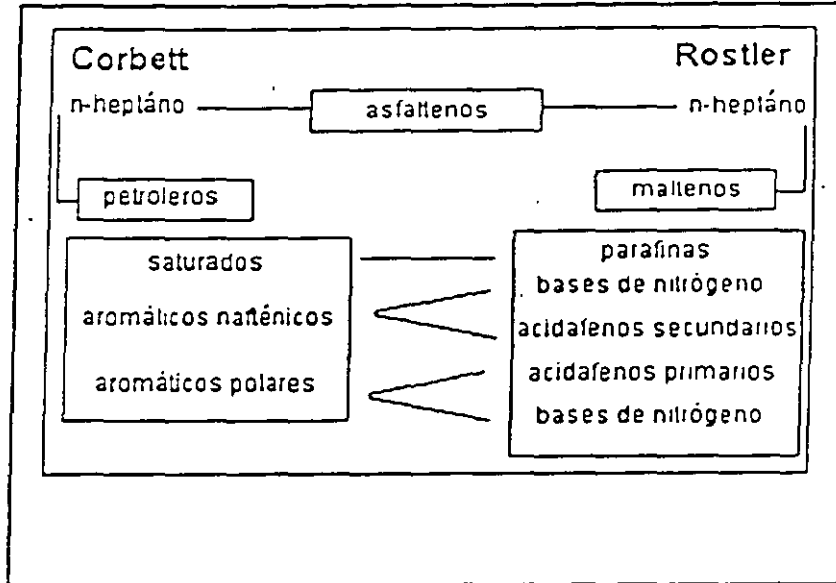
Este criterio se aplica solamente cuando el valor de la rigidez es entre 300 y 600 Mpa. Esto es particularmente cierto para el caso de asfaltos modificados con polímeros los cuales se han constatado, dependiendo del tipo y contenido, pueden mejorar substancialmente las propiedades de fractura mecánica a bajas temperaturas. Esto es, el asfalto puede tener una rigidez superior al límite y aun así poseer una deformación a rotura superior al 1%, por lo tanto se concluye, deben considerarse tanto la rigidez como la deformación a rotura con respecto a la resistencia a fisuramiento térmico de un ligante.

CAPITULO VI ANÁLISIS QUIMICO DE LA ESTRUCTURA MOLECULAR DEL ASFALTO

1.- ANTECEDENTES

Tradicionalmente, la estructura química del asfalto a sido descrito en base a la proporción del mismo en fracciones utilizando solventes como pentano, heptano, butano o hexano, así como ácido sulfúrico en diferentes concentraciones y los métodos más conocidos de este sistema, son el de precipitación química desarrollado por Rostler y Stenberg (ASTM 2006) en 1963 y que separa el asfalto en cinco fracciones (asfaltenos, acidafenos primarios y secundarios, parafina y bases de nitrógeno) el de Corbett (ASTM 4124), a base de columna cromatográfica al separar el asfalto en cuatro fracciones (asfaltenos saturados y aromáticos, nafténicos y polares) con separación a base de heptano, tolueno, tricloroetileno, y el de Traxler que aplica butano y acetona para obtener tres fracciones.

TABLA 2



COMPONENTES DE ASFALTO
TABLA 3

Los métodos de Corbett y Rostler están basados en teorías bien fundadas, pero los resultados son difíciles de correlacionar con lo que realmente ocurre en el asfalto, con sus propiedades físicas y su aplicación en un pavimento, debido quizá a que la separación es incompleta, se tiene contaminación de moléculas que no son solubles de acuerdo a los métodos y que además estos sistemas son difíciles de llevar a cabo y sobre todo el método de Rostler, que emplea materiales peligrosos.

De acuerdo a estos ensayos los asfaltos se clasificaban en dos grandes grupos: el tipo "Gel", donde los asfaltenos estaban floculados y su comportamiento es viscoelástico (no newtoniano) y el tipo "Sol" donde los asfaltenos están peptizados y su comportamiento es cercano a un líquido newtoniano.

Considerando que un asfalto está compuesto de dos fases una asfaltenica y otra malténica, la cual se puede dividir en dos fracciones resinas que contienen moléculas, parafínicas y nafténicas de largas cadenas de anillos y la otra de aceites peptizados, cuya misión es la disolver y mantener en suspensión las resinas y los asfaltenos y su composición varía y puede ser definida como un coeficiente de inestabilidad coloidal de acuerdo a la siguiente relación

$$I_c = \frac{\text{asfaltenos} + \text{resinas}}{\text{Aceites}}$$

El aumento de este coeficiente, da asfaltos más duros y con mayores valores en punto de reblandecimiento, ductilidad y recuperación elástica, pero disminuye la penetración y la susceptibilidad térmica.

tomando en cuenta estas limitaciones, así como las no mencionadas, el SHRP decide hacer una investigación a gran escala, a fin de adoptar metodologías de ensayos químicos para poder describir la constitución del asfalto y sus propiedades que pueden ser relacionadas con su comportamiento en los pavimentos asfálticos colocados.

Para poder entender el comportamiento de un asfalto debemos partir de su estructura molecular, por lo que este trabajo fue el de adoptar técnicas analíticas que revelen la estructura molecular del asfalto.

El punto de partida original de SHRP fue el de modelo miscelar del asfalto, el cual consideraba que las resinas y los asfaltenos, funcionaban como islas flotando en los aceites del asfalto, a falta de una mejor explicación y que además se tenía la duda. Si el asfalto se comportaba como un coloide o como un material con comportamiento viscoelástico,

El Western Research Institute (WRI) de Londres y otros, consideran el asfalto como un modelo "Microestructural", en el cual el asfalto está formado por una sola fase, con una gran cantidad de moléculas diferentes tanto polares como no polares que interactúan entre sí, que de acuerdo a técnicas analíticas separan el asfalto por tamaño molecular y por polaridad, que es el camino para el modelo miscelar pero que no definía los parámetros del asfalto, por ser un material químicamente diverso. Los resultados de este modelo son poco o nada significativos.

Los trabajos se encaminaron a dos estudios principales de acuerdo a los siguientes:

- 1° El primer método fue el de separar las moléculas por tamaños y se le denominó "Exclusión Cromatográfica por Tamaño" en el cual el asfalto se disuelve en un solvente y se pasa a través de una columna cromatográfica que contiene resina con un tamaño de poro uniforme, en el cual las moléculas más pequeñas pasan por los poros y las grandes circulan a través de la columna; separando el asfalto en dos fracciones llamadas SEC. I y SEC. II, siendo las primeras moléculas asociadas y las segundas moléculas solventes y también se obtuvo que la mayoría de fracciones polares se encuentran en la sección SEC. I y las no polares en la SEC. II, las cuales pueden ser analizadas desde el punto de vista químico y reológico.
- 2° El segundo método utilizado fue el método inglés denominado Cromatografía de intercambio iónico "IEC" y que consiste en disolver el asfalto en un solvente y pasarlo por varias columnas que separan las moléculas a base de su carácter básico o ácido y se puede obtener su polaridad para determinar las interacciones moleculares.

Esta separación se logra utilizando resinas aniónicas y catiónicas y estudios realizados, determinaron que las fracciones ácidas "anfóteras" y las fracciones básicas han sido separadas.

El solvente para disolver el asfalto es ciclohexano a 37°C y las resinas que se utilizan deben prepararse por una semana y los cuidados en la prueba deben ser óptimos a fin de obtener resultados reproducibles, a fin de que no exista absorción de moléculas de asfalto en las resinas, las moléculas polares del asfalto se adhieren a las resinas de acuerdo con su carácter polar, las no polares se recogen por separado.

Con esta técnica se separa el asfalto en cinco fracciones que son ácido fuerte, ácido débil, fracción neutral, básico débil y básico fuerte, las cuales se analizan mediante titulación potenciométrica no acuosa, para determinar su potencialidad así como propiedades químicas fundamentales que pueden ser relacionadas con el comportamiento del asfalto.

3.- LA QUÍMICA DEL ASFALTO Y EL MODELO MICROESTRUCTURAL.

Los resultados de los análisis mediante estas técnicas analíticas en combinación con el análisis reológico de las distintas fracciones, han permitido definir en forma racional la estructura molecular del asfalto. A través de una serie de mediciones reológicas de las distintas fracciones separadas, los investigadores han probado que las propiedades elásticas del asfalto provienen de los componentes polares. De la misma manera se han confirmado que las propiedades viscosas del asfalto son debidas a las moléculas no polares.

En conclusión se tiene que se puede caracterizar la composición química del asfalto y su relación con el comportamiento en servicio de la siguiente forma.

- el asfalto consiste de solamente dos familias funcionales de moléculas

polares, y
no polares

- las moléculas polares difieren de acuerdo a:

resistencia y número de grupos polares,
peso molecular
distribución del peso molecular
grado de aromaticidad

- las moléculas no polares difieren de acuerdo a:

peso molecular
distribución del peso molecular
grado de aromaticidad

- la "compatibilidad" de las fracciones polares y no polares, o el grado al cual ellas pueden disolverse en cada una, está controlado por la aromaticidad relativa (medida de la cantidad de aromáticos versus alifáticos y cíclicos) de las dos fracciones

3.1. MOLÉCULAS POLARES VS. MOLÉCULAS NO POLARES.

Todas las moléculas presentes en el asfalto se comportan de una de las dos maneras siguientes:

Polares a temperatura ambiente. Estas participan en la formación de una red por medio de las ligaduras de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals y uniones pi-pi que dan al asfalto sus características elásticas.

Las moléculas no polares pueden también contribuir a la formación de una red a través de interacciones pi-pi y de Van der Waals, para así también con las propiedades viscosas del asfalto. Por supuesto, existe una gran variedad de polaridad en las moléculas del asfalto, desde las muy polares hasta las no polares. La diferenciación se realiza por medio del análisis SEC. Moléculas polares débiles son consideradas como no polares con el propósito de entender su contribución en el comportamiento del asfalto.

3.2. MOLÉCULAS POLARES

Las moléculas polares participan en la formación de una red de moléculas asociadas y comprende un amplio rango de tamaños y tipos. Las moléculas polares que no forman parte de la red, son consideradas no polares en el modelo microestructural.

El atributo más importante de las moléculas polares es la resistencia relativa y el número de sitios polares por molécula, porque esto afecta directamente la formación de la red.

La cantidad y resistencia de los materiales polares presentes en el asfalto son determinados en la práctica por la técnica analítica de titulación no-acuosa, ácido base. En este método la cantidad y resistencia de ácidos y/o bases presentes se determinan por titulación de todo el asfalto o de fracciones seleccionadas.

Los materiales anfotéricos son los tipos más importantes de moléculas polares que afectan el comportamiento del asfalto.

Otro parámetro importante que afecta a las moléculas polares es su grado de aromaticidad. Este puede ser determinado por análisis de resonancia nuclear magnética (NMR). Las moléculas que no son aromáticas son alifáticas o cíclicas. Esta distinción nos permite caracterizar las moléculas polares como conteniendo cierto porcentaje de aromaticidad siendo el balance alifático y cíclico.

El peso molecular de las moléculas polares probablemente no es tan importante en el control de las propiedades del asfalto como lo son los otros dos factores mencionados.

3.3. MOLÉCULAS NO-POLARES.

Esta porción del asfalto, que comprende entre el 60 y 70% en peso, se comporta no exclusivamente, como un líquido viscoso, y sus propiedades reológicas están controladas principalmente por su peso molecular y la distribución del mismo.

Las moléculas no-polares pueden interactuar unas con otras y también formar redes débiles a través de interacciones pi-pi y de Van der Waals.

La cantidad relativa del carácter aromático de las moléculas no-polares es también importante desde el punto de vista de la compatibilidad entre moléculas polares y no-polares.

3.4. COMPATIBILIDAD.

Las moléculas no-polares son muy importantes desde el punto de vista del comportamiento del asfalto en servicio, dado que forman parte de la estructura dentro de la cual las moléculas polares interactúan. Los modelos clásicos de la constitución del asfalto caracterizó a estos aceites no-polares como un solvente o



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y
CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

**PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE MATERIALES:
CONCRETOS ASFALTICOS, MEZCLAS FRIAS, ETC.**

**EXPOSITOR: ING. PEDRO GOMEZ COLIO
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

**PROPIEDADES Y PRUEBAS DE
ACEPTACION DE
MATERIALES: CONCRETOS
ASFALTICOS. MEZCLAS
FRIAS. MORTEROS. PRUEBAS
MARSHALL, ETC.**

ING. PEDRO GOMEZ COLIO

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

JULIO, 2000

DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CARRETERAS

MÓDULO IV. SUPERVISIÓN Y CONTROL DE
CALIDAD:

PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE
LOS MATERIALES:

- MEZCLAS ASFÁLTICAS:

MEZCLAS FRÍAS

MEZCLAS CALIENTES (CONCRETO
ASFÁLTICO)

- MORTEROS ASFÁLTICOS:

- SUELOS COMPACTADOS PARA TERRACERÍAS Y
PAVIMENTOS.

MEZCLAS ASFÁLTICAS

SON PRODUCTOS QUE SE OBTIENEN MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE UN MATERIAL ASFÁLTICO (CEMENTO, REBAJADO O EMULSIÓN) A UN MATERIAL PÉTREO CON UNA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DETERMINADA.

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

OBJETIVO.

ESTABLECER LAS PROPORCIONES DE LOS MATERIALES QUE INTERVIENEN EN LA MEZCLA, CON OBJETO DE OBTENER LAS PROPIEDADES DE FUNCIONAMIENTO Y DURACIÓN ADECUADAS AL USO QUE SE LE PRETENDA DAR.

PROPIEDADES.

ESTABILIDAD

RESISTENCIA AL INTEMPERISMO

RESISTENCIA AL DESGRANAMIENTO

FLEXIBILIDAD

INTEMPERISMO

TEXTURA

CLASIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS

LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EMPLEADAS EN TRABAJOS DE PAVIMENTACIÓN, DE ACUERDO CON LAS CARACTERÍSTICAS DE ELABORACIÓN, SE PUEDEN CLASIFICAR EN:

MEZCLAS ELABORADAS EN CALIENTE.

CONCRETOS ASFÁLTICOS.- SE HACEN EN CALIENTE, CON MATERIALES PÉTREOS BIEN GRADUADOS Y CEMENTO ASFÁLTICO, EN UNA PLANTA MEZCLADORA FIJA.

MEZCLAS ELABORADAS EN FRÍO.

MEZCLAS ELABORADAS EN EL LUGAR DE LA OBRA.- SE HACEN EN FRÍO, CON MATERIALES GRADUADOS Y UN ASFÁLTO REBAJADO O UNA EMULSIÓN ASFÁLTICA, EN UNA PLANTA MEZCLADORA MÓVIL (SEMI-PORTÁTIL) O CON UNA MOTOCONFORMADORA.

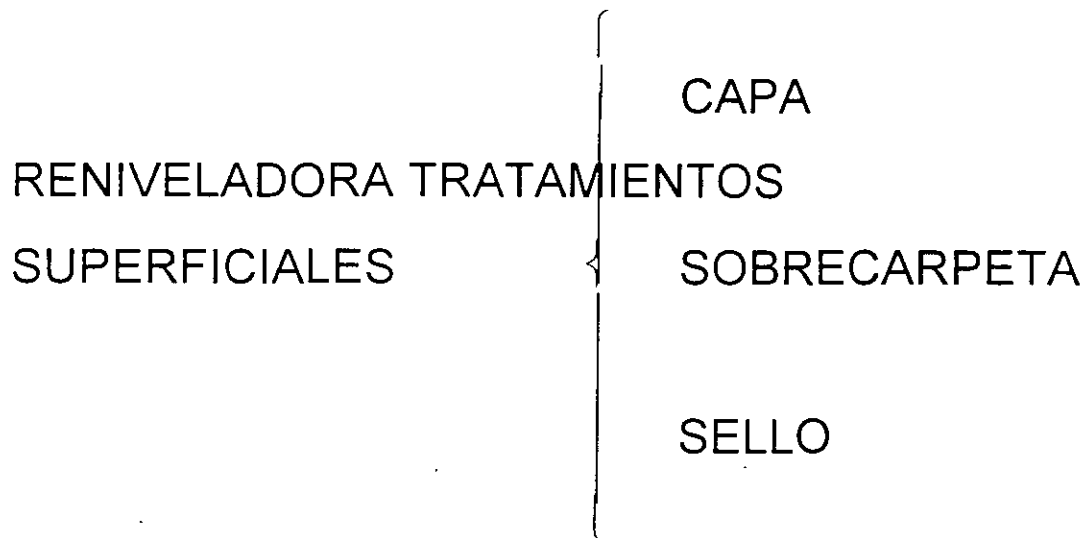
EN ESTA CATEGORÍA PODEMOS INCLUIR LOS MORTEROS ASFÁLTICOS QUE SE HACEN CON UN MATERIAL PÉTREO GRADUADO Y UNA EMULSIÓN ASFÁLTICA, MEZCLADOS Y TENDIDOS CON EQUIPO ESPECIAL.

UTILIZACIÓN DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS EN TRABAJOS DE PAVIMENTACIÓN

CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE
PAVIMENTO Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.

CARPETAS

BASES ASFÁLTICAS



CONTENIDOS MÍNIMO Y ÓPTIMO DE ASFALTO

EN LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ASFALTO PARA UNA MEZCLA ASFÁLTICA, SE ESTABLECEN DOS CONCEPTOS BÁSICOS: EL MÍNIMO REQUERIDO PARA CUBRIR LAS PARTÍCULAS DEL AGREGADO PÉTREO Y EL ÓPTIMO, QUE PERMITA LAS MEJORES POSIBILIDADES PARA EL USO DE LA MEZCLA.

MÉTODOS DE DISEÑO Y VERIFICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS.

- EQUIVALENTE DE QUEROSENO CENTRIFUGADO (CKE).
- COMPRESIÓN SIN CONFINAR
- MARSHALL
- HVEEM
- HUBBARD-FIELD
- ABRASIÓN EN HUMEDO (Morteros asfálticos)

MÉTODOS DE DISEÑO Y VERIFICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

El diseño de las mezclas asfálticas tiene por objeto establecer las proporciones de los materiales que intervienen en la elaboración de las mismas, a fin de lograr en ellas ciertas propiedades que propicien condiciones de uso, funcionamiento y duración adecuadas; dichas propiedades, en términos generales, tenderán a lograr que la mezcla cuente con la estabilidad necesaria para soportar las cargas impuestas por el tránsito, resistir el intemperismo y no presentar desgranamientos bajo el efecto de la circulación de vehículos. Además, la capa construida con la mezcla tendrá la flexibilidad adecuada para adaptarse sin sufrir daño a las deformaciones permisibles en las capas del pavimento: en ciertos casos, también se procurará lograr que la textura y rugosidad de la capa sean adecuadas para el tránsito de vehículos, considerando siempre tener capas suficientemente impermeables.

Como las propiedades mencionadas se logran seleccionando y adaptando las características del material pétreo, a la vez que incorporando la proporción y tipo de material asfáltico adecuado, el diseño de una mezcla asfáltica, contemplará fundamentalmente el manejo de estos conceptos para encontrar la mejor y más económica combinación de los materiales seleccionados, considerando como proporción óptima de asfalto, aquella con la que se logran las condiciones mencionadas.

CONSIDERACIONES GENERALES EN EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

Para diseñar las mezclas asfálticas se debe establecer en forma preliminar la dosificación, tanto de los materiales pétreos como de éstos con los materiales asfálticos y preparar una mezcla inicial, con el fin de someterla a las pruebas correspondientes al criterio de diseño que se aplique.

En general el material pétreo para mezclas asfálticas está constituido en su mayor parte por grava, teniendo una menor proporción de arena y una cantidad mínima de finos no plásticos o "*filler*", cuyos porcentajes se hacen variar para obtener las propiedades requeridas en la mezcla asfáltica.

Aumentando el contenido de grava, se incrementa la estabilidad, necesitando un menor contenido de asfalto, lo cual reduce la flexibilidad de la mezcla, por el contrario, si lo que se busca es mayor flexibilidad en la mezcla, se aumentará la proporción de arena, necesitándose un mayor contenido de asfalto.

Ajustes semejantes se efectuarán inclusive durante la ejecución de la obra para conseguir que la mezcla se ajuste a los requisitos del proyecto.

PRUEBA DE EQUIVALENTE DE QUEROSENO CENTRIFUGADO (CKE)

Se lleva a cabo a partir del área superficial de las fracciones gruesa y fina del material pétreo o combinación de materiales seleccionados para la mezcla; así también, a partir de la obtención de un factor k que depende de la rugosidad y grado de porosidad de las partículas de material pétreo, evaluados mediante procedimientos de retención de queroseno y de aceite. Dichos parámetros se correlacionan gráficamente para obtener la proporción óptima de un asfalto rebajado con viscosidad especificada, pudiendo después ajustarse el resultado para otros materiales asfálticos.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

A una muestra de material pétreo, se le determina su composición granulométrica y se separan dos fracciones de mil quinientos (1,500 gr.) cada una; la que pasa la malla núm. 9.5 y retiene la 4.75 y la que pasa la malla últimamente mencionada, denominadas fracción gruesa y fracción fina respectivamente, se secan al horno a una temperatura de ciento cinco más menos cinco grados centígrados ($105 \pm 5^\circ\text{C}$), hasta peso constante. De cada una de estas fracciones se toman mil (1,000) gramos para determinar el correspondiente peso específico relativo aparente. La parte restante de la fracción fina se utiliza en la determinación del retenido de queroseno y la de la fracción gruesa en la del retenido de aceite.

A cada uno de los dos vasos de centrifugado se le coloca su malla y papel filtro, se tara y se anota su peso con aproximación de cero punto un (0.1) gramo; se pesa en cada uno de ellos cien (100) gramos de la fracción seca que pasa la malla núm. 4.75 y en esas condiciones se colocan en un recipiente que contenga queroseno con una cantidad suficiente para que cubra las muestras, permaneciendo así durante treinta (30) minutos para que se sature.

Después de la saturación se instalan los vasos en la centrífuga (Fig. 1) y se someten durante dos (2) minutos a una fuerza centrífuga de cuatrocientas (400) veces la fuerza de la gravedad, determinada con la siguiente fórmula:

$$\text{RPM}_c = \sqrt{\frac{35\,600\,000}{R}}$$

donde:

RPM_c es el número de revoluciones por minuto a que deben girar los vasos de centrifugado.

35 600 000 representa la aceleración a la que debe someterse la muestra para producir una aceleración de 400 veces la fuerza de la gravedad, en centímetros sobre segundo al cuadrado.

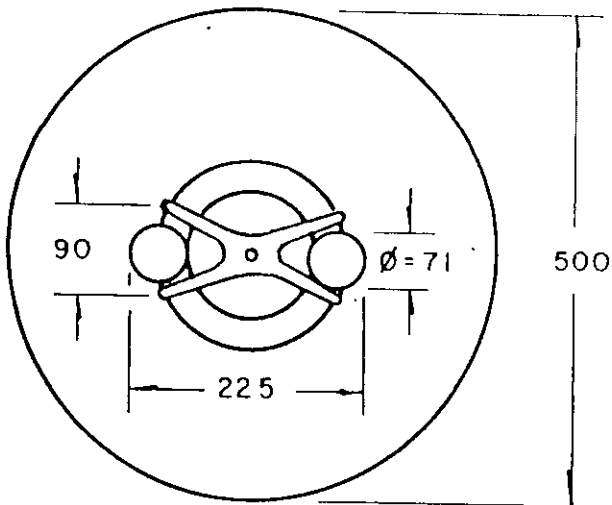
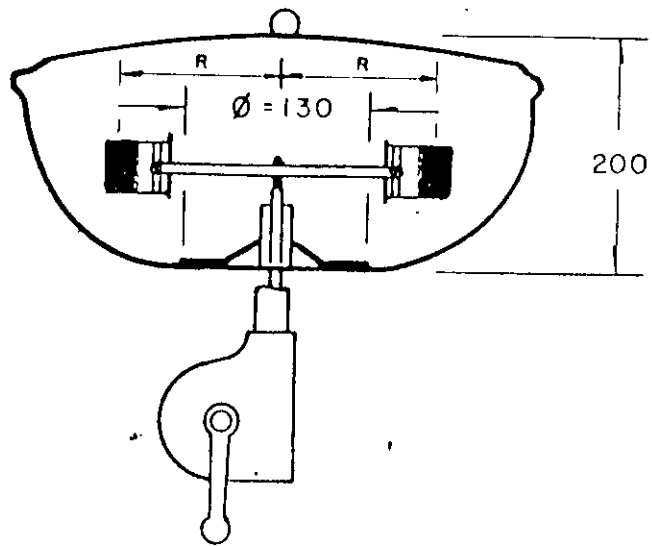
R radio de giro del centro de gravedad de la muestra, en cm

Después del centrifugado se pesa cada uno de los vasos con su muestra y se determina el porcentaje de queroseno retenido, respecto al peso inicial y de no diferir significativamente los dos resultados, se reporta el promedio como equivalente de queroseno centrifugado (CKE), de lo contrario se repite el procedimiento.

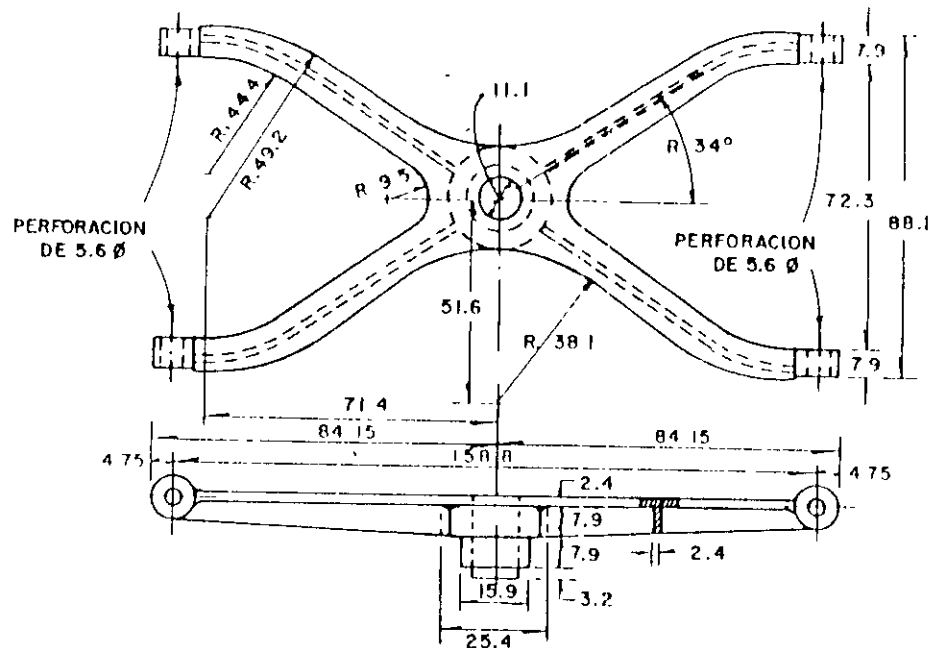
A continuación se coloca una muestra de cien (100) gramos de la fracción gruesa seca, en cada uno de los dos embudos y en esas condiciones se sumergen en los vasos de precipitado con aceite lubricante tipo **SAE - 10**, con una cantidad suficiente para que el material quede cubierto, permaneciendo así durante cinco (5) minutos a temperatura ambiente.

Después de dicho lapso se sacan los embudos con el material y se dejan escurrir durante dos (2) minutos cuidando que no se pierda material, a continuación, se meten al horno con las muestras, procurando que el escurrimiento prosiga durante quince (15) minutos, a una temperatura de sesenta (60°C) grados centígrados

Se sacan los vasos con las muestras del horno y se vacían en charolas previamente taradas, se dejan enfriar a la temperatura ambiente y se pesan con aproximación de cero punto un (0.1) gramo. Enseguida se determina el porcentaje de aceite retenido respecto al peso inicial de los agregados secos, de no existir discrepancia significativa se reporta

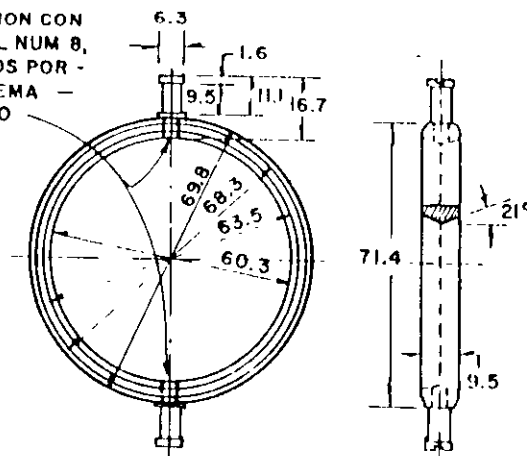


ESQUEMA DEL CENTRIFUGADOR



CRUCETA PARA SOPORTE DE LOS FRASCOS

PERFORACION CON
ROSCA DEL NUM 8,
CON 3 HILOS POR -
25.4 SISTEMA -
AMERICANO



ANILLO PORTAFRASCOS

DIMENSIONES EN MILIMETROS

TODAS LAS DIMENSIONES CON TOLERANCIA DE ± 0.1 mm EXCEPTO EN LAS QUE SE INDICA OTRA APROXIMACION.

MATERIAL DE CRUCETA Y ANILLO - FUNDICION DE BRONCE DURO.

EL PORTAFRASCOS DEBE ESTAR BAILANCEADO

FIGURA NUM. 1 APARATO DE CENTRIFUGADO PARA LA PRUEBA DE EQUIVALENTE DE QUEROSENO.

el promedio como porcentaje de aceite retenido **AR**, de lo contrario se repite el procedimiento

Los cálculos y reportes son los siguientes:

Si el peso específico relativo aparente de la fracción fina es diferente de dos punto sesenta y cinco (2.65 ± 0.05) se corrige el valor promedio del equivalente de queroseno centrifugado **CKE**, mediante la siguiente fórmula:

$$EKC_C = EKC S_{df} / 2.65$$

donde:

EKC_C equivalente de queroseno centrifugado, corregido por el peso específico relativo aparente de la fracción fina.

EKC equivalente de queroseno centrifugado de la fracción fina.

S_{df} densidad o peso específico relativo aparente de la fracción fina.

2.65 peso específico relativo aparente considerado para la fracción fina.

Se calcula el área superficial del material pétreo a partir de su composición granulométrica, por medio de la siguiente fórmula:

$$A = \sum (P F_a)$$

donde:

A es el área superficial del material pétreo considerado, en metros cuadrados por kilogramo.

P es el porcentaje en peso de cada uno de los retenidos parciales del material pétreo, en sus respectivas mallas.

F_a es el área superficial que corresponde a cada fracción comprendida entre las mallas, como se indica a continuación:

MATERIAL		ÁREA SUPERFICIAL DE LOS RETENIDOS PARCIA- LES EN m ² /kg.
PASA MALLA NUM.	RETIENE MALLA NUM.	
19.000	9.500	00.20
09.500	4.750	00.41
04.750	2.360	00.82
02.360	1.180	01.64
01.180	0.600	03.28
00.600	0.300	06.15
00.300	0.150	12.30
00.150	0.075	24.58
00.075		53.30

Se determina la constante de superficie "Kf" para la fracción fina, utilizando la gráfica de la figura 2 a partir del equivalente de queroseno EKC corregido y en función del área superficial del material pétreo, así como del porcentaje de material que pasa la malla núm 4 75

Si el peso específico relativo aparente de la fracción gruesa es diferente de dos punto sesenta y cinco más menos cero punto cero cinco (2.65 ± 0.05) se corrige el valor promedio del porcentaje de aceite retenido **AR**, mediante la siguiente fórmula:

$$AR_c = AR S_{og} / 2.65$$

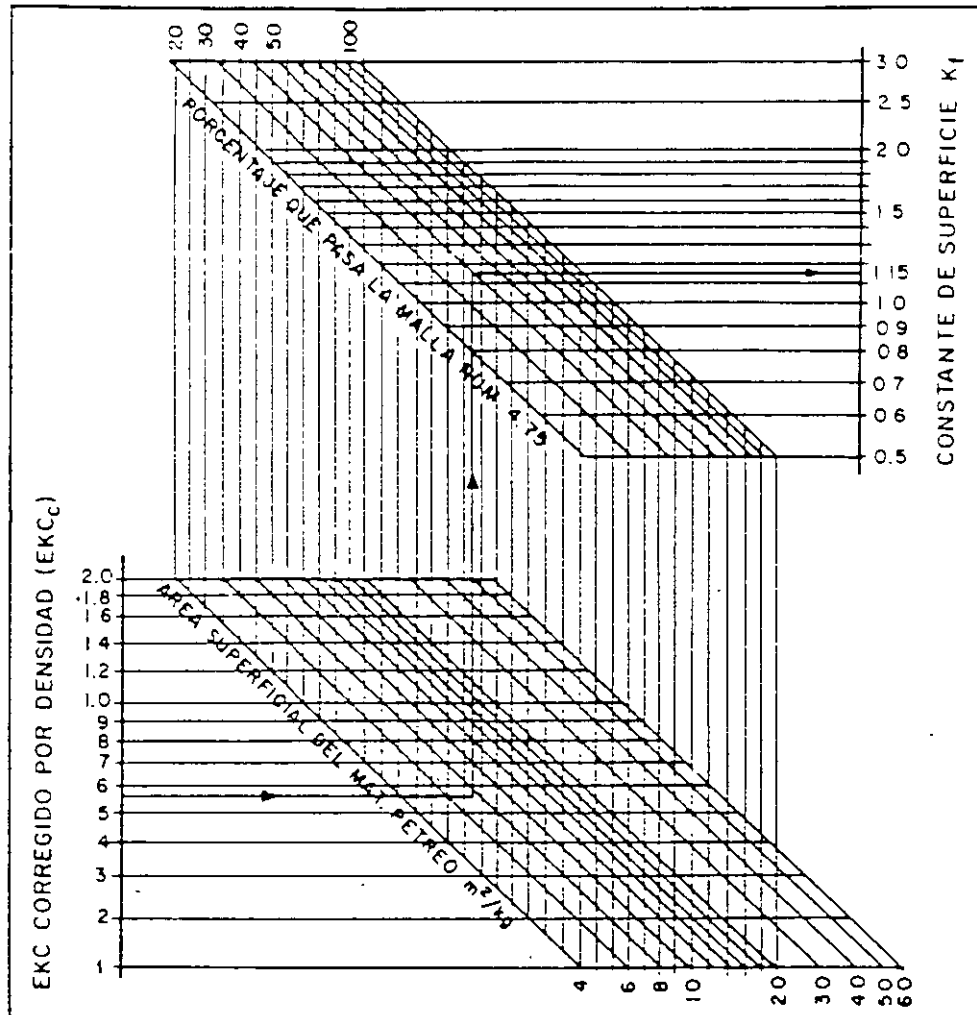


FIGURA NUM. 2 GRAFICA PARA DETERMINAR LA CONSTANTE DE SUPERFICIE K_1 , DE LA FRACCION FINA, EN LA PRUEBA DE EQUIVALENTE DE QUEROSENO.

donde.

AR_c proporción de aceite retenido corregida por densidad de la fracción gruesa. en por ciento.

AR proporción de aceite retenido por la fracción gruesa. en por ciento.

S_{dg} peso específico relativo aparente de la fracción gruesa.

2.65 peso específico relativo aparente considerado para la fracción gruesa.

Se obtiene la constante de superficie K_g para la fracción gruesa, utilizando la gráfica de la figura núm. 3 a partir del porcentaje de aceite retenido corregido.

Se calcula el peso específico relativo aparente promedio del material pétreo, mediante la siguiente fórmula.

$$S_{dp} = \frac{100}{\frac{G}{S_{dg}} + \frac{F}{S_{df}}}$$

donde.

S_{dp} peso específico relativo aparente promedio del material pétreo.

G es la proporción en peso de la fracción gruesa con respecto al material pétreo, en por ciento.

S_{df} peso específico relativo aparente de la fracción gruesa.

F es la proporción en peso de la fracción fina con respecto al material pétreo, en por ciento.

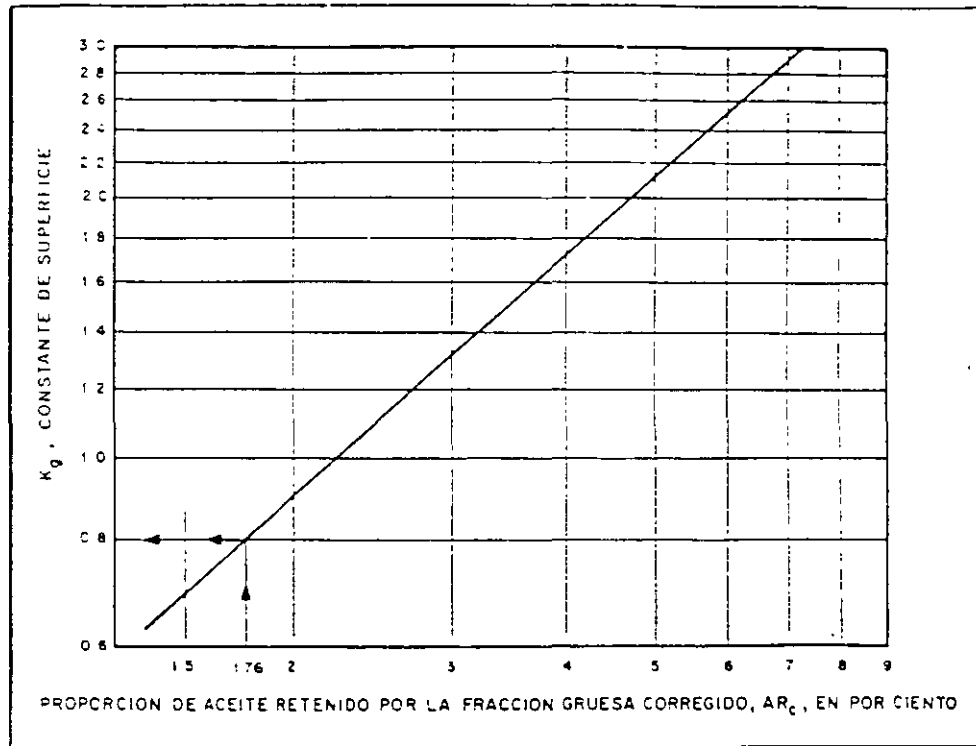


FIGURA NUM. 3 GRAFICA PARA CALCULAR LA CONSTANTE DE SUPERFICIE K_g DE LA FRACCION GRUESA EN LA PRUEBA DE EQUIVALENTE DE QUEROSENO.

S_d es el peso específico relativo aparente de la fracción fina

Se obtiene la constante de superficie, K_m , para la combinación de las fracciones gruesa y fina mediante la siguiente fórmula.

$$K_m = K_f + K_{fc}$$

donde:

K_m es la constante de superficie del material pétreo integrado con sus fracciones fina y gruesa

K_f es la constante de superficie para la fracción fina.

K_{fc} es la corrección a la constante de superficie de la fracción fina, determinada con la gráfica de la figura núm. 4

el valor de la constante K_{fc} se determina en función del área superficial del material, del porcentaje en peso de la fracción gruesa con respecto al material pétreo y de la diferencia $K_g - K_f$, siendo el signo de esta diferencia el mismo que se da en la corrección K_{fc} y cuando el valor de K_{fc} es inferior a 0.05 no se aplica ninguna corrección a K_f , siendo en este caso el valor de K_m igual al de K_f

De la gráfica de la figura núm. 5 y a partir del área superficial del material pétreo y tomando en cuenta el peso específico relativo aparente promedio S_{dp} del material pétreo, así como en función de la constante de superficie K_m , se obtiene el contenido óptimo aproximado de asfalto rebajado de fraguado medio o rápido, del grado dos (2), en por ciento

Cuando se trate de cemento asfáltico o algún otro rebajado diferente de los indicados, se corrige la proporción óptima de asfalto mediante la gráfica de la figura núm. 6, como sigue: a partir del área superficial del material pétreo y del grado del rebajado o de la penetración del cemento asfáltico que se utilice, se determina un punto en la escala auxiliar **C** que unido con el punto de la escala **D** correspondiente al contenido óptimo de

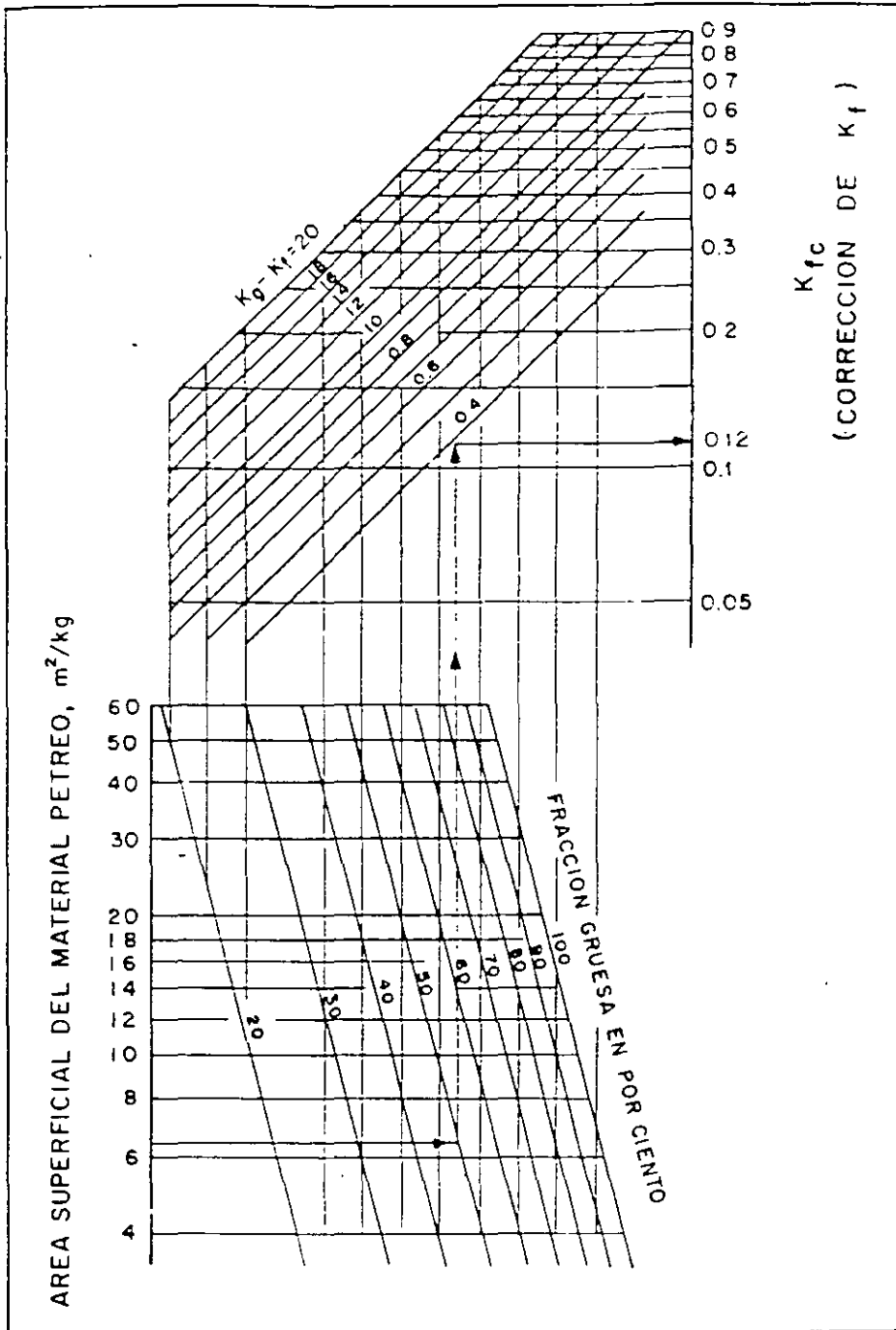


FIGURA NUM.- 4 GRAFICA PARA DETERMINAR LA CORRECCION DE K_f , PARA CALCULAR LA CONSTANTE DE SUPERFICIE K_m , DEL MATERIAL PETREO.

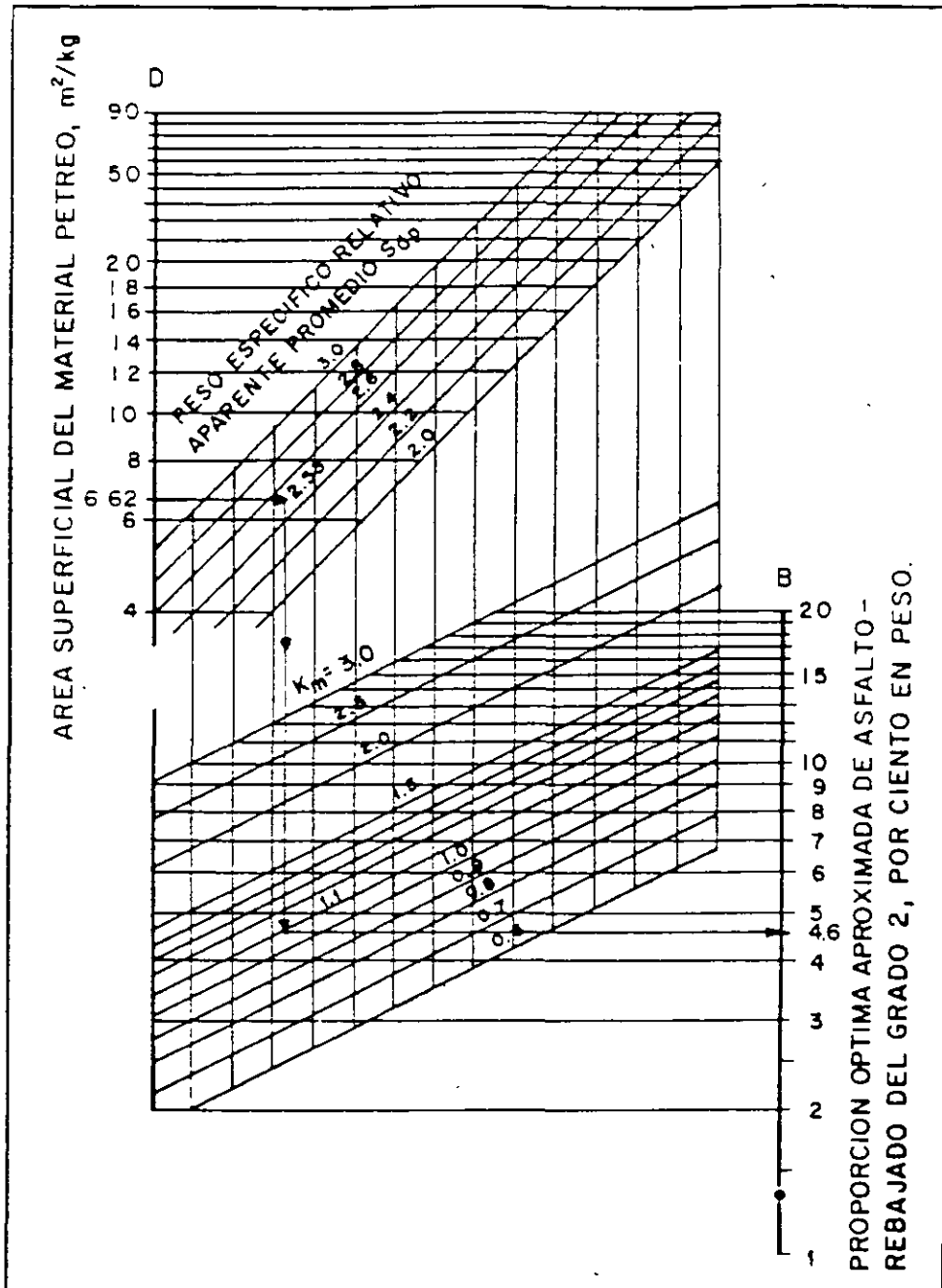


FIGURA NUM. 5 GRAFICA PARA DETERMINAR EL POR CIENTO DE ASFALTO REBAJADO FM2 O FR2.

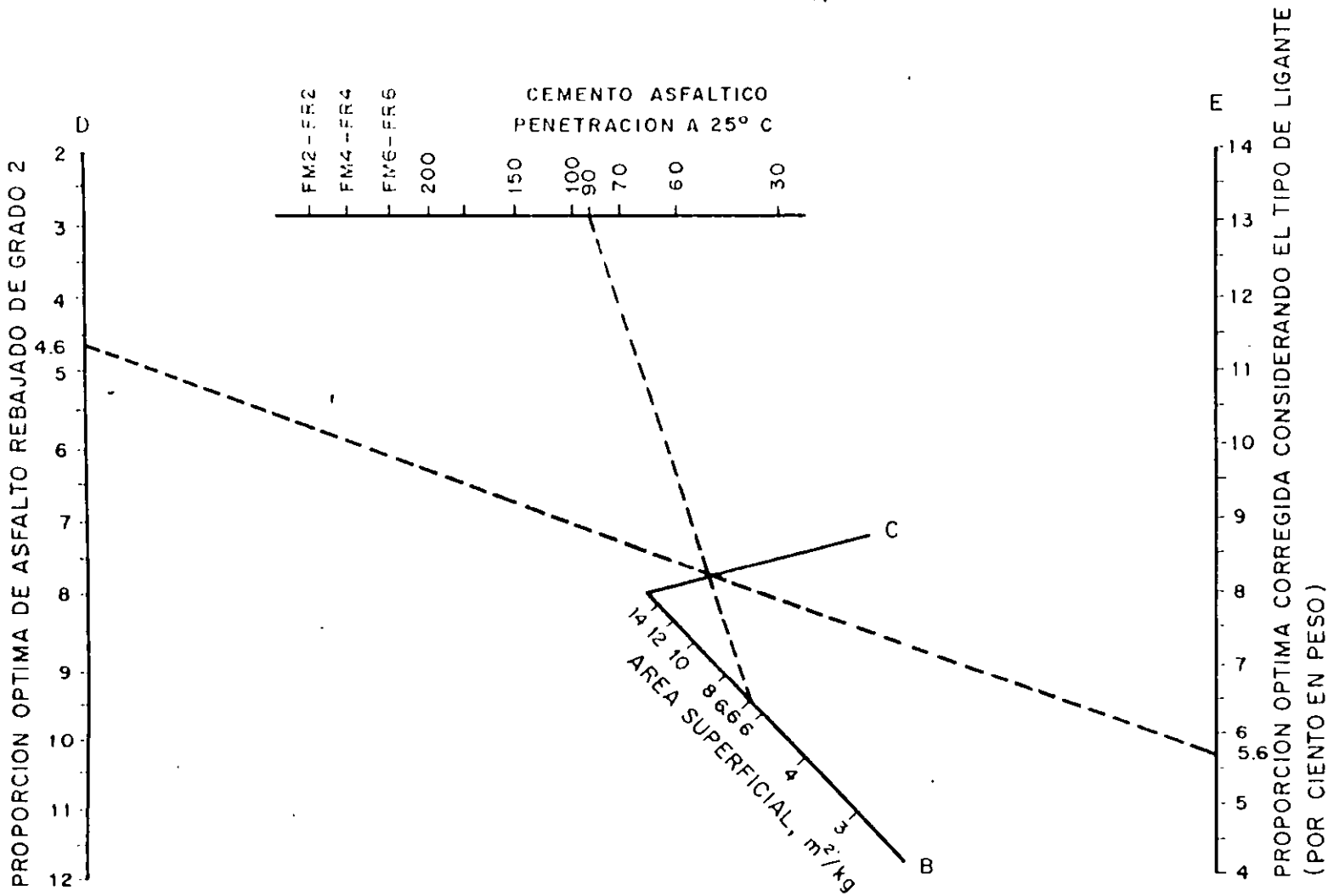


FIGURA NUM. 6 GRAFICA PARA CORREGIR LA PROPORCION OPTIMA DE ASFALTO - CONSIDERANDO LA CONSISTENCIA DEL TIPO DE LIGANTE SELECCIONADO.

asfalto rebajado de grado dos (2), define en la escala E el contenido óptimo corregido para el material asfáltico seleccionado; esta será la que se aplique para elaborar la mezcla asfáltica.

Cuando se requiera determinar la proporción óptima aproximada de material asfáltico para una mezcla que se elabore con emulsión y no obstante que de acuerdo con el uso de dicha mezcla su proporción óptima de asfalto sea relativamente variada, se podrá aplicar el procedimiento de equivalente de queroseno centrifugado, excepto que la determinación de la proporción óptima corregida de emulsión asfáltica, se efectúa a partir del porcentaje de rebajado asfáltico tipo dos (2), obtenido con el EKC y multiplicando este valor por uno punto uno (1.1). Este resultado se ajustará de acuerdo con las restricciones que imponga el uso de la mezcla

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ÓPTIMO DE ASFALTO POR PRUEBAS DE COMPRESIÓN AXIAL Y DE COMPRESIÓN DIAMETRAL

Este método considera la elaboración de especímenes de prueba utilizando mezclas preparadas con diferentes contenidos de material pétreo y de producto asfáltico, las cuales se compactarán con carga estática, dándoles previamente un acomodo para disminuir la influencia de la forma de las partículas del material pétreo. un grupo de los especímenes se someterá a la acción de cargas axiales y otro a la de cargas diametrales, hasta alcanzar la falla. en ambos casos se harán determinaciones con especímenes en seco y saturados. Con los pesos específicos, resistencia a la compresión axial, deformación final, resistencia a la compresión diametral y en algunos casos por ciento de vacíos. se definirá gráficamente la proporción óptima de asfalto con la cual se logre en los especímenes la mejor combinación de dichas características.

Este procedimiento no se aplicará a mezclas que contengan menos del 10% de partículas de material pétreo pasando la malla Núm. 2. consideradas de textura abierta, ni a las que se elaboren con cemento asfáltico, limitándose su aplicación al caso de mezclas con más de 12% de partículas retenidas en la malla Núm. 25 y que pasen la Núm. 37.5.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

En primer lugar, se determinan el peso específico relativo aparente del material pétreo por inmersión en cemento asfáltico y el peso específico relativo del residuo asfáltico. Se determina el peso del material pétreo que pasa la malla Núm. 25, necesario para elaborar cada una de las ocho mezclas de prueba que se preparan por cada contenido de asfalto, para lo cual se tomará en cuenta el peso volumétrico de la mezcla determinado con un espécimen preliminar. los especímenes se elaborarán con una relación altura/diámetro de 1.25.

La proporción de asfalto de cada uno de los contenidos que como mínimo se estudiarán son:

Contenido óptimo aproximado, - 1.0%.

Contenido óptimo aproximado, - 0.5%

- Contenido óptimo aproximado.
- Contenido óptimo aproximado, + 0.5%
- Contenido óptimo aproximado, + 1.0%
- Contenido óptimo aproximado, + 1.5%
- Contenido óptimo aproximado, + 2.0%

Se elabora una de las ocho mezclas que corresponde a uno de los contenidos de material asfáltico y considerando solo la fracción de material que pasa la malla Núm. 25, se toma el peso del material pétreo y se calientan los materiales pétreos y asfálticos a 50°C, excepto cuando se utilizan emulsiones asfálticas.

Se revuelven las mezclas así preparadas, manteniéndolas a la temperatura indicada hasta completar su curado, el cual se controla verificando su peso a intervalos no mayores de 10 minutos debiendo ser más cortos a medida que la mezcla se acerca a su peso final P_f , o sea el que tiene cuando pierde la cantidad de solventes, P_{se} , previamente establecida; esta última se determina mediante la siguiente fórmula:

$$P_{se} = P_s - K P_c$$

donde

P_{se} es el peso de los solventes que se eliminan de la mezcla durante su elaboración, previamente a su compactación, en gramos

P_s es el peso de los solventes que inicialmente contiene el producto asfáltico, en gramos.

P_c es el peso del residuo asfáltico que contiene el producto utilizado, en gramos.

K es la relación en peso de solventes con respecto al residuo asfáltico en la mezcla fijada para su compactación, es adimensional y en general será de 0.08, debiendo establecerse para cada estudio.

A continuación se determina el peso final de la mezcla asfáltica curada más la tara P_{ft} , mediante la siguiente fórmula.

$$P_{ft} = P_o + P_t + P_a - P_{se}$$

donde:

P_{ft} es el peso final de la mezcla de prueba ya curada, más la tara, en gramos.

P_c es el peso de la muestra de material pétreo seco, en gramos

P_t es el peso de la tara, en gramos.

P_a es el peso del material asfáltico utilizado para elaborar la mezcla de prueba en gramos.

P_{se} es el peso de los solventes que se eliminan de la mezcla durante su elaboración y curado, en gramos

El curado de las mezclas elaboradas con emulsiones asfálticas se efectuará remezclándolas hasta que claramente se inicie el rompimiento de la emulsión sin provocar que se desprenda del agregado pétreo; al ocurrir el rompimiento se escurrirá el agua remanente, siendo este el punto en que se compactará la mezcla, seleccionando para ello la humedad y estado de rompimiento que proporcione los mayores pesos volumétricos

Con la placa de base, la placa de compactación y el molde de prueba limpios y a la temperatura de 50°C, se arma el conjunto que debe quedar nivelado sobre una superficie firme. en el caso de mezclas con emulsión no será necesario calentar el equipo (Fig 7).

Después de curada la mezcla se deposita en el molde en dos capas, dándole un acomodo inicial mediante 20 penetraciones con la varilla, repartidas simétricamente. A continuación, para formar el espécimen de prueba, se compacta la mezcla contenida en el molde, aplicándole por medio de la máquina de compresión una carga inicial de 25 kg/cm²; realizado lo anterior, se libera dicha carga y se remueven las calzas en que se apoya el molde; enseguida se aplica carga en forma lenta y uniforme hasta alcanzar en

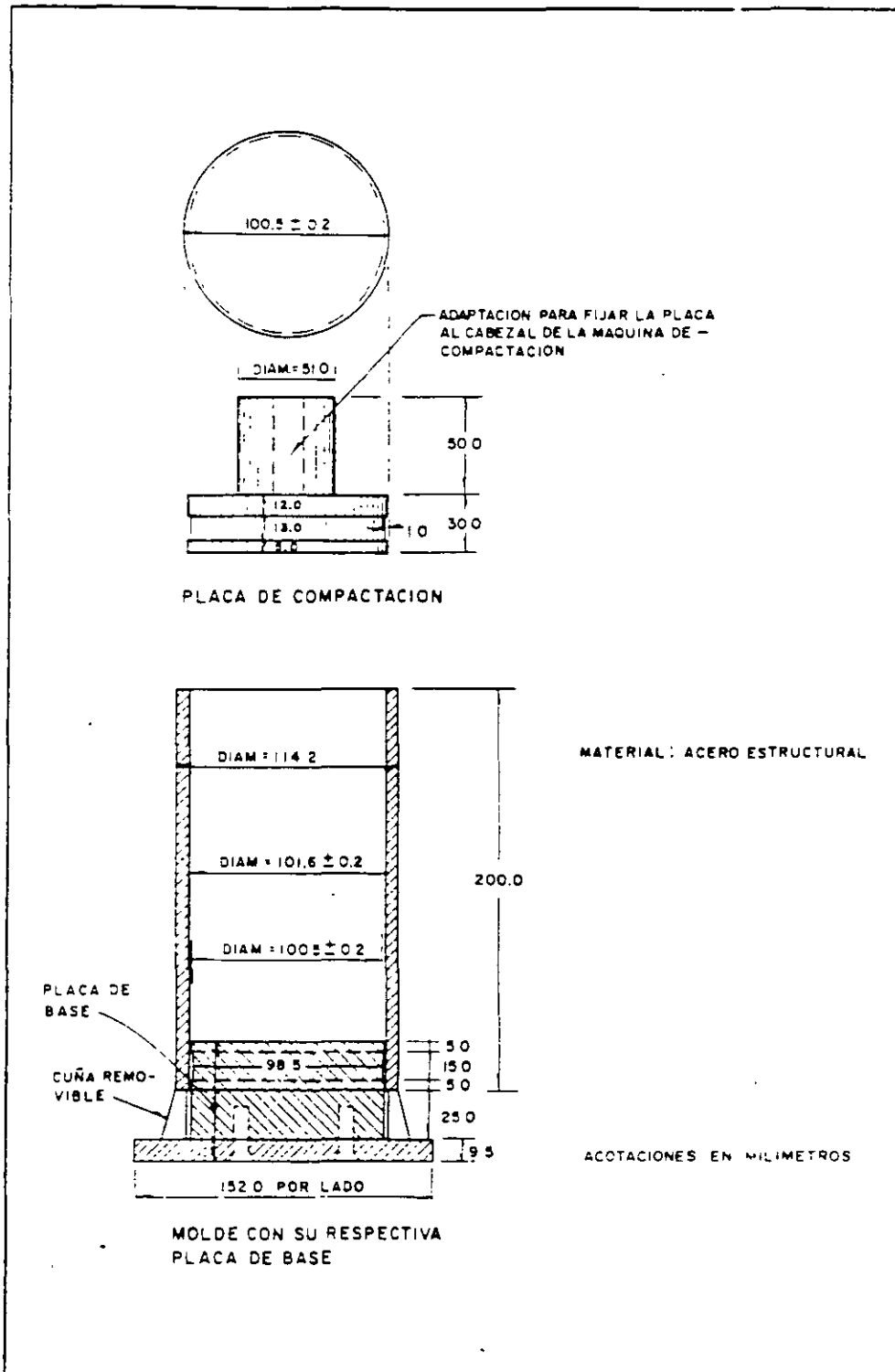


FIGURA NUM.- 7 MOLDE Y PLACA DE COMPACTACION PARA LA PRUEBA DE COMPRESION SIN CONFINAR EN MEZCLAS ASFALTICAS.

5 minutos la carga de compactación correspondiente a la presión de 100 kg/cm^2 , que se sostiene durante dos minutos, después de lo cual se libera.

Se retira de la máquina de compresión el molde con el espécimen, se remueve la placa de base y se dejan a la temperatura ambiente hasta que el espécimen adquiera la consistencia que permita ser extraído sin que sufra daño; en el caso de mezclas con emulsión asfáltica el período será de 3 días manteniendo los moldes en posición horizontal para facilitar el drenado.

Después del período de reposo se extrae el espécimen del molde y se mide con aproximación de un milímetro y se anota el promedio en la hoja de registro, verificando su relación altura/diámetro que debe ser de 1.25, aproximadamente. Así se continúa la elaboración de especímenes hasta completar los 8 de cada contenido considerado en el estudio, cuidando de hacer los ajustes necesarios para que la altura de los especímenes sea uniforme; tratándose de mezclas del mismo estudio, en los diferentes contenidos de asfalto, respecto a la altura de todos no debe haber diferencias de más de 5 milímetros, los que no cumplan con este requisito se desecharán y se sustituirán por nuevos especímenes que si cumplan.

Se determina el peso volumétrico de cada uno de los especímenes de cada contenido de asfalto mediante el peso sumergido, separando los valores correspondientes a cada contenido de asfalto. Con los 8 especímenes de cada contenido de asfalto se forman 2 grupos, uno para mantenerlo de 16 a 24 horas a la temperatura ambiente y después se colocan en baño de aire o en ambiente a la temperatura de $25 \pm 0.5^\circ \text{ C}$, durante 2 horas antes de probarlos; el segundo grupo se conserva de 16 a 24 horas, a la temperatura ambiente y después durante 4 días inmersos en un baño de agua a $25 \pm 0.5^\circ \text{ C}$.

Dos de los especímenes del primer grupo se prueban a la compresión simple aplicándole una carga inicial de 10 kg. ; se instala el extensómetro y se ajusta a cero, después se somete a la prueba de compresión axial, aplicándole carga a una velocidad uniforme para obtener una deformación vertical de 50.0 mm/min hasta alcanzar la mayor carga que resista el espécimen la que se registra como P_a , en kg. Al presentarse dicha carga se lee el extensómetro y se anota en la hoja de registro como valor del flujo d_a , en mm.

El tercero y cuarto de los especímenes del primer grupo se somete a la prueba brasileña o de compresión diametral con registro de flujo vertical, colocando el espécimen en la platina de la máquina de compresión y montando el extensómetro para la determinación del flujo; al espécimen así instalado se le aplica carga uniforme a lo largo de dos de sus generatrices unidas por un mismo diámetro y a una velocidad constante de deformación vertical de 50.0 mm/min hasta alcanzar la carga de ruptura que se registra como P_c en kg; al alcanzar dicha carga se toma la lectura del extensómetro y se anota como valor de flujo "d", en mm, con aproximación de 0.1 mm. Se hace notar que en todos los casos se utiliza las cuatro placas para guiar y centrar la carga y las dos tiras de distribución de la misma. Al cuarto espécimen después de la prueba se le determina el contenido de cemento asfáltico.

Del segundo grupo de especímenes se toman sucesivamente dos y se dejan escurrir el tiempo indispensable para que no mojen el equipo, lapso que no será mayor de 5 minutos, después se someten sucesivamente a la prueba de compresión axial con medición del flujo vertical como ya se describió anteriormente. Los dos especímenes restantes de este segundo grupo se dejan escurrir y también se someten a la prueba de compresión diametral con medición de flujo como ya fue descrito.

CÁLCULO Y REPORTE

Los pesos volumétricos de todos los especímenes con un mismo contenido de asfalto se promedian, desechando aquellos que discrepen en forma significativa y el resultado se anota con aproximación de 10 kg/m^3 .

La resistencia a la compresión axial de cada uno de los especímenes de prueba de ambos grupos tanto los ensayados en húmedo como en seco de los diferentes contenidos de asfalto se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_c = \frac{P_a}{A_s}$$

donde:

R_c es la resistencia a la compresión axial en kg/cm^2

P_a es la carga axial máxima que se registra al inicio de la falla, en kg

A_s es el área de la sección transversal del espécimen calculada con su diámetro promedio, con aproximación de 0.1 cm^2

Los valores de resistencia de los dos especímenes de cada grupo se promedian y registran, por una parte los ensayados en seco y por otra los probados en húmedo de cada contenido de asfalto.

El valor de resistencia a la tensión por compresión diametral de cada uno de los especímenes tanto de los probados en seco como de los probados en húmedo de los diferentes contenidos de asfalto se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_d = \frac{P_d}{Dh}$$

donde:

R_d es el valor de la resistencia a la tensión por compresión diametral, en kg/cm^2

P_d es la carga máxima aplicada diametralmente, en kg

D es el diámetro promedio del espécimen en cm, con aproximación de 0.1 cm

h es la altura promedio del espécimen en cm, con aproximación de 0.1 cm

Se promedian y registran los valores de resistencia a la tensión por compresión diametral de los dos especímenes de prueba de cada grupo, por una parte los ensayados en seco y por la otra los probados en húmedo, de cada contenido de asfalto.

Se promedian y registran los valores de flujo d_a de los dos de cada grupo probados a la compresión axial, por una parte los ensayados en húmedo y por la otra los probados en seco, de cada contenido de asfalto.

Se promedian y registran los valores de flujo d_d de los dos especímenes de cada grupo probados a la compresión diametral, por una parte los ensayados en húmedo y la otra los probados en seco, de cada contenido de asfalto.

Se calcula el porcentaje de vacíos de la mezcla compactada de todos los especímenes elaborados con un mismo contenido de asfalto, determinando los pesos volumétricos, el porcentaje de vacíos de la mezcla compactada correspondiente a cada contenido de asfalto y se anotan en la hoja de registro.

Con los datos de peso volumétrico, de resistencia, de flujo y porcentaje de vacíos y los correspondientes contenidos de asfalto expresados como por ciento en peso, con relación al del material pétreo de los especímenes respectivos, se dibujan las gráficas del por ciento de cemento asfáltico, contra cada uno de los siguientes conceptos: peso volumétrico, resistencia a la compresión axial en seco, resistencia a la compresión axial en húmedo, resistencia a la compresión diametral en seco, resistencia a la compresión diametral en húmedo, así como contra flujo de especímenes en seco, flujo de especímenes en húmedo y porcentaje de vacíos.

Del análisis de todas estas gráficas se deduce la proporción óptima de asfalto que permita el mayor peso volumétrico, las mayores resistencias y el flujo aceptable, siendo en todo caso el por ciento de asfalto recomendado, aquél con el cual se logre más ventajas en todos los aspectos señalados.

PRECAUCIONES QUE SE DEBEN TOMAR EN ESTA PRUEBA

Extraer cuidadosamente los especímenes de los moldes para evitar que sufran distorsiones o disgregaciones.

Cuando no sea posible efectuar a los especímenes las pruebas en seco, durante las 24 horas siguientes a su elaboración, se colocarán en recipientes herméticos para protegerlos.

Verificar que los especímenes tengan la misma temperatura en el momento de ser sometidos a la prueba de carga.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ÓPTIMO DE ASFALTO POR EL MÉTODO DE MARSHALL

Este método se aplica para el proyecto y control de mezclas elaboradas utilizando materiales pétreos con tamaño máximo de 25 mm y cemento asfáltico en caliente;

también se puede aplicar cuando se usen asfaltos rebajados o emulsiones asfálticas: el procedimiento consiste fundamentalmente en elaborar especímenes cilíndricos a los que se les determina su peso volumétrico, porcentaje de vacíos, estabilidad en sentido diametral y deformación al alcanzarse la máxima resistencia; estas dos últimas determinaciones se pueden hacer bajo condiciones de humedad y de temperatura desfavorables.

A las mezclas elaboradas con asfaltos rebajados o con emulsiones también se les determina la influencia del agua en su comportamiento.

El valor de estabilidad es un índice de la resistencia estructural de la mezcla asfáltica compactada y el flujo es un indicador de su flexibilidad y pérdida de resistencia a la deformación.

Para el diseño de mezclas asfálticas se elaboran especímenes con diferentes porcentajes de asfalto, a fin de conocer cuales son los que proporcionan condiciones favorables y de ellos seleccionar el contenido óptimo de asfalto o el más conveniente para el material pétreo estudiado.

Para verificar la mezcla asfáltica producida en la obra se comparan las características de granulometría, contenido de asfalto y peso volumétrico de la mezcla compactada y cuando haya discrepancias entre los datos mencionados se elaboran especímenes con la mezcla producida en la obra y se les determina su estabilidad, flujo y porcentaje de vacíos para verificar esas características con las de proyecto.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

Se determina el peso específico relativo aparente del material pétreo por inmersión en cemento asfáltico; así también el del cemento asfáltico el cual será corregido tanto en el caso de rebajados como en el caso de emulsiones mediante las gráficas de peso

específico - residuo asfáltico, tomando en cuenta los solventes y el agua que contenga el producto bajo las condiciones de compactación

Deben obtenerse las temperaturas de mezclado del cemento asfáltico o rebajado y del material pétreo; para los primeros la temperatura mencionada es aquella a la que tengan una viscosidad Saybolt - Furol de 85 ± 10 segundos y para el material pétreo, es esta misma temperatura más 10°C . Cuando se utilicen emulsiones el material pétreo no se calentará y en cambio se le adicionará una humedad similar a la de absorción, de tal manera que se obtenga el mejor cubrimiento. También se determinará la temperatura de compactación de la mezcla que será aquella a la cual el material asfáltico tenga una viscosidad Saybolt - Furol de 140 ± 15 segundos; esta temperatura también se puede determinar de la gráfica viscosidad - temperatura del asfalto o producto utilizado.

La cantidad de material pétreo para cada mezcla será la necesaria para que el espécimen tenga una altura aproximada de 63.5 mm (aproximadamente 1,100 gramos de material pétreo) y las proporciones de asfalto se definirán con base en el contenido mínimo determinado mediante fórmulas empíricas variando los contenidos con incrementos de 0.5% desde el contenido mínimo - 1.0% hasta el contenido mínimo + 2.0%.

Durante la operación de mezclado se mantendrá la temperatura de compactación antes mencionada pudiendo aplicar calor durante esta etapa y en el caso de asfaltos rebajados se tendrá una relación de solvente a cemento asfáltico (valor de K) de 0.8 para rebajados de fraguado rápido y de 0.12 para rebajados de fraguado medio. Cuando se trate de mezclas elaboradas con emulsión, se mezclarán lo suficiente para homogeneizarlas, verificando el peso de la mezcla a fin de que por decantación y evaporación sucesiva se elimine el 80% aproximadamente del agua y solventes; la humedad que conserve la mezcla será cercana a la óptima de compactación y se definirá dibujando la curva del peso volumétrico de la mezcla contra su humedad.

El conjunto de placa de compactación, pisón y los moldes completos, la espátula y placa de base se calientan a 90°C en un baño con agua a dicha temperatura (Figs. 8 y 9).

Con la mezcla de prueba preparada y a la temperatura de compactación (normalmente entre 120 y 150°C), se saca del baño un molde, se seca y arma poniendo en el fondo una

hoja de papel filtro circular y se vacía la mezcla dentro del molde, acomodándola con la espátula (introduciéndola quince veces en la parte perimetral y diez en la parte central, para acomodarla sin que se clasifique); por último se acomoda la parte superior de la mezcla procurando una superficie ligeramente abombada y colocando otra hoja de papel filtro. A continuación se monta el molde sobre el pedestal y se compacta aplicando 50 golpes de pisón o bien 75 golpes dependiendo de lo que especifique el proyecto para el tipo de tránsito considerado. La altura de caída del martillo es de 457 mm.

Una vez aplicada esta compactación se invierte el molde con el espécimen y se vuelven a colocar sus dispositivos para aplicar a la otra cara del espécimen el mismo número de golpes que en la primera cara.

El espécimen dentro del molde se deja enfriar a la temperatura ambiente para que al ser extraído no sufra deformaciones y se mantiene en reposo a la temperatura ambiente durante aproximadamente 24 horas; después del periodo de enfriamiento se determina el peso volumétrico de cada espécimen y antes de la prueba todos los especímenes se sumergen de 30 a 40 minutos en un baño de agua a $60 \pm 1^{\circ}\text{C}$, excepto en el caso de las mezclas elaboradas con asfaltos rebajados o emulsiones, en que los especímenes antes de ser probados se mantienen a una temperatura ambiental de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas.

La determinación de estabilidad y de flujo se iniciará a los 30 minutos de inmersión debiendo sacar y probar el último de los especímenes a los 40 minutos de haber sido introducido en el baño (Figs. 10 y 11).

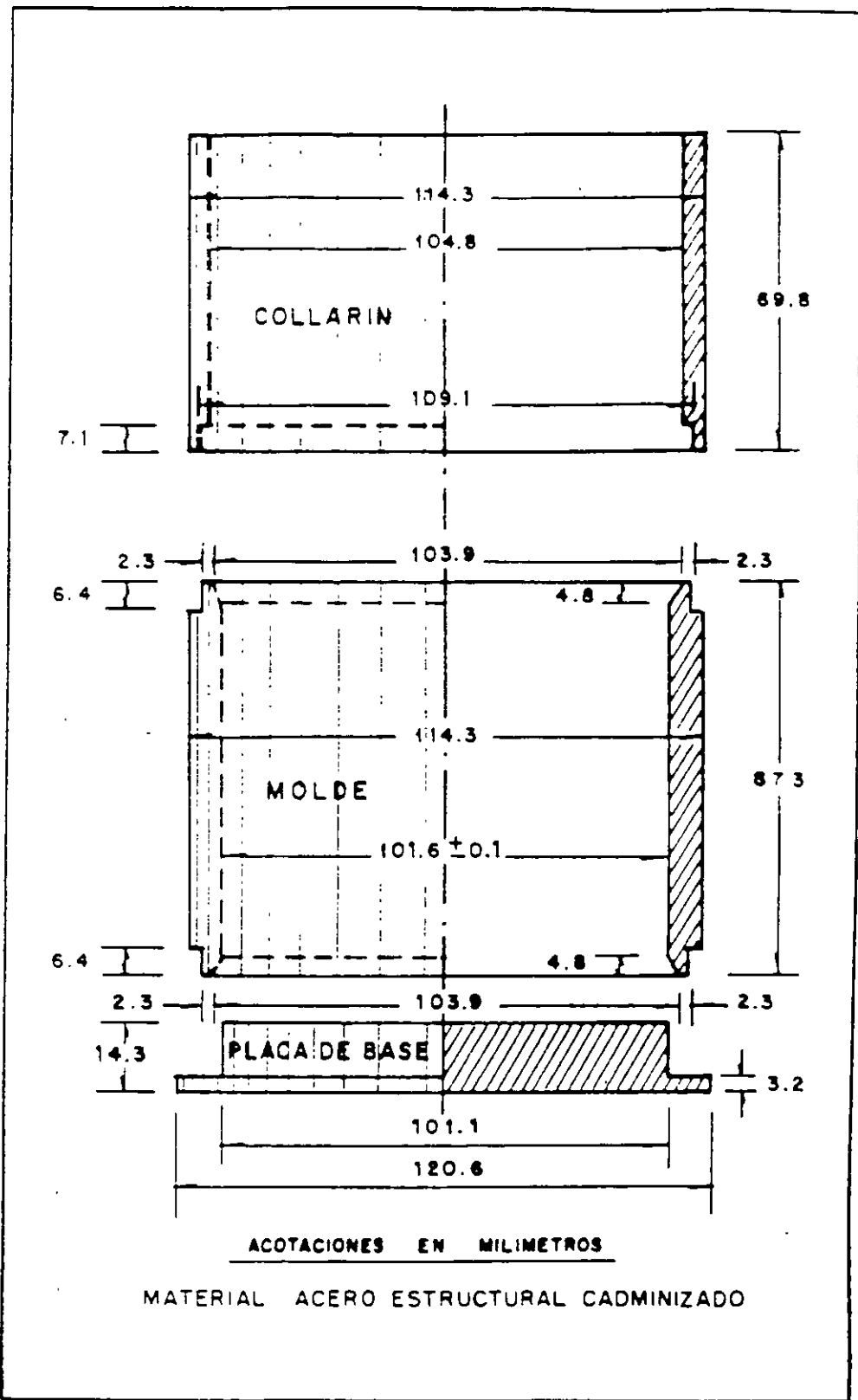
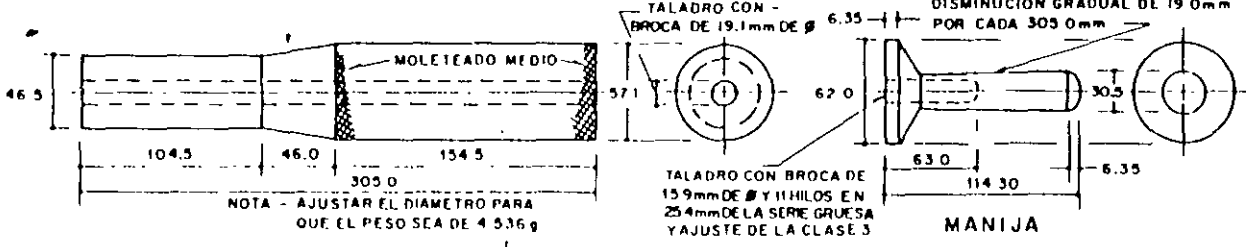
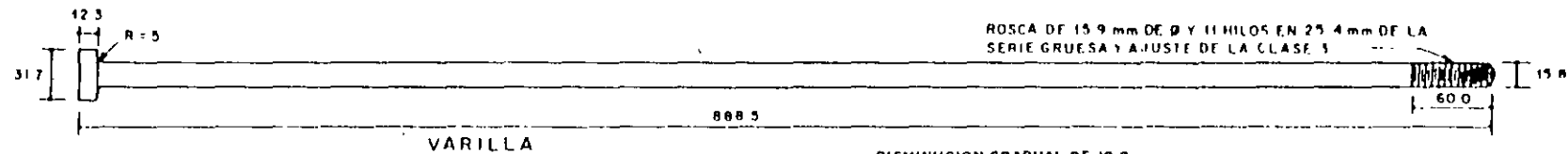
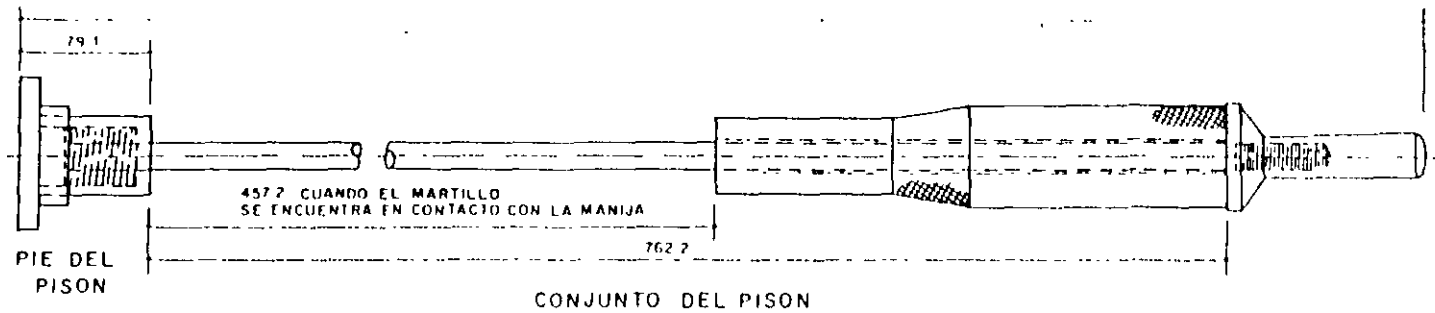
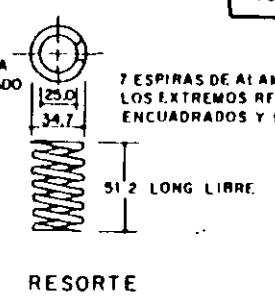
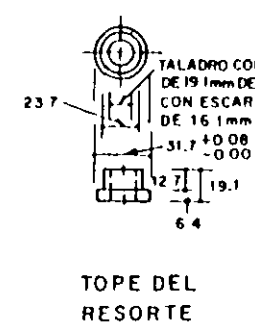
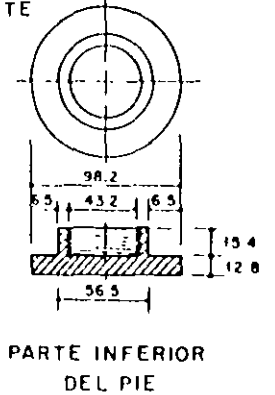
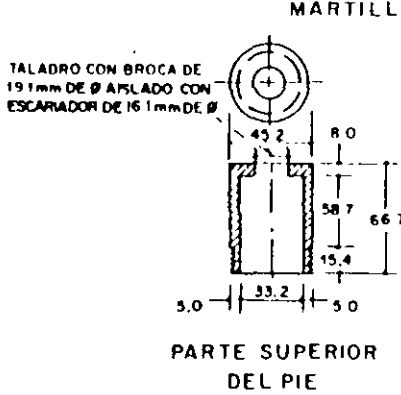


FIGURA NUM. 8 MOLDE DE COMPACTACION PARA LA PRUEBA DE MARSHALL.



PIEZA	MATERIAL
MANIJA	ACERO ESTRUCTURAL
VARILLA	ACERO LAMINADO EN FRIO
MARTILLO DESLIZANTE	ACERO ESTRUCTURAL
RESORTE	ACERO ESTIRADO EN FRIO
PIE DEL PISON	ACERO ESTRUCTURAL
TOPE DEL RESORTE	ACERO ESTRUCTURAL

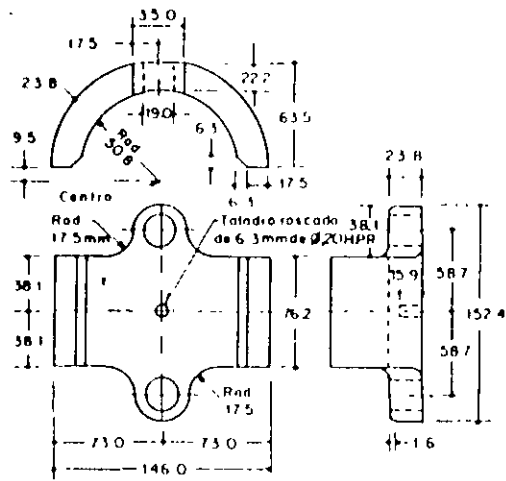


PESO DEL PISON
COMPACTADOR: 7 930 g

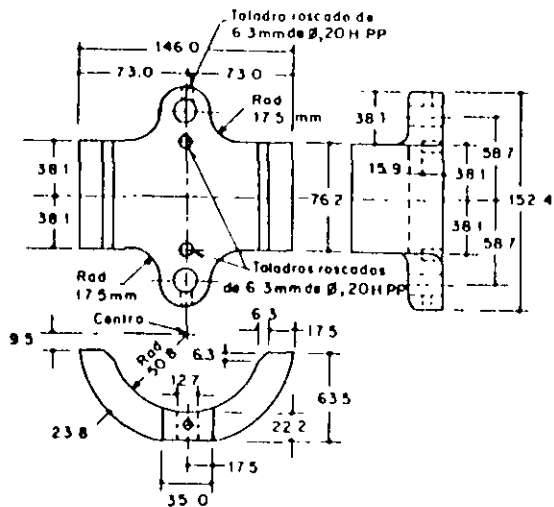
DUREZA DEL ACERO: 88 EN
LA ESCALA B DE ROCKWELL.
PARA EL PIE DEL PISON

ACOTACIONES EN MILIMETROS

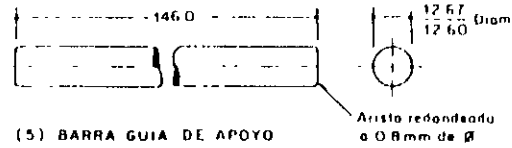
FIGURA NUM.- 9 PISON DE COMPACTACION MARSHALL



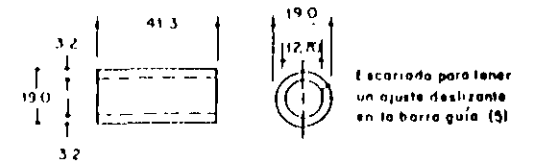
(1) SECCION SUPERIOR DEL CABEZAL



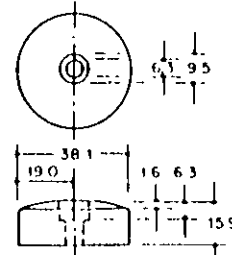
(2) SECCION INFERIOR DEL CABEZAL



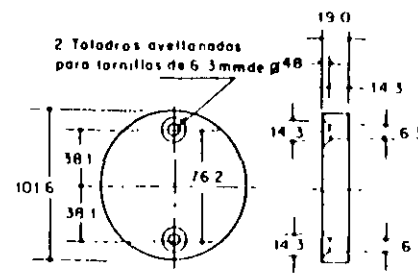
(5) BARRA GUIA DE APOYO



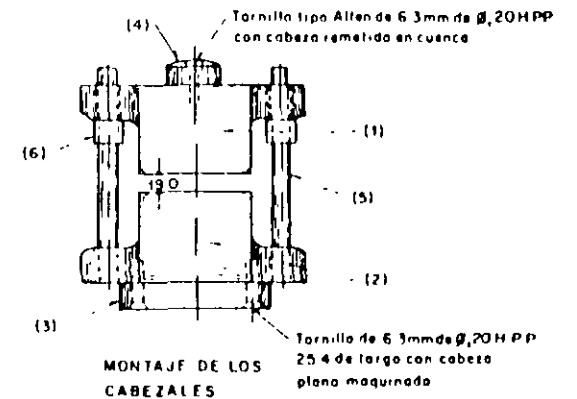
(6) CASQUILLO DE SUJECION A LA BARRA GUIA



(4) ADAPTADOR DEL CABEZAL



(3) BASE DEL CABEZAL



MONTAJE DE LOS CABEZALES

ACOTACIONES EN MILIMETROS
H P P = HILOS POR PULGADA

FIGURA NUM. /O CABEZAL PARA PROBAR LOS ESPECIMENES MARSHALL

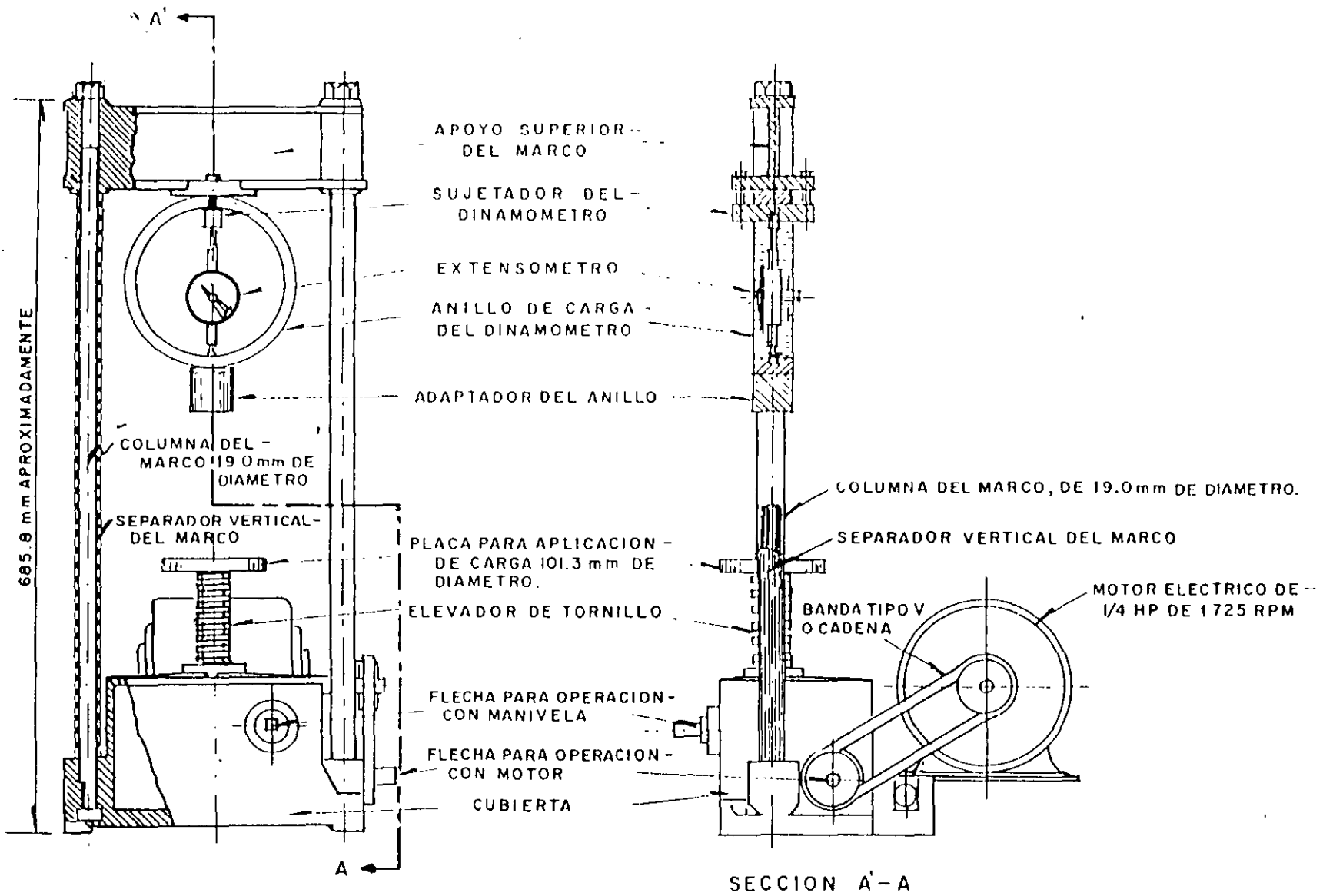


FIGURA NUM. 11 ESQUEMA DE LA MAQUINA DE PRUEBAS MARSHALL

En el caso de mezclas elaboradas con cemento asfáltico, los cabezales de prueba deben mantenerse a una temperatura de $35 \pm 3^{\circ}\text{C}$ y en el caso de mezclas con rebajados o emulsiones a $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$.

La carga se aplica al espécimen con una velocidad de deformación constante de 50.8 mm/min hasta producir la falla del espécimen a la temperatura de prueba: dicha carga es el valor de estabilidad Marshall, en kg.

Mientras la carga se aplica, el extensómetro medidor de flujo colocado sobre la varilla guía de los cabezales de prueba registra las deformaciones, al presentarse la carga máxima la lectura registrada es el valor de flujo, en mm.

En esta prueba se calcula y reporta lo siguiente:

Peso específico teórico máximo de cada una de las mezclas consideradas en el estudio

Porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM) de cada uno de los especímenes.

Porcentaje de vacíos de la mezcla compactada.

Valores de estabilidad y de flujo.

Con los valores promedio anteriores se dibujan las gráficas que se analizarán para definir el contenido de asfalto que mejor satisface los requisitos de proyecto.

En esta prueba deben tenerse los siguientes cuidados:

Que en todas las etapas de la prueba las temperaturas se ajusten a los valores establecidos.

Que la superficie interior de los cabezales de prueba corresponda a un radio de 50.8 mm.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ÓPTIMO DE ASFALTO POR EL MÉTODO DE HVEEM

Este método se aplica para el proyecto y verificación de mezclas elaboradas, utilizando materiales pétreos con tamaño máximo de 25 mm y cemento asfáltico en caliente, rebajados o emulsiones asfálticas; el método consiste fundamentalmente en preparar dos series de especímenes con variaciones similares en sus contenidos de material asfáltico, utilizando el equipo de compactación de Hveem, que somete a la muestra a ciertas presiones repetidas, aplicadas en forma gradual mediante un pisón; a los especímenes de una serie se les determina su resistencia a la desintegración, alteración volumétrica y permeabilidad mediante la prueba de expansión; a los de la serie restante se les determina su resistencia a la deformación lateral, aplicándole a cada uno carga vertical en una celda de tipo triaxial o estabilómetro, bajo condiciones previas de humedad y temperatura; a los especímenes de ambas series se les determina su peso volumétrico y su resistencia a la tensión mediante el cohesiómetro de Hveem.

Con los resultados obtenidos se hace un análisis gráfico para seleccionar la proporción óptima de cemento asfáltico que permita las mejores características de la muestra; el procedimiento consiste fundamentalmente en la preparación de muestras y elaboración de especímenes para determinar sus características volumétricas, efectuar la prueba del estabilómetro, la del cohesiómetro, la de expansión y permeabilidad.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

Se determina el peso específico relativo aparente del material pétreo por inmersión en cemento asfáltico; así también el del cemento asfáltico el cual será corregido tanto en el caso de rebajados como en el caso de emulsiones mediante las gráficas de peso específico - residuo asfáltico, tomando en cuenta los solventes y el agua que contenga el producto bajo las condiciones de compactación.

Deben obtenerse las temperaturas de mezclado del cemento asfáltico o rebajado y del material pétreo; para los primeros la temperatura mencionada es aquella a la que tengan una viscosidad Saybolt - Furol de 85 ± 10 segundos y para el material pétreo, es esta

misma temperatura más 10°C. Cuando se utilicen emulsiones el material pétreo no se calentará y en cambio se le adicionará una humedad similar a la de absorción, de tal manera que se obtenga el mejor cubrimiento. También se determinará la temperatura de compactación de la mezcla que será aquella a la cual el material asfáltico tenga una viscosidad Saybolt - Furol de 140 ± 15 segundos; esta temperatura también se puede determinar de la gráfica viscosidad - temperatura del asfalto o producto utilizado.

La cantidad de material pétreo para cada mezcla será la necesaria para que el espécimen tenga una altura aproximada de 63.5 mm (aproximadamente 1,100 gramos de material pétreo) y las proporciones de asfalto se definirán con base en el contenido mínimo determinado mediante fórmulas empíricas variando los contenidos con incrementos de 0.5% desde el contenido mínimo - 1.0% hasta el contenido mínimo + 2.0%.

Durante la operación de mezclado se mantendrá la temperatura de compactación antes mencionada pudiendo aplicar calor durante esta etapa y en el caso de asfaltos rebajados se tendrá una relación de solvente a cemento asfáltico (valor de K) de 0.8 para rebajados de fraguado rápido y de 0.12 para rebajados de fraguado medio. Cuando se trate de mezclas elaboradas con emulsión, se mezclarán lo suficiente para homogeneizarlas, verificando el peso de la mezcla a fin de que por decantación y evaporación sucesiva se elimine el 80% aproximadamente del agua y solventes de la emulsión; la humedad que conserve la mezcla será la mayor que no origine exudación en el espécimen al compactarla, ni ocasione deformación excesiva bajo la acción del pisón.

Al terminar la preparación de la mezcla y el proceso de curado, cuando este se requiera, se procederá lo antes posible a moldear los especímenes de prueba utilizando el compactador mecánico de presiones repetidas de acuerdo con lo siguiente:

Se inicia con los especímenes de prueba del estabilómetro, calentando previamente los moldes a la temperatura de compactación de la mezcla y reguiando la temperatura de la placa inferior del compactador para evitar que se le adhiera la mezcla. Se vierte al molde de compactación la mitad de la mezcla colocada en la canaleta y se acomoda picándola con la varilla 20 veces en la parte central y 20 veces en la parte perimetral, después de lo cual se vierte en el molde la mezcla restante y se repite el procedimiento de picado con la varilla.

Se pone a funcionar el compactador con una presión de 17.6 kg/cm^2 y se aplican de 10 a 50 golpes con objeto de dar una compactación preliminar a la mezcla (el número de golpes se determina observando que la mezcla no se deforme excesivamente al aplicar presiones de 35 kg/cm^2). Después de la compactación preliminar se remueven las calzas en que se apoya el molde con lo cual éste se libera y permite la compactación por las caras inferior y superior del espécimen. Se eleva la presión de compactación a 35 kg/cm^2 y se dan 150 aplicaciones con el pisón.

El molde conteniendo el espécimen se coloca en un horno a 60°C durante hora y media, excepto cuando se trate de mezclas con emulsiones asfálticas en las que no se calienta la mezcla. En estas condiciones de temperatura se coloca el molde con el espécimen en la máquina de compresión descansándolo en el cuerpo cilíndrico de menor tamaño y el de mayor tamaño se instala en la parte superior; a continuación se aplica por el método de doble pistón una carga para nivelación de $5,700 \text{ kg}$ con una velocidad de desplazamiento de la platina de 1.3 mm/min ; se desmonta el molde con el espécimen y se dejan enfriar a la temperatura ambiente y en estas condiciones se determina su peso en gramos y se mide la altura del espécimen en mm (Figs. 12 y 13).

Cuando se trate de una mezcla asfáltica con materiales arenosos o muy inestables la compactación del espécimen se hará aplicando una carga estática de $18,000 \text{ kg}$ mediante el método de doble pistón dejando que se desplacen libremente los pistones de la máquina de prueba con una velocidad de desplazamiento de la platina de 1.3 mm/min y manteniendo la carga durante 30 ± 5 segundos

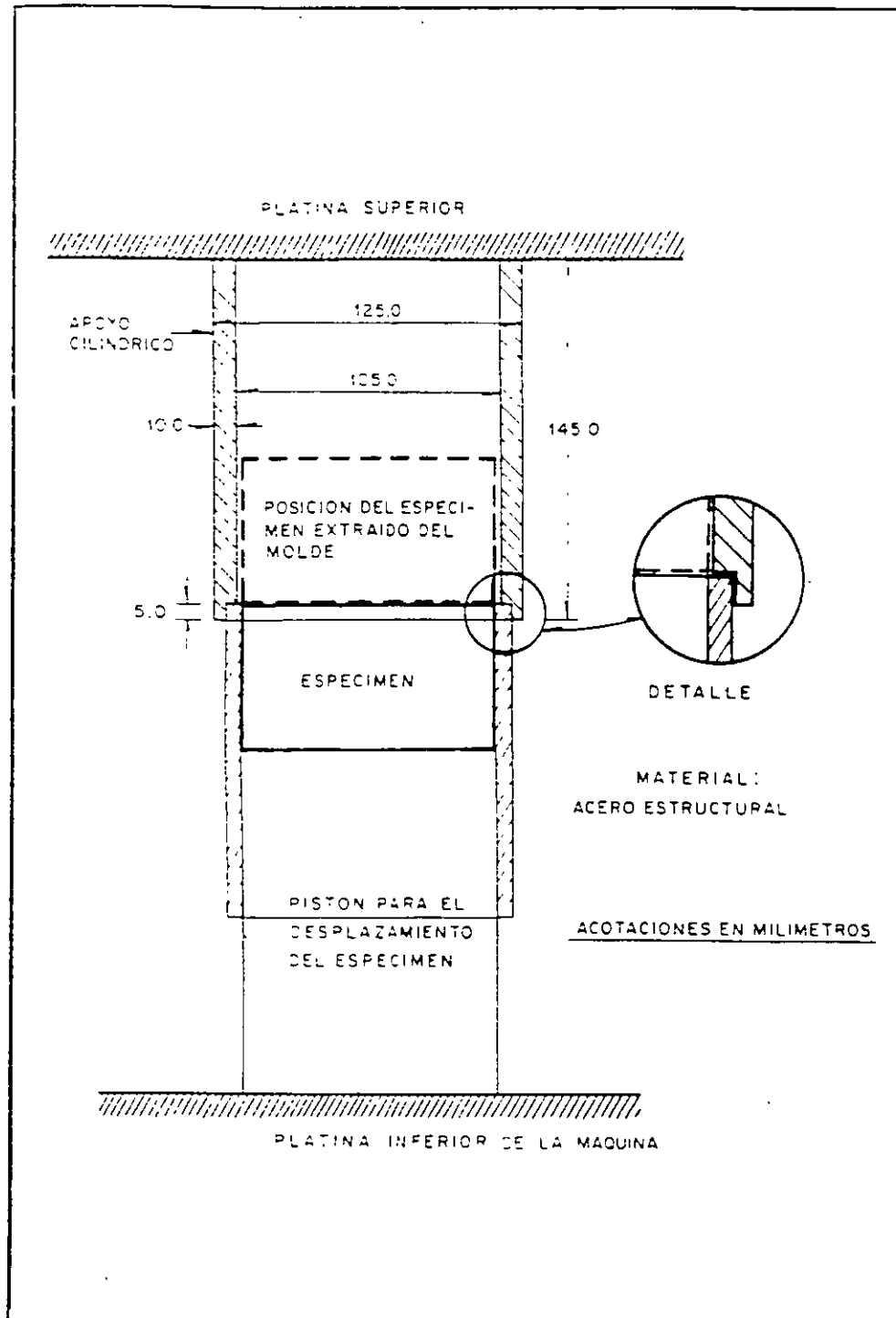
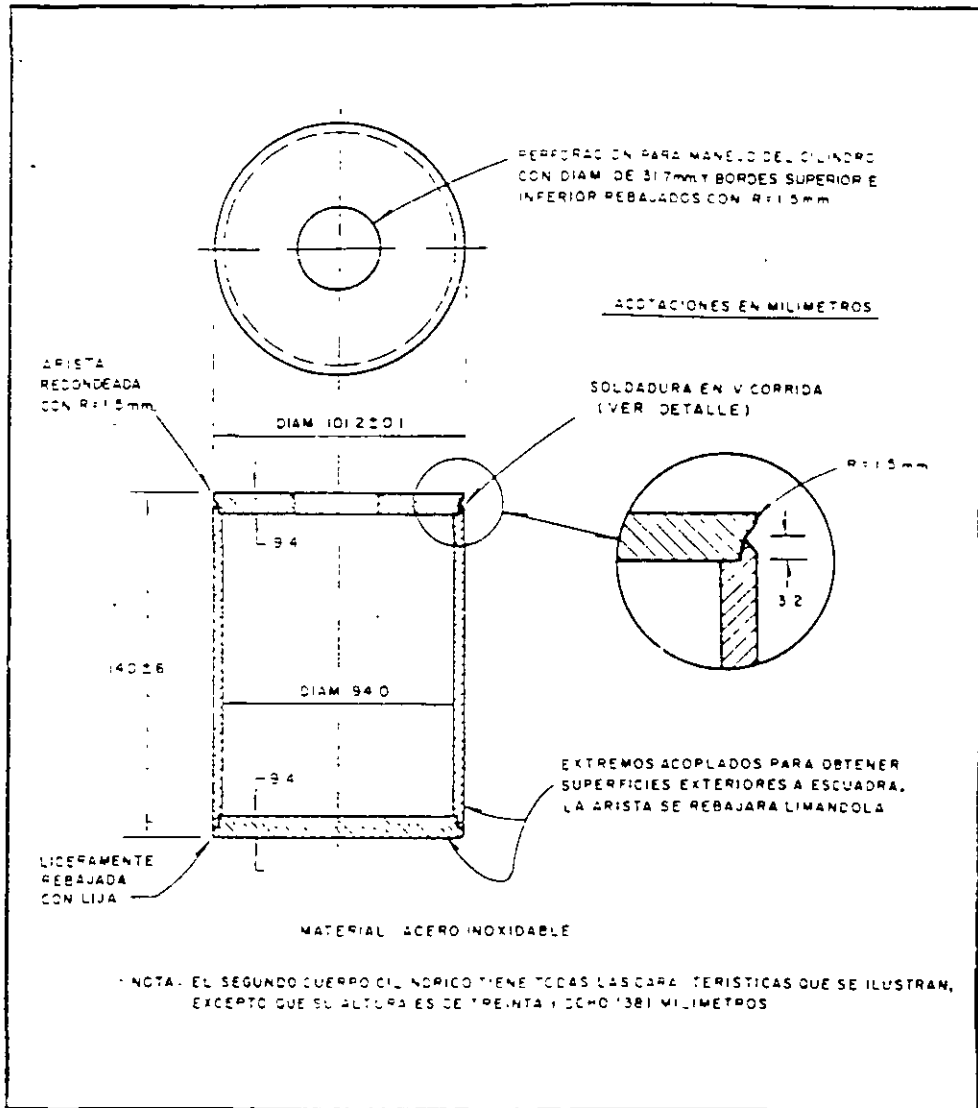


FIGURA NUM. 12 APOYO CILINDRICO MONTADO, PARA SACAR ESPECIMENES DEL MOLDE.



**FIGURA NUM. 13 CUERPO CILINDRICO METALICO
PARA APLICAR CARGA POR EL METODO DE
DOBLE PISTON.**

Para la elaboración de los especímenes que se emplean en la prueba de expansión se sigue el método antes descrito excepto en lo siguiente: los moldes no se calientan y se acondicionan colocándoles alrededor de su parte inferior y a una altura de 15 a 20 mm una tira de papel impregnado de parafina, para evitar el escape del agua entre el molde y el espécimen durante el periodo de inmersión a que serán sometidos; en lo referente a la temperatura de compactación, ésta será de 110°C cuando se trate de cementos asfálticos y de 60°C cuando se utilicen rebajados; las excepciones en el tratamiento del espécimen después de aplicar la carga de compactación, consisten en que éste no se mete al horno y la carga de nivelación no se aplica por el sistema de doble pistón, sino que para ello se invierte el molde desplazando el espécimen dentro del mismo hasta que queda apoyado en la platina de la máquina y en estas condiciones se continua con la aplicación de la carga de nivelación

Después del periodo de enfriamiento se extraen los especímenes del molde y se les determina su peso volumétrico. En esta parte del procedimiento mediante el estabilómetro de Hveem se determina la resistencia a la deformación evaluada mediante la presión lateral que se desarrolla en los especímenes al aplicarles una carga vertical dentro del estabilómetro.

Los especímenes para la prueba del estabilómetro se meten al horno a una temperatura de 60°C por un periodo no menor de 2 horas después de lo cual dichos especímenes se introducen cuidadosamente en el estabilómetro, se le instala el seguidor en la parte superior y a continuación todo el sistema se instala en la máquina de compresión. Se aplica una presión lateral al espécimen de 0.35 kg/cm² operando la manivela del estabilómetro y en seguida se le aplica carga vertical a un velocidad de avance de 1.3 mm/min y se van anotando las lecturas de presión lateral producidas por el espécimen en el manómetro del estabilómetro, para las cargas de 225, 450, 910, 1360, 1815, 2270 y 2720 kg. Inmediatamente después de alcanzar la carga vertical mencionada se descarga hasta 450 kg y se mantiene en este valor y operando la manivela del estabilómetro se fija la presión horizontal en 0.35 kg/cm² lo cual suele originar normalmente una reducción de la carga vertical y por lo tanto no es necesario hacer ninguna corrección.

Se ajusta a cero el micrómetro que mide el desplazamiento de la bomba, se gira la manivela del estabilómetro a una velocidad de dos vueltas por segundo hasta alcanzar

7.03 kg/cm² en el manómetro del estabilómetro y se registra el desplazamiento indicado en el micrómetro. Durante esta operación la carga registrada en la máquina de compresión, que en algunos casos origina que se exceda la carga vertical de 450 kg lo cual es normal por lo que no se debe hacer ninguna corrección; se libera la carga vertical y se acciona la manivela del estabilómetro hasta dar tres vueltas más después de que el manómetro registró cero y se extrae el espécimen de dicho aparato (Fig. 14)

En esta prueba se calcula y reporta lo siguiente:

El valor de R de estabilidad para cada uno de los especímenes de los diferentes contenidos de asfalto, se determina mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{22.2 (P_v - P_H)}{P_H \cdot D_E + 0.222 (P_v - P_H)}$$

donde:

- R es el valor de estabilidad en la mezcla asfáltica determinado con el método de Hveem.
- P_v es la presión vertical de 28.2 kg/cm², correspondiente a una carga total de 2270 kg
- P_H es la presión horizontal medida en el manómetro del estabilómetro, correspondiente a P_v.
- D_E es el desplazamiento de la bomba al probar el espécimen en el estabilómetro, dado en número de vueltas de la manivela.

En caso de ser necesario estos valores se corregirán por variación de la altura de los especímenes utilizando la gráfica de la figura Núm. 15.

La medición de la cohesión se efectúa mediante el cohesiómetro del Hveem, en el que se registra la carga de falla al someter a doblado especímenes que se sujetan por uno de sus extremos y son los mismos que se someten a la prueba del estabilómetro

DIAGRAMA DEL ESTABILOMETRO DE HVEEM

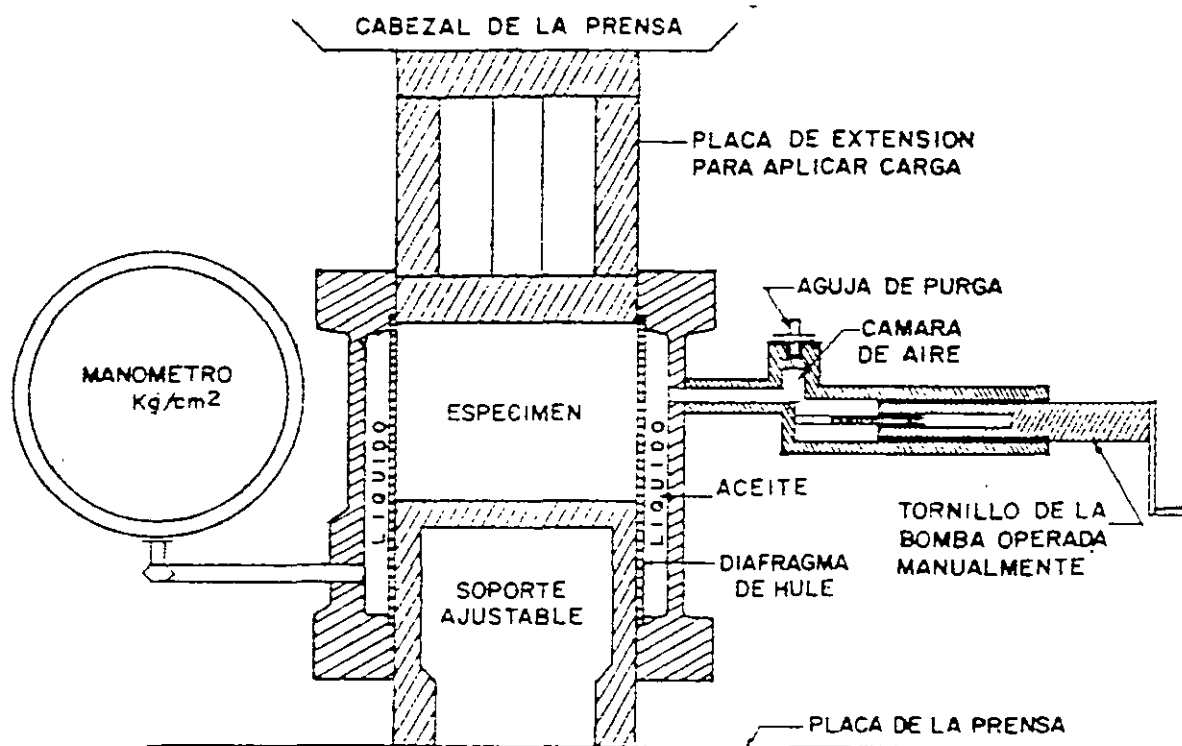


FIGURA NUM. 14

PRUEBA EN MEZCLAS ASFALTICAS

Alturas del espécimen {
• A - 71 a 76 mm
B - 66 a 70 mm
C - 61 a 65 mm
D - 56 a 60 mm
E - 51 a 55 mm

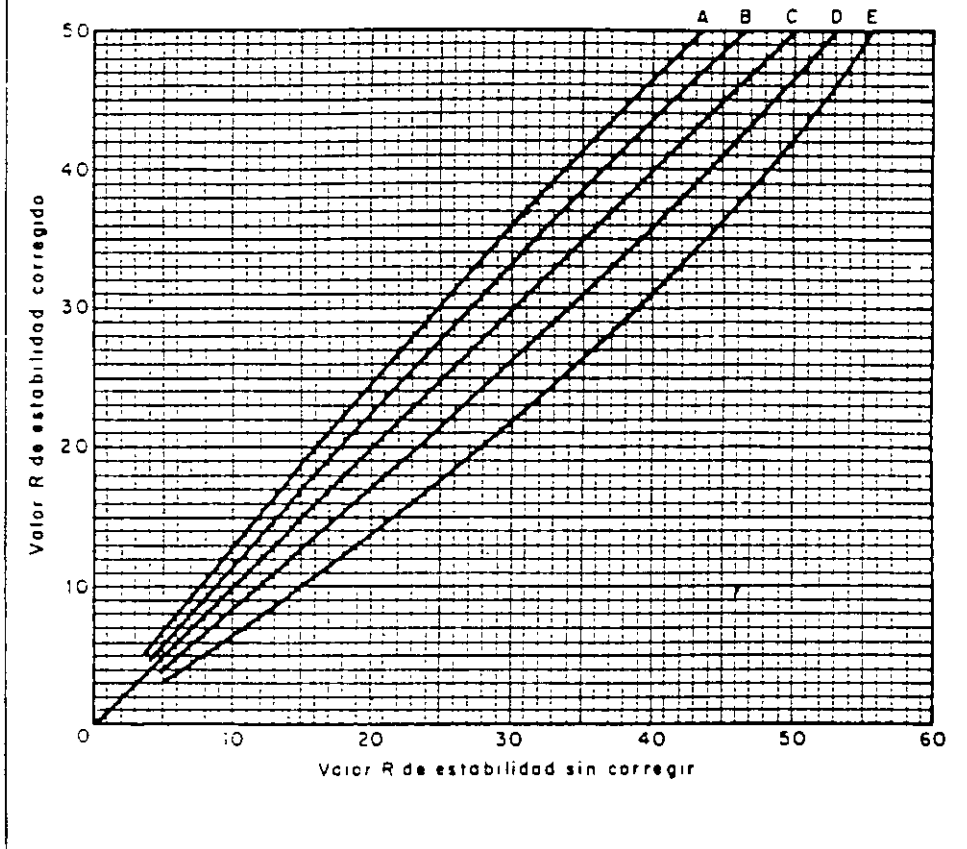


FIGURA NUM. 15 GRAFICA PARA CORREGIR POR ALTURA DEL ESPECIMEN LOS VALORES R DE ESTABILIDAD, A UNA ALTURA DE 63.5 MM.

El procedimiento consiste en calibrar el regulador del lastre del cohesiómetro para que las municiones fluyan a razón de 1.800 ± 20 gramos por minuto y se verifica que la longitud del brazo que produce el esfuerzo de flexión, sea de 76 cm.

Los especímenes se mantienen durante dos horas a $60 \pm 1^\circ\text{C}$, se ajusta el termostato para que la temperatura en el interior del cohesiómetro se mantenga a esa misma temperatura y en seguida se fija el brazo de carga con su seguro. se saca del horno el espécimen y se monta en el cohesiómetro sujetándolo firmemente sin dañarlo. se cierra la tapa. se espera para que la temperatura en el interior del gabinete se recupere y entonces se retira el seguro de fijación del brazo y se oprime el botón de descarga para liberar las municiones hasta que el espécimen falla, lo cual ocurre cuando el brazo de carga se desplaza 13 mm con lo que automáticamente se interrumpe el paso de municiones. Se pesan las municiones que pasaron y se registra el dato (Fig. 16)

El valor de cohesión se calcula con la siguiente fórmula.

$$C = \frac{L}{W (0.02H + 0.0044H^2)}$$

donde:

- C es el valor de cohesión estimado por ancho de probeta de 25 mm, medidos sobre el diámetro de falla y corregido para alturas de probeta de 76 mm, en gramos/cm².
- L es el peso de las municiones, en gramos.
- W es el diámetro del espécimen, en cm.
- H es la altura del espécimen, en cm

Se calcula y reporta el promedio de los valores del cohesiómetro para cada contenido de cemento asfáltico.

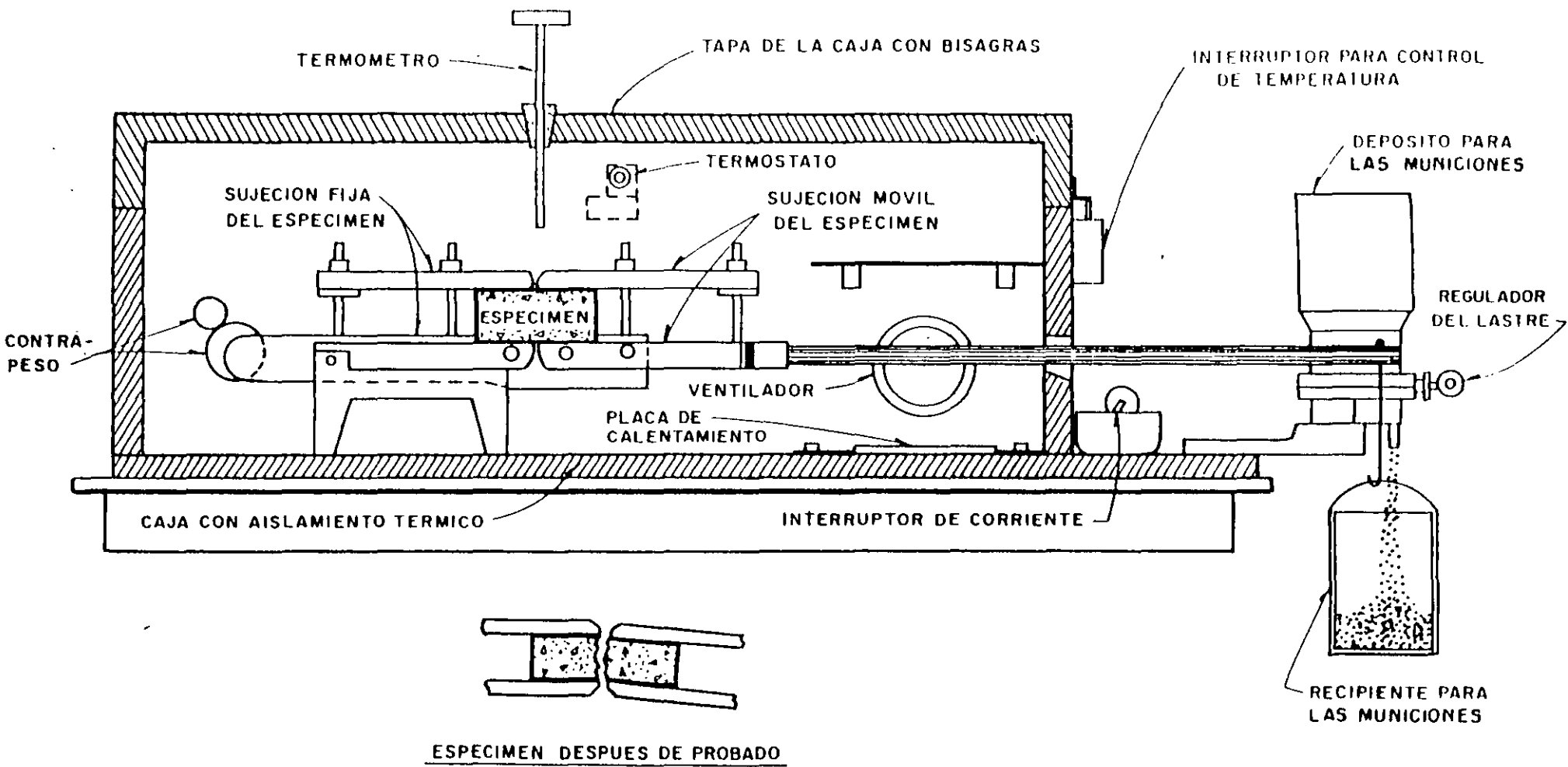


FIGURA NUM. 16-COHESIOMETRO DE HVEEM

En esta prueba se calcula y reporta lo siguiente.

Peso específico teórico máximo de cada una de las mezclas consideradas en el estudio

Porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM) de cada uno de los especímenes.

Porcentaje de vacíos en la mezcla compactada.

Estabilidad relativa R y valor del cohesiómetro C.

Con los valores promedio se dibujan las gráficas que se analizarán para definir el contenido de asfalto que mejor satisface los requisitos de proyecto.

En esta prueba deben tenerse los siguientes cuidados:

Que en todas las etapas de la prueba las temperaturas se ajusten a los valores establecidos.

Vigilar y/o verificar la calibración del equipo de prueba.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ÓPTIMO DE ASFALTO POR EL MÉTODO
DE HUBBARD - FIELD

Este método se aplica en el proyecto de mezclas elaboradas con cemento asfáltico en caliente y material pétreo cuyas partículas pasan la malla Núm. 4.75 y como mínimo, el 65% de las mismas pasa la malla Núm. 2.0.

La prueba consiste en elaborar especímenes con el agregado pétreo y diferentes proporciones de cemento asfáltico, en los que se definen mediante su resistencia a la extrusión y porcentaje de vacíos, las diferentes proporciones de asfalto que permiten satisfacer los requisitos de proyecto.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

Previamente a la preparación de las mezclas de prueba, al material pétreo se le determina su peso específico por el procedimiento de inmersión en cemento asfáltico y al cemento asfáltico su peso específico. También deben obtenerse las temperaturas de mezclado del cemento asfáltico y del material pétreo; para el primero la temperatura mencionada es aquella a la que tenga una viscosidad Saybolt - Furol de 85 ± 10 segundos y para el material pétreo, es esta misma temperatura más 10°C . También se determinará la temperatura de compactación de la mezcla que será aquella a la cual el cemento asfáltico tenga una viscosidad Saybolt - Furol de 140 ± 15 segundos; para fijar estas temperaturas se deben utilizar las gráficas de viscosidad - temperatura del cemento asfáltico empleado.

La cantidad de material pétreo requerida para cada mezcla es de 500 gramos y las proporciones de asfalto se definirán con base en el contenido óptimo aproximado determinado mediante fórmulas empíricas

Se elaboran especímenes (dos por punto), variando los contenidos con incrementos de 0.5% desde el contenido mínimo - 1.0% hasta el contenido mínimo + 2.0%.

Antes de iniciar la elaboración de especímenes, se limpian y calientan dos moldes completos a una temperatura de 130°C en un horno durante 10 minutos como mínimo. La

elaboración de especímenes se hace en los moldes previamente calentados colocando en ellos una cantidad aproximada de 100 gramos para obtener pastillas con una altura de 25.4 ± 0.5 mm, después de lo cual se regresan al horno los moldes con su contenido y se mantienen a la temperatura de compactación durante 10 minutos como mínimo.

Se saca del horno uno de los moldes con la mezcla y apoyándolo sobre las calzas se coloca el conjunto sobre la platina de la prensa y se introduce en el molde el pistón de compactación y se aplica una carga inicial de 230 kg; a continuación se retira la carga, se remueven las calzas y se compacta el espécimen hasta alcanzar en dos minutos una carga de 4,275 kg, equivalente a una presión de 211 kg/cm^2 , a continuación se llena el recipiente con agua fría hasta un tirante de 8 cm y se deja enfriar la muestra y se mantiene esa carga durante 5 minutos y después se libera, se invierte el molde, se retira la placa de base, se saca la pastilla del molde utilizando el pistón de extrusión y se marca con un crayón su parte superior para identificarla, se deja a temperatura ambiente por lo menos durante 12 horas antes de ser probada.

Transcurrido el periodo de reposo se determina el peso volumétrico de cada uno de los especímenes. La resistencia a la extrusión se determina colocando las pastillas y los moldes de prueba en un baño de agua a 60°C y se dejan en éste durante una hora como mínimo antes de la prueba; a continuación se introduce uno de los especímenes en el molde de prueba cuidando que su cara superior quede hacia arriba; se coloca el conjunto sobre la platina de la máquina de ensaye y se le aplica carga para que el espécimen se deforme a una velocidad constante de 60 mm/min. Se designa como resistencia a la extrusión el valor de la carga máxima obtenida en kg. (Figs. 17 y 18).

En esta prueba se calcula y se reporta lo siguiente:

Peso específico teórico máximo de cada una de las mezclas consideradas en el estudio.

Porcentaje de vacíos en el agregado mineral de cada uno de los especímenes.

Porcentaje de vacíos de la mezcla compactada.

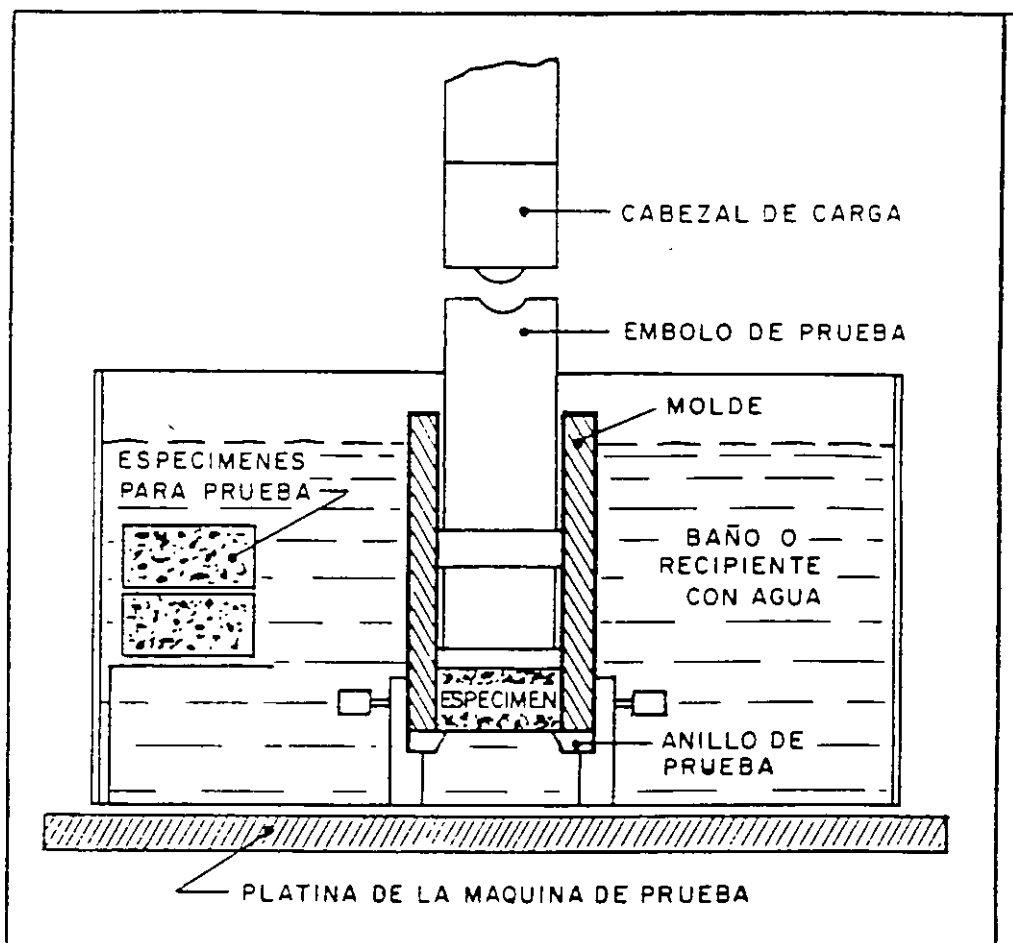


FIGURA NUM. 17 DISPOSICION DEL EQUIPO HUBBARD FIELD PARA LA EXTRUSION DE LA PASTILLA.

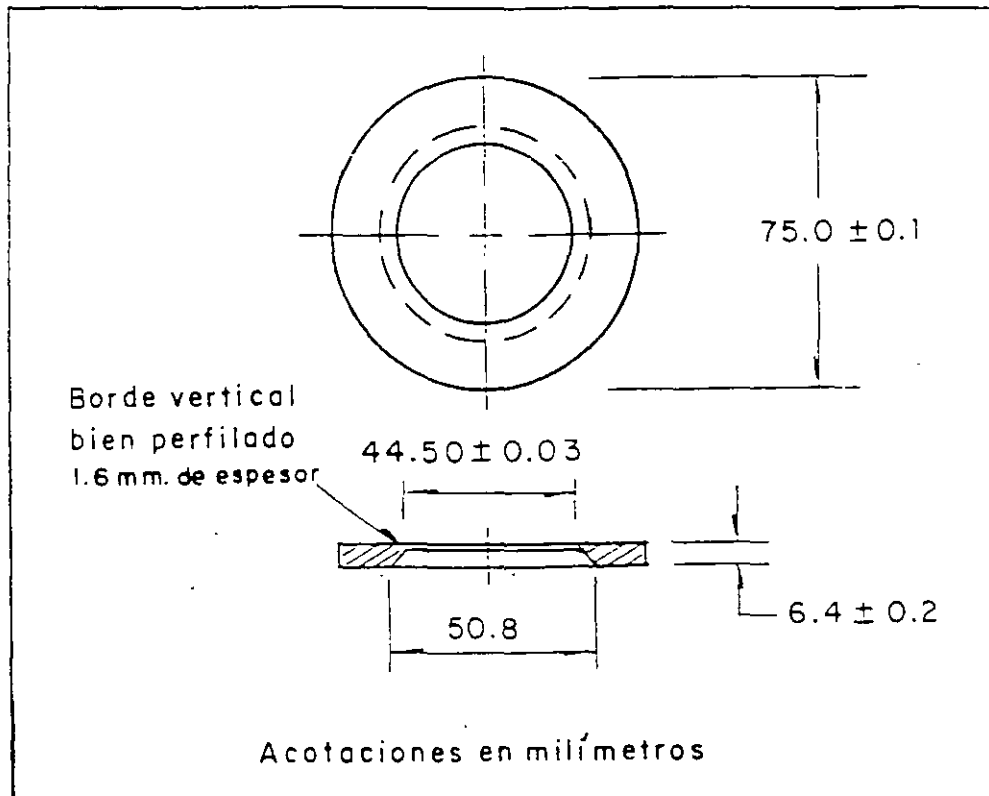


FIGURA NUM. 18 ANILLO PARA LA EXTRUSION

Utilizando los valores promedio obtenidos para cada contenido de asfalto se dibujan las gráficas correspondientes.

En cada gráfica se analizará cual es la proporción de asfalto que en mejor forma satisface los requerimientos del proyecto, fundamentalmente en cuanto a la resistencia a la extrusión y vacíos, con lo cual se definirá el contenido óptimo.

Las determinaciones preliminares y procedimientos que se deben aplicar para el estudio de la dosificación y verificación de la calidad de los morteros asfálticos constituidos por mezclas de arena, emulsión asfáltica, agua y en algunos casos finos adicionales a base de cemento Portland o de cal hidratada; consiste fundamentalmente en efectuar la prueba de abrasión en húmedo a dichos especímenes para evaluar la eficiencia del ligante en el mortero endurecido.

El diseño contempla el análisis de varias proporciones de los materiales seleccionados, determinando en las mezclas frescas y previamente a la preparación de especímenes sus características de consistencia, tiempo de curado y tiempo de fraguado; con base en esos resultados se selecciona el mortero que mejor se ajusta a los requisitos del proyecto y/o al uso que se le destine.

PRUEBA DE ABRASIÓN EN HÚMEDO

Esta prueba es un buen instrumento de diseño si se logra correlacionar adecuadamente sus resultados con el comportamiento real de la mezcla; mide la resistencia de este tipo de capas delgadas en condiciones de inmersión en agua y da una buena idea. El procedimiento comienza después de haber obtenido las características físicas del material pétreo y haber establecido la granulometría de trabajo; el residuo teórico de asfalto que se empleará se determina mediante la siguiente fórmula:

$$SE = 1/100 (0.342G + 1.92g + 15.33K + 118F)$$

donde:

- SE es la superficie específica del material pétreo
- G es el porcentaje entre mallas 3/8" y Núm. 4
- g es el porcentaje entre mallas Núm. 4 y Núm. 50
- K es el porcentaje entre mallas Núm. 50 y Núm. 200
- F es el porcentaje que pasa la malla Núm. 200

Con el valor de SE se entra a la gráfica para el porcentaje de residuo teórico donde existen tres curvas cuyos valores dependen del tipo de materiales y propiedades previamente determinadas (Fig. 19).

La cantidad de agua necesaria para la mezcla se determina por tanteos y el porcentaje inicial será aquel que, al incorporarse en la arena y mezclarse sin emulsión produzca una mezcla trabajable y suelta sin que exista agua libre.

Cuando se incorpore la emulsión al material pétreo con el cemento o la cal ya incluida se harán los ajustes necesarios pues esta humedad será la que se utilice para elaborar las mezclas que más tarde se probarán en la máquina de abrasión.

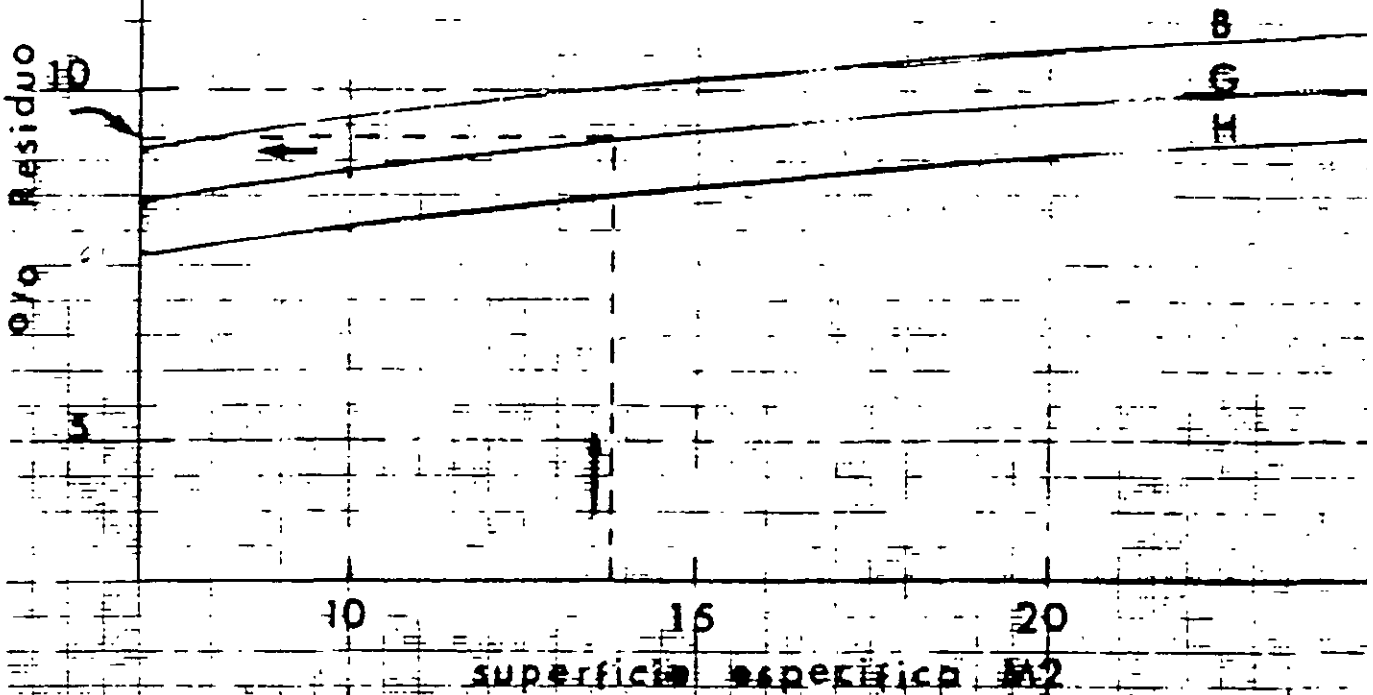
Las cantidades de emulsión que se emplearán se incrementarán en 0.5% desde el contenido teórico - 1.0% hasta el contenido teórico + 2.0%; en todos los casos, es recomendable mantener constante la cantidad de finos (cemento o cal), en un porcentaje de 1% con respecto al material pétreo, sin embargo, una vez determinada la cantidad de emulsión óptima, se verá el desgaste que puede tener variando de 0.5 a 2.0% a fin de garantizar el menor desgaste posible.

Las pastillas de prueba se formarán sobre losetas que pueden ser vinílicas o cualquier otro material no absorbente pero que permita una buena adherencia; el espesor de la pastilla será de acuerdo con el tamaño máximo del material pétreo que se utilice. Estos especímenes se secan a peso constante en horno a una temperatura de 60°C; se dejan enfriar a la temperatura ambiente y se les determina su peso; finalmente, este peso se comparará con el peso del espécimen seco y a la temperatura ambiente determinado después de la prueba de abrasión en húmedo.

Residuo Teórico
SLURRY SEAL

$$S.E. = \frac{1}{100} (0.342G + 1.929 + 15.33K + 118F)$$

G % RETENIDO ENTRE 3/8" Y NO 4
 K " " " NO 4 Y NO 50
 F " " " NO 50 Y NO 200
 " " PASA NO 200



B materiales con bajo E.A. y absorción alta
 G " " " propiedades promedio
 H " " " alto E.A. y absorción bajo

FIGURA NUM. 19

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

Elaboración de especímenes.

Evaporación del agua contenida en los especímenes y se le determina su peso P_{E1} .

Inmersión del espécimen en baño de agua a 25°C durante una hora antes de la prueba.

Prueba del espécimen durante 5 minutos también en inmersión (método ASTM D 3910).

Después de haberse sometido al desgaste, el espécimen se seca hasta peso constante en horno a 60°C.

Se pesa el espécimen y se registra como P_{E2} .

La abrasión se calcula en kg/m^2 , con la siguiente fórmula:

$$F_a = \frac{(P_{E1} - P_{E2})}{A} = \frac{(P_{E1} - P_{E2})}{0.03038} = 32.9 (P_{E1} - P_{E2})$$

donde:

F_a es el factor de abrasión, en g/m^2 .

P_{E1} peso del conjunto de la base y el espécimen antes de la prueba.

P_{E2} peso del conjunto de la base y el espécimen después de la prueba.

A área de desgaste en el espécimen (0.03038 m^2). *NOTA: el área varía según la longitud del elemento de desgaste de la máquina utilizada.*

REFERENCIA :

NORMAS PARA MUESTREO Y PRUEBA DE LOS MATERIALES

LIBRO 6 PARTE 6.01 TOMO 2

CARRETERA Y AEROPISTAS

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

GRANULOMETRIA SUGERIDA POR A.S.T.M. PARA DIFERENTES TIPOS DE

MORTEROS			
MALLA	TIPO I	TIPO II	TIPO III
3/8"	% que pasa 100	% que pasa 100	% que pasa 100
NÚM. 4	100	90 - 100	70 - 90
NÚM. 8	90 - 100	65 - 90	45 - 70
NÚM. 16	65 - 90	45 - 70	28 - 50
NÚM. 30	40 - 65	30 - 50	19 - 34
NÚM. 50	25 - 42	18 - 30	12 - 25
NÚM. 100	15 - 30	10 - 21	7 - 18
NÚM. 200	10 - 20	5 - 15	5 - 15

En algunos países se acepta hasta un 45% como mínimo de equivalente de arena, sin embargo es recomendable tener un material limpio con 60% de equivalente de arena.

CONCEPTO	GRANULOMETRÍA A. S. T. M.		
	I	II	III
Espesor mínimo	3 mm	4 mm	6 mm
Cantidad de material pétreo promedio kg/m ²	2 - 6	7 - 12	10 - 15
% de asfalto con respecto a los agregados.	10 - 18	8 - 14	7 - 12
% de agua de mezclado.	10 - 20	10 - 20	10 - 20

COMPACTACIÓN

LA COMPACTACIÓN ES EL PROCESO MECÁNICO, POR MEDIO DEL CUAL SE REDUCE EL VOLUMEN DE LOS MATERIALES, EN UN TIEMPO RELATIVAMENTE CORTO, CON EL FIN DE QUE SEAN RESISTENTES A LAS CARGAS Y TENGAN UNA RELACIÓN ESFUERZO – DEFORMACIÓN CONVENIENTE DURANTE LA VIDA ÚTIL DE LA OBRA.

COMPACTACIÓN DE SUELOS

OBJETIVO.

EL OBJETIVO PRINCIPAL DE LA COMPACTACIÓN ES OBTENER UN SUELO DE TAL MANERA ESTRUCTURADO QUE POSEA Y MANTENGA UN COMPORTAMIENTO MECÁNICO ADECUADA A TRAVÉS DE TODA LA VIDA ÚTIL DE LA OBRA.

PROPIEDADES.

RESISTENCIA

COMPRESIBILIDAD

RELACION

ESFUERZO-

DEFORMACIÓN

PERMEABILIDAD

FLEXIBILIDAD

TIPOS DE PRUEBAS DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

LAS PRUEBAS DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO SON PRINCIPALMENTE DE DOS TIPOS:

COMPACTACIÓN ESTÁTICA.

SE COMPACTA EL ESPÉCIMEN CON UNA PRESIÓN QUE SE PROPORCIONA AL MATERIAL POR MEDIO DE UNA PLACA QUE CUBRE LA SUPERFICIE LIBRE DEL MOLDE Y CUYO PRINCIPAL EXPONENTE ES LA PRUEBA DE PORTER ESTÁNDAR.

COMPACTACIÓN DINÁMICA.

EL ESPÉCIMEN SE ELABORA COMPACTANDO EL MATERIAL POR MEDIO DE PISONES, QUE TIENEN UN ÁREA DE CONTACTO MENOR A LA SECCIÓN LIBRE DEL MOLDE QUE SE USA. LA PRUEBA TÍPICA DE ESTE TIPO ES LA AASHTO ESTÁNDAR.

HUMEDAD ÓPTIMA Y PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO

AL CONTENIDO DE AGUA CON EL QUE SE OBTIENE EL MENOR ACOMODO DE LAS PARTÍCULAS Y EL MAYOR PESO ESPECÍFICO O VOLUMÉTRICO DEL MATERIAL SECO, PARA UNA DETERMINADA ENERGÍA DE COMPACTACIÓN, SE LE DENOMINA HUMEDAD ÓPTIMA Y AL PESO VOLUMÉTRICO CORRESPONDIENTE SE LE DESIGNA COMO PESO ESPECÍFICO SECO MÁXIMO O PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO.

PROCEDIMIENTOS DE COMPACTACION DE LOS SUELOS EN EL LABORATORIO

- POR CARGA ESTÁTICA – PRUEBA DE COMPACTACIÓN PORTER.
- POR CARGA DINÁMICA – PRUEBA DE COMPACTACIÓN DINÁMICA AASHTO ESTÁNDAR.

PRUEBA DE COMPACTACIÓN POR CARGA ESTÁTICA (PORTER ESTÁNDAR)

Esta prueba sirve para determinar el peso específico seco máximo y la humedad óptima, en suelos con partículas gruesas que se emplean en la construcción de terracerías, pudiendo efectuarse también en arenas y en materiales finos cuyo índice plástico sea menor de 6. El método consiste en preparar especímenes con material que pasa la malla Núm. 25.0, agregándoles diferentes cantidades de agua y compactándolos con carga estática. La principal aplicación de este procedimiento es la elaboración de especímenes de suelo para determinar el valor relativo de soporte y también se utiliza en la determinación del grado de compactación en los casos en que el proyecto así lo indique.

Por cuarteo se toma y se criba una cantidad suficiente de material para obtener una porción de 16 kg de material que pasa la malla Núm. 25.0.

Se divide mediante cuarteos la porción indicada anteriormente, en 4 partes con pesos iguales

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

1. Se toma una de las 4 partes del material y se le incorpora la cantidad de agua necesaria, para que una vez repartida uniformemente, presente una consistencia tal que, de ser comprimida en la palma de la mano, la humedad sea muy ligeramente. Para favorecer lo anterior, en algunos casos, será necesario dejar el material húmedo en cierto tiempo de reposo, cubierto con una lona húmeda.
2. Se coloca el material humedecido, dentro del molde con su collarín instalado, en 3 capas del mismo espesor, aproximadamente, y se le da a cada una de ellas 25 golpes con la punta de la varilla, distribuyéndolas uniformemente (Fig. 20).
3. Se toma el molde que contiene el material, se coloca en la máquina de compresión y se compacta aplicando lentamente carga uniforme, hasta alcanzar en un lapso de 5 minutos la presión de 140.6 kg/cm^2 , equivalente a

una carga de 26.5 toneladas, aproximadamente; se mantiene esta carga durante 1 minuto y se hace la descarga en el siguiente minuto. Al llegar a la carga máxima, se observa la base del molde y si está ligeramente humedecida, el material tiene la humedad óptima de compactación y ha alcanzado su peso específico o volumétrico máximo.

4. Si al llegar a la carga máxima no se humedece la base del molde, la humedad con la que se preparó la muestra es inferior a la óptima y por lo tanto, se toma otra porción representativa del material y se le adiciona una cantidad de agua igual a la del espécimen anterior, más 80 cm^3 ; se mezcla uniformemente y se repiten en ésta los pasos descritos en los párrafos 2 y 3. Se preparan los especímenes que sean necesarios siguiendo los pasos indicados en los párrafos anteriores, hasta lograr que uno de ellos se observe el inicio del humedecimiento de la base del molde con la carga máxima, lo cual generalmente se consigue con menos de 4 especímenes.
5. Si antes de llegar a la carga máxima se humedece la base del molde por haberse iniciado la expulsión de agua, la humedad con que se preparó la muestra es superior a la óptima y en este caso se procede como se indica en el párrafo 4, con la diferencia de que en el lugar de adicionar 80 cm^3 de agua, se disminuyen en cada nueva porción representativa del material, hasta lograr que en una de ellas, con la carga máxima, se observe el inicio del humedecimiento de la base del molde.
6. Terminada la compactación del espécimen preparado con la humedad óptima, se retira el molde de la máquina de compresión y se determina la altura del espécimen, restando de la altura del molde, la altura entre la cara superior del espécimen y el borde superior del molde.
7. Se pesa el molde de compactación que contiene el espécimen compactado.

8. Se saca el espécimen del cilindro, se corta longitudinalmente y de la parte central se obtiene una muestra representativa y se determina su contenido de agua.

En esta prueba se calcula y reporta lo siguiente:

- El volumen del espécimen compactado con la humedad óptima.
- Peso específico del material húmedo.

Se determina el peso específico seco máximo ($\gamma_{d_{max}}$) mediante la siguiente fórmula:

$$\gamma_{d_{max}} = \frac{\gamma_m}{100 + W_o} \times 100$$

donde: $\gamma_{d_{max}}$ es el peso específico máximo del espécimen en estado seco, en kg/m^3

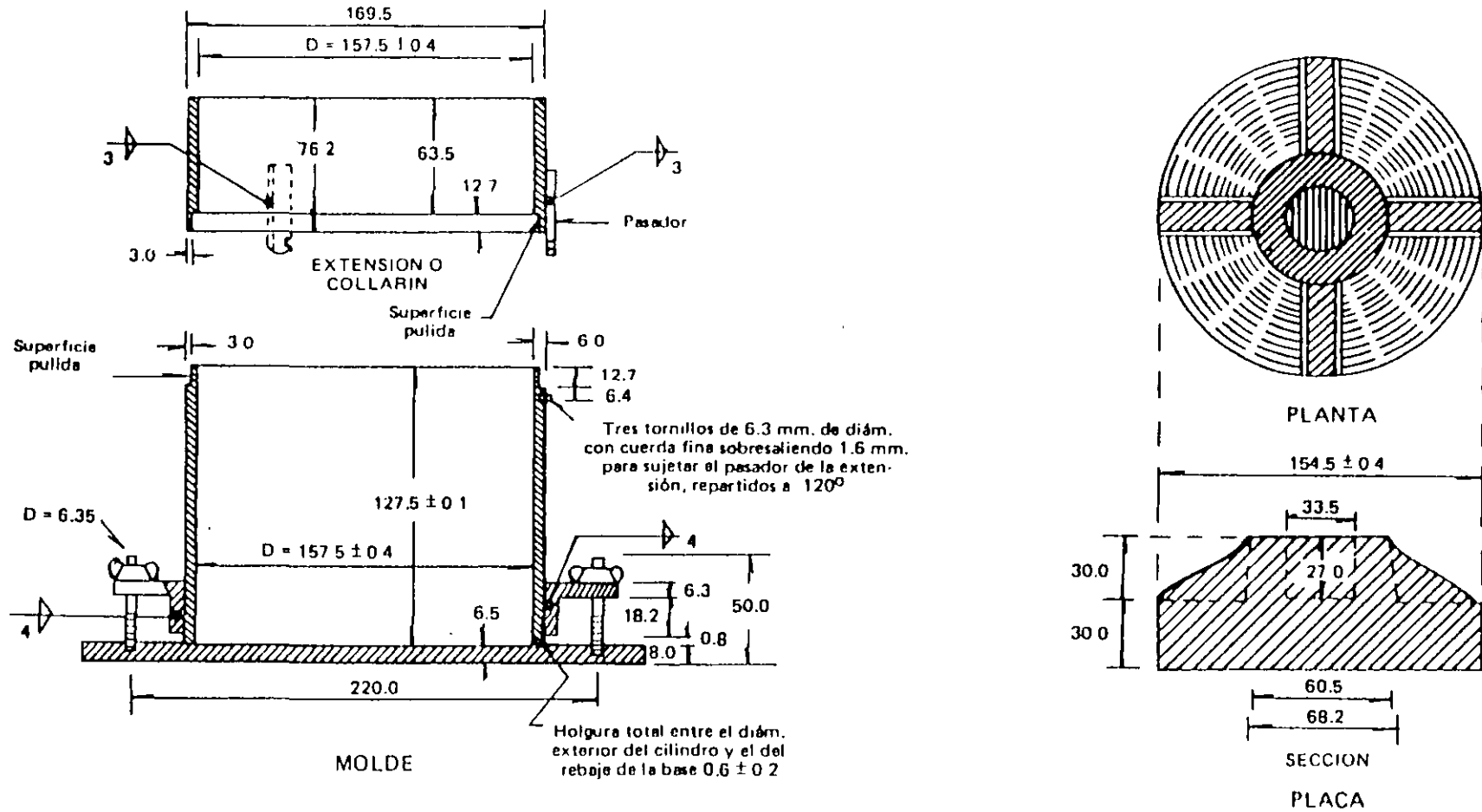
γ_m es el peso específico del espécimen húmedo, en kg/m^3

W_o es la humedad óptima del espécimen, en por ciento.

Es esta prueba se deben tener los siguientes cuidados:

- Que la distribución del agua en el material sea uniforme.
- Que la carga de la compactación se aplique en la forma especificada.
- Que para fines de estimación de la humedad óptima se considere como humedecimiento de la base del molde, un exceso de agua libre expulsada al aplicar la carga de compactación.

Las acotaciones están indicadas en milímetros



MATERIAL: Acero estructural, Especific. SOP 99 06
SOLDADURA: Electrodo de 3,2 mm de la clase E 6013. Los símbolos están de acuerdo con lo establecido por la Sociedad Americana de Soldadura (AWS)

Nota. Las sujeciones del molde y collarín ilustradas, podrán sustituirse por otras que desempeñen funciones similares

Figura Núm. 20 Molde cilíndrico y placa para la prueba de compactación estática.

PRUEBA DE COMPACTACIÓN DINÁMICA AASHTO ESTÁNDAR

Esta prueba sirve para determinar el peso específico seco máximo y la humedad óptima en suelos que se emplean en la construcción de terracerías. El método consiste esencialmente en preparar especímenes utilizando una misma muestra de material con diferentes contenidos de agua, compactándolos mediante impactos. La prueba tiene cuatro variantes:

- Variante A:* Materiales que pasan la malla Núm. 4.75 y se compactan en molde de 101.6 mm de diámetro interior.
- Variante B:* Materiales que pasan la Malla Núm. 4.75 y se compactan en molde de 152.4 mm de diámetro interior.
- Variante C:* Materiales con retenido en la malla Núm. 4.75; se efectúa en la fracción que pasa la malla Núm. 19.0 y se compactan en molde de 101.6 mm de diámetro interior.
- Variante D:* Materiales con retenido en la malla Núm. 4.75; se efectúa en la fracción que pasa la malla Núm. 19.0 y se compactan en molde de 152.4 mm de diámetro interior, (Fig. 21).

Por cuarteo se obtiene una muestra de prueba de 4 kg aproximadamente, para las variantes A y C y de 7.5 kg aproximadamente, para las variantes B y D.

Para las variantes A y B se verifica que la muestra de prueba pase la malla Núm. 4.75 y de existir alguna partícula retenida en dicha malla se elimina. Para el caso de las variantes C y D, se criba la muestra por la malla Núm. 19.0 y si existe retenido se elimina.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

1. Se le agrega agua a la muestra de prueba, la cantidad de agua necesaria para que al ser repartida uniformemente, se tenga una humedad inferior de 4 a 6% a la humedad óptima estimada, en el caso de suelos que pasan la malla Núm. 4.75, se considera que cumple lo anterior cuando presenten una consistencia tal que, al comprimir una porción de la muestra en la palma de la mano, no deje partículas adheridas en ésta, ni la humedezca y que a la vez, el material comprimido pueda tomarse con 2 dedos sin que se desmorone.
2. Se mezcla la muestra para homogeneizarla, se disgregan los grumos y se divide en 3 fracciones aproximadamente iguales; se coloca una de las fracciones en el cilindro de prueba seleccionado de acuerdo con la variante respectiva, se apoya sobre el molde de concreto y se compacta con 25 golpes del pisón, para el caso de las variantes A y C, o con 56 golpes para las variantes B y D, manteniendo la altura de la caída de 30.5 cm y repartiendo uniformemente los golpes en la superficie de la capa. Se escarifica ligeramente la superficie de la capa y se repiten estas operaciones con cada una de las 2 fracciones restantes.
3. Terminada la compactación, se retira la extensión del molde y se verifica que el material no sobresalga del cilindro en un espesor promedio de 1.5 cm; se enrasa cuidadosamente el espécimen con la regla metálica y se deposita en una charola el material excedente. A continuación, se pesa el cilindro con su contenido y se anota en la hoja de registro su valor W, en gramos.
4. Se saca el espécimen del cilindro, se corta longitudinalmente y de su parte central se obtiene una porción representativa, a la que se le determina su humedad, anotando los datos correspondientes a esta determinación en la hoja de registro.

5. Se incorporan las fracciones del espécimen al material que sobró al enrasarlo, se disgregan los grumos, se agrega 2% de agua, aproximadamente, con respecto al peso inicial de la muestra y se repiten los pasos descritos en los párrafos del 2 al 4.

6. Con la misma muestra de prueba se repite lo indicado en el párrafo 5, incrementando sucesivamente su contenido de agua, hasta que la muestra esté bien húmeda y el último espécimen elaborado presente una disminución apreciable en su peso con respecto al anterior. Para definir convenientemente la variación del peso específico de los especímenes elaborados, se requiere que las determinaciones sean 4 ó 5; así también, que en la segunda determinación el peso del cilindro con el espécimen húmedo, sea mayor que en la primera, y que en la penúltima determinación sea mayor que en la última.

En esta prueba se calcula y reporta lo siguiente:

- Contenido de agua en cada espécimen.
- Peso específico del material húmedo.
- Peso específico de cada espécimen en estado seco.

Se determina el peso específico máximo del material en estado seco, partiendo de una curva, en donde las ordenas representan los pesos específicos y las abscisas los contenidos de agua, de cada uno de los especímenes. El punto más alto de dicha curva es el que representa el peso específico seco máximo ($\gamma_{d_{max}}$) y la humedad correspondiente (W_o), es la óptima del material.

Se reporta el peso específico seco máximo ($\gamma_{d_{max}}$), en kilogramos por metro cúbico y la humedad óptima (W_o), en por ciento.

En esta prueba deben tenerse los siguientes cuidados:

Durante la compactación, los golpes del pisón se repartirán uniformemente en toda la superficie, manteniendo la guía en posición vertical, verificando que la caída del pisón sea libre y que la superficie del mismo se mantenga limpia.

La curva peso específico seco – humedad se obtendrá de una sola muestra de prueba y no se secará ésta para determinar puntos de la curva que correspondan a humedades menores de la que ya tiene el materia.

Las acotaciones están indicadas en milímetros

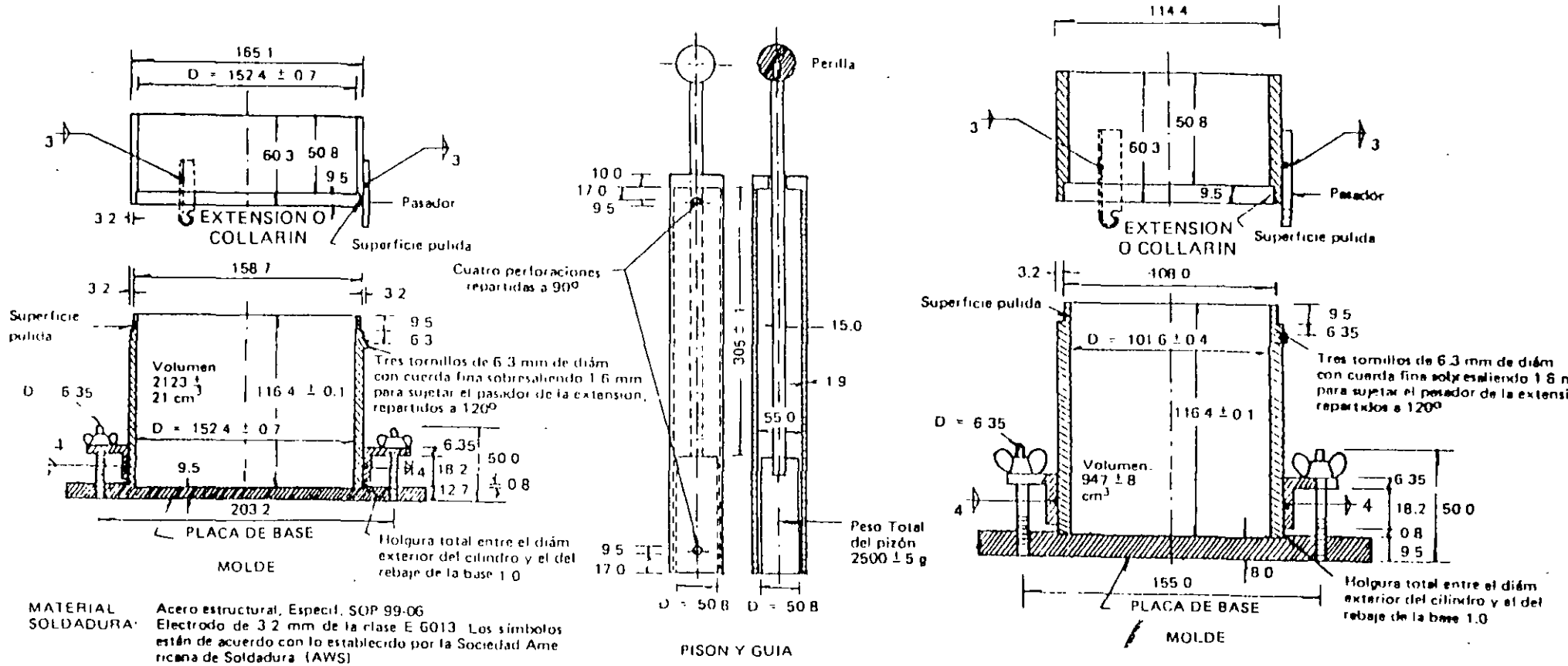


Figura Núm. 21 Moldes cilíndricos y pisón para la prueba de compactación AASHTO estándar.



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS
SUBDIRECCIÓN DE LABORATORIOS
DEPARTAMENTO DE PRUEBAS ESTRUCTURALES

C. No. C. No. IV

REPORTE DE TELA GEOTEXTIL

PARA EMPLEARSE EN:	HOJA NUMERO:
UBICACION:	ENSAYE No.
	FECHA DE RECIBO:
	FECHA DE INFORME:
ENVIADA POR:	

IDENTIFICACION: Tela geotextil, color negro	ESPECIFICACION
---	----------------

NUMERO DE ESPECIMEN	PROMEDIO
---------------------	----------

PESO. EN g/m²

ESPEJOR. EN mm.

PRUEBA DE TENSION EN EL SENTIDO LOGITUDINAL

ANCHO DEL ESPECIMEN
EN cm

RESISTENCIA A LA
TENSION. EN Kg.

% DE ALARGAMIENTO,
EN 7.62 cm

PRUEBA DE TENSION EN EL SENTIDO TRSNVERSAL

ANCHO DEL ESPECIMEN
EN cm.

RESISTENCIA A LA
TENSION. EN Kg.

% DE ALARGAMIENTO,
EN 7.62 cm

PRUEBA DE PUNZONADO

DIAMETRO DEL
ESPECIMEN, EN cm.

RESISTENCIA AL
PUNZONADO. EN Kg.

OBSERVACIONES:

EL LABORATORISTA

EL JEFE DE LA SECCION

EL JEFE DEL LABORATORIO DE



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS
DIRECCION DE ESTUDIOS
SUBDIRECCION DE LABORATORIOS
DEPARTAMENTO DE PRUEBAS ESTRUCTURALES

REPORTE DE TELA GEOTEXTIL

PARA EMPLEARSE EN:	HOJA NUMERO:
UBICACION:	ENSAYE No.
ENVIADA POR:	FECHA DE RECIBO:
	FECHA DE INFORME:

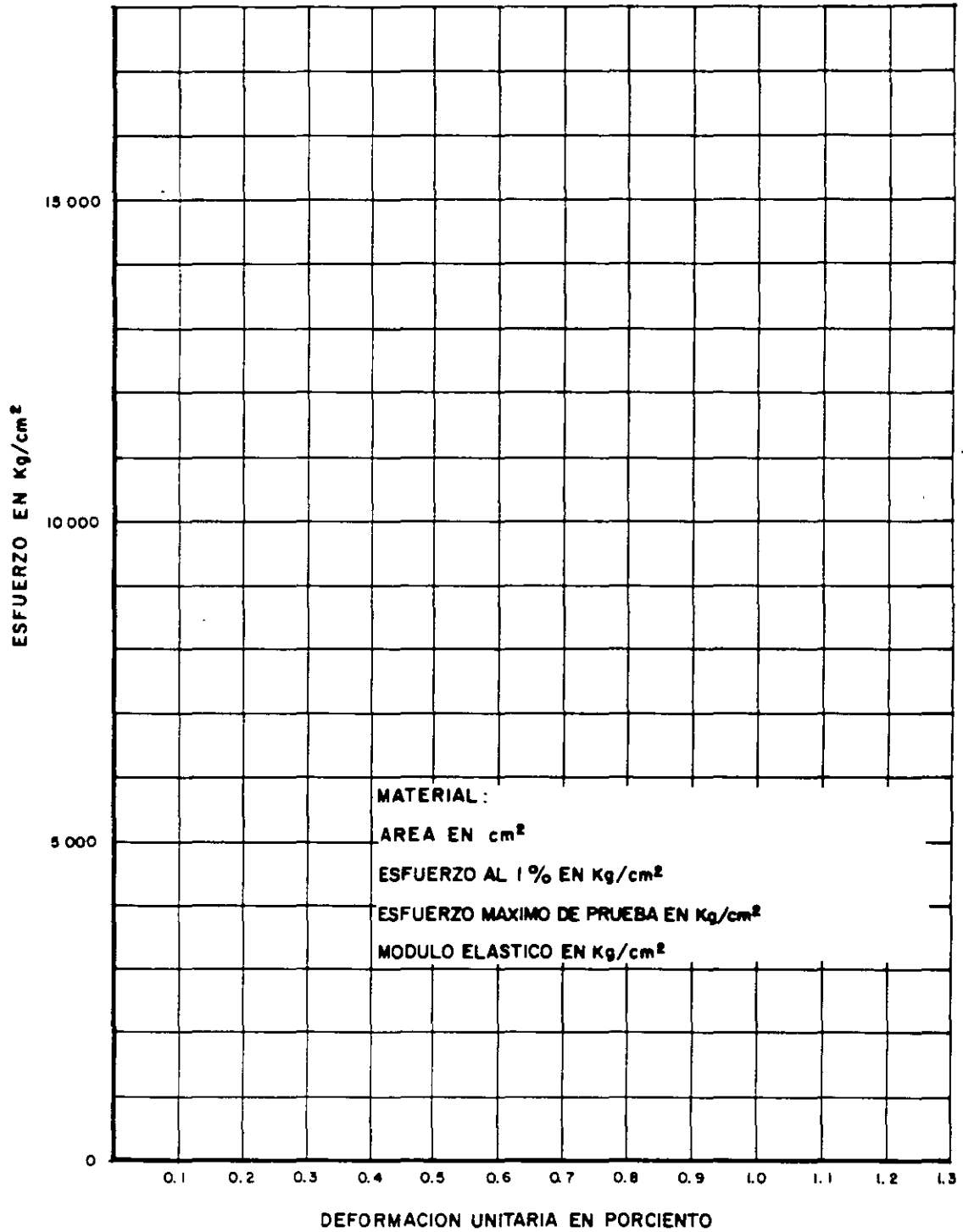
IDENTIFICACION: Tela geotextil, color negro				ESPECIFICACION
NUMERO DE ESPECIMEN	1	2	3	PROMEDIO
PESO. EN g/m2	154	152	174	160
ESPEJOR. EN mm.	1.53	1.40	1.80	1.58
PRUEBA DE TENSION EN EL SENTIDO LOGITUDINAL				
ANCHO DEL ESPECIMEN EN cm.	10.16	10.16	10.16	10.16
RESISTENCIA A LA TENSION, EN Kg.	118	84	91	98
% DE ALARGAMIENTO, EN 7.62 cm	80	104	96	93
PRUEBA DE TENSION EN EL SENTIDO TRSNVERSAL				
ANCHO DEL ESPECIMEN EN cm.	10.16	10.16	10.16	10.16
RESISTENCIA A LA TENSION, EN Kg.	102	102	112	105
% DE ALARGAMIENTO, EN 7.62 cm	83	89	84	85
PRUEBA DE PUNZONADO				
DIAMETRO DEL ESPECIMEN, EN cm.	10.00	10.00	10.00	10.00
RESISTENCIA AL PUNZONADO, EN Kg.	31	30	30	30.33

OBSERVACIONES:

EL LABORATORISTA	EL JEFE DE LA SECCION	EL JEFE DEL LABORATORIO DE
------------------	-----------------------	----------------------------

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS
DEPARTAMENTO DE ENSAYE DE MATERIALES

GRAFICA ESFUERZO DEFORMACION



EL LABORATORISTA

EL JEFE DEL LABORATORIO DE ACEROS
Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES

EL JEFE DE OFICINA



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
 DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS
 DIRECCION DE ESTUDIOS
 SUBDIRECCION DE LABORATORIOS
 DEPARTAMENTO DE PRUEBAS ESTRUCTURALES

**REPORTE DE ACERO DE PRESFUERZO
 (T O R O N)**

OBRA: UBICACION:	HOJA NUMERO: ENSAYE No FECHA DE RECIBO: FECHA DE INFORME:
---------------------	--

ORDEN DE PRUEBA	NUMERO DE ROLLO	DIAMETRO REAL (mm)	PASO DE LA HELICE (cm)	DIAMETRO ALAMBRE EXTERIOR (mm)	DIAMETRO ALAMBRE CENTRAL (mm)	DIFERENCIA DE DIAMETROS (mm)	AREA (cm ²)	CARGAS		ESFUERZOS		% DE ALARGAMIENTO	MODULO ELASTICO (kgf/cm ²)
								FLUENCIA (kgf)	MAXIMA (kgf)	FLUENCIA (kgf/cm ²)	MAXIMA (kgf/cm ²)		

PROMEDIO													
NMX-B-292 1988 GRADO 190	12.55 A 13.36	15.24 A 20.32			0.076 MINIMO		15920 MINIMO	18730 MINIMO			3.5 MINIMO		

OBSERVACIONES:

NOTA: Para protección de las mordazas de la maquina de ensaye, los torones no se llevan a la ruptura

EL LABORATORISTA	EL JEFE DE LA SECCION DE ACEROS	EL JEFE DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES
------------------	---------------------------------	--



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
 DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS
 DIRECCIÓN DE ESTUDIOS
 SUBDIRECCIÓN DE LABORATORIOS
 DEPARTAMENTO DE PRUEBAS ESTRUCTURALES

REPORTE DE ACERO DE PRESFUERZO
 (T O R O N)

OBRA: UBICACION:	HOJA NUMERO: ENSAYE No. FECHA DE RECIBO. FECHA DE INFORME:
---------------------	---

NUMERO DE PROBETA	NUMERO DE ROLLO	DIAMETRO REAL mm	PASO DE LA HELICE cm	DIAMETRO ALAMBRE EXTERIOR mm	DIAMETRO ALAMBRE CENTRAL mm	DIFERENCIA DE DIAMETROS mm	AREA cm ²	CARGAS		ESFUERZOS		% DE ALARGAMIENTO	MODULO ELASTICO kgf/cm ²
								FLUENCIA kgf	MAXIMA kgf	FLUENCIA kgf/cm ²	MAXIMA kgf/cm ²		
1	0425-136-3	12.70	19.00	4.216	4.343	0.127	0.986	17000	18750	17222	18995	5.3	2058000
2	0425-136-12	12.70	19.20	4.216	4.343	0.127	0.986	16350	18750	16564	18995	5.9	1906000
3	0425-136-15	12.70	19.20	4.216	4.343	0.127	0.986	17000	18750	17222	18995	5.1	2070500
4	0425-136-19	12.70	19.20	4.216	4.343	0.127	0.986	17000	18750	17222	18995	4.7	1956500
PROMEDIO		12.70	19.15			0.127		16838	18750			5.3	1997750

NMX-B-292	12.55	15.24			0.076		15920	18730			3.5	
1988	A	A					MINIMO	MINIMO	MINIMO		MINIMO	
GRADO 190	13.36	20.32			MINIMO		MINIMO	MINIMO			MINIMO	

OBSERVACIONES:

NOTA: Para protección de las mordazas de la máquina de ensaye, los torones no se llevan a la ruptura

EL LABORATORISTA	EL JEFE DE LA SECCION DE ACEROS	EL JEFE DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES



SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS
DIRECCION DE ESTUDIOS
SUBDIRECCION DE LABORATORIOS
DEPARTAMENTO DE PRUEBAS ESTRUCTURALES

REPORTE DE ACERO DE REFUERZO
(Varilla)

OBRA: UBICACION:	HOJA NÚMERO: FECHA DE RECIBO: FECHA DE INFORME:
---------------------	---

ENVIADO POR: ENSAYE No. RM-15799/15814

Diámetro, en mm	25.40	Area Nominal, en mm ² .	507
Marca:	Hylsa	Grado:	42
Lote de:	9000 kg	Número de probetas:	4

PESO POR METRO Kg/m	AREA REAL cm ²	CARGAS		ESFUERZOS		DOBLADO A 180°	ALARGA MIENTO EN %	CORRUGACIONES			
		L.F. Kg	MAX Kg	L.F. Kg/cm	MAX Kg/c			S. mm	A. mm	C. mm	Grados
3 957	5.05	23200	38800	4576	7653	No Presento	14.5	16.8	1.3	6.9	45
3 916	4.99	23600	38700	4655	7633	No Presento	15.0	16.5	1.5	7.5	45
3 908	4.98	23400	38800	4615	7653	No Presento	13.0	16.8	1.8	7.4	45
3 926	5.01	23600	38600	4655	7613	No Presento	16.0	16.4	1.6	7.2	45
PROMEDIO	5.01			4625	7638		14.6	16.6	1.6	7.3	45
NORMA S.C.T.	MINIMO 4.76			MINIMO 4200	MINIMO 6300	NO DEBEN AGRIETARSE	MINIMO 8.0	MAXIMO 17.8	MINIMO 1.3	MAXIMO 10.0	MINIMO 45

OBSERVACIONES:

EL LABORATORISTA	EL JEFE DE LA SECCION DE ACEROS	EL JEFE DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES
-------------------------	--	---



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
 DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS
 DIRECCION DE ESTUDIOS
 SUBDIRECCION DE LABORATORIOS
 DEPARTAMENTO DE PRUEBAS ESTRUCTURALES

REPORTE DE APOYOS DE NEOPRENO

OBRA: UBICACION: ENVIADO POR:	HOJA NUMERO: FECHA DE RECIBO: FECHA DE INFORME: NUMERO DE ENSAYE:
---	--

DIMENSIONES			NUMERO DE PIEZAS DEL LOTE		
	NOMINALES	REALES	ACERO		
LARGO, mm	300	302	292.6	ESPEJOR MAXIMO DE CAPAS DE NEOPRENO, mm	12
ANCHO, mm	200	202	190.9	ESPEJOR MINIMO DE CAPAS DE NEOPRENO, mm	11.8
ESPEJOR, mm	25	24.3		FACTOR DE FORMA MINIMO	4.9
ESPEJOR DE ACERO, mm			3.0	FACTOR DE FORMA MAXIMO	5.1
NUMERO DE PLACAS DE ACERO			2	VOLUMEN DEL NEOPRENO/APOYO, dm ³	1.5
ESPEJOR DE RECUBRIMIENTO, mm		6.8		PRESION DE PRUEBA, kg/cm ²	100
				DUREZA SHORE "A"	60

NUMERO DE APOYO	DUREZA SHORE "A"	ESPEJOR DEL APOYO mm	ESPEJOR EFECTIVO DE NEOPRENO mm	DEFORMACION		DEFECTOS DE FABRICACION
				EN mm	EN %	
1	62	24.2	11.4	0.70	6.14	
2	63	24.6	11.8	0.74	6.27	
3	62	24.5	11.7	0.94	8.03	
4	60	24.4	11.6	0.74	6.38	
5	59	24.1	11.3	0.62	5.49	
6	63	24.4	11.6	0.80	6.90	
7	62	24.3	11.5	0.76	6.61	
8	60	24.4	11.6	0.91	7.84	
9	62	24.2	11.4	0.70	6.14	
10	61	24.4	11.6	0.87	7.50	
11	60	24.2	11.4	0.66	5.79	
12	62	24.3	11.5	0.75	6.52	
Promedio	61	24.3	11.5	0.77	6.63	
Desviacion stand	1	0.14	0.1	0.10	0.80	
Coef. Var	0	0.01	0.0	0.13	0.12	
Val. minimo	59	24.1	11.3	0.62	5.49	
Val maximo	63	24.6	11.8	0.94	8.03	

OBSERVACIONES:

EL LABORATORISTA <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/>	EL JEFE DE LA SECCION DE ACEROS <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/>	EL JEFE DEL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES <hr style="width: 80%; margin: 0 auto;"/>
---	--	---

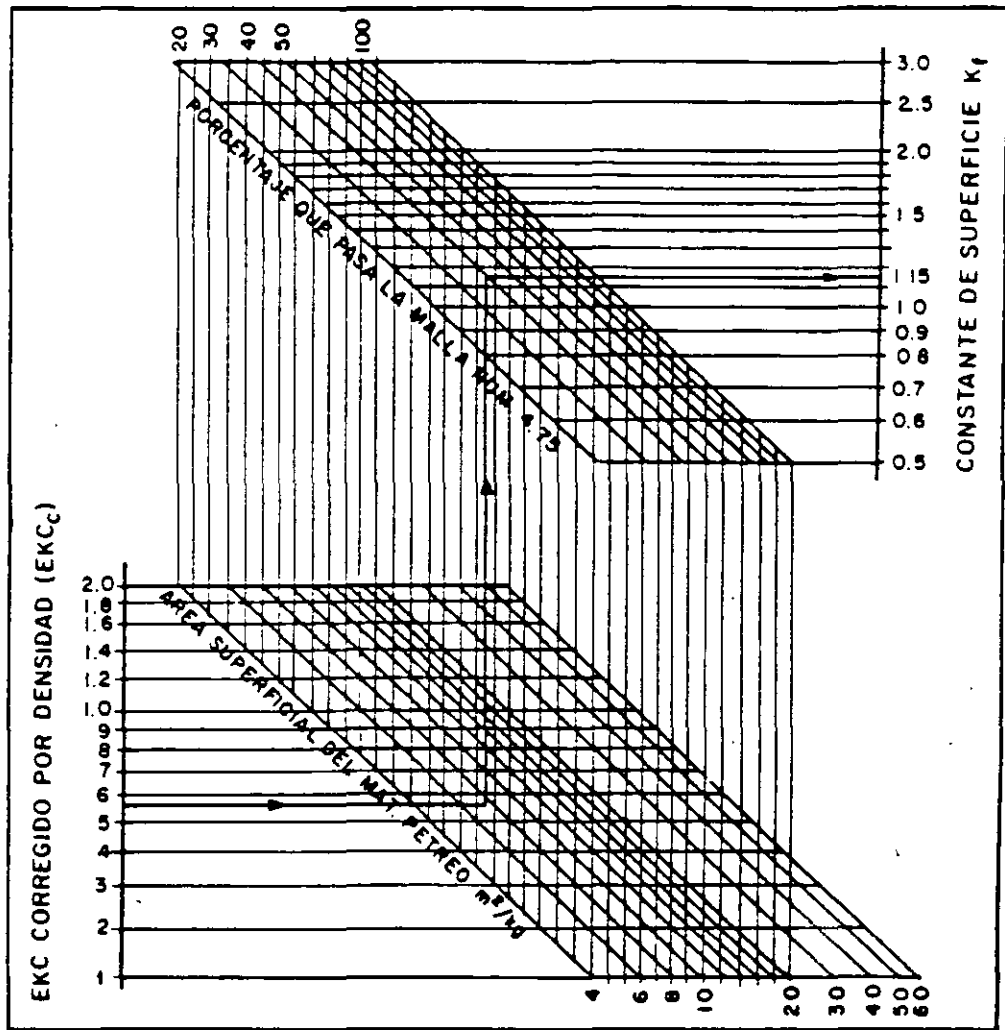


FIGURA NUM. 2 GRAFICA PARA DETERMINAR LA CONSTANTE DE SUPERFICIE K_f , DE LA FRACCION FINA, EN LA PRUEBA DE EQUIVALENTE DE QUEROSENO.

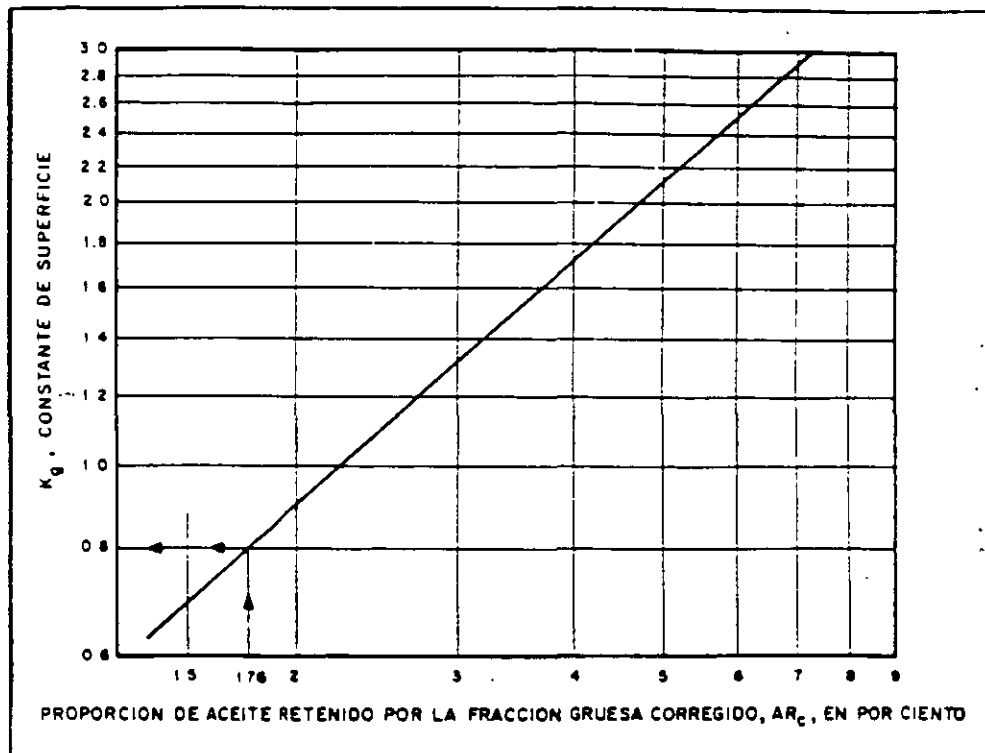


FIGURA NUM. 3 GRAFICA PARA CALCULAR LA CONSTANTE DE SUPERFICIE K_g DE LA FRACCIÓN GRUESA EN LA PRUEBA DE EQUIVALENTE DE QUEROSENO.

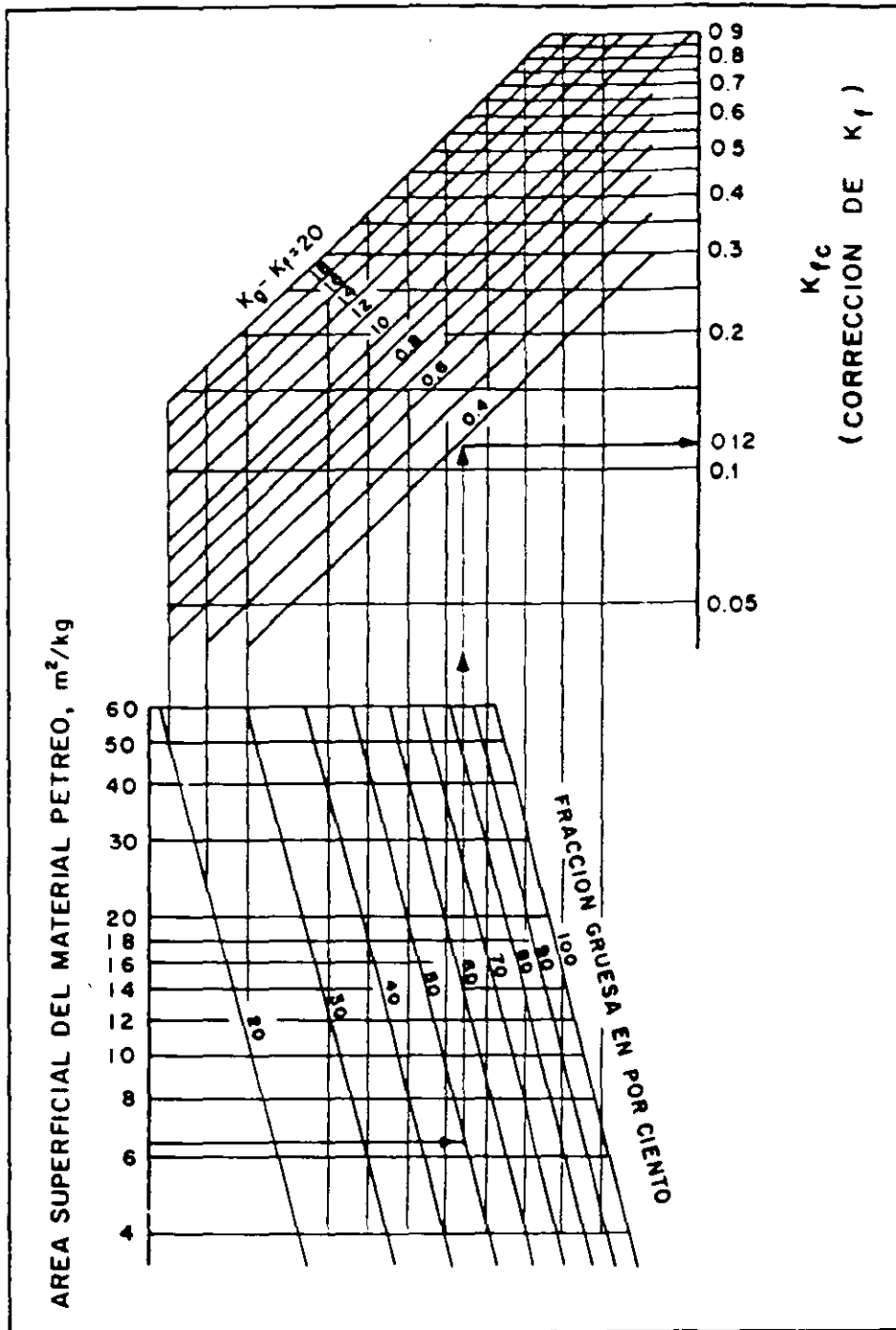


FIGURA NUM.- 4 GRAFICA PARA DETERMINAR LA CORRECCION DE K_f , PARA CALCULAR LA CONSTANTE DE SUPERFICIE K_m , DEL MATERIAL PETREO.

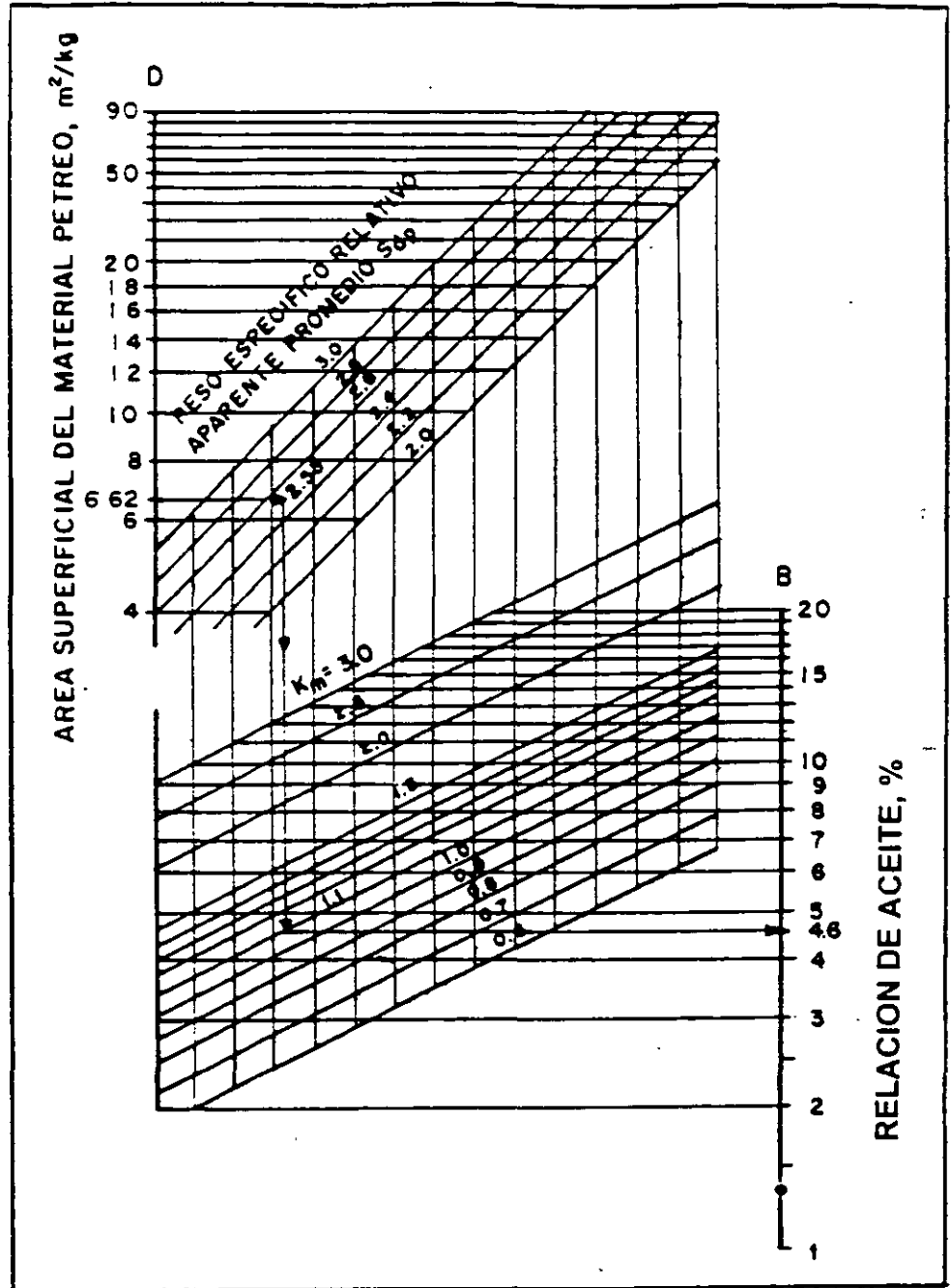


FIGURA NÚM. 5, GRAFICA PARA DETERMINAR LA RELACION DE ACEITE, EN %

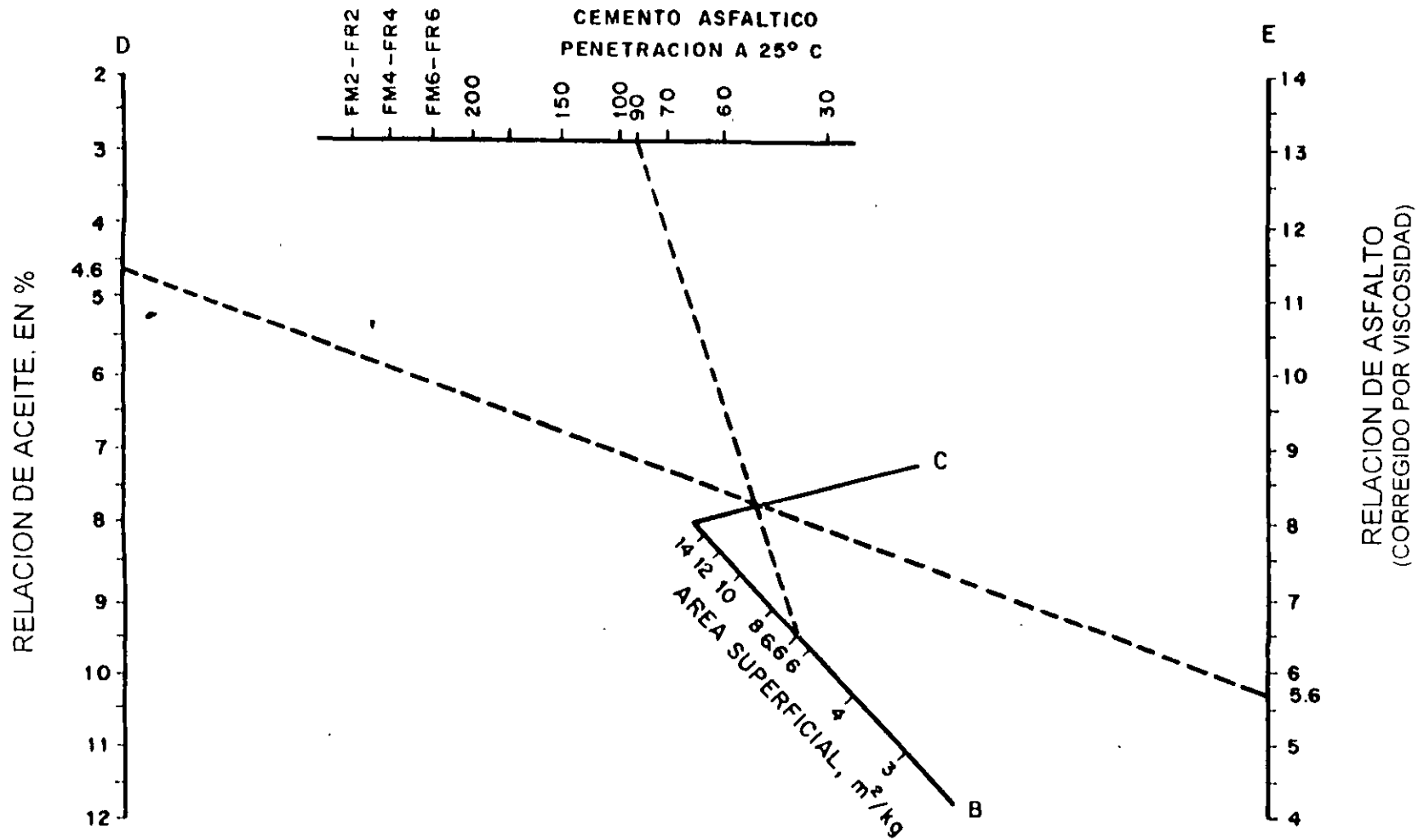


FIGURA NUM. 6 GRAFICA PARA CORREGIR LA PROPORCION OPTIMA DE ASFALTO-
CONSIDERANDO LA CONSISTENCIA DEL TIPO DE LIGANTE SELECCIONADO.

ENSAYE DE EQUIVALENTE DE QUEROSENO CENTRIFUGADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA PROPORCIÓN ÓPTIMA APROXIMADA DE MATERIAL ASFÁLTICO EN UNA MEZCLA (C.K.E.)

OBRA	
PROCEDENCIA: <u>TEPIC "NAYARIT"</u>	FECHA:
LOCALIZACIÓN: <u>CAYO "GUADALUPE"</u>	OPERADOR:
MATERIAL PARA CAPA DE	CALCULO:
PESO ESPECÍFICO DEL ASFALTO: <u>1.03</u>	PENETRACIÓN DEL ASFALTO: <u>90</u>
% DE AGREGADO FINO: <u>61</u>	% DE AGREGADO GRUESO: <u>39</u>
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO:	Sdf: <u>2.45</u> Sdg: <u>2.26</u>
AGREGADO FINO (RETENCIÓN DE QUEROSENO):	C.K.E. % = <u>3.72</u> C.K.E _c % = <u>3.44</u>
AGREGADO GRUESO (RETENCIÓN DE ACEITE):	AR % = <u>2.90</u> AR _c % = <u>2.47</u>

GRANULOMETRÍA, C.K.E. Y PORCENTAJE DE ASFALTO

TAMAÑO DE MALLA	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	pasa # 200
LIMITE ESPECIFICACIONES	100	100 / 87	100 / 74	100 / 65	70 / 48	52 / 34	38 / 25	29 / 19	21 / 13	16 / 9	10 / 5	
% RETENIDO PARCIAL				20	19	10	8	11	11	11	5	5
FACTOR DE AREA SUPERFICIAL DE LOS RETENIDOS PARCIALES (m ² /kg)				0.20	0.41	0.82	1.64	3.28	6.15	12.30	24.58	53.30
AREA SUPERFICIAL (m ² /kg)				4.0	7.8	8.2	13.1	36.1	67.7	135.3	122.9	266.5

ÁREA SUPERFICIAL TOTAL: 6.67

kf: 1.15 kg: 1.05 km: 1.06 kf_c: 0.09
GRAFICA # 2 GRAFICA # 3 GRAFICA # 4

FÓRMULAS PARA CORRECCIÓN:

$$CKE_c = \frac{CKE \times Sdf}{2.65} = 3.44 \quad AR_c = \frac{AR \times Sdg}{2.65} = 2.47 \quad S_{dp} = \frac{100}{\frac{\%G}{Sdg} + \frac{\%F}{Sdf}} = 2.37$$

km = kf + kf_c = 1.15 - 0.09 = 1.06

% DE ASFALTO ESTIMADO CON ENSAYE CKE: 4.8 (GRAFICA # 5) kg - kf = 1.05 - 1.15 = -0.10

% DE ASFALTO ESTIMADO CON ENSAYE CKE (PARA C.A. Núm. 6 O REBAJADO): 5.7 (GRAFICA # 6)

% DE ASFALTO ESTIMADO CON ENSAYE CKE (PARA EMULSIÓN ASFÁLTICA):

PRUEBA MARSHALL

OPERADOR _____
FECHA _____

MATERIAL ROCA TRITURADA
TAMAÑO MÁXIMO 3/4"

MATERIAL ASFALTO CEMENTO AST # 6
ADITIVO EMPLEADO NINGUNO

OBSERVACIONES
PRODUCTO DE MEZCLA ASFALTICA

ENLAYE NÚM	PRUEBA NÚM	% DE CEMENTO ASFALTICO POR PESO DE AGREGADO	% DE CEMENTO ASFALTICO POR PESO DE MEZCLA	PESO (g)			VOLUMEN (cm ³)				PESO VOLUMETRICO (Kg/m ³)	DENSIDAD TEORICA MAXIMA	VOLUMENES % TOTAL			% VACIOS MATERIAL PETREDO	ESTABILIDAD (Kg)				FLUJO EN (0.01")	FLUJO EN (mm)											
				ESPECIMEN PARAFINA EN AIRE	ESPECIMEN ENTERRADO EN AIRE	ESPECIMEN ENTERRADO EN AGUA	PARAFINA	ESPECIMEN PARAFINA	PARAFINA	ESPECIMEN			DENSIDAD CEMENTO ASFALTICO (DCA)	DENSIDAD MATERIAL PETREDO (DMP)	DENSIDAD PARAFINA (DPI)		CURVA MECANICA	ALTIMA ESPECIMEN (mm)	FACTOR DE CORRECCION	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)													
				c	d	e	f	g	h	i													j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t
				c-d	c-e	1/Op	g-h	d/i	*	bj / DCA													(100-B) / DMP	100-1-m	100-m	P-r-R	u	v					
1	5.5	5.21	1258	719				539	2334			11.8	79.6	8.6	20.4	314	6.52	0.96	1423		3.80												
2	5.5	5.21	1260	721				539	2338			11.8	79.7	8.5	20.3	276	6.49	0.97	1264		3.60												
3	5.5	5.21	1261	726				535	2351			11.9	80.4	7.7	19.6	273	6.60	0.94	1211		3.55												
								(2343)						(8.3)	(20.1)				(1299)		(3.65)												
4	6.0	5.66	1263	729				534	2365			13.0	80.3	6.7	19.7	331	6.62	0.94	1469		3.80												
5	6.0	5.66	1261	730				531	2375			13.1	80.6	6.3	19.4	329	6.58	0.95	1475		3.80												
6	6.0	5.66	1265	728				537	2356			12.9	80.0	7.1	20.0	330	6.51	0.96	1495		3.75												
								(2365)						(6.7)	(19.7)				(1480)		(3.78)												
7	6.5	6.10	1267	736				531	2386			14.1	80.6	5.3	19.4	338	6.12	1.07	1707		4.30												
8	6.5	6.10	1267	738				529	2395			14.2	80.9	4.9	19.1	358	6.48	0.97	1639		3.80												
9	6.5	6.10	1275	740				535	2383			14.1	80.5	5.4	19.5	350	6.35	1.00	1652		3.90												
								(2388)						(5.2)	(19.3)				(1666)		(4.00)												
10	7.0	6.54	1272	751				521	2441			15.5	82.1	2.4	17.9	378	6.44	0.98	1748		4.05												
11	7.0	6.54	1267	745				522	2427			15.4	81.6	3.0	18.4	388	6.53	0.96	1758		4.30												
12	7.0	6.54	1260	741				519	2428			15.4	81.6	3.0	18.4	377	6.42	0.99	1762		4.20												
								(2432)						(2.8)	(18.2)				(1756)		(4.18)												
13	7.5	6.98	1272	751				521	2441			16.5	81.7	1.8	18.3	321	6.49	0.97	1470		4.05												
14	7.5	6.98	1268	749				519	2443			16.6	81.7	1.7	18.3	364	6.45	0.98	1684		4.05												
15	7.5	6.98	1265	745				550	2300			15.6	77.0	7.4	23.0	343	6.40	0.99	1603		4.10												
								(2442)						(1.8)	(18.8)				(1586)		(4.07)												
16	8.0	7.41	1284	755				529	2427			17.5	80.8	1.7	19.2	365	6.56	0.95	1637		4.30												
17	8.0	7.41	1272	750				522	2437			17.5	81.2	1.3	18.8	319	6.48	0.97	1461		4.60												
18	8.0	7.41	1271	747				524	2426			17.5	80.8	1.7	19.2	337	6.46	0.98	1559		4.40												
								(2430)						(1.6)	(19.1)				(1552)		(4.43)												

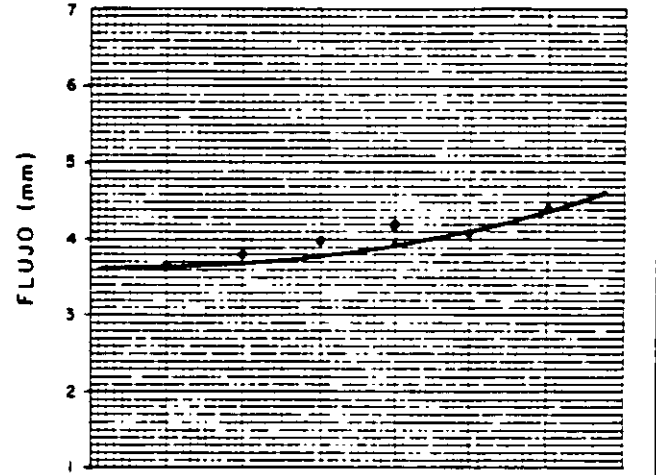
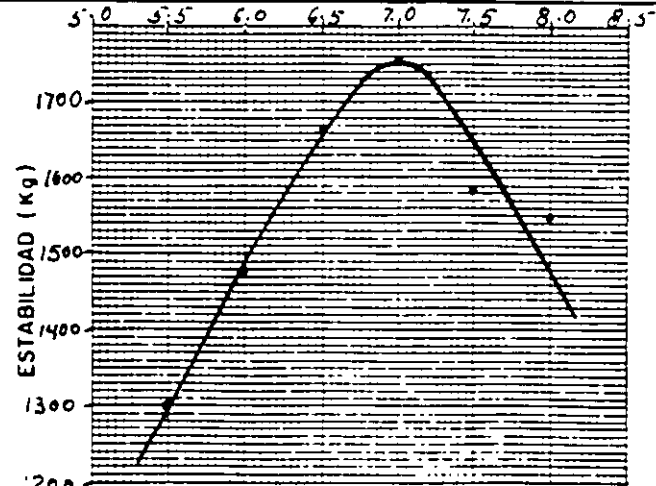
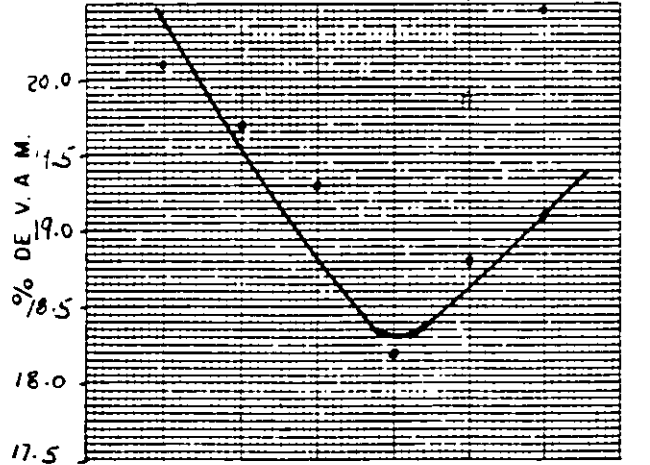
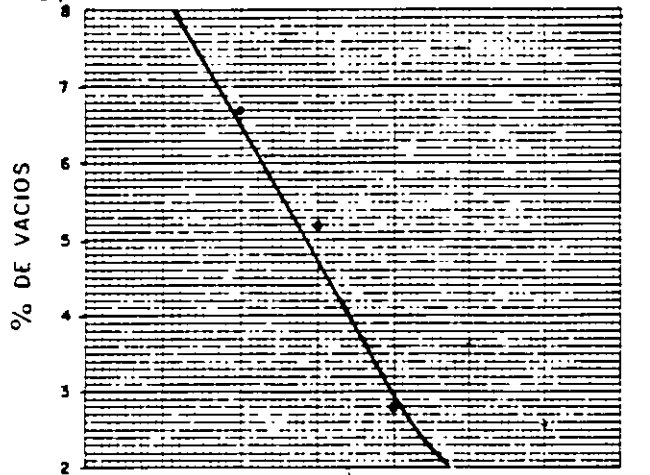
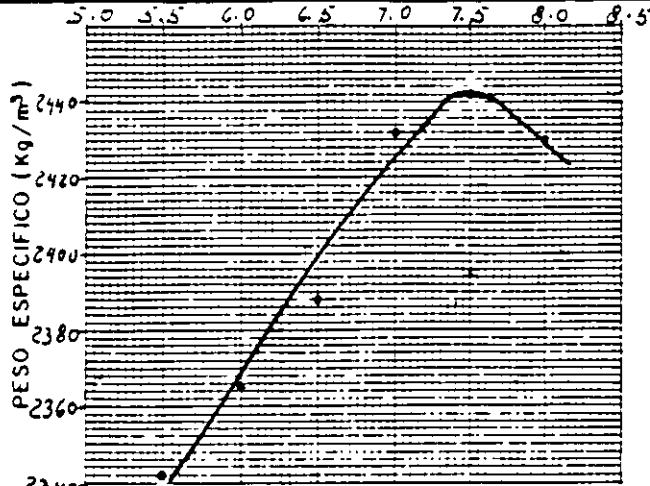
1 = CONSTANTE DE MUELLO = 4.72
 * = DENSIDAD MAXIMA TEORICA = $\frac{100}{\frac{\%CA}{DCA} + \frac{\%MP}{DMP}}$

DENSIDAD CEMENTO ASFALTICO (DCA) = 1.03
 DENSIDAD MATERIAL PETREDO (DMP) = 2.78
 DENSIDAD PARAFINA (DPI) = _____

OBSERVACIONES

PRUEBA MARSHALL

OBRA CARPETERA LA TINAJA - SAYULA
 PROCEDENCIA TRAMO CIUDAD ALEXAN-LOHA LINDA
 LOCALIZACION VEICA CRUZ
 ENVIADO POR _____
 MATERIAL PARA CAPA DE CARPETA ASFALTICA
 UBICACION DE LA PLANTA _____
 OBJETO DEL ENSAYE _____ ESTUDIO (X) _____ REVISION () _____
 ENSAYE NUM. _____
 FECHA DE RECIBO _____
 FECHA DE INFORME _____



% C.A. EN PESO RESPECTO AL AGREGADO

CARACTERISTICAS	DATOS OBTENIDOS	ESPECIFICACIONES
P. E. CUERPO DE INGENIEROS	2.78	
CONTENIDO OPTIMO DE C.A. (%)	7.0	
PESO VOLUMETRICO (Kg/m ³)	2425	
VACIOS (%)	3.0	3 - 5
V.A.M. (%)	18.30	14 MIN
ESTABILIDAD (Kg)	1750	700 MIN
FLUJO (mm)	3.9	2 - 4
ESPECIMEN COMPACTADO CON <u>75</u> GOLPES DEL PISON POR CARA A LA TEMPERATURA DE 140°C Y ENSAYADOS A 60°C.		

EL LABORATORISTA _____ EL JEFE DEL _____ EL JEFE DE LA OFICINA _____

1

ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ENSAYE
 OBRA BCO "LA JOYA" LOCALIZACION Km 74+500
 SONDEO Nº _____ MUESTRA Nº _____
 PROFUNDIDAD _____ FECHA _____
 CALCULISTA: _____

ESTABILIDAD Y COHESION EN MEZCLAS ASF.

CALCULO DE LA ESTABILIDAD

$$S = \frac{22.2}{\frac{P_H \times D}{P_V - P_H} + 0.222}$$

$$P_V = 400 \text{ lb/pulg}^2$$

S = Valor de estabilidad

P_H = Presión horizontal, en lbs/pulg². Para P_V = 400 lbs/pulg², (ó sea para una carga de 5,000 lbs)

D = Desplazamiento ó número de vueltas de la manivela

% Asf.	P _H	D	I	II	III	IV	S	Altura de la muestra en cm	S Corregido por altura
			P _H x D	P _V - P _H	I/II	II + 0.222	22.2 / IV		
5.0	48	3.80	182.4	352	0.518	0.740	30	6.41	30
5.0	52	2.64	137.3	348	0.395	0.617	36	6.22	36
6.0	37	3.20	118.4	363	0.326	0.548	41	7.33	47
6.0	39	3.52	137.3	361	0.380	0.602	37	7.11	43
7.0	24	3.70	88.8	376	0.236	0.458	48	7.20	54
7.0	22	3.44	75.7	378	0.200	0.422	53	7.27	58
8.0	40	4.03	161.2	360	0.448	0.670	33	6.92	36

CALCULO DE LA COHESION

$$C = \frac{L}{W(0.20H + 0.044H^2)}$$

C = Valor de cohesión en grs/pulg²

L = Peso de los perdigones en grs.

W = Diámetro del espécimen en pulgs.

H = Altura del espécimen para cohesión en pulgs.

% Asf.	L	H	V	VI	VII	W	VIII	IX	C
			0.20H	H ²	0.044VI		V+VII	W x VIII	L/IX
5.0	476.1	2.52	0.504	6.350	0.279	4.0	0.783	3.132	152
5.0	377.0	2.45	0.490	6.003	0.264	4.0	0.754	3.016	125
6.0	740.0	2.89	0.578	8.352	0.367	4.0	0.945	3.780	196
6.0	610.0	2.80	0.560	7.840	0.345	4.0	0.905	3.620	169
7.0	713.1	2.83	0.566	8.009	0.352	4.0	0.918	3.672	194
7.0	812.9	2.86	0.572	8.180	0.360	4.0	0.932	3.728	218
8.0	765.0	2.72	0.544	7.398	0.326	4.0	0.870	3.480	220

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA POR EL MÉTODO DE IVEM

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA BASALTO VESICULAR				ESTUDIO POR EFECTUAR PROYECTO DE MEZCLA				ENSAYES NUMS				FECHA DE INICIACIÓN:											
PROCEDENCIA BGO "LA JOYA" Km 24+500				TRAMO: PEROTE - JALAPA				FECHA DE TERMINACIÓN:				LABORATORISTA:											
Esp. cunen Num	% de C.A. por peso de agregado (muestra predi)	% de C.A. por peso de mezcla (muestra predi)	PESO g		Volumen del Esp. cunen cm ³	Peso Volu. máx del Esp. cunen g/cm ³	VOLUMEN %			Vacíos del material pétreo (V.A.M) %	ESTADÍSTICO						Desplazamiento número de vueltas	Valor de estabilidad sin corrección	Valor de estabilidad corregida	Altura del espécimen en cm	Peso de la muestra en g	Valor de cohesión	
			en aire	en agua			Cemento	Material Pétreo	Vacíos		Presión que corresponde a las cargas verticales en kg de												
	a	b	c	d	e	f	g-h-100 A	i	j-100 h	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	
1	5.0	4.76	1232	638	594	2074	9.6	81.6	8.8	18.4	5	10	16	20	36	48	52	3.80	30	30	6.71	471.1	152
2	5.0	4.76	1227	635	592	2073	9.6	81.6	8.8	18.4	7	12	15	19	39	52	60	2.64	36	36	6.22	377.0	125
						(2074)			(8.8)	(18.4)										(33)			(139)
3	6.0	5.66	1243	659	584	2128	11.7	83.0	5.3	17.0	9	12	17	22	24	37	42	3.20	41	47	7.33	190.0	196
4	6.0	5.66	1227	637	590	2080	11.4	81.1	7.5	18.9	8	11	17	23	29	39	54	3.52	37	43	7.11	610.0	169
						(2104)			(6.4)	(18.0)										(45)			(183)
5	7.0	6.54	1180	624	556	2122	13.5	82.0	4.5	18.0	7	9	13	17	19	24	31	3.70	48	54	7.20	713.1	194
6	7.0	6.54	1158	611	547	2117	13.4	81.8	4.8	18.2	6	9	12	16	18	22	33	3.44	53	58	7.27	612.9	218
						(2120)			(4.7)	(18.1)										(56)			(206)
7	8.0	7.41	1286	686	600	2143	15.4	82.0	2.6	18.0	9	12	16	20	26	40	41	4.03	33	36	6.92	765.0	220
8	8.0	7.41	1169	624	545	2145	15.4	82.1	2.5	17.9	8	11	16	19	25	38	42	3.88	35	38	6.70	901.7	270
						(2144)			(2.6)	(18.0)										(37)			(245)
9	9.0	8.26	1250	665	585	2137	17.1	81.0	1.9	19.0	11	18	27	37	49	55	76	4.72	23	28	7.39	1129.1	296
10	9.0	8.26	1262	667	595	2121	17.0	80.4	2.6	19.6	11	17	28	39	50	64	74	4.53	20	22	6.76	822.0	244
						(2129)			(2.3)	(19.3)										(25)			(270)
11	10.0	9.09	1248	636	612	2039	18.0	76.6	5.4	23.4	13	22	35	53	67	94	114	6.59	10	10	6.06	816.7	280
12	10.0	9.09	1253	645	608	2061	18.2	77.4	4.4	22.6	14	26	44	62	86	103	133	6.98	8	8	6.07	905.0	310
						(2050)			(4.9)	(23.0)										(9)			(295)

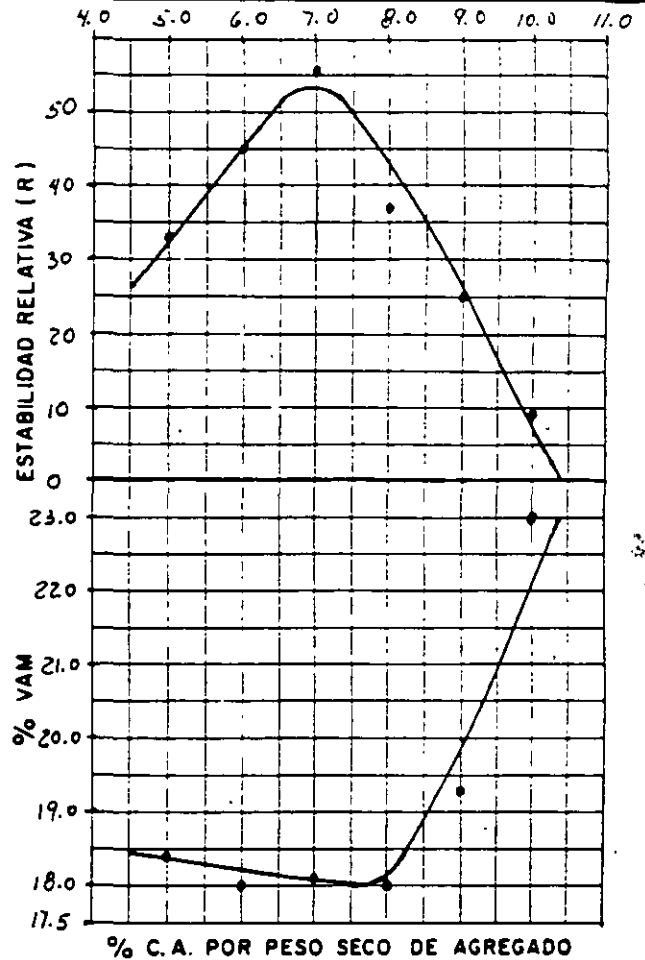
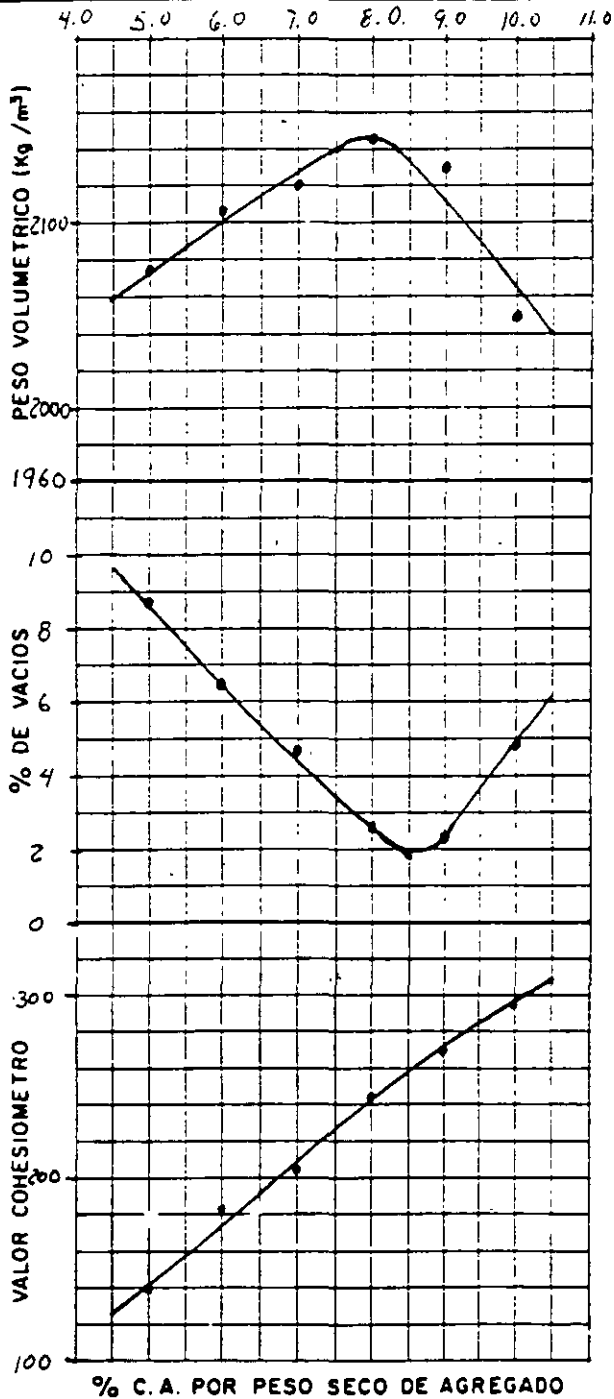
DENSIDAD DEL CEMENTO ASFÁLTICO (D.C.A) = 1.03

DENSIDAD DEL MATERIAL PÉTREO POR INMERSIÓN EN CEMENTO ASFÁLTICO (D.M.P) = 2.42

OBSERVACIONES:

PRUEBA DE HVEEM

MATERIAL: BASALTO VESICULAR
PROCEDENCIA: BANCO "LA JOYA" Km 74+500 **ENSAYE NUM:** _____
LOCALIZACION: TRAMO: PEROTE - JALAPA. **FECHA DE RECIBO:** _____
ENVIADO POR: _____ **FECHA DE INFORME:** _____



	DATOS OBTENIDOS	NORMAS DE CALIDAD SCT
P. E. CUERPO DE INGENIEROS	2.42	
CEMENTO ASF. % EN PESO	7.0	
PESO VOLUMETRICO (Kg/m³)	2127	
% DE VACIOS	4.5	4 MIN
VALOR COHESOMETRICO	209	
ESTABILIDAD (R)	53	37 MIN
% V.A.M.	18.1	

EL LABORATORISTA

EL JEFE DEL

EL JEFE DE LA OFICINA

93

ENSAYE DE EXTRUSIÓN DE MEZCLAS EN CALIENTE (HUBBARD-FIELD)

OPERADOR.		MATERIAL ARENO DE RIO					MATERIAL ASFALTICO CEMENTO ASFALTICO # 6					
FECHA		TAMANO MAXIMO 4.75 mm (No. 4)					ADITIVO EMPLEADO NINGUNO					
PROBETA NUM	% DE C.A. EN PESO RESPECTO AL AGREGADO	% DE C.A. EN PESO RESPECTO A LA MEZCLA	PESO DEL ESPÉCIMEN EN AIRE, g	PESO DEL ESPÉCIMEN EN AGUA, g	VOLUMEN DEL ESPÉCIMEN, cm ³	PESO VOLUMÉTRICO DEL ESPÉCIMEN, kg/m ³	VOLUMEN DEL C.A., %	VOLUMEN DEL MATERIAL PÉTREO, %	VOLUMEN TOTAL DE VACÍOS, %	VACÍOS MATERIAL PÉTREO V.A.M. %	ALTURA DEL ESPÉCIMEN, cm	RESISTENCIA A LA EXTRUSIÓN kg
	a	b	c	d	e = c · d	f = e / g	g = h · i / X A	h = (100 b) · f / DMP	i = 100 g · h	j = 100 h	k	l
1	4.0	3.85	31.17	17.92	13.25	2352	8.6	81.9	9.5	18.1		627
2	4.0	3.85	31.28	18.03	13.25	2361	8.6	82.3	9.1	17.7		573
						(2357)			(9.3)	(17.9)		(600)
3	4.5	4.31	31.34	18.25	13.09	2394	9.7	83.0	7.3	17.0		1270
4	4.5	4.31	31.48	18.40	13.08	2407	9.8	83.5	6.7	16.5		1300
						(2401)			(7.0)	(16.8)		(1285)
5	5.0	4.76	31.53	18.56	12.97	2431	10.9	83.9	5.2	16.1		2030
6	5.0	4.76	31.65	18.62	13.03	2429	10.9	83.8	5.3	16.2		1770
						(2430)			(5.3)	(16.2)		(1900)
7	5.5	5.21	31.69	18.81	12.88	2460	12.1	84.5	3.4	15.5		2260
8	5.5	5.21	31.60	18.71	12.89	2452	12.1	84.2	3.7	15.8		2280
						(2456)			(3.6)	(15.7)		(2270)
9	6.0	5.66	31.77	18.82	12.95	2453	13.1	83.8	3.1	16.2		1850
10	6.0	5.66	31.73	18.76	12.97	2446	13.1	83.6	3.3	16.4		1900

i = CONSTANTE DEL ANILLO =

DENSIDAD DEL CEMENTO ASFALTICO (D.C.A.) = 1.059

DENSIDAD DEL MATERIAL PÉTREO POR INMERSIÓN EN CEMENTO ASFALTICO (D.M.P.) = 2.76

OBSERVACIONES:

110JA (1)

95

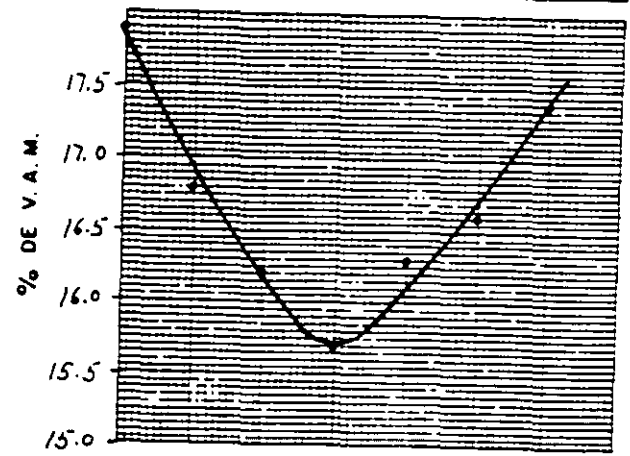
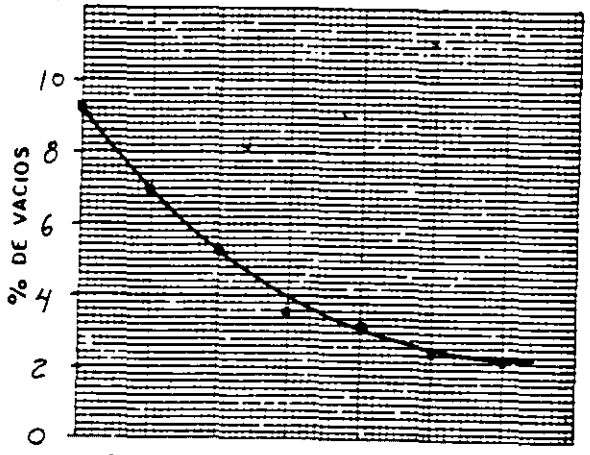
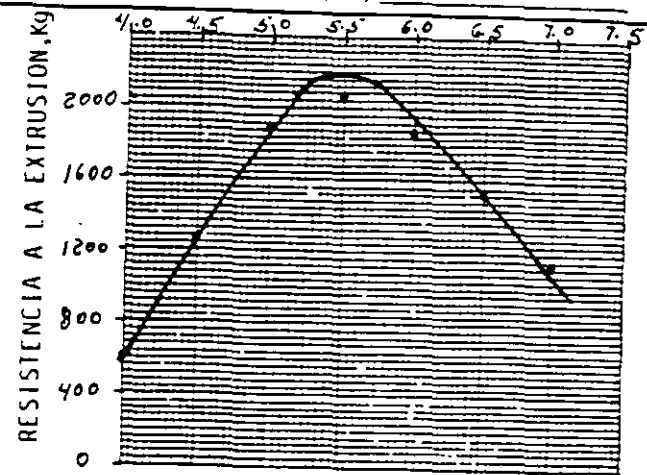
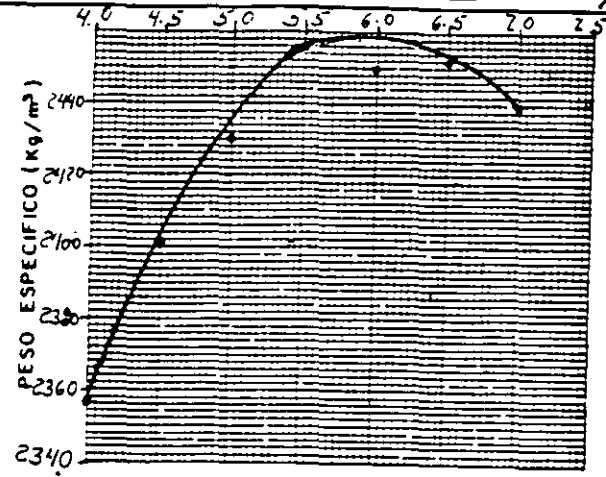
PRUEBA HUBBARD-FIELD

OBRA INGENIO TABETAN MICH.
 PROCEDENCIA _____
 LOCALIZACION BAJCO "EL LIMON"
 ENVIADO POR _____
 MATERIAL PARA CAPA DE CARPETA ASFALTICA
 UBICACION DE LA PLANTA _____
 OBJETO DEL ENSAYE _____

ENSAYE NUM _____
 FECHA DE RECIBO _____
 FECHA DE INFORME _____

ESTUDIO (X)

REVISION ()



% C. A. EN PESO RESPECTO AL AGREGADO

% C. A. EN PESO RESPECTO AL AGREGADO

CARACTERISTICAS	DATOS OBTENIDOS	ESPECIFICACIONES
P E CUERPO DE INGENIEROS	2.76	
CONTENIDO OPTIMO DE C A (%)	5.5	
PESO VOLUMETRICO (Kg/m ³)	2456	
VACIOS (%)	4.0	
V A M (%)	15.7	
RESIST. A LA EXTRUSION, Kg	2200	

EL LABORATORISTA _____

EL JEFE DEL _____

EL JEFE DE LA OFICINA _____

ENSAYE DE COMPRESIÓN AXIAL

OPERADOR:		MATERIAL: <i>ROCA TRITURADA</i>					MATERIAL ASFÁLTICO: <i>REBAJADO O EMULSIONAST.</i>								
FECHA:		TAMAÑO MÁXIMO <i>1"</i>					ADITIVO EMPLEADO <i>NINGUNO</i>								
PROBETA NUM	% DE C.A. EN PESO RESPECTO AL AGREGADO	% DE C.A. EN PESO RESPECTO A LA MEZCLA	PESO DEL ESPÉCIMEN EN AIRE, g	PESO DEL ESPÉCIMEN EN AGUA, g	VOLUMEN DEL ESPÉCIMEN, cm ³	PESO VOLUMÉTRICO DEL ESPÉCIMEN, kg/m ³	VOLUMEN DEL C.A., %	VOLUMEN DEL MATERIAL PÉTRICO, %	VOLUMEN TOTAL DE VACIOS, %	VACIOS MATERIAL PÉTRICO V.A.M., %	PRUEBAS DEL ESPÉCIMEN EN <i>SECO</i>				
a	b	c	d	e = c - d	f = c/e	g = h * f / 100	h = (100 h) * f / (D.M.P)	i = 100 g h	j = 100 h	k	l	m = k / AREA	n		
1	5.0	4.76	1886	888	998	1890	8.7	75.3	16.0	24.7	118	12.2	7.10	1.10	
2	5.0	4.76	1917	896	1021	1878	8.7	74.8	16.5	25.2	136	12.6	8.19	1.20	
						(1884)			(16.3)	(25.0)			(7.65)	(1.15)	
3	5.5	5.21	2010	998	1012	1986	10.0	18.8	11.2	21.2	183	12.5	11.02	1.10	
4	5.5	5.21	1945	941	1004	1937	9.8	76.8	13.4	23.2	194	12.4	11.68	1.10	
						(1962)			(12.3)	(22.2)			(11.35)	(1.10)	
5	6.0	5.66	1950	897	1053	1852	10.2	73.1	16.7	26.9	220	13.0	13.24	1.10	
6	6.0	5.66	2050	989	1061	1932	10.6	76.3	13.1	23.7	230	13.1	13.84	0.90	
						(1892)			(14.9)	(25.3)			(13.54)	(1.00)	
7	6.5	6.10	2125	1104	1021	2081	12.3	81.8	5.9	18.2	200	12.6	12.04	0.90	
8	6.5	6.10	2101	1072	1029	2042	12.1	80.2	7.7	19.8	180	12.7	10.84	0.90	
						(2062)			(6.8)	(19.0)			(11.44)	(0.90)	

f = CONSTANTE DEL ANILLO = *4.88*

DENSIDAD DEL CEMENTO ASFÁLTICO (D.C.A.) = *1.03*

DENSIDAD DEL MATERIAL PÉTRICO POR INMERSIÓN EN CEMENTO ASFÁLTICO (D.M.P) = *2.39*

AREA DEL ESPÉCIMEN = *81.07 cm²*

OBSERVACIONES:

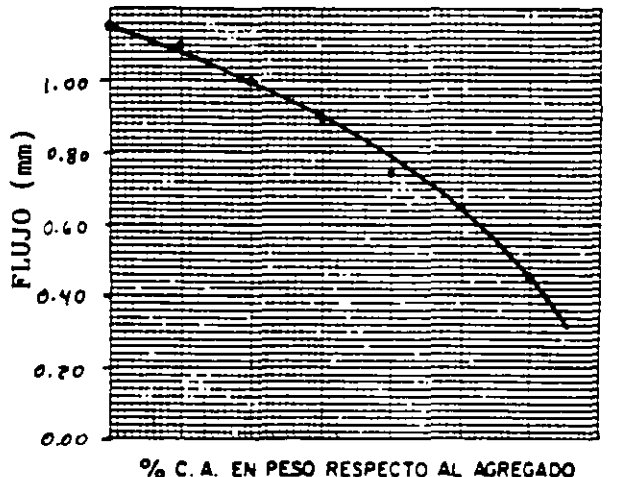
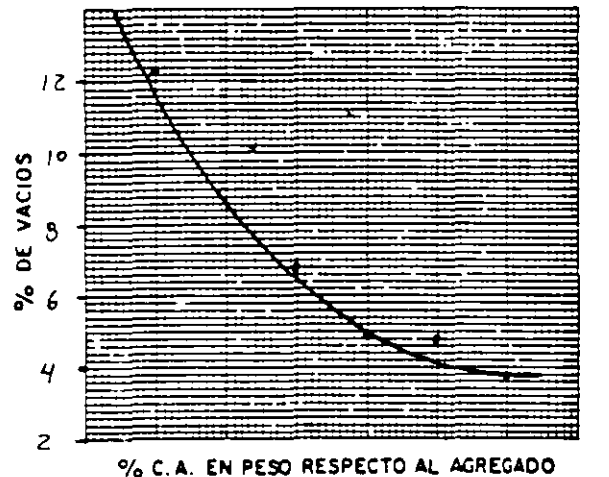
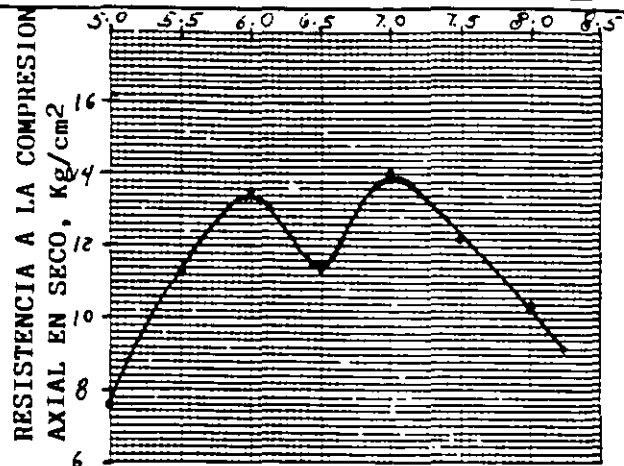
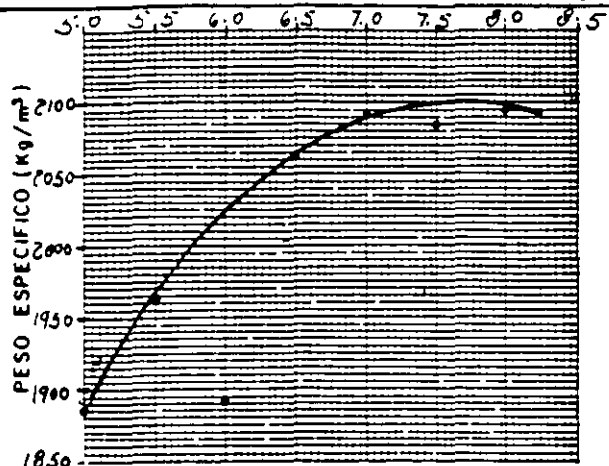
HOJA (1)

ENSAYE DE COMPRESIÓN AXIAL

OPERADOR.		MATERIAL. <i>ROCA TRITURADA</i>					MATERIAL ASFÁLTICO. <i>REBAJADO O EMULSION ASF.</i>								
FECHA:		TAMAÑO MÁXIMO <i>1"</i>					ADITIVO EMPLEADO <i>NINGUNO</i>								
PROBETA NUM	% DE CA EN PESO RESPECTO AL AGREGADO	% DE CA EN PESO RESPECTO A LA MEZCLA	PESO DEL ESPÉCIMEN EN AIRE, g	PESO DEL ESPÉCIMEN EN AGUA, g	VOLUMEN DEL ESPÉCIMEN, cm ³	PESO VOLUMÉTRICO DEL ESPÉCIMEN, kg/m ³	VOLUMEN DEL CA, %	VOLUMEN DEL MATERIAL PÉTREO, %	VOLUMEN TOTAL DE VACÍOS, %	VACÍOS MATERIAL PÉTREO V.A.M., %	PRUEBAS DEL ESPÉCIMEN EN <i>SECO</i>		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL, kg/cm ²	FLUJO EN mm	
	a	b	c	d	e = c · d	f = c / e	g = b · d / (K · A)	h = (100 h) - I / DMP	i = 100 g h	j = 100 h	k	l	m = r · k / ÁREA	n	
9	7.0	6.54	2198	1161	1037	2120	13.5	82.9	3.6	17.1	240	12.8	14.45	0.80	
10	7.0	6.54	2140	1103	1037	2064	13.1	80.7	6.2	17.3	226	12.8	13.60	0.70	
						(2092)			(4.9)	(18.2)			(14.03)	(0.75)	
11	7.5	6.98	2128	1116	1012	2103	14.3	81.8	3.9	18.2	200	12.5	13.04	0.80	
12	7.5	6.98	2126	1097	1029	2066	14.0	80.4	5.6	19.6	207	12.7	12.46	0.50	
						(2085)			(4.8)	(18.9)			(12.25)	(0.65)	
13	8.0	7.41	2115	1111	1004	2107	15.2	81.6	3.2	18.4	174	12.4	10.47	0.50	
14	8.0	7.41	2143	1114	1029	2083	15.0	80.7	4.3	19.3	168	12.7	10.11	0.40	
						(2095)			(3.8)	(18.9)			(10.29)	(0.45)	
r = CONSTANTE DEL ANILLO = <i>4.88</i> DENSIDAD DEL CEMENTO ASFÁLTICO (DCA) = <i>1.03</i> DENSIDAD DEL MATERIAL PÉTREO (POR INMERSIÓN EN CEMENTO ASFÁLTICO) (DMP) = <i>2.39</i> ÁREA DEL ESPÉCIMEN = <i>81.07 cm²</i>						OBSERVACIONES: <i>HOJA (2)</i>									98

PRUEBA DE COMPRESION AXIAL EN SECO

OBRA CARPETERA MEXICO-VERACRUZ
 PROCEDENCIA _____ ENSAYE NUM _____
 LOCALIZACION Km 210 + 000 FECHA DE RECIBO _____
 ENVIADO POR _____ FECHA DE INFORME _____
 MATERIAL PARA CAPA DE BASIS ASFALTICA
 UBICACION DE LA PLANTA BANCO "LAS DERRUMBADAS"
 OBJETO DEL ENSAYE _____ ESTUDIO (X) _____ REVISION () _____



CARACTERISTICAS	DATOS OBTENIDOS	ESPECIFICACIONES
P. E. CUERPO DE INGENIEROS	2.39	
CONTENIDO OPTIMO DE C.A. (%)	6.8	
PESO VOLUMETRICO (kg/m³)	2080	
VACIOS (%)	5.5	4-7
V.A.M. (%)	—	
FLUJO (mm)	0.84	
RESISTENCIA A LA COMPR. AXIAL EN SECO, Kg/cm²	13.3	4 MIN

EL LABORATORISTA _____

EL JEFE DEL _____

EL JEFE DE LA OFICINA _____

ENSAYE DE COMPRESIÓN DIAMETRAL

OPERADOR.			MATERIAL. <i>ROCA TRITURADA</i>					MATERIAL ASFÁLTICO: <i>REBAJADO O EMULSION ASF.</i>								
FECHA.			TAMAÑO MÁXIMO: <i>1"</i>					ADITIVO EMPLEADO <i>NINGUNO</i>								
PROBETA NUM	% DE CA EN PESO RESPECTO AL AGREGADO	% DE CA EN PESO RESPECTO A LA MEZCLA	PESO DEL ESPÉCIMEN EN AIRE, g	PESO DEL ESPÉCIMEN EN AGUA, g	VOLUMEN DEL ESPÉCIMEN, cm ³	PESO VOLUMÉTRICO DEL ESPÉCIMEN, kg/m ³	VOLUMEN DEL CA, %	VOLUMEN DEL MATERIAL PÉTREO, %	VOLUMEN TOTAL DE VACÍOS, %	VACÍOS MATERIAL PÉTREO VAM, %	PRUEBAS DEL ESPÉCIMEN EN SECO	LECTURA MICROMETRO	ÁREA DIAMETRAL cm ²	ALTURA DE ESPÉCIMEN cm	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DIAMETRAL kg/cm ²	FLUJO EN mm
	a	b	c	d	e = c · d	f = e / e	g = h · l / DCA	h = (100 h) · l / DMP	i = 100 g h	j = 100 h	k	l = φ · m	m	n = r · k / l	o	
1	5.0	4.76	1952	956	996	1960	9.1	78.1	12.8	21.9	59	125.0	12.3	2.3	1.10	
2	5.0	4.76	1995	966	1029	1939	9.0	77.3	13.7	22.7	30	129.0	12.7	1.1	1.10	
						(1950)			(13.3)	(22.3)				(1.7)	(1.10)	
3	5.5	5.21	2025	1004	1021	1983	10.0	78.6	11.4	21.4	60	128.0	12.6	2.3	1.10	
4	5.5	5.21	2009	988	1021	1968	10.0	78.1	11.9	21.9	49	126.0	12.4	1.9	1.00	
						(1976)			(11.7)	(21.7)				(2.1)	(1.05)	
5	6.0	5.66	2142	1065	1077	1989	10.9	78.5	10.6	21.5	49	135.1	13.3	1.8	0.90	
6	6.0	5.66	2113	1068	1045	2022	11.1	79.8	9.1	20.2	71	131.1	12.9	2.6	1.00	
						(2006)			(9.9)	(20.9)				(2.2)	(0.95)	
7	6.5	6.10	2126	1081	1045	2034	12.0	79.9	8.1	20.1	54	131.1	12.9	2.0	0.60	
8	6.5	6.10	2129	1084	1045	2037	12.1	80.0	7.9	20.0	60	131.1	12.9	2.2	1.00	
						(2036)			(8.0)	(20.1)				(2.1)	(0.80)	

l = CONSTANTE DEL ANILLO = 4.88

DENSIDAD DEL CEMENTO ASFÁLTICO (DCA) = 1.03

DENSIDAD DEL MATERIAL PÉTREO POR INMERSIÓN EN CEMENTO ASFÁLTICO (DMP) = 2.39

DIÁMETRO DEL ESPÉCIMEN (φ) = 10.16 cm

OBSERVACIONES:

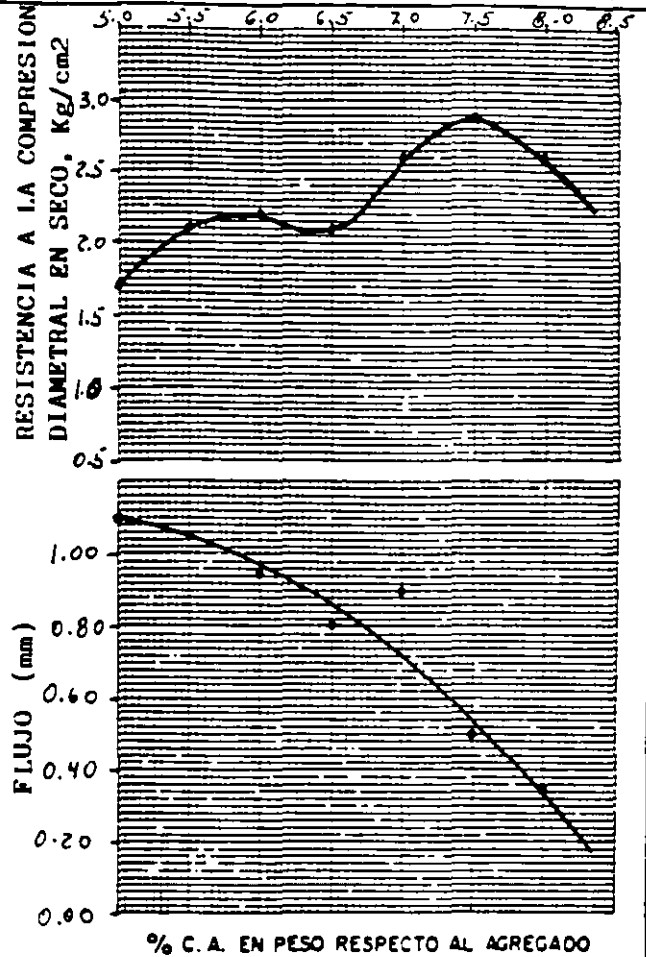
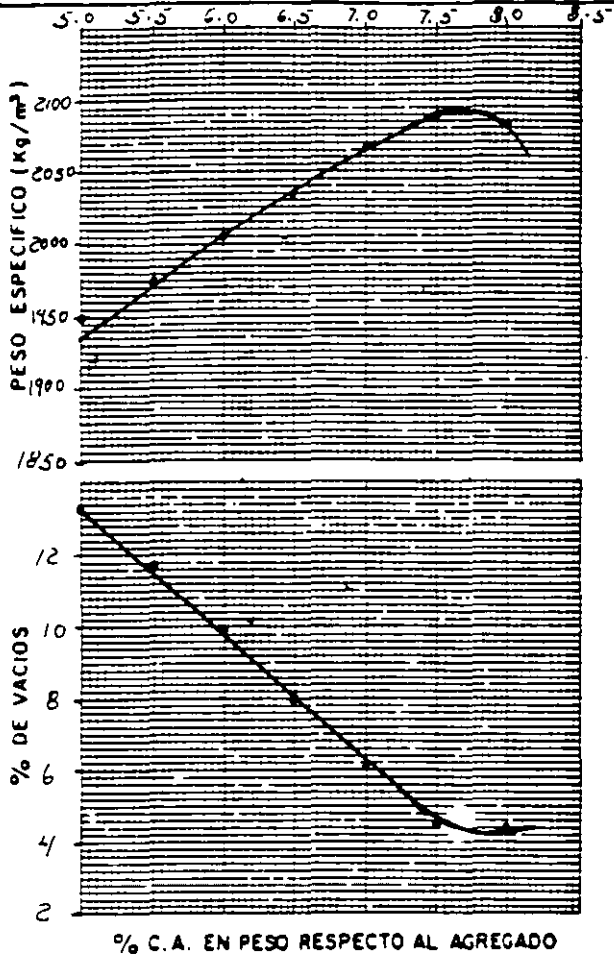
110JA (1)

ENSAYE DE COMPRESIÓN DIAMETRAL

OPERADOR:				MATERIAL <i>ROCA TRITURADA</i>				MATERIAL ASFÁLTICO <i>REBAJADO O EMULSION ASF.</i>							
FECHA:				TAMAÑO MÁXIMO <i>1"</i>				ADITIVO EMPLEADO <i>NINGUNO</i>							
PROBETA NUM	% DE CA EN PESO RESPECTO AL AGREGADO	% DE CA EN PESO RESPECTO A LA MEZCLA	PESO DEL ESPÉCIMEN EN AIRE, g	PESO DEL ESPÉCIMEN EN AGUA, g	VOLUMEN DEL ESPÉCIMEN, cm ³	PESO VOLUMÉTRICO DEL ESPÉCIMEN, kg/m ³	VOLUMEN DEL C.A., %	VOLUMEN DEL MATERIAL PÉTREO, %	VOLUMEN TOTAL DE VACÍOS, %	VACÍOS MATERIAL PÉTREO V.A.M., %	PRUEBAS DEL ESPÉCIMEN EN <i>SECO</i>				
	a	b	c	d	e = c · d	f = c / e	g = b · f / DCA	h = (100 b) · f / DMP	i = 100 g h	j = 100 h	k	l = Ø · m	m	n = r · k / l	o
9	7.0	6.54	2140	1103	1037	2064	13.1	80.7	6.2	19.3	70	130.0	12.8	2.6	1.00
10	7.0	6.54	2130	1101	1029	2070	13.1	80.9	6.0	19.1	70	129.0	12.7	2.6	0.80
						(2067)			(6.1)	(19.2)				(2.6)	(0.90)
11	7.5	6.98	2134	1113	1021	2090	14.2	81.3	4.5	18.7	61	128.0	12.6	2.3	0.50
12	7.5	6.98	2116	1103	1013	2089	14.2	81.3	4.5	18.7	91	127.0	12.5	3.5	0.50
						(2090)			(4.5)	(18.7)				(2.9)	(0.50)
13	8.0	7.41	2137	1108	1029	2077	14.9	80.5	4.6	19.5	66	129.0	12.7	2.5	0.30
14	8.0	7.41	2132	1111	1021	2088	15.0	80.9	4.1	19.1	67	128.0	12.6	2.6	0.40
						(2083)			(4.4)	(19.3)				(2.6)	(0.35)
f = CONSTANTE DEL ANILLO = <i>4.88</i> DENSIDAD DEL CEMENTO ASFÁLTICO (DCA) = <i>1.03</i> DENSIDAD DEL MATERIAL PÉTREO (POR INMERSIÓN EN CEMENTO ASFÁLTICO) (DMP) = <i>2.39</i> DIÁMETRO DEL ESPÉCIMEN (Ø) = <i>10.16 cm</i>							OBSERVACIONES: <i>HOJA (2)</i>								

PRUEBA DE COMPRESION DIAMETRAL EN SECO

OBRA CARRETERA MEXICO - VERACRUZ
 PROCEDENCIA _____ ENSAYE NUM _____
 LOCALIZACION km 210 + 000 FECHA DE RECIBO _____
 ENVIADO POR _____ FECHA DE INFORME _____
 MATERIAL PARA CAPA DE BASE ASFALTICA
 UBICACION DE LA PLANTA BANCO "LAS DERREUMBADAS"
 OBJETO DEL ENSAYE _____ ESTUDIO (X) _____ REVISION () _____



CARACTERISTICAS	DATOS OBTENIDOS	ESPECIFICACIONES
P. E. CUERPO DE INGENIEROS	2.39	
CONTENIDO OPTIMO DE C.A. (%)	6.8	
PESO VOLUMETRICO (Kg/m³)	2055	
VACIOS (%)	7.0	4 - 7
V. A. M. (%)	—	
FLUJO (mm)	0.80	
RESISTENCIA A LA COMPR. DIAMETRAL EN SECO Kg/cm²	2.35	

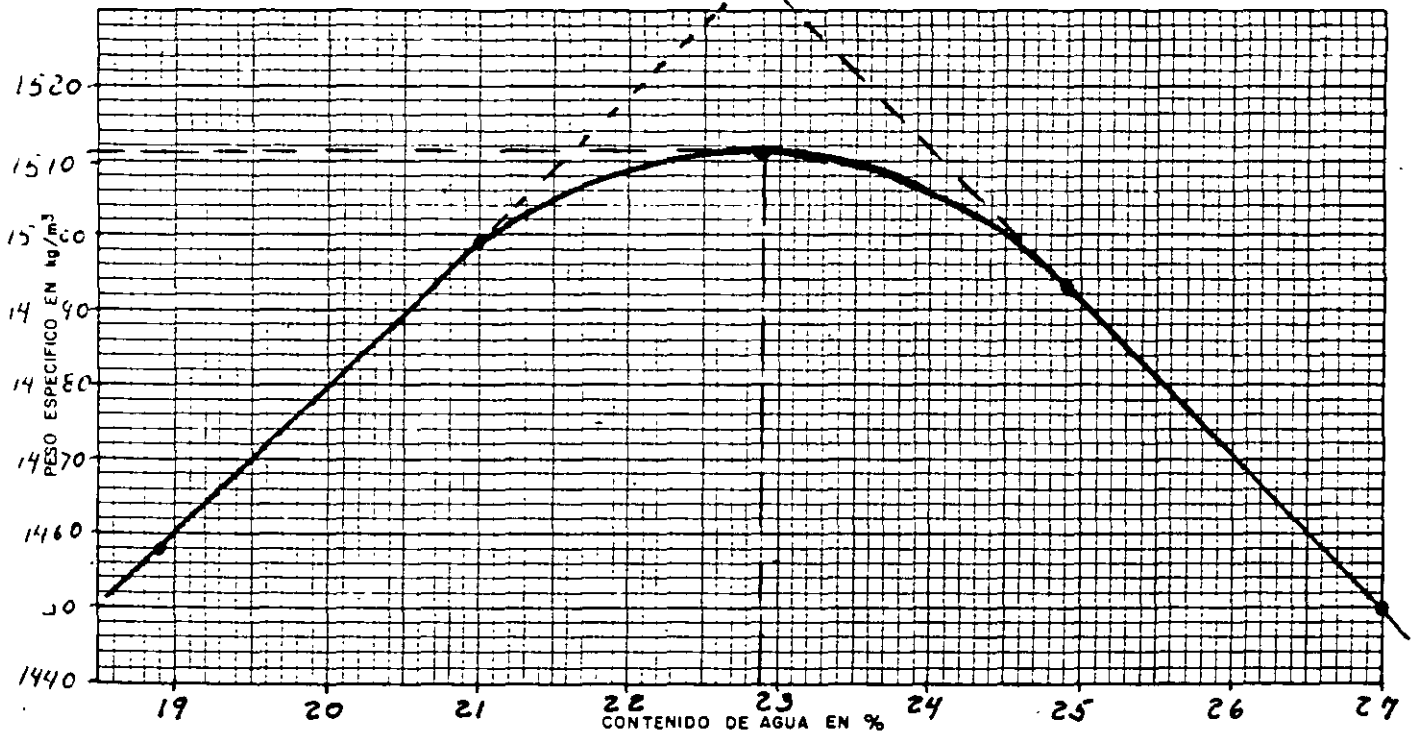
EL LABORATORISTA _____ EL JEFE DEL _____ EL JEFE DE LA OFICINA _____

DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO Y HUMEDAD OPTIMA

DESCRIPCION DE LA MUESTRA <u>ARCILLA ARCILLUSA CON</u>	ENSAYE NUM. _____
ESTUDIO QUE SE LE VA A EFECTUAR <u>30% DE GRAVA</u>	FECHA DE INICIACION _____
PROCEDENCIA <u>CARRETERA TUZANTLA - EL LIMON</u>	FECHA DE TERMINACION _____
LABORATORISTA _____	

TIPO DE PRUEBA <u>AASHTO ESTANDAR</u>	VARIANTE <u>"D"</u>	
NUM. DE CAPAS <u>3</u>	PESO PISON <u>2750</u>	MOLDE NUM. <u>III</u>
NUM. DE GOLPES POR CAPA <u>56</u>	ALTURA CAIDA <u>30.48</u>	VOLUMEN (V) <u>2133</u>

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	6449	6619	6711	6728	6677		
PESO DEL MOLDE, g	2750	2750	2750	2750	2750		
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	3699	3869	3961	3978	3927		
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1734	1814	1857	1865	1841		
CAPSULA NUMERO	2	6	3	9	1		
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	193.8	204.2	198.1	172.4	187.9		
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	169.0	177.0	171.0	143.8	156.8		
PESO DEL AGUA, g	24.8	27.2	27.1	28.6	31.1		
PESO CAPSULA, g	38.0	47.2	52.3	28.9	41.5		
PESO SUELO SECO, g	131.0	129.8	118.7	114.9	115.3		
CONTENIDO DE AGUA, % (w)	18.9	21.0	22.9	24.9	27.0		
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{(1+w)}$)	1458	1499	1511	1493	1450		



$w_{opt} = 22.9\%$

$\gamma_d \text{ máx.} = 1511 \text{ kg/m}^3$

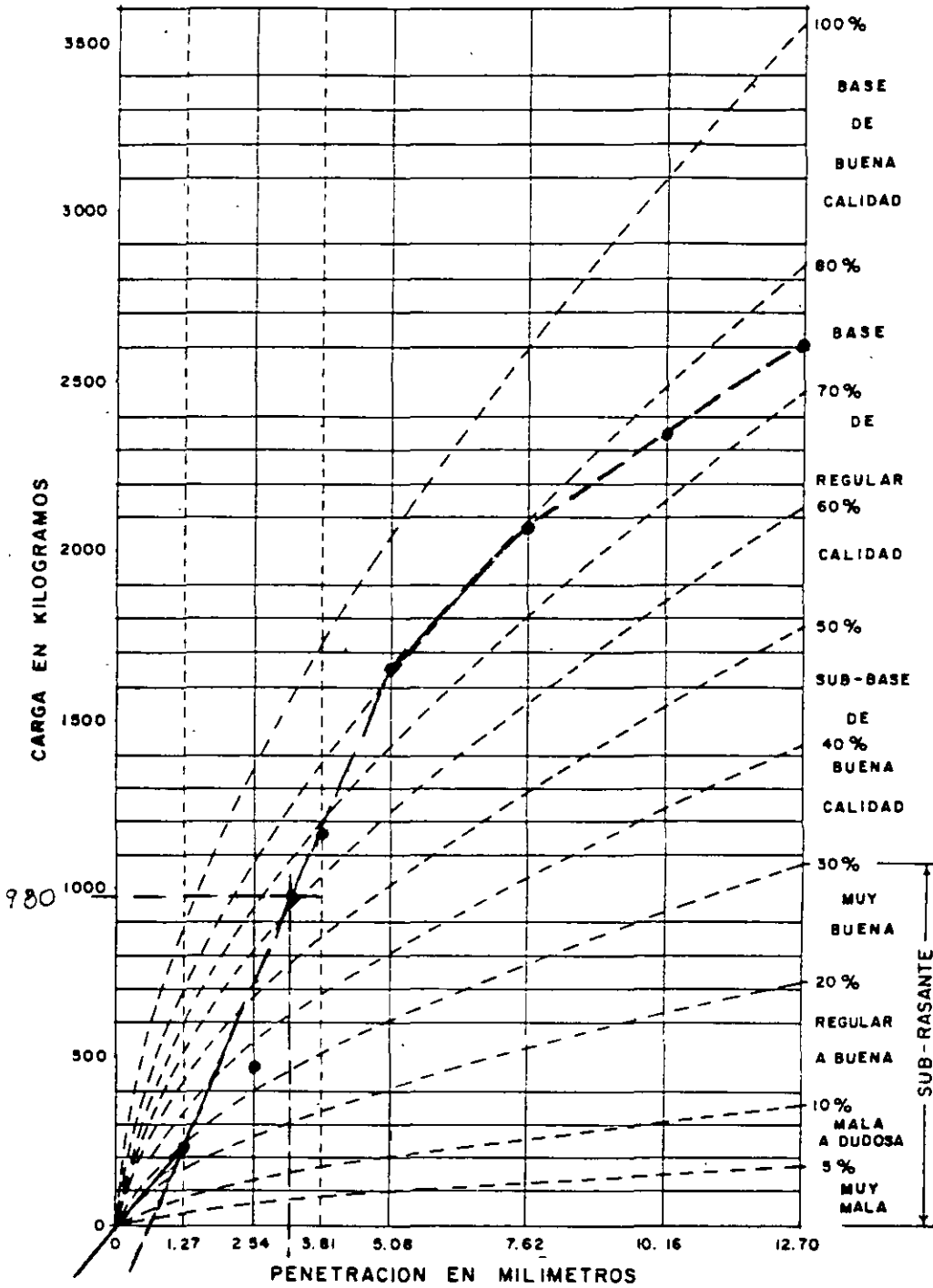
ENSAYE _____

OPERADOR _____

FECHA _____

PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE

PORTER SATURADA



TARA 60

a - TARA + SUELO HUMEDO	324.46		
b - TARA + SUELO SECO	309.72		
c - TARA	57.30		
d - CONTENIDO DE AGUA a-b	14.74		
e - SUELO SECO b-c	252.42		
f - % DE HUMEDAD $\frac{d}{e}$	5.84		

100% P Seco			
BASE P Húmedo	5000		
DE Agua Agregada			
BUENA Altura Molde	12.40		
CALIDAD Altura Faltante	0.80		
80% Altura del Mat.	11.60		
BASE Area	191.134		
70% Volumen	2217		
DE 2255			
REGULAR P. V. H.			
60% CALIDAD 2131			
P. V. S.			
50% H. O.	5.84		
SUB-BASE DE 40% BUENA	% Exp. 0.40		
CALIDAD % V. R. S. 72			
30% MUY BUENA	1.27 - 220		
2.54 - 470			
3.81 - 1170			
5.08 - 1660			
20% REGULAR A BUENA	7.62 - 2080		
10% MALA A DUDOSA	10.16 - 2360		
5% MUY MALA	12.70 - 2610		
Molde No.	1		
Extensión No.	-		
Lectura I =	1.09		
Lectura F =	1.59		
DIF.	0.50		



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y
CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

**PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE MATERIALES:
OTROS MATERIALES**

**EXPOSITOR: ING. JORGE LOPEZ VICENTE
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

DIPLOMADO EN PROYECTO,
CONSTRUCCION Y CONSERVACION
DE CARRETERAS

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U. N. A. M.

PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACION DE MATERIALES: OTROS MATERIALES

ING. JORGE LOPEZ VICENTE

MODULO IV
SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD

JULIO, 2000

DIPLOMADO DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCION

MODULO IV. CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACION DE MATERIALES

- 1. ACERO**
- 2. MADERA**
- 3. APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO**
- 4. GEOTEXTILES**
- 5. BIBLIOGRAFIA**

1. ACERO

- 1.1 ACERO ESTRUCTURAL
 - 1.1.1 Planchas
 - 1.1.2 Perfiles estructurales
 - 1.1.3 Tablaestacas
 - 1.1.4 Barras
 - 1.1.5 Perfiles-barras
- 1.2 ACERO ESTRUCTURAL AL CARBONO
 - 1.2.1 Requisitos químicos
 - 1.2.2 Requisitos mecánicos
- 1.3 ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA
 - 1.3.1 Requisitos químicos
 - 1.3.2 Requisitos mecánicos
- 1.4 ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION
 - 1.4.1 Requisitos químicos
 - 1.4.2 Requisitos mecánicos
- 1.5 ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACIÓN AL MANGANESO/VANADIO
 - 1.5.1 Requisitos químicos
 - 1.5.2 Requisitos mecánicos
- 1.6 ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO HIDRÁULICO
- 1.7 ALAMBRE DE ACERO ESTIRADO EN FRÍO PARA REFUERZO DE CONCRETO
- 1.8 ALAMBRE DE ACERO PARA PRESFUERZO DE CONCRETO
- 1.9 ACERO DE PRESFUERZO PARA CONCRETO, TORON DE SIETE ALAMBRES SIN RECUBRIMIENTO RELEVADO DE ESFUERZOS
- 1.10 MUESTREO
 - 1.10.1 Muestreo de materiales y productos de acero para análisis químico
 - 1.10.2 Muestreo de productos de acero para pruebas físicas
 - 1.10.2.1 Muestreo de barras y perfiles estructurales
 - 1.10.2.2 Muestreo de planchas y láminas
 - 1.10.2.3 Muestreo de varilla de acero de refuerzo para concreto
 - 1.10.2.4 Muestreo de acero de presfuerzo para concreto
- 1.11 PRUEBAS FISICAS

- 1.11.1 Dimensiones de probetas
- 1.11.2 Determinación del área de la sección transversal y los pesos unitarios de perfiles, planchas, barras-perfil, rieles y tubos
- 1.11.3 Determinación de las corrugaciones en varillas de acero de refuerzo para concreto hidráulico
- 1.11.4 Prueba de tensión
- 1.11.5 Prueba de doblado
- 1.11.6 Prueba de inspección metalúrgica macroscópica

2. MADERA

2.1 PILOTE DE MADERA

- 2.1.1 Clasificación de pilotes de acuerdo con su uso
- 2.1.2 Clasificación de pilotes de acuerdo con la cantidad de corteza que hay que retirarle.
- 2.1.3 Pilotes clases A y B
- 2.1.4 Pilotes clases C

2.2 MADERA ESTRUCTURAL

2.3 MUESTREO

2.4 PRUEBAS EN MADERA ESTRUCTURAL

- 2.4.1 Flexión estática
- 2.4.2 Compresión paralela a las fibras
- 2.4.3 Compresión perpendicular a las fibras
- 2.4.4 Dureza
- 2.4.5 Esfuerzo contante
- 2.4.6 Desgarramiento
- 2.4.7 Tensión paralela a las fibras
- 2.4.8 Tensión perpendicular a las fibras
- 2.4.9 Peso volumétrico
- 2.4.10 Contracción volumétrica

3. APOYO INTEGRAL DE NEOPRENO

3.1 REQUISITOS QUE DEBE SATISFACER EL NEOPRENO

3.2 REQUISITOS QUE DEBEN SATISFACER LAS PLACAS DE ACERO INTERCALADAS EN EL APOYO Y LAS PLACAS DE CARGA

3.3 REQUISITOS QUE DEBEN SATISFACER LOS APOYOS DE NEOPRENO

3.4 MUESTREO

- 3.4.1 Muestreo de materiales elastoméricos

3.4.2 Muestreo de apoyos de neopreno

3.5 PRUEBAS EN EL MATERIAL ELASTOMÉRICO

3.5.1 Tensión y alargamiento

3.5.1.1 Deformación permanente por tensión

3.5.2 Compresión

3.5.2.1 Deformación permanente por compresión

3.5.3 Desgarramiento

3.5.4 Envejecimiento acelerado

3.5.5 Pruebas de identificación

3.5.5.1 Reactivo número 1

3.5.5.2 Reactivo número 2

3.5.5.3 Reactivo número 3

3.5.5.4 Procedimiento

3.5.6 Resistencia al ozono

3.6 PRUEBAS EN APOYOS DE NEOPRENO

3.6.1 Verificación de la horizontalidad de las placas de acero en el apoyo de neopreno

3.6.2 Dureza

3.6.3 Compresibilidad

3.6.4 Resistencia máxima a la compresión

3.6.5 Compresión combinada con esfuerzo cortante. Módulo "G"

4. TELA GEOTEXTIL

4.1 CLASIFICACIÓN Y USO

4.1.1 Geotextiles Tejidos

4.1.2 Geotextiles no tejidos

4.2 REQUISITOS DE CALIDAD

4.3 MUESTREO

4.4 ENSAYES

5. BIBLIOGRAFIA

1. ACERO

Aleación de hierro y carbono en diferentes proporciones, a veces llega a contener hasta 2% de carbono: para mejorar algunas de sus propiedades se le adicionan otros elementos tales como :

Tungsteno	2.0 a 18.0 %
Cromo	3.0 a 6.0 %
Vanadio	1.0 a 3.0 %
Molibdeno	1.0 a 8.0 %
Cobalto	3.0 a 10.0 %

Con estos elementos y algunos otros se pueden modificar las características mecánicas del acero que prácticamente puede fabricarse cualquier tipo de acero para cada tipo de necesidad ; sin embargo, en este trabajo se tratará lo relativo al acero estructural, acero de refuerzo y de presfuerzo para concreto..

Los productos de acero estructural que se suministran para la construcción de puentes y edificios se clasifican en : acero estructural al carbono, acero estructural de alta resistencia, acero estructural de alta resistencia y baja aleación y acero estructural de alta resistencia y baja aleación, al manganeso / vanadio.

1.1 ACERO ESTRUCTURAL

Es un producto que se suministra en forma de planchas, perfiles estructurales, tablaestacas, barras y perfiles-barras

1.1.1 Planchas

Producto de acero laminado en caliente, que debe reunir las siguientes características .

Ancho en mm	Espesor en mm
Más de 203	Más de 5.8
Más de 1219	Más de 4.5

1.1.2 Perfiles estructurales

Producto de acero laminado cuya sección transversal puede ser en forma de I, H, canal o ángulo, en donde la dimensión mayor debe ser como mínimo de 76mm.

1.1.3 Tablaestacas

Acero laminado fabricado en formas y tamaños que permite que se empalmen entre si para formar una pared continua

1.1.4 Barras

Acero laminado con sección transversal circular, cuadrada o hexagonal, en todos los tamaños : soleras con espesor mayor o igual a 5.16mm y ancho de 152mm ; soleras con espesor de 5 84mm y ancho de 152mm hasta 203mm.

1.1.5 Perfiles-barras

Producto de acero laminado cuya sección transversal puede ser de la forma I, H, Z, canal o ángulo, en donde la dimensión mayor debe ser menor de 76mm.

Los productos de acero estructural que se suministran para la construcción de puentes y edificios se clasifican en : acero estructural al carbono, acero estructural de alta resistencia, acero estructural de alta resistencia y baja aleación y acero estructural de alta resistencia y baja aleación al manganeso / vanadio.

1.2 ACERO ESTRUCTURAL AL CARBONO

El acero estructural al carbono se suministra en la modalidad y formas de perfiles, planchas y barras para construcciones remachadas, atornilladas o soldadas, en puentes y edificios y para usos estructurales en general.

1.2.1 Requisitos químicos

- a) El análisis de colada y de producto deberá cumplir con los requisitos indicados en la tabla LXIV
- b) El análisis de producto no es aplicable a perfiles-barra ni a soleras, con espesores de 12.7mm o menores
- c) Cuando se omitan las pruebas de tensión de acuerdo con el inciso c) de los requisitos mecánicos, el material deberá cumplir con los requisitos químicos de la tabla LXIV.

1.2.2 Requisitos mecánicos

El acero estructural al carbono deberá cumplir con los requisitos de la prueba de tensión indicada en la tabla LXV.

No será necesario someter a pruebas de tensión los perfiles con sección transversal menor de 6.45 cm² y las barras que no sean soleras, menores de 1.27 cm de espesor o de diámetro.

No se requieren pruebas mecánicas para planchas con espesores mayores de 38 1mm usadas como placas de apoyo en estructuras que no sean puentes, pero el acero deberá contener de 0.20 a 0.33% de carbono en análisis de colada.

Para materiales con espesor o diámetro menor de 7.9 mm deberá hacerse una deducción en el porcentaje de alargamiento, obtenido de probetas de 200 mm, de 1.25% por cada 0.8 mm de disminución en el espesor o diámetro especificado, respecto del espesor nominal de 7.9 mm. Para efectuar esta deducción puede emplear la ecuación del cuadro número 1.

La probeta para doblado deberá soportar un doblado en frío hasta de 180° sobre un mandril cuyo diámetro se indica en la tabla LXVI. sin que se agriete el exterior de la porción doblada.

1.3 ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA

El acero estructural de alta resistencia se presenta en las modalidades y forma de perfiles, planchas y barras en espesores hasta de 102 mm, para construcciones de puentes y edificios remachados o atornillados y para uso estructural en general.

1.3.1 Requisitos químicos

El acero estructural deberá cumplir con los requisitos de composición química indicados en la tabla número LXVII.

1.3.2 Requisitos mecánicos

También deberá cumplir con los requisitos mecánicos de las tablas LXVIII y LXIX.

Para materiales con espesor o diámetro menor de 7.9mm, deberá hacerse una deducción en el porcentaje de alargamiento, obtenido de probetas de 200mm, de 1.25% por cada 0.8mm de disminución en el espesor o diámetro especificado, respecto del espesor nominal de 7.9mm. La deducción se puede efectuar empleando la ecuación del cuadro número 1.

Las probetas para la prueba de doblado deberán soportar un doblado en frío hasta de 180° sobre un mandril, cuyo diámetro se especifica en la tabla LXIX, sin que se agriete el exterior de la porción doblada.

1.4 ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACIÓN

Bajo esta denominación se agrupan los perfiles, placas y barras de acero que se emplean en construcciones soldadas, remachadas o atornilladas, destinados principalmente a la construcción de miembros estructurales. Estos aceros tienen una resistencia a la corrosión atmosférica casi del doble que la de los aceros estructurales al carbono con cobre; deberá cumplir con los siguientes requisitos de composición química.

1.4.1 Requisitos químicos

Los resultados del análisis de colada deberá cumplir con los requisitos indicados en la tabla LXX.

El fabricante podrá usar los elementos de aleación, tales como cromo, níquel, silicio, vanadio, titanio y circonio, combinados con el carbono, manganeso, fósforo, azufre y cobre, dentro de los límites prescritos en la tabla LXX para obtener las propiedades mecánicas y la resistencia a la corrosión atmosférica requeridas.

1.4.2 Requisitos mecánicos

El acero deberá satisfacer los requisitos de tensión y doblado indicadas en las tablas LXXI y LXXII

Para materiales con espesor o diámetro menor de 7.9mm deberá hacerse una deducción en el porcentaje de alargamiento, obtenido de probetas de 200mm, de 1.25% por cada 0.8mm de disminución en el espesor o diámetro especificado, respecto del espesor nominal de 7.9mm. Para efectuar la deducción puede emplear la ecuación del cuadro número 1.

Las probetas para la prueba de doblado deberán soportar un doblado en frío hasta de 180° sobre un mandril, cuyo diámetro se especifica en la tabla LXXII, sin que se agriete el exterior de la porción doblada

1.5 ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACIÓN, AL MANGANESO/ VANADIO

Bajo esta denominación se agrupan los perfiles, planchas y barras de acero que se emplean en construcciones soldadas, remachadas o atornilladas; destinados principalmente a la construcción de puentes y edificios soldados miembros estructurales. Estos aceros tienen una resistencia a la corrosión atmosférica casi del doble que la de los aceros estructurales al carbono. Los requisitos que a continuación se indican se refieren a elementos hasta de 203mm de espesor.

1.5.1 Requisitos químicos

Este acero deberá satisfacer los requisitos de composición química de colada y de producto; indicada en la tabla LXXIII.

1.5.2 Requisitos mecánicos

Por otra parte, este acero deberá cumplir con los requisitos mecánicos de la tabla LXXIV y LXXV.

Para materiales con espesor o diámetro menor de 7.9mm deberá hacerse una deducción en el porcentaje de alargamiento, obtenido de probetas de 200mm, de 1.25% por cada 0.8mm de disminución en el espesor o diámetro especificado, respecto del espesor nominal de 7.9mm. Para efectuar la deducción puede emplear la ecuación del cuadro número 1.

El acero deberá soportar un doblado en frío hasta de 180°, ensayado sobre un mandril, cuyo diámetro se especifica en la tabla LXXV, sin que se agriete la parte exterior de la porción doblada

CUADRO NUMERO 1.

ECUACIÓN :

$$a = A - \left[\frac{1.25(7.9 - e)}{0.8} \right]$$

a : porcentaje de alargamiento después de deducir el 1.25% por cada 0.8mm de disminución en el espesor o diámetro especificado, respecto del espesor de 7.9mm

A : porcentaje de alargamiento obtenido de la prueba.

e : espesor de la probeta, menor de 7.9 mm.

TABLA LXIV REQUISITOS QUIMICOS

Producto	Perfiles (a)	Planchas Espesores					Barras Espesores			
		Hasta 19.1 mm incl.	Más de 19.1 hasta 38.1 mm incl.	Más de 38.1 hasta 63.5 mm incl.	Más de 63.5 hasta 101.6 mm incl.	Más de 101.6 mm.	Hasta 19.1 mm incl.	Más de 19.1 hasta 38.1 mm incl.	Más de 38.1 hasta 101.6 mm incl.	Más de 101.6 mm.
Carbono, máximo, % Manganeso, %.....	0.25	0.25	0.25 0.80 a	0.26 0.80 a	0.27 0.85 a	0.29 0.85 a	0.26	0.27 0.60 a	0.28 0.60 a	0.29 0.60 a
Fósforo, máximo, %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Azufre, máximo, %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicio, %.....				0.15 a	0.15 a	0.15 a				
Cobre, mínimo, % cuando se especi- fique.....	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

a) En perfiles con peso mayor de 634 kg/m, se requiere un contenido de manganeso de 0.85 a 1.35%, y un contenido de silicio de 0.15 a 0.30%

TABLA LXV. REQUISITOS DE TENSION

Concepto	Requisitos
Planchas, perfiles (ā) y barras: Esfuerzo máximo. kg/cm ²	4 060 a 5 600
Límite elástico aparente. kg/cm ² , mínimo	2 520 (b)
Planchas y barras: Alargamiento en 200 mm. por ciento, mínimo	20 (c)
Alargamiento en 50 mm. por ciento, mínimo	23
Perfiles: Alargamiento en 200 mm. por ciento, mínimo	20 (c)
Alargamiento en 50 mm. por ciento. mínimo	21 (a)

- a) Para perfiles de ala ancha, con peso mayor de 634 kg/m, solamente se especifica el esfuerzo máximo de 4 060 kg/cm² como mínimo y alargamiento en 50 mm, de 19% mínimo.
- b) Para planchas con espesor mayor de 200 mm, el límite elástico será de 2 240 kg/cm², mínimo
- c) Ver párrafo (005-F 07 c) de este Capítulo

TABLA LXVI REQUISITOS DE LA PRUEBA DE DOBLADO

Espesor del elemento en mm	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta para planchas, perfiles y barras (a)
Hasta 19.1 incl	0.5
Mayor de 19.1 hasta 25.4 incl	1.0
Mayor de 25.4 hasta 38.1 incl.	1.5
Mayor de 38.1 hasta 50.8 incl.	2.5
Mayor de 50.8	3.0

- a) Estas relaciones se aplican únicamente para el comportamiento de un espécimen bajo la acción del doblado; dicho espécimen se toma siempre en dirección longitudinal y generalmente se le hace una preparación en sus aristas. Cuando las planchas se doblan para una operación de fábrica, se deben usar unos radios mayores, particularmente si el eje de doblado se encuentra en la dirección desfavorable (longitudinal)

TABLA LXVII. REQUISITOS DE COMPOSICION QUIMICA

ELEMENTOS	CONTENIDO EN %
Carbono. máximo.	0.28
Manganeso	1.10 a 1.60
Fósforo. máximo	0.04
Azufre. máximo	0.05
Silicio. máximo	0.30
Cobre. mínimo	0.20

TABLA LXVIII REQUISITOS DE TENSION

Concepto	Planchas y Barras				Perfiles estructurales		
	Para espesores hasta de 19.1 mm. incl	Para espesores de más de 19.1 hasta 38.1 mm. incl	Para espesores de más de 38.1 hasta 101.6 mm incl.	Para espesores de mas de 101.6 hasta 203.2 mm incl	Grupos 1 y 2 (a)	Grupo 3 (a)	Grupos 4 y 5 (a)
Esfuerzo máximo. kg/cm ² . mínimo (b)	4920	4710	4430	4220	4920	4710	4430
Punto de fluencia. en kg/cm ² . mínimo (b)	3520	3230	2950	2810	3520	3230	2950
Alargamiento en 200 mm. en %. mínimo	18 (c)	18	18		18 (c)	18	18
Alargamiento en 50 mm. en %. mínimo		21	21	21			21 (d)

a) Ver Tabla XXIV-A

b) Cuando el material esté normalizado, el esfuerzo máximo y el límite elástico aparente, deberán reducirse en 350 kg/cm²

c) Véase párrafo (005-105.b) de este Capítulo. En perfiles de ala ancha, con peso mayor de 634 kg/m, el alargamiento - en 50 mm, deberá ser de 19% como mi

TABLA LXIX REQUISITOS DE LA PRUEBA DE DOBLADO

Espesor del elemento	mm	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta (a)
Hasta 19.1 inclusive		1.0
Mayor de 19.1 hasta 25.4 inclusive		1.5
Mayor de 25.4 hasta 38.1 inclusive		2.0
Mayor de 38.1 hasta 50.8 inclusive		2.5
Mayor de 50.8 hasta 101.6 inclusive		3.0

TABLA LXX. REQUISITOS QUIMICOS (ANALISIS DE COLADA)

ELEMENTO	CONTENIDO EN % TIPO I	CONTENIDO EN % TIPO II
Carbono, máximo	0.15	0.20
Manganeso, máximo	1.00	1.35
Fósforo, máximo	0.15	0.04
Azufre, máximo	0.05	0.05
Cobre, máximo	0.20	0.20 (a)

TABLA LXXI. REQUISITOS DE TENSIÓN, PLACAS Y BARRAS.

Concepto	Planchas y Barras				Perfiles estructurales		
	Para espesores hasta de 19.1mm incl	Para espesores de más de 19.1 hasta 8.1mm incl	Para espesores de más de 38.1 hasta 101.6mm incl	Para espesores de más de 101.6 hasta 203.2mm incl.	Grupos 1 y 2 (a)	Grupo 3 (a)	Grupos 4 y 5 (a)
Esfuerzo máximo, kg/cm ² , mínimo (b)	4920	4710	4430	4220	4920	4710	4430
Punto de fluencia en kg/cm ² , mínimo (b)	3520	3230	2950	2810	3520	3230	2950
Alargamiento en 200mm, en %, mínimo	18 (c)	18	18		18 (c)	18	18
Alargamiento en 50mm, en %, mínimo		21	21	21			21 (d)

TABLA LXXII REQUISITOS DE DOBLADO

Espesor del elemento material mm	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta
Hasta de 19.1, inclusive	1.0
Mayor de 19.1 hasta 25.4, incl	1.5
Mayor de 25.4 hasta 38.1	2.0
Mayor de 38.1 hasta 50.8	2.5
Mayor de 50.8 hasta 101.6, inclusive	3.0

TABLA LXXIII. REQUISITOS DE COMPOSICION QUIMICA

ELEMENTOS	CONTENIDO EN %
Carbono, máximo.	0.22
Manganeso	0.85 a 1.25
Fósforo, máximo	0.04
Azufre, máximo	0.05
Silicio, máximo	0.30
Cobre, mínimo	0.20
Vanadio, mínimo	0.02

TABLA LXXIV. REQUISITOS DE TENSION

Concepto	Planchas y Barras				Perfiles estructurales		
	Para espesores hasta de 19.1 mm. incl	Para espesores de más de 19.1 hasta 38.1 mm incl	Para espesores de más de 38.1 hasta 101.6 mm incl	Para espesores de más de 101.6 hasta 203.2 mm. incl	Grupos 1 y 2 (a)	Grupo 3 (a)	Grupos 4 y 5 (a)
Esfuerzo máximo, kg/cm ² , mínimo (b)	4920	4710	4430	4220	4920	4710	4430
Punto de fluencia, en kg/cm ² mínimo (b)	3520	3230	2950	2810	3520	3230	2950
Alargamiento en 200 mm, en %, mínimo.	18 (c)	18	18		18 (c)	18	18
Alargamiento en 50 mm, en %, mínimo		21	21	21			21 (d)

a) Ver Tabla XXIV-A

b) Cuando el material esté normalizado, el esfuerzo máximo y el límite elástico aparente, deberán reducirse en 350 kg/cm² Véase párrafo (005-I 05.b) de este Capítulo. En perfiles de ala ancha, con peso mayor de 634 kg/m, el alargamiento en 50 mm, deberá ser de 19% como mínimo.

TABLA LXXV. REQUISITOS DE DOBLADO

Espesor del elemento material mm	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta
Hasta de 19.1. inclusive	1.0
Mayor de 19.1 hasta 25.4, incl	1.5
Mayor de 25.4 hasta 38.1, incl.	2.0
Mayor de 38.1 hasta 50.8, incl.	2.5
Mayor de 50.8 hasta 203.2. inclusive	3.0

- a) Estas relaciones se aplican exclusivamente al comportamiento de un espécimen bajo la acción del doblado. dicho espécimen se toma siempre en dirección longitudinal y generalmente se le hace una preparación en sus aristas. Cuando las planchas se doblan para una operación de fabricación se deben usar radios mayores, particularmente si el eje de doblado se encuentra en la dirección desfavorable (longitudinal)

ACERO ESTRUCTURAL

ACERO ESTRUCTURAL	ACERO ESTRUCTURAL AL CARBONO (Perfiles, Planchas y Barras)	Usos Requisitos Generales Fabricación Requisitos Químicos Requisitos Mecánicos Muestreo	Estruct. Soldada, remachada o atornillada Libro 4 01 02 005-E Hogar abierto, oxígeno básico y horno elect. Análisis de Colada Tabla LXIV 4 01 02.005-F 04 Análisis de Producto Tabla LXIV 4 01.02.005-F 06 c y 4 01 02 005-E Tablas LXV y LXVI Libro 6 006
	ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA (Perfiles, Planchas y Barras)	Usos Requisitos Generales Fabricación Requisitos Químicos Requisitos Mecánicos Muestreo	Estruct. Soldada, remachada o atornillada Libro 4 01 02 005-E Hogar abierto, oxígeno básico y horno elect. Análisis de Colada Tabla LXVII Análisis de Producto Tabla LXVII Tablas LXVIII y LXIX Libro 6 006
	ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION (Perfiles Planchas y Barras)	Usos Requisitos Generales Fabricación Requisitos Químicos Requisitos Mecánicos Muestreo	Estruct. Soldada, remachada o atornillada Libro 4 01.02.005-E Hogar abierto, oxígeno básico y horno elect. Análisis de colada Tabla LXX Análisis de Producto Tabla LXX Tabla LXXI y LXXII Libro 6.006
	ACERO ESTRUCTURAL DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACION AL MANGANESO VANADIO(Perfiles, Planchas y Barras)	Usos Requisitos Generales Fabricación Requisitos Químicos Requisitos Mecánicos Muestreo	Estruct. Soldada, remachada o atornillada Libro 4 01.02 005-E Hogar abierto oxígeno básico y horno elect. Análisis de colada Tabla LXXIII Análisis de producto Tabla LXXIII Libro 4.01 02.005-E Tablas LXXIV y LXXV Libro 6 006

1.6 ACERO DE REFUERZO PARA CONCRETO

El acero, varillas corrugadas y varillas corrugadas torcidas en frío, empleado como refuerzo del concreto armado, se fabrica a partir de lingotes, rieles o ejes.

Las varillas se identifican con el grado y el número. El grado es el valor del límite de fluencia del acero en kg/mm^2 ; y el número, es el número de octavos de pulgada que indica el diámetro de la varilla. Los números de designación, pesos unitarios, dimensiones nominales y requisitos de corrugación se resumen en las tablas XII y XIII; asimismo, la clasificación de acuerdo con los distintos grados de la varilla se indica en la tabla XIV.

El acero de refuerzo fabricado a partir de lingotes no deberá contener más de 0.625% de fósforo.

Las varillas corrugadas de acero deberán someterse a una inspección metalúrgica macroscópica, cuyos resultados deben ser congruentes con lo que se indica en las figuras 3 a 7.

d = Diámetro de la varilla
 P = Longitud total de los defectos perimetrales
 L = Longitud total de las grietas o defectos (ΣL)
 l = Dimensión del defecto

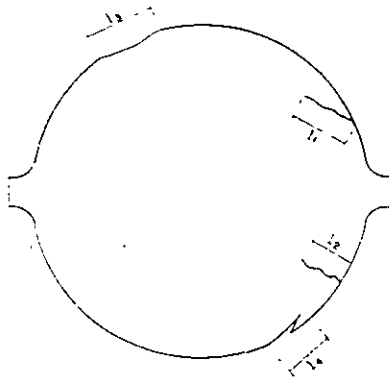


Figura Num 3

DEFECTO	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Grietas de laminación radiales o tangenciales (Fig. 3)	Ninguna de las grietas deberá tener longitud l mayor del 5% de "d". La longitud total de las grietas " ΣL " no debe ser mayor del 10% de "d".
Traslapos, lajeaduras, defectos superficiales con reducción de área (Fig. 4)	Ninguna de los traslapos, lajeaduras o defectos superficiales será mayor del 5% de "d". La suma de las longitudes " L " no debe ser mayor del 10% de "d". El perímetro total de "d" no debe ser mayor del 30% de "d".

d = DIAMETRO DE LA VARILLA
 A = AREA DE LA VARILLA
 t = DIMENSION MAXIMA DEL DEFECTO

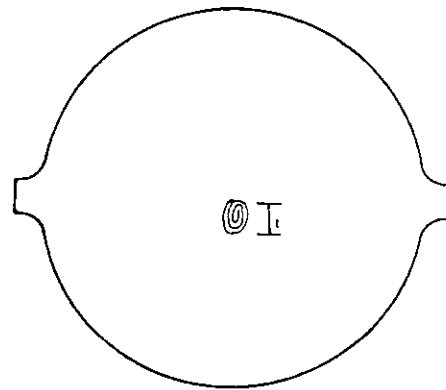


Figura Núm 4

DEFECTO	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Tubo de laminación, o rechuzo "t".	La dimensión máxima del defecto " t ", no debe ser mayor del 10% de "d". El área máxima del defecto no debe ser mayor del 1% de "A".

d = DIAMETRO DE LA VARILLA
 e = DIMENSION DEL DEFECTO
 E = LONGITUD TOTAL DE LAS GRIETAS (Σe)

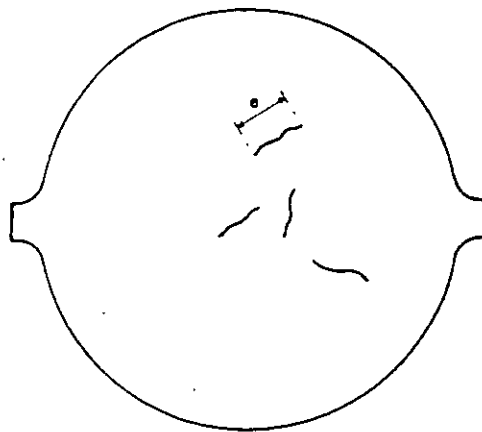


Figura Núm. 5

DEFECTO	VALOR MAXIMO PERMISIBLE
Grietas de enfriamiento "e" distribuidas en el interior de la sección transversal de la varilla	Ninguna de las grietas deberá tener una longitud "e" mayor del 4% de "d". La longitud total de las grietas "E" no será mayor del 8% de "d".

d = DIAMETRO DE LA VARILLA
 A = AREA DE LA VARILLA
 i = DIMENSION MAXIMA DEL DEFECTO
 s = DISTANCIA ENTRE DEFECTOS

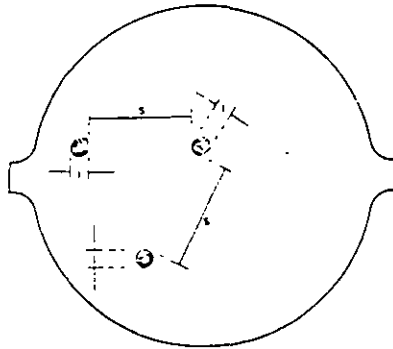


Figura Núm 6

DEFECTO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE
Inclusiones de material extraño "i"	<p>La dimensión máxima "i" de cada inclusión, no debe ser mayor del 3% de "d" y la suma de estas no deberá exceder del 10% de "d" o la suma de las áreas de las inclusiones no será mayor del 1% de "A". La distancia "s" entre inclusiones no será menor del 30% de "d".</p>

A = Área de la varilla
 d = Diámetro de la varilla
 p = Dimensión máxima del defecto
 s = Distancia entre defectos

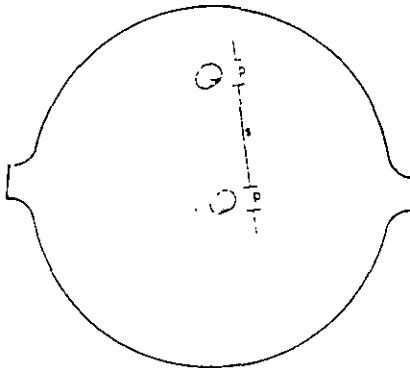


Figura Núm 7

DEFECTO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE
Porosidad "p"	<p>La distancia máxima de cada zona porosa "p" no debe ser mayor del 5% de "d" y la suma de estas no excederá del 20% de "d" o la suma de las áreas de las zonas porosas no deberá ser mayor del 1% de "A". La distancia "s" entre zonas porosas no será mayor del 30% de "d".</p>

El acero deberá tener buena apariencia, sin defectos exteriores perjudiciales como grietas, traslapos, quemaduras y oxidación excesiva.

Las varillas corrugadas deberán cumplir con los requisitos de tensión, alargamiento y doblado indicadas en las tablas XV, XVI, XVII

Las corrugaciones de las varillas estarán espaciadas uniformemente a lo largo de la misma. El promedio de las separaciones entre corrugaciones no deberá exceder de $\frac{7}{10}$ del diámetro de la varilla. Asimismo, las corrugaciones deben formar un ángulo con respecto al eje de la varilla, no menor de 45° . Cuando el ángulo formado está entre 70° y 45° , cada dos corrugaciones de ambos lados del eje de la varilla deben estar en dirección contraria, si el ángulo es mayor de 70° , no es necesario este cambio de dirección.

La separación entre los extremos de corrugaciones, sobre los lados opuestos de las varillas, no deberá ser mayor del 12.5% del perímetro nominal de la misma. Si los extremos terminan en una costilla longitudinal, el ancho de ésta se considera como la separación en cuestión. Cuando existan dos o más costillas longitudinales, el ancho total de todas ellas no debe ser mayor del 25% del perímetro nominal de la varilla.

El peso unitario y la sección transversal de las varillas, consideradas individualmente, no excederá del 6% en menos, con respecto a los valores nominales individuales indicados en las tablas XII y XIII

Los requisitos de espaciamiento, altura, separación y demás dimensiones de las corrugaciones, se indican en las tablas XII y XIII.

TABLA XII - NUMERO DE DESIGNACIÓN, PESOS UNITARIOS, DIMENSIONES NOMINALES Y REQUISITOS DE CORRUGACIÓN PARA LAS VARILLAS.

Número de Designación (b)	Peso unitario kg/m	Dimensiones nominales (a)			Requisitos de corrugación		
		Diámetro mm	Area de la sección transversal mm ²	Perímetro mm	Espaciamiento máximo promedio mm	Altura mínima promedio mm	Distancia máxima entre extremos de corrugaciones transversales (cuerda) mm
2	0 248	6.4	32	20	4.5	0.2	2.5
2.5	0 384	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3.1
3	0 560	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.7
4	0 994	12.7	127	39.9	8.9	0.5	5.0
5	1.552	15.9	198	50	11.1	0.7	6.3
6	2.235	19.0	285	60.0	13.3	1.0	7.5
7	3 042	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.7
8	3 973	25.4	507	79.8	17.8	1.3	10.0
9	5 033	28.6	642	89.8	20.0	1.4	11.2
10	6 225	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.5
11	7 503	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.7
12	8 938	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	15.0

a) El diámetro nominal de una varilla corrugada corresponde al diámetro de una varilla lisa que tenga el mismo peso unitario que la varilla corrugada

b) El número de designación de las varillas corresponde al número de octavos de pulgadas de su diámetro nominal

TABLA XIII. NÚMERO DE DESIGNACION, PESO UNITARIO, DIMENSIONES NOMINALES Y REQUISITOS DE CORRUGACIÓN PARA LAS VARILLAS TORCIDAS EN FRÍO.

Número de designación (b)	Dimensiones Nominales (a)				Requisitos para las corrugaciones						
					Transversales					Longitudinales	
	Peso unitario kg/m	Diámetro mm	Perímetro mm	Área de la sección transversal mm ²	Altura mínima a la mitad de la corrugación mm	Altura mínima a los tercios de la corrugación mm	Espaciamiento entre corrugaciones mm	Ancho mínimo mm	Longitud mínima mm	Altura mínima mm	Ancho mínimo mm
2	0.248	6.4	20	32	0.5	0.4	3.9 a 4.5	0.6	12.8	0.6	0.6
2.5	0.348	7.9	24.8	49	0.6	0.5	4.9 a 5.5	0.8	15.8	0.8	0.8
3	0.560	9.5	29.8	71	0.7	0.6	5.8 a 6.7	1.0	19.0	1.0	1.0
4	0.994	12.7	39.9	127	0.9	0.8	7.8 a 8.9	1.3	25.4	1.3	1.3
5	1.552	15.9	50.0	198	1.1	1.0	9.7 a 11.1	1.6	31.8	1.6	1.6
6	2.235	19.0	60.0	285	1.3	1.1	11.7 a 13.3	1.9	38.0	1.9	1.9
7	3.042	22.2	69.7	388	1.6	1.3	13.7 a 15.5	2.2	44.4	2.2	2.2
8	3.973	25.4	79.8	507	1.8	1.5	15.6 a 17.8	2.5	50.8	2.5	2.5
9	5.033	28.6	89.8	642	2.0	1.7	17.6 a 20.0	2.9	57.2	2.9	2.9
10	6.225	31.8	99.9	794	2.2	1.9	19.6 a 22.3	3.2	63.6	3.2	3.2
11	7.503	34.9	109.8	957	2.4	2.1	21.5 a 24.5	3.5	69.8	3.5	3.5
12	8.938	38.1	119.7	1140	2.7	2.2	23.4 a 26.7	3.8	76.2	3.8	3.8

a) El diámetro nominal de una varilla torcida corresponde al diámetro de una varilla lisa que tenga el mismo peso unitario que la varilla torcida

b) Los números de designación de las varillas torcidas en frío corresponden al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal

TABLA XIV. GRADOS DE VARILLAS CORRUGADAS DE ACERO

PROCEDENCIA	GRADOS		
De lingotes	30	42	52
De rieles	35	42	
De ejes	30	42	
Torcidas en frío	42	50	60

TABLA XV. REQUISITOS A LA TENSION DE VARILLAS CORRUGADAS

Concepto	Varillas procedentes de lingotes			Varillas procedentes de rieles		Varillas procedentes de ejes		Varillas torcidas en frío		
	Grado 30	Grado 42	Grado 52	Grado 35	Grado 42	Grado 30	Grado 42	Grado 42	Grado 50	Grado 60
Límite de fluencia, en kg/cm ² , mínimo	3000	4200	5200	3500	4200	3000	4200	4200	5000	6000
Esfuerzo máximo, en kg/cm ² , mínimo	5000	6300	7000	5600	6300	5000	6300	5200	6000	7000

TABLA XVI. REQUISITOS DE ALARGAMIENTO MÍNIMO EN PORCIENTO, EN LA PRUEBA DE TENSIÓN DE VARILLAS CORRUGADAS (a).

Número de designación	Varillas procedentes de lingote			Varillas procedentes de rieles		Varillas procedentes de ejes		Varillas torcidas en frío		
	Grado 30	Grado 42	Grado 52	Grado 35	Grado 42	Grado 30	Grado 42	Grado 42	Grado 50	Grado 60
2	11	9	8	6	6	11	8	8	8	8
2.5	11	9	8	6	6	11	8	8	8	8
3	11	9	8	6	6	11	8	8	8	8
4	12	9	8	7	6	12	8	8	8	8
5	12	9	8	7	6	12	8	8	8	8
6	12	9	8	7	6	12	8	8	8	8
7	11	8	7	6	5	11	8	8	8	8
8	10	8	7	5	4.5	10	7	8	8	8
9	9	7	7	5	4.5	9	7	8	8	8
10	8	7	7	5	4.5	8	7	8	8	8
11	7	7	5	5	4.5	7	7	8	8	8
12	7	7	5	5	4.5	7	7	8	8	8

a) El porciento de alargamiento se refiere a una longitud calibrada de 200mm.

TABLA XVII REQUISITOS PARA LA PRUEBA DE DOBLADO DE VARILLAS CORRUGADAS.

Número de designación	Varillas procedentes de lingotes Dobleza a:			Varillas procedentes de rieles Dobleza a:		Varillas procedentes de ejes Dobleza a:		Varillas torcidas en frío Dobleza a:		
	180°		90°	180°		180°		180°		
	Grado 30	Grado 42	Grado 52	Grado 35	Grado 42	Grado 30	Grado 42	Grado 42	Grado 50	Grado 60
2	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
2 5	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
3	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
4	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
5	D=4d	D=4d	D=5d	D=6d	D=6d	D=4d	D=4d	D=4d	D=6d	D=6d
6	D=5d	D=5d	D=6d	D=6d	D=6d	D=5d	D=5d	D=5d	D=7d	D=7d
7	D=5d	D=6d	D=7d	D=6d	D=6d	D=5d	D=6d	D=5d	D=7d	D=7d
8	D=5d	D=6d	D=7d	D=6d	D=6d	D=5d	D=6d	D=5d	D=7d	D=7d
9	D=5d	D=8d	D=8d	D=8d	D=8d	D=5d	D=8d	D=6d	D=8d	D=8d
10	D=5d	D=8d	D=8d	D=8d	D=8d	D=5d	D=8d	D=6d	D=8d	D=8d
11	D=5d	D=8d	D=8d	D=8d	D=8d	D=5d	D=8d	D=6d	D=8d	D=8d
12	D=5d	D=8d	D=8d	D=8d	D=8d	D=5d	D=8d	D=6d	D=8d	D=8d

D = Diámetro del mandril

d = Diámetro nominal de la varilla.

1.7 ALAMBRE DE ACERO ESTIRADO EN FRIO PARA REFUERZO DE CONCRETO

El acero de refuerzo estirado en frío también se emplea en mallas para refuerzo de concreto, se identifica por un número de calibre, tal como se indica en la tabla XVIII.

El alambre estirado en frío se obtiene a partir de alambroón laminado en caliente, procedente de lingote o palanquilla; debe cumplir con los siguientes requisitos de tensión determinados empleando su área nominal

Límite de fluencia, mínimo	5 000 kg/cm ²
Esfuerzo máximo, mínimo	5 700 kg/cm ²
Reducción de área, mínima	30 %

Si el esfuerzo máximo del alambre es mayor de 7 000 kg/cm², la reducción de área no deberá ser menor de 25%.

La probeta para doblado deberá soportar un doblado en frío de 180° sobre un mandril, cuyo diámetro se indica en la tabla XIX.

El diámetro del alambre tendrá una tolerancia de $\pm 3\%$ y la diferencia entre los diámetros máximos y mínimos, medidos en cualquier sección transversal, no deberá ser menor de 5%.

El acero estructural, acero de refuerzo y el alambre deberán tener una buena apariencia, sin defectos perjudiciales y satisfacer los siguientes requisitos de la inspección metalúrgica macroscópica.

Grietas de laminación radiales o tangenciales - ninguna de las grietas deberá tener a una longitud mayor del 5% con respecto al diámetro de la varilla, y la longitud total de las grietas no deberá ser mayor del 10%.

Traslapes o lajeaduras y defectos superficiales con reducción de área.- ninguno de los traslapes, lajeaduras o defectos superficiales será mayor del 5% con respecto al diámetro de la varilla. La suma de las longitudes de estos defectos no deberá ser mayor del 10%. El perímetro total dañado no deberá ser mayor del 30% respecto del diámetro de la varilla.

Tubos de laminación o rechupe.- La dimensión máxima de este defecto no deberá ser mayor del 10% respecto del diámetro de la varilla. El área máxima del defecto no debe ser mayor del 1% respecto del área de la varilla.

Grietas de enfriamiento distribuidas en la sección transversal de la varilla.- ninguna de las grietas deberá tener una longitud mayor del 4% respecto del diámetro de la varilla y la longitud total de las mismas no será mayor del 8%.

Inclusiones de materias extrañas - La dimensión máxima de cada inclusión no deberá ser mayor del 3% respecto del diámetro de la varilla y la suma de éstas no deberá exceder del 10% o la suma de las áreas de las inclusiones no será mayor del 1% respecto del área de la varilla. La distancia entre inclusiones no será menor del 30% del diámetro.

Porosidad - La distancia máxima de cada zona porosa no debe ser mayor de 5% del diámetro de la varilla y la suma de éstas no excederá del 20%, o la suma de las áreas de las zonas porosas no deberá ser mayor del 1% del área de la varilla. La distancia entre zonas porosas no será mayor del 30% del diámetro.

TABLA XIX MANDRILES PARA LA PRUEBA DE DOBLADO DEL ALAMBRE DE ACERO ESTIRADO EN FRÍO

Diámetro del alambre en mm	Diámetro del mandril
Menor o igual a 8	d*
Mayor de 8	2 d*

1.8 ALAMBRE DE ACERO PARA PRESFUERZO DE CONCRETO

Alambre redondo de acero de alto carbono, sin recubrimiento y relevado de esfuerzo, obtenidos por el proceso de estirado en frío; se usa generalmente en la construcción de concreto presforzado.

Se obtiene mediante estiramiento en frío a partir de producto laminado en caliente hasta alcanzar su diámetro nominal, después se somete a un tratamiento térmico continuo para relevarlo de esfuerzos, a fin de obtener las características deseadas.

El acero deberá cumplir con los requisitos químicos, en el análisis de colada, indicadas en la tabla XX; asimismo, deberá cumplir con las tolerancias de la tabla XXI para análisis de producto con respecto del análisis de colada de la tabla XX.

Por otra parte, el alambre deberá cumplir con los requisitos mecánicos, tensión, alargamiento y doblado, señalados en las tablas XXII, XXIII y XXIV respectivamente.

El límite de fluencia debe determinarse por el método "offset" para una deformación unitaria de 0.2%. También puede determinarse mediante el método de extensión bajo carga para una deformación unitaria de 1.0%.

En la prueba de doblado, deberá resistir sin agrietarse ni romperse dos pruebas de doblado, en planos perpendiculares entre sí. Cada prueba consistirá de cinco doblados alternados a 90° sobre mandriles cilíndricos cuyos diámetros se indican en la tabla XXIV. Un doblado es la acción de llevar el alambre desde su posición inicial hasta formar un ángulo de 90° y retornar a su posición original.

Cada muestra de alambre deberá practicársele una inspección metalúrgica macroscópica, cuyos resultados deberán mostrar la estructura del acero con gran uniforme en toda el área, estar libre de grietas en cualquier dirección y de otros defectos perjudiciales.

El diámetro de cualquier sección del alambre no deberá variar en ± 0.05 mm con respecto al diámetro nominal ; asimismo, la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo no deberá ser mayor de 0.05 mm .

El alambre deberá ser autodesenrollable. Cuando se coloque libremente sobre una superficie plana, deberá tener una flecha no mayor de 20 cm en una longitud de 5 m. Deberá presentar buen acabado, esto es, no deberá presentar dobleces ni torceduras, estar aceitado o engrasado, picaduras notables producto de la oxidación a simple vista y coloración no uniforme.

TABLA XX. REQUISITOS QUIMICOS

Elemento	Contenido en por ciento
Carbono	0.72 a 0.93
Manganeso	0.40 a 1.10
Fósforo	0.04, máximo
Azufre	0.05, máximo
Silicio	0.10 a 0.35

TABLA XXI. VARIACIONES PERMISIBLES EN ANÁLISIS DE PRODUCTO

Elemento	Tolerancias en más para límites máximos y en menos para límites mínimos, en por ciento
Carbono	0.04
Manganeso	0.06
Fósforo	0.008
Azufre	0.008
Silicio	0.02

TABLA XXII. REQUISITOS DE RESISTENCIA A TENSIÓN

Diámetro mm	Límite de fluencia, mínimo kg/cm ²	Resistencia máxima, mínimo kg/cm ²
2.0	17 600	22 000
5.0	14 000	17 500

7.0	13 200	16 500
-----	--------	--------

TABLA XXIII. REQUISITOS DE ALARGAMIENTO

Diámetro mm	Longitud de calibración mm	Alargamiento mínimo (después de la ruptura) en por ciento
2.0	20	4.0
5.0	180	3.5
7.0	250	3.5

TABLA XXIV. REQUISITOS DE DOBLADO

Diámetro mm	Diámetro del mandril mm
2.0	10
5.0	30
7.0	40

1.9 ACERO DE PRESFUERZO PARA CONCRETO. TORÓN DE SIETE ALAMBRES SIN RECUBRIMIENTO, RELEVADO DE ESFUERZOS.

El torón está formado por seis alambres colocados en forma helicoidal sobre un alambre central con un paso uniforme no menor de 12 a 16 veces el diámetro nominal del torón

El torón para concreto presforzado se clasifica en dos grupos de acuerdo con resistencia.

Grado 176	(176 kg/mm ² = 1725 N/mm ²)
Grado 190	(190 kg/mm ² = 1860 N/mm ²)

Se fabrica con alambre redondo de acero de alto carbono, sin recubrimiento, obtenidos por el proceso de estirado en frío; el trenzado de los alambres se realiza exclusivamente por medios mecánicos y tratamiento térmico de relevado de esfuerzos.

La prueba de resistencia deberá realizarse mediante el método de deformación bajo carga, considerando una deformación del 1.0%, cuyos resultados estarán de acuerdo con los requisitos de resistencia a la ruptura y de fluencia indicados en la tabla 1. La resistencia de fluencia no deberá ser menor del 85% de la de ruptura mínima especificada.

El alargamiento total del torón bajo carga debe ser como mínimo de 3.5%

Se considera que una muestra satisface los requisitos de alargamiento si la probeta rompe fuera de la zona de ubicación del extensómetro o en las mordazas y que sin embargo, cumple con los valores mínimos de alargamiento.

Si cualquier probeta rompe dentro de las mordazas o del dispositivo de sujeción de la máquina de prueba y los valores de resistencia de ruptura, de fluencia o de alargamiento resultan ser menores a los especificados, deben invalidarse los resultados y repetirse la prueba.

El diámetro del torón debe expresarse como el diámetro, en mm y el diámetro del alambre central debe ser mayor que el de cualquier alambre exterior.

El diámetro nominal para torones del grado 176 debe tener una tolerancia de ± 0.40 mm y para el grado 190 de $+0.66$ a -0.15 mm, medido en la corona de los alambres.

Las variaciones en el área de la sección transversal y la variación en los esfuerzos, como consecuencia de lo anterior, no debe ser motivo de rechazo, siempre y cuando las diferencias en el diámetro de los alambres individuales y el del torón estén dentro de las tolerancias especificadas.

Los torones relevados de esfuerzos y de bajo relajamiento, de dimensiones especiales con diámetros nominales hasta 19.0mm, pueden emplearse, siempre y cuando la resistencia de ruptura se defina y que la resistencia de fluencia no sea menor de 85% y 90% de la resistencia de ruptura mínima especificada para torones relevados de esfuerzos y de bajo relajamiento, respectivamente.

Los torones deben tener un diámetro uniforme, buen acabado y sin defectos perjudiciales. No se permiten juntas y traslapes en cualquier longitud.

Los torones no deben presentar los alambres fuera de posición después de un corte, cuando este se haga sin sujetadores. Si los alambres quedan fuera de posición y sin embargo pueden ser regresados manualmente, este hecho no deberá considerarse como defecto.

Los torones no deben estar aceitados o engrasados. Tampoco deben presentar picaduras visibles producto de la oxidación. Una oxidación ligera, no debe ser motivo de rechazo

TABLA 1. CARACTERISTICAS Y REQUISITOS MECANICOS DE TORONES DE SIETE ALAMBRES

Diámetro nominal		Diferencia mínima entre los alambres central y exterior	Area nominal	Peso nominal aproximado	Carga inicial		Carga mínima al 1% (límite de fluencia)		Carga a la ruptura	
in	mm				mm	mm ²	kg/1 000m	N	kgf	N
Grado 176										
1/4	6.35	0.025	23.22	182	4 000	410	34 000	3 470	40 000	4 080
5/16	7.94	0.038	37.42	294	6 500	660	54 700	5 580	64 500	6 580
3/8	9.53	0.051	51.61	405	8 900	910	75 600	7 710	89 000	9 070
7/16	11.11	0.063	69.68	548	12 000	1 220	102 300	10 430	120 100	12 250
1/2	12.70	0.076	92.90	730	16 000	1 630	136 200	13 880	160 100	16 330
0.6	15.24	0.102	139.35	1 094	24 000	2 450	204 200	20 820	240 200	24 500
Grado 190										
3/8	9.53	0.051	54.84	432	10 200	1 040	87 000	8 870	102 300	10 430
7/16	11.11	0.063	74.19	582	13 800	1 410	117 200	11 950	137 900	14 060
1/2	12.70	0.076	98.71	775	18 400	1 870	156 100	15 920	183 700	18 730
0.6	15.24	0.102	140.00	1 102	26 100	2 660	221 500	22 590	260 700	26 580

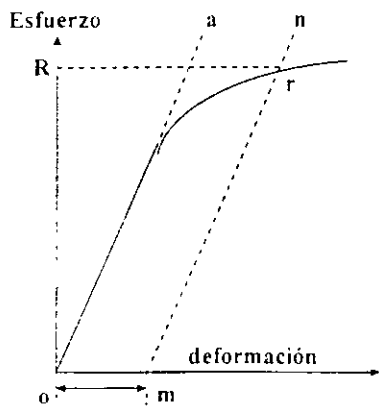


Fig. 20 diagrama esfuerzo-deformación para la determinación del límite de fluencia por el método de la deformación permanente

\overline{om} = deformación permanente especificada

Fig. 21. diagrama esfuerzo-deformación mostrando la zona de fluencia - en el quiebre de la curva

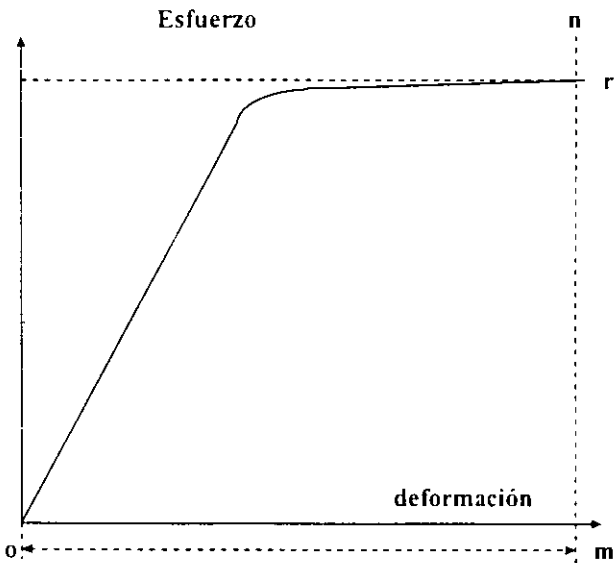
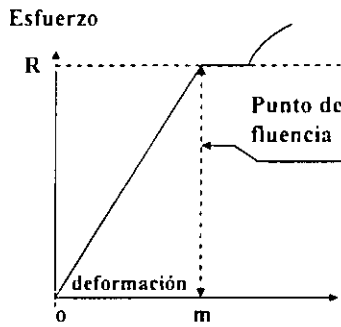


Fig. 22. diagrama esfuerzo-deformación mostrando el límite de fluencia o el límite elástico aparente por el método de alargamiento bajo carga.

\overline{om} = alargamiento especificado bajo carga

1.10 MUESTREO

1.10.1 MUESTREO DE MATERIALES Y PRODUCTOS DE ACERO PARA ANALISIS QUIMICO

Las muestras se obtendrán con algún tipo de herramienta sin el empleo de agua, aceite o algún otro lubricante y deberán estar libres de costras, metal superficial, grasa, polvo u otras sustancias extrañas. La muestra consistirá de rebaba o viruta; deberán ser uniformes, bien mezcladas y libres de polvo. El tamaño de la viruta deberá ser aquel que se retenga en la malla número 16 y las rebabas no ser largas ni enroscadas. Para análisis de producto se suministrarán, cuando sea posible, las piezas con la sección original completa.

Las muestras en planchones, redondos, cuadrados y perfiles, deberán ser tomadas en cualquier punto medio, entre el exterior y el centro de la pieza, con taladros paralelos entre sí, si esto no es posible, la muestra deberá tomarse lateralmente hacia el centro.; cabe señalar que únicamente es aprovechable las rebabas que corresponden a la porción media entre el exterior y el centro. Para las planchas, perfiles y barras, si no es aplicable el procedimiento de muestreo descrito anteriormente, la muestra deberá tomarse maquinando la sección completa, o si esto no es posible, barrenando completamente a través del material en un punto medio entre dos aristas.

1.10.2 MUESTREO DE PRODUCTOS DE ACERO PARA PRUEBAS FISICAS

El muestreo de producto de acero para las pruebas físicas correspondientes, consiste en la obtención de muestras representativas de lotes de acero estructural, acero de refuerzo, alambres y barras de presfuerzo. El término lote se refiere a todos los productos de las mismas características y tamaño que corresponden a una colada o a un embarque.

1.10.2.1 Muestreo de barras y perfiles estructurales.

Por cada lote de 30 toneladas o menos, se tomarán dos muestras consistentes en tramos de 60cm. En caso de lotes mayores de 30 toneladas, deberá tomarse además una muestra por cada 30 toneladas adicionales o fracción. Las muestras se cortarán con segueta o equipo de oxiacetileno, eliminando de las piezas los extremos defectuosos.

1.10.2.2 Muestreo de planchas y láminas

Por cada lote de 30 toneladas o menos, se tomará una muestra. En el caso de lotes mayores de 30 toneladas, deberá tomarse una muestra por cada 30 toneladas adicionales o fracción. Las muestras deberán ser de 60cm de longitud en el sentido de la laminación, por el ancho completo de la pieza cuando éste sea de 20 a 30 cm. Para anchos menores deberá duplicarse la longitud de las muestras. Para anchos mayores de 30cm deberá limitarse la longitud de la muestra a 60 cm. El corte se hará con segueta o equipo de oxiacetileno.

1.10.2.3 Muestreo de varillas de acero de refuerzo para concreto.

Por cada lote de varillas, hasta de 10 toneladas, se tomarán 4 muestras. Para lotes mayores de 10 toneladas, deberán tomarse además de las 4 primeras muestras, una muestra por cada 10 toneladas o fracción. Las muestras se cortarán con segueta o equipo de oxiacetileno, con una longitud de 1.20m, procurando que sean de los extremos de las varillas

1.10.2.4 Muestreo de acero de presfuerzo para concreto

Para cada rollo de alambre se deberá tomar una muestra de 120cm de longitud. Las muestras deberán cortarse con tijeras o cizalla, descartando 1m del extremo del rollo y para cada 20 toneladas de torón se deberá tomar una muestra, descartando cualquier probeta en donde se encuentre una junta de alambre.

1.11 PRUEBAS FISICAS

1.11.1 Dimensiones de probetas

Para ensayar muestras de barras, perfiles estructurales, planchas y láminas, es necesario efectuar algunas preparaciones para obtener los resultados confiables esperados. La longitud de calibración para determinar tensión y alargamiento, en ningún caso será menor de 25mm. Las probetas para ensayar materiales metálicos planos con espesores nominales iguales o mayores de 5mm, deberán tener una longitud total de 450mm, longitud de la zona de sección reducida de 225mm, longitud de cada zona de sujeción de 75mm y longitud calibrada de 200mm \pm 0.2mm; el ancho de la zona de sujeción será de 50mm y el ancho de la sección reducida de 40mm \pm 2mm; el espesor de la probeta deberá ser el espesor original del material y el radio de la zona de transición será de 25mm.

Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la elaboración de probetas con una longitud total de 450mm :

- 1.-Deberán marcarse los puntos para medir el alargamiento dentro de la zona de sección reducida.
- 2.-Es posible emplear una probeta más angosta. En tal caso deberá ser tan grande como lo permita el ancho del material bajo carga. Si el ancho del material es menor o igual de 40mm, los lados serán paralelos en toda la longitud de la probeta.
- 3.-Los anchos de los extremos de la sección reducida no diferirán entre sí en más de 0.10mm. Puede haber una reducción gradual del ancho desde los extremos al centro, pero el ancho en cualquiera de los extremos no será mayor en 0.4mm, que el ancho en el centro.
- 4.-El espesor mínimo de las probetas será de 5mm.
- 5.-Se permite un radio mínimo de 13mm en las zonas de transición para probetas de acero con una resistencia máxima menor de 7 000 kg/cm², siempre y cuando se utilice una fresadora para el maquinado de la zona de sección reducida.

6.-La zona de sujeción deberá tener una longitud mínima equivalente a las dos terceras partes de la longitud de las mordazas.

7.-Los extremos de la probeta serán simétricos en el eje de la zona de sección reducida con tolerancia de 2.5mm.

Las probetas para ensayar materiales metálicos planos tipo lámina, con espesores nominales desde 0.1mm hasta 16mm, deberán tener una longitud total de 200mm, longitud de la zona de sección reducida de 60mm, longitud de cada zona de sujeción de 50mm y longitud calibrada de 50mm \pm 0.1mm ; el ancho de la zona de sujeción será de 20mm y el ancho de la sección reducida de 12.5mm \pm 2mm . el espesor de la probeta deberá ser el espesor original del material y el radio de la zona de transición será de 13mm.

Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la elaboración de probetas con una longitud total de 200mm :

1.-Es posible emplear una probeta más angosta ; en tal caso deberá ser tan grande como lo permita el ancho del material bajo carga. Si el ancho del material es menor o igual de 13mm, los lados serán paralelos en toda la longitud de la probeta.

2.-Los anchos de los extremos de la sección reducida no diferirán entre sí en más de 0.05mm . Puede haber una reducción gradual del ancho desde los extremos al centro, pero el ancho en cualquiera de los extremos no será mayor en 0.10mm, que el ancho en el centro.

3.-El espesor máximo de las probetas será de 16mm

4.-La zona de sujeción deberá tener una longitud mínima equivalente a las dos terceras partes de la longitud de las mordazas. Si el espesor de la probeta es mayor de 10mm pueden necesitarse mordazas y zonas de sujeción más largas, para prevenir fallas en estas zonas.

5.-Los extremos de la probeta serán simétricos en el eje de la zona de sección reducida con tolerancia de 0.25mm ; sin embargo, puede considerarse satisfactoria una tolerancia de 1mm en la simetría de las probetas de acero, excepto en pruebas de peritaje

Las probetas de alambres y varillas redondas tendrán la sección original siempre que sea posible. La longitud de calibración para alambres con diámetro menor de 6 mm deberá apegarse a las especificaciones del producto . El ensaye de alambres con diámetros de 6 mm o mayor, deberá usarse una longitud de calibración de cuatro veces su diámetro. La longitud total de la probeta será como mínimo igual a la de calibración mas lo que se requiera par sujeción

En alambres, varillas y barras de sección octagonal, hexagonal o cuadrada así como en varillas y barras de sección redonda cuando no se puedan obtener las probetas descritas en el párrafo anterior . Las probetas con la sección original del material pueden ser reducidas ligeramente en la zona de prueba con lija o maquinado, lo suficiente para provocar la fractura en las marcas de calibración. Para material que no exceda de 4.8 mm de diámetro o de distancia

entre caras planas, el área de la sección transversal puede reducirse como máximo un 10% del área original, sin cambiar la forma de la sección transversal. Para material mayor de 4.8 mm de diámetro o de distancia entre caras planas, el diámetro o la distancia entre caras planas del material puede reducirse como máximo 0.25 mm sin que cambie la forma de la sección transversal. Los alambres o varillas cuadradas, hexagonales o octagonales que no excedan de 4.8 mm entre caras planas, pueden tornearse a redondas, de manera que quedan con una área de sección transversal no menor del 90% del área del círculo inscrito. Las transiciones entre la zona de sección reducida y las zonas de sujeción, se harán preferiblemente con un radio de 10 mm pero no menor de 3 mm. Las varillas de sección cuadrada, hexagonal u octagonal de más de 4.8 mm entre caras planas pueden tornearse a redondas, de manera que queden con un diámetro no menor de 0.25 mm menos que la distancia original entre caras planas.

Las varillas y barras se pueden emplear en lugar de la probeta de sección original de fabricación, el mayor tamaño práctico de probeta redonda estándar.

1.11.2 Determinación del área de la sección transversal y los pesos unitarios de perfiles, planchas, barras-perfil y acero de refuerzo..

El área de la sección transversal se determina con las dimensiones obtenidas directamente, mediante los procedimientos geométricos adecuados; cuando no sea posible determinar el área mediante este procedimiento, se deberá emplear la siguiente fórmula.

$$A = \frac{P}{7.84L} = 0.1276 \frac{P}{L}$$

El peso unitario por metro cuadrado se calculará con la siguiente fórmula:

$$p = \frac{P}{A}$$

p : peso del producto de acero en kilogramos por metro cuadrado.

P : peso del tramo de producto considerado, en kg.

A : área de la sección transversal en cm²

Y el peso unitario por metro lineal, con la fórmula.

$$p = \frac{P}{L}$$

p : peso del producto de acero en kilogramos por metro.

P : peso del tramo de producto considerado, en kg.

L : área de la sección transversal en cm²

Para determinar el peso unitario de una varilla, corrugada, debe tomarse un tramo de aproximadamente un metro, para obtener resultados representativos. Se pesa el tramo de varilla en una balanza con aproximación de un gramo. El peso por metro lineal de varilla se calcula con la siguiente fórmula.

$$p = \frac{P}{L}$$

p: peso unitario de la varilla en kilogramos por metro lineal.

P: peso del tramo de varilla en kilogramos

L: longitud del tramo de varilla en metros.

Para obtener el área neta de las varillas corrugadas se utiliza un tramo de varilla de aproximadamente 10 cm de longitud con sus extremos paralelos entre sí y afinados con torno. Se imprime por algún método adecuado los contornos de los extremos de la varilla sobre papel milimétrico se efectúa el conteo de los milímetros cuadrados en cada superficie impresa y su promedio se considera como el área neta de la varilla, la que debe reportarse en centímetros cuadrados con aproximación de dos decimales

Por otra parte, por medición directa del volumen de un tramo de varilla de 10 cm de longitud por inmersión en agua: el volumen de agua desplazada corresponde al volumen del tramo de varilla sumergido. El área neta de la varilla se calcula con fórmula siguiente

$$A = \frac{V}{L}$$

A: área neta de la varilla, en cm²

V: volumen obtenido por inmersión directa en agua, en cm³.

L: longitud de la varilla corrugada en cm

También puede determinarse el volumen del tramo de varilla a partir de la fórmula de su peso específico

$$V = \frac{P}{7.84}$$

$$V = A \cdot L$$

Igualando las dos ecuaciones se tiene $\frac{P}{7.84} = A \cdot L$ y despejando A.

$$A = \frac{P}{7.84L} = \frac{0.1276P}{L} = 0.1276p$$

A: Area neta de la sección transversal de la varilla en cm²

L: Longitud de la barra igual a 1m

P: Peso del tramo de varilla en kilogramos.

p: Peso unitario en kilogramos por metro lineal.

7.84: Es el valor del peso específico del acero en g/cm³.

El peso unitario de alambres y alambrones para refuerzo de concreto y de alambres o cable de acero para presfuerzo deberá aplicarse el procedimiento para acero de refuerzo corrugado.

El área neta de los alambres de acero para presfuerzo se determinará midiendo el alambre en tres secciones diferentes con un calibrador con aproximación al décimo de milímetro, tomando por lo menos dos lecturas en cada lugar, a 90° entre sí, promediando estos valores para obtener el diámetro de los alambres de acero.

El área neta se obtendrá con la siguiente fórmula:

$$A = 6.2832 r^2$$

A: Area neta de la sección transversal en cm², que se reportará con cuatro decimales.

r: Es el radio del alambre en cm. que se reportará con dos decimales.

El área neta de los cables de acero para presfuerzo se deberá calcular el área de cada uno de los alambres que forman el cable mediante el procedimiento descrito en el párrafo anterior y la suma de las áreas de cada uno de los mismos se reportará como el área neta.

1.11.3 Medición de corrugaciones en varillas de acero de refuerzo para concreto hidráulico.

Las características de corrugación deberá ser determinado mediante la medición de la distancia entre éstas, su altura, el ancho de las corrugaciones transversales y longitudinales, la longitud de las corrugaciones transversales y su inclinación.

La distancia entre corrugaciones deberá determinarse en un tramo de varilla que comprenda por lo menos diez espacios entre corrugaciones. La distancia se medirá centro a centro de corrugaciones a lo largo de una línea paralela al eje de la varilla y se dividirá esa distancia entre el número de corrugaciones completas incluidas en la misma longitud. El valor de la medición se reportará en milímetros.

La altura de las corrugaciones se mide con un calibrador en tres lugares de una corrugación, al centro y en los tercios de su longitud. Esta determinación deberá hacerse por lo menos en tres tramos alternados y opuestos de la varilla reportando el promedio de estas lecturas como la altura de las corrugaciones en milímetros.

El ancho de las corrugaciones transversales se medirá en la parte superior de la corrugación con un calibrador en cinco corrugaciones diferentes, al centro y en los tercios de su longitud. El promedio de las mediciones efectuadas se reportará como el ancho de las corrugaciones longitudinales, en milímetros.

La longitud de la corrugación se medirá con un flexómetro sobreponiéndolo directamente a ésta. El valor de la longitud de corrugación deberá tomarse del promedio de cinco lecturas tomadas en cinco diferentes lugares, que se reportará en centímetros.

La inclinación de las corrugaciones, se medirá con un transportador de tamaño adecuado el ángulo que existe entre el eje de la varilla y una corrugación transversal. Deberán tomarse por lo menos cinco lecturas en diferentes corrugaciones y el valor promedio de éstas deberá reportarse como la inclinación de las corrugaciones en grados sexagesimales.

1.11.4 PRUEBA DE TENSION

La máquina de ensaye para la prueba de tensión deberá tener una estructura, capacidad y precisión adecuadas; también deberá contar con los dispositivos de sujeción (mordazas de cuña, mordazas de rosca y de resalte, mordazas para lámina, mordazas para alambre y mordazas para torones) apropiados para cada tipo material. Por otra parte, deberá contar con el certificado de calibración vigente (un año de vigencia máximo).

Una vez instalada la muestra en las mordazas se inicia la aplicación de carga a una velocidad conveniente de prueba hasta la mitad del límite de fluencia especificado para cada producto o hasta la cuarta parte de la resistencia máxima, lo que sea menor. A partir de este punto, la carga deberá aplicarse a la velocidad especificada para cada producto o en caso de que no se especifique, deberá ser tal que permita registrar las cargas y las deformaciones correspondientes a los intervalos requeridos.

Durante la ejecución de la prueba, para determinar la resistencia de fluencia o el punto de fluencia, la velocidad de aplicación de esfuerzos no deberá exceder de 7000 kg/cm² por minuto. Esta velocidad puede incrementarse después de quitar el extensómetro, pero no excederá de 0.5 mm/mm de calibración por cada minuto.

Los materiales que tengan un diagrama esfuerzo-deformación sin punto de fluencia definido, la resistencia de fluencia se determinará por cualquiera de los siguientes procedimientos.

Para materiales que tengan un diagrama esfuerzo-deformación con una zona de fluencia bien definida, el punto de fluencia se determinará por los métodos de detección directa del indicador de la máquina y por el método "Offset".

Deformación permanente especificada "Offset".- a partir gráficas esfuerzo-deformación generadas durante el ensaye de especímenes, las cuales son dibujadas a través de dispositivos instalados para este propósito en la máquina, se fija una abscisa. σ_m igual al valor especificado de la deformación permanente, después se dibuja una recta mn paralela a la recta inicial oa del diagrama y así se localiza el punto r , que es la intersección de la recta mn con el diagrama esfuerzo-deformación. La ordenada del punto r dará el valor de la resistencia de fluencia.

Extensión bajo carga.- se aplica en pruebas de aceptación o rechazo de materiales cuyas características de esfuerzo-deformación son bien conocidas, a partir de pruebas anteriores en materiales semejantes, en las que se dibujaron los diagramas esfuerzo deformación para determinar la resistencia de fluencia según una deformación permanente especificada. En pruebas de comprobación deberá obtenerse los diagramas esfuerzo deformación, empleando el método "Offset", para determinar la resistencia de fluencia.

La resistencia máxima a tensión así como de la de fluencia se calculará dividiendo la carga correspondiente entre el área de su sección original.

El alargamiento se determina juntando entre sí los extremos de la probeta fracturada y midiendo la distancia entre las marcas de calibración, con una aproximación de 0.5%, se puede usar una escala graduada en porcentajes que aproximen hasta 0.5% de la longitud de calibración. El alargamiento se reportará como un porcentaje de aumento de la longitud de calibración original.

Si la fractura se localiza fuera de las dos cuartas partes centrales de la longitud de calibración o en una de las marcas dentro de la zona de la sección reducida, el valor del alargamiento obtenido puede no ser representativo del material. Si el alargamiento así medido está dentro del mínimo especificado, será aceptado, pero si el alargamiento es menor del mínimo requerido, la prueba deberá repetirse.

El alargamiento antes de la fractura puede determinarse mediante métodos autográficos o bien con extensómetros.

La estricción se determinará juntando entre sí los extremos de la probeta fracturada y midiendo el menor diámetro o el menor ancho y espesor en la parte de la sección transversal donde se ha obtenido la máxima reducción. La diferencia entre el área así determinada y el área de la sección transversal original, expresada en porcentaje del área original, es el por ciento de reducción de área o estricción.

1.11.5 PRUEBAS DE DOBLADO

La prueba de doblado es un método para evaluar la ductilidad de los aceros, pero no puede considerarse como un índice para predecir las características de servicio en operaciones de doblado durante la construcción. La severidad de la prueba es función de los factores como el diámetro del mandril sobre el que se hace el doblado, sección transversal de la probeta y el ángulo de doblado. Las condiciones de prueba variarán de acuerdo con la localización y orientación de la probeta, la composición química del acero y sus propiedades físicas

La probeta deberá doblarse a temperatura ambiente y sin impactos, a un ángulo especificado y sobre un mandril cuyo diámetro también está fijado. Para pasar satisfactoriamente esta prueba,

la probeta no deberá presentar grietas en la parte exterior de la porción doblada. La velocidad de ejecución de esta prueba generalmente no es un factor importante.

En la preparación de las probetas para la prueba de doblado, redondearse sus aristas longitudinales para evitar pequeñas grietas que desvirtúen el resultado de la prueba. También deberá tenerse cuidado de que la probeta tenga la longitud suficiente y que tenga libertad de movimiento en los puntos de apoyo.

Durante la operación de doblado deberá haber un contacto uniforme entre la probeta y el mandril. La prueba se desarrollará en forma continua y uniforme.

1.11.6 INSPECCIÓN METALÚRGICA MACROSCÓPICA.

Este método de prueba permite conocer la condición interna de los productos de acero, detectando y evaluando los defectos de fabricación, tales como tubos, grietas, inclusiones, porosidad y segregación, para lo cual se trata con un producto químico una sección del material para hacer resaltar dichos defectos y poderlos observar con instrumentos ópticos de bajo aumento, se aplica principalmente a productos de acero estructural, acero de refuerzo, acero de presfuerzo y juntas soldadas.

La inspección metalúrgica macroscópica en productos de acero comprende el corte y preparación de probetas, su ataque químico, la observación microscópica y la evaluación de defectos.

Las probetas deberán tomarse de las muestras de los productos de acero cortándolas con una longitud aproximada de 12mm, con excepción del acero de presfuerzo en que requiere una longitud de aproximada de 50mm. El corte deberá efectuarse en frío usando medios mecánicos como son segueta, sierra, discos abrasivos o torno, procurando alejarse un mínimo de 10cm del extremo de la muestra cuando ésta se haya obtenido mediante el corte con soplete. La superficie del corte deberá quedar lo más plana posible eliminando las rebabas mediante limas o esmeril. En el caso de acero para presfuerzo, la superficie de corte deberá terminarse mediante torneado evitando esmerilar las aristas. Antes de someter las probetas al ataque químico, deberán limpiarse perfectamente con solventes, tales como gasolina o éter, con objeto de eliminar cualquier vestigio de grasa, aceite o pintura.

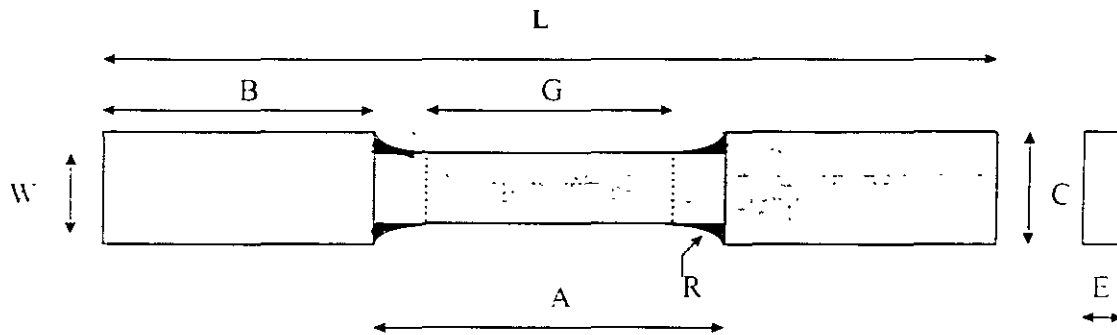
El ataque químico se iniciará colocando las probetas ya preparadas en un recipiente de vidrio resistente al calor y a los ácidos tales como vasos Pyrex o cápsulas de porcelana; se agrega una solución de ácido clorhídrico rebajado con agua al 50% hasta cubrirlas completamente. La solución se llevará a una temperatura de entre 70 y 80 °C y se mantendrá en este rango durante 30 minutos para acero de refuerzo, acero estructural y juntas soldadas, o 10 minutos para acero de presfuerzo. Para aceros de medio y alto carbono, el tiempo podrá variar de acuerdo con su contenido de carbono.

En juntas soldadas el ataque químico también se puede efectuar puliendo finamente las superficies de las probetas por examinar hasta hacer desaparecer razonablemente las huellas del corte. Las superficies de las probetas se someterán al ataque de una solución compuesta de 15 gramos de persulfato de amonio en 100 mililitros de agua, la cual se aplicará frotando la superficie con mota de algodón impregnada en la solución, hasta que aparezcan bien diferenciados el metal base y el de aporte.

Después de realizar el ataque químico correspondiente, las probetas se lavarán con agua corriente y se frotan con un cepillo de cerdas duras. se humedecen con alcohol y secan con un paño absorbente o papel filtro para su observación

Las superficies de las probetas tanto las de corte como las laterales, se observan ya sea simple vista con lupa o con microscopio estereoscópico de 10 a 20 aumentos. Se tomará nota del tipo, número, tamaño y ubicación de los defectos detectados.

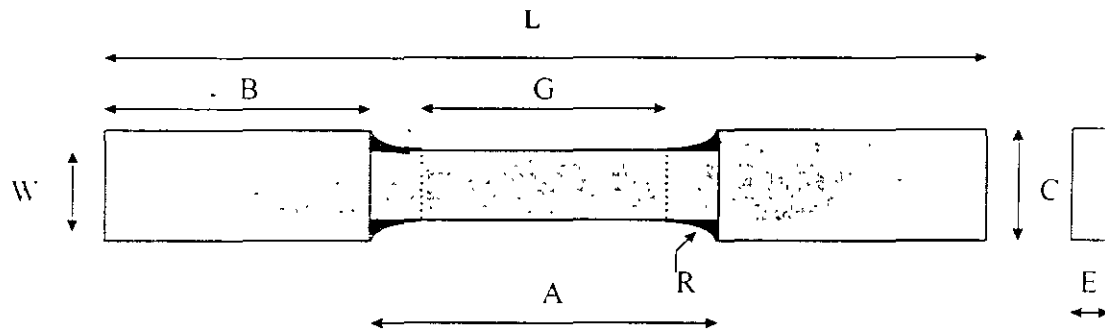
PROBETA ESTANDAR RECTANGULAR NUM. 6 PARA LA PRUEBA DE TENSION DE 200 mm DE LONGITUD DE CALIBRACION.



DIMENSIONES

G. Longitud de calibración	200.00 ± 0.2 mm
W. Ancho	40.00 ± 2.0 mm
E: Espesor	Espesor del material
R: Radio de la zona de transición	25.00 mm mínimo
L: longitud total	450.00 mm mínimo
A: Longitud de la zona de sección reducida	225 mm mínimo
B. Longitud de la zona de sujeción	75 mm mínimo
C. Ancho de la zona de sujeción	50 mm aprox.

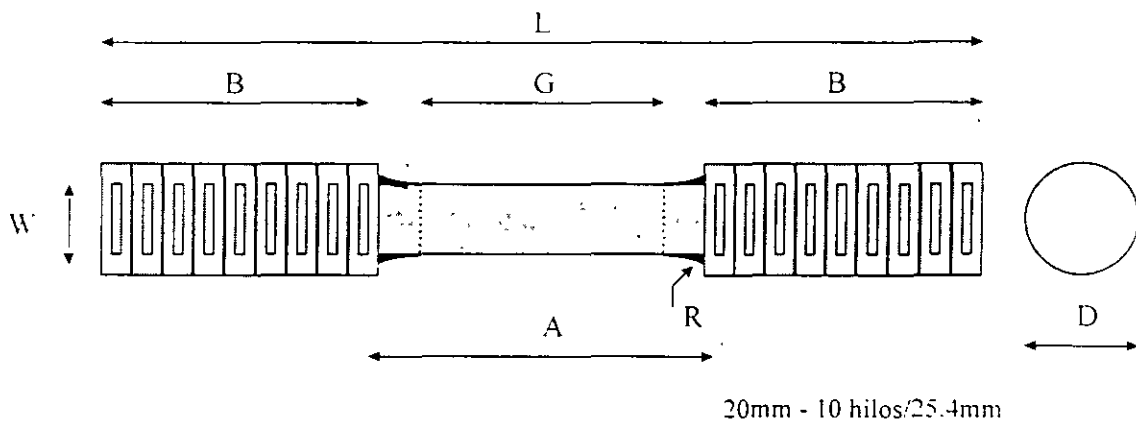
PROBETA ESTANDAR RECTANGULAR NUM. 7 PARA LA PRUEBA DE TENSION DE 50 mm DE LONGITUD DE CALIBRACION.



DIMENSIONES

G. Longitud de calibración	50.00 ± 0.1 mm
W: Ancho	12.50 ± 0.2 mm
E Espesor	Espesor del material
R Radio de la zona de transición	13.00 mm mínimo
L: longitud total	200.00 mm mínimo
A. Longitud de la zona de sección reducida	60.00 mm mínimo
B: Longitud de la zona de sujeción	50.00 mm mínimo
C: Ancho de la zona de sujeción	20.00 mm aprox.

PROBETA ESTANDAR RECTANGULAR NUM. 6 PARA LA PRUEBA DE TENSION DE 200 mm DE LONGITUD DE CALIBRACION.



DIMENSIONES

G. Longitud de calibración	50.00 ± 0.1 mm
W. Diámetro de la sección reducida	12.50 ± 0.25 mm
D. Diámetro de la zona de sujeción	Espesor del material
R. Radio de la zona de transición	10.00 mm mínimo
L: longitud total	125.00 mm aprox
A. Longitud de la zona de sección reducida	60.00 mm mínimo
B: Longitud de la zona de sujeción	35.00 mm mínimo

2.0 MADERA

Producto de origen natural que se emplea en pilotes, o como madera estructural que se utilice en obras falsas, tablaestacas, viaductos, puentes y edificios.

2.1 PILOTES

Los pilotes de madera.- son las piezas de madera o cruda o preservada, de forma aproximadamente cilíndrica o troncocónica, que se utiliza generalmente como apoyo en cimentaciones y que resisten satisfactoriamente su hincado y las cargas transmitidas al cimiento.

2.1.1 Clasificación de pilotes de acuerdo con su uso.

Los pilotes de madera se clasifican en tres clases, de acuerdo con el uso al que son destinados

Pilote clase A - son los que se usan en puentes u otras construcciones pesadas cuyo diámetro de la cabeza será como mínimo de 35cm.

Pilote clase B - son los que se usan en muelles, atracaderos, puentes pequeños, cimentaciones de edificios y construcciones en general. El diámetro mínimo de la cabeza será de 30cm

Pilote clase C.- son los que se usan en ataguías, obras falsas, construcciones ligeras y pilotes de apoyo de cimentaciones que vayan a estar permanentemente sumergidos. El diámetro mínimo de la cabeza será de 25cm, para longitudes de 6m o menores de 30cm para longitudes mayores.

Los pilotes deberán ser de madera sana, libre de indicios de putrefacción o de ataques por insectos. exceptuando los casos siguientes.

- a) En los pilotes de cedro y ciprés, el extremo correspondiente a la cabeza podrá tener tubo o huella del tocón, que no exceda de 40mm de diámetro.
- b) Los pilotes de ciprés podrán tener picaduras que en conjunto no excedan de 40mm de diámetro de la zona defectuosa.
- c) Los pilotes de pino podrán tener nudos no sano menores de la mitad del tamaño permitido de cualquier nudo sano, siempre y cuando la falta de sanidad no se extienda a más de 40mm de profundidad y no afecte las áreas adyacentes. En general, podrán aceptarse los pilotes que tengan cicatrices de trementina no atacadas por insectos.

Los árboles que se empleen para pilotes deberán cortarse arriba del nivel del suelo y deberán tener una disminución gradual en su diámetro desde la cabeza hasta la punta.

El tamaño de los nudos no deberá exceder al que se indica los párrafos subsecuentes y no deberá aceptarse agrupamientos de nudos. La distancia entre nudos deberá considerarse de centro a centro de los mismos.

TABLA LXXXI. LONGITUD DE PILOTES.

Longitud Especificada m	Múltiplos de variación de longitud m	Tolerancia en la longitud especificada m
De 4.80 a 12.00	0.60 inclusive	± 0.30
Más de 12 00	1.5	± 0.60

Nota : La longitud promedio de todos los pilotes de una remesa con longitud especificada, no deberá ser menor que la estipulada en el proyecto

El agrupamiento de nudos es el conjunto de dos o más de ellos, siempre y cuando las fibras de la madera rodeen el grupo, ya que si éstas rodean a cada nudo independientemente, no se considerará como agrupamiento aunque éstos se encuentren próximos

Todos los pilotes deberán cumplir con los requisitos indicados en la tabla LXXXI.

El perímetro de los pilotes, medidos sin considerar la corteza, deberá cumplir con los requisitos indicados en la tabla LXXXII, excepto que no más del 10% de los pilotes de una remesa dada, podrá tener un perímetro 5cm menor que los valores mínimos dados en la tabla anteriormente citada, y la relación entre los diámetros máximo y mínimo en la cabeza de cualquier pilote no deberá exceder de 1.2.

Si se requiere un alto contenido de madera de durámen en los pilotes sin tratamiento, el diámetro de la madera de durámen no deberá ser menor de 0.8 del diámetro de la cabeza del pilote.

Los pilotes con madera de albura que se vayan a tratar con preservativos, no deberán tener menos de 2.5cm de espesor de madera de albura en la cabeza.

Las cabezas y puntas de los pilotes se deberán aserrar perpendicularmente al eje del pilote y los nudos y ramas deberán cortarse al ras de la superficie de éste, excepto las ramas que puedan cortarse a mano al ras de la superficie del borde que rodea al nudo.

ABLA NUM LXXXII. CIRCUNFERENCIAS Y DIÁMETROS DE PILOTES DE MADERA

Longitud m	Clase "A"						Clase "B"						Clase "C"					
	En la cabeza				En la punta		En la cabeza				En la punta		En la cabeza				En la punta	
	Mínimo		Máximo		Mínimo		Mínimo		Máximo		Mínimo		Mínimo		Máximo		Mínimo	
	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm	C cm	D aprox cm
PINOS, ABETOS Y OYAMELES																		
Menos de 12	112	35	145	46	71	23	97	30	160	51	64	20	* 97	* 31	160	51	64	20
12 a 15 incl.	112	35	145	46	71	23	97	30	160	51	56	18	97	31	160	51	48	15
15.5 a 21.5 incl.	112	35	145	46	64	20	104	33	160	51	56	18	97	31	160	51	48	15
21.8 a 27.5 incl.	112	35	160	51	56	18	104	33	160	51	48	15	97	31	160	51	48	15
Más de 27.5	112	35	160	51	48	15	104	33	160	51	41	13	97	31	160	51	41	13
ENCINOS, CIPRÉS Y OTRAS MADERAS DURAS																		
Menos de 9.20	112	35	145	46	71	23	97	30	145	46	64	20	* 97	* 31	160	51	64	20
9.20 a 12 incl.	112	35	145	46	71	23	104	33	160	51	56	18	97	31	160	51	56	18
Más de 12.0	112	35	145	46	64	20	104	33	160	51	48	15	97	31	160	51	48	15
CEDRO																		
Menos de 9.20	112	35	175	56	71	23	97	30	175	56	64	20	* 97	* 31	175	56	64	20
9.20 a 12 incl.	112	35	175	56	71	23	104	33	175	56	64	20	97	31	175	56	64	20
Más de 12.0	112	35	152	56	64	20	104	33	175	56	56	18	97	31	175	56	56	18

*En pilotes de clase C puede especificarse una circunferencia mínima de 79cm o un diámetro de 25cm en la cabeza para longitudes de 6m o menos

2.1.2 Clasificación de los pilotes de acuerdo con la corteza que hay que retirarles

De acuerdo con la cantidad de corteza que deberá ser retirado, los pilotes se clasifican de la siguiente manera.

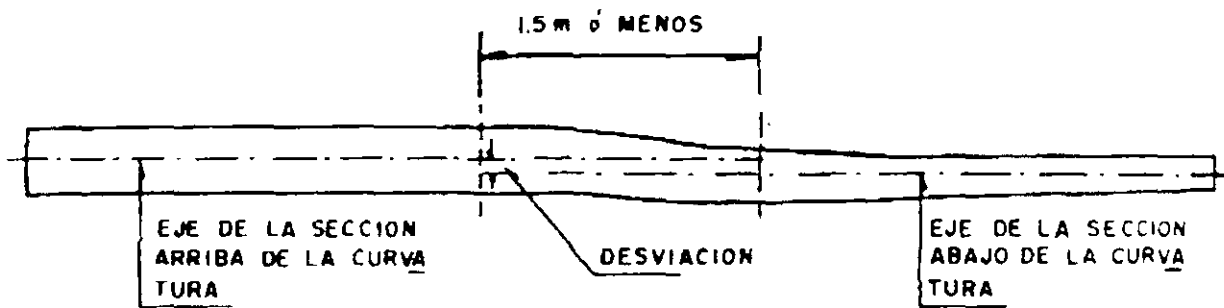
- a) Pilotes de descortezado completo.- son aquellos a los que se les quita toda la corteza exterior y además, en forma bien distribuida, por lo menos el 80% de la corteza interior. Para un tratamiento adecuado con preservativos, no deberán quedar fajas de corteza interior de más de 12mm de ancho.
- b) Pilotes de descortezado tosco - son aquellos a los que se les elimina totalmente, sólo la corteza exterior
- c) Pilotes sin descortezar.- son aquellos a los que no se les quita la corteza.

2.1.3 Pilotes clases A y B

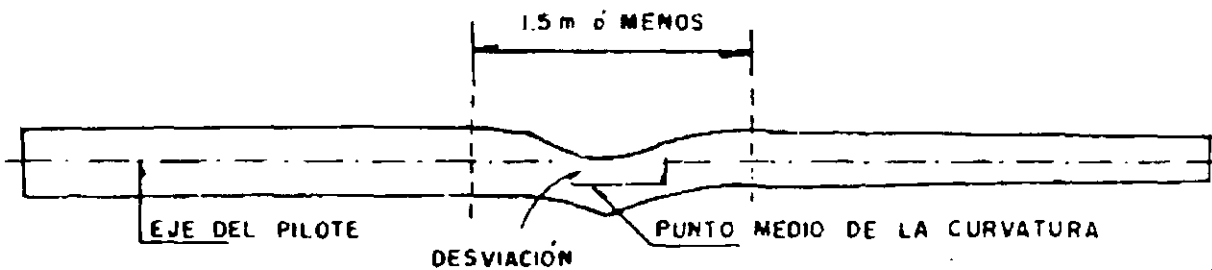
En los pilotes, la línea recta imaginaria que una el centro de la cabeza con el centro de la punta, deberá quedar íntegramente dentro del cuerpo del pilote.

Los pilotes largos sometidos a carga no muy alta, pueden aceptarse si la línea recta que una el centro de la cabeza con el centro de la punta, queda parcialmente fuera del cuerpo del pilote, siempre y cuando la distancia máxima entre dicha línea y el pilote, no exceda de 0.5% de la longitud de éste o de 7.5cm, lo que sea menor.

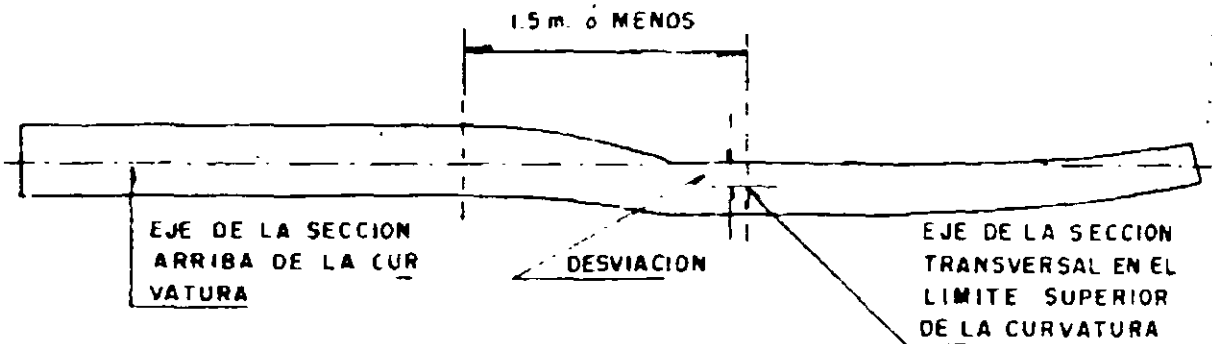
Los pilotes también deberán estar libres de curvaturas cortas en las que la desviación respecto a la condición recta, en cualquier tramo de 1.5m, como se indica en la figura número 26, exceda de 6cm. Los pilotes con curvaturas cortas deberán satisfacer la condición de que la línea recta imaginaria que una el centro de la cabeza con el centro de la punta, deberá quedar íntegramente dentro del cuerpo del pilote



CASO 1.- LOS EJES DE LA SECCION ABAJO Y ARRIBA DE LA CURVATURA SON APROXIMADAMENTE PARALELOS



CASO 2.- LOS EJES DE LA SECCION ABAJO Y ARRIBA DE LA CURVATURA COINCIDE O SON PRACTICAMENTE COLINEALES



CASO 3.- LOS EJES DE LA SECCION ARRIBA DE LA CURVATURA NO SON PARALELOS NI COLINEALES CON EL EJE ABAJO DE LA CURVATURA

FIGURA 26

La curvatura de las fibras en espiral, en cualquier tramo de 6m de longitud, no deberá exceder de la mitad de la circunferencia

Los pilotes con longitud hasta de 15m y en las tres cuartas partes de la longitud a partir de la cabeza, en pilotes que tengan longitudes mayores de 15m, los nudos sanos no deberán ser mayores de 10cm o de 1/3 del diámetro del pilote en la sección donde se presenten lo que sea menor.

En la cuarta parte restante de los pilotes con longitudes mayores de 15m, los nudos sanos no deberán ser mayores de 12.5cm o de la mitad del diámetro del pilote en la sección donde se presenten, lo que sea menor.

No se permitirán nudos, no sanos, excepto en los casos que ya se describieron anteriormente

No se aceptarán agrupamientos de nudos, en los cuales las fibras de la madera se curven rodeando toda la unidad. Un grupo de nudos sencillos, en donde las fibras se curven alrededor de cada uno por separado, no se considera agrupamiento aún cuando los nudos estén cerca uno de otro.

La suma de los tamaños de los nudos en cualquier tramo de 30cm de longitud del pilote, no deberá exceder del tamaño máximo de nudos que se permita.

Podrán permitirse agujeros que tengan un diámetro promedio menor de 13mm, siempre y cuando la suma de los diámetros promedio de todos los agujeros, en cualquier superficie de un 0.10m² del pilote, no exceda de 38mm.

La longitud de las rajaduras no deberá ser mayor que el diámetro de la cabeza de los pilotes. La abertura de cualquier grieta o la suma de las aberturas de un conjunto de grietas, medidas sobre el anillo de crecimiento anual, situado en la mitad del radio de la cabeza del pilote, tampoco deberá exceder del diámetro de la cabeza del pilote.

2.1.2.2 Pilotes clase C

En los pilotes la línea imaginaria que una el centro de la cabeza con el centro de la punta, podrá quedar parcialmente fuera del cuerpo del pilote, pero la distancia máxima entre dicha línea y el pilote, no deberá exceder del 1% de la longitud del pilote o de 7.5cm, lo que sea menor.

Los pilotes deberán estar libres de curvaturas en las que la desviación de la condición recta en cualquier tramo de 1.5m, como se indica en la figura 26, en ningún caso excederá de 6cm

Las curvaturas cortas podrán aceptarse siempre que el pilote cumpla los requisitos de rectitud descritos anteriormente para pilotes clase C.

Las fibras en espiral no deberán exceder de una vuelta completa en cualquier tramo de 6m.

Los nudos sanos no deberán tener un diámetro mayor de 12.5cm o de la mitad del diámetro del pilote en la sección en donde se encuentren, lo que sea menor.

La magnitud de un nudo es la dimensión medida perpendicularmente al eje del pilote.

No se permitirán nudos no sanos, excepto en los casos descritos en los requisitos generales.

No se aceptarán nudos agrupados ; la suma de los tamaños de todos los nudos, en cualquier tramo de 30cm de longitud del pilote, no deberá exceder del doble del tamaño del mayor nudo permitido

Se podrán permitir agujeros que tengan un diámetro promedio menor de 13mm, siempre y cuando la suma de los diámetros promedio de todos los agujeros, en cualquier superficie de 0 1m² del pilote, no exceda de 75mm.

La longitud de las rajaduras no deberá ser mayor de 1.5 veces el diámetro de la cabeza del pilote

La abertura de cualquier grieta o la suma de las aberturas de un conjunto de ellas, medidas sobre el anillo de crecimiento anual situado en la mitad del radio de la cabeza del pilote, tampoco deberá exceder de 1.5 veces el diámetro de la cabeza del pilote.

2.2 MADERA ESTRUCTURAL

La madera estructural es aquella empleada para la construcción de viaductos, puentes, edificios, tablaestacas, moldes, obras falsas, etc., para lo cual sus propiedades mecánicas y resistencia deben ser controladas.

La madera empleada podrá ser caoba, roble, oyamel, guapaque, sabino, pino, encino, abeto, nogal, ciprés, pinocote y cedro ; para determinar su calidad la madera estructural se clasificará en calidad A, B y C, de acuerdo con la tabla LXXXIII.

La madera deberá estar libre de daños por ataques biológicos que disminuyan su resistencia o durabilidad, tales como putrefacción y acción de hongos o de insectos. La mancha azul no se considera como deterioro y se permite en cualquier clase de madera.

No se aceptará ninguna pieza de madera con peso volumétrico menor de 300 kg/m³

Cuando las piezas de madera tengan rebajo se removerá la corteza completamente y el rebajo se medirá donde éste tenga la mayor profundidad, para determinar la sección efectiva de la pieza.

Las piezas de madera aserrada podrán usarse sin preservativos, dependiendo del uso y ubicación de las piezas.

La inclinación de las fibras se determinará en una distancia suficientemente grande, para encontrar un valor general, sin tomar en cuenta las desviaciones cortas o locales.

Las maderas aserradas podrán tener un tercio o más de albura de verano, que es la porción más oscura y más dura del anillo anual, sobre una porción de 7.5cm de una línea radial situada como se describe en el párrafo siguiente. Las piezas que en promedio tengan menos de 12 anillos anuales en 5cm, se aceptarán si en promedio tiene 1/2 o más de albura de verano.

La velocidad decreciente del crecimiento se determinará en una línea radial que sea representativa del crecimiento promedio, en una sección transversal. Si la línea radial escogida no se considera representativa, se cambiará de sitio lo suficiente para obtener un promedio razonable, pero la distancia de la médula al principio de la porción de 7.5cm, sobre la que se cuentan los anillos, no se cambiará. En caso de duda se tomarán dos líneas radiales y el número de anillos y porcentaje de albura de verano será el promedio de estas líneas.

En la figura 27 se indican las zonas en que se divide un elemento estructural de madera sometida a flexión, para su clasificación y ubicación de defectos.

La ubicación y dimensiones máximas tolerables de nudos y agujeros que provengan de nudos o de otras causas, se indican en la tabla LXXXIV.

Las rajaduras anulares en polines, tablones, vigas y largueros, deberán medirse en los extremos de la pieza. Solamente se tendrán en cuenta aquellas rajaduras que queden en los dos cuartos centrales del peralte de la pieza.

El tamaño de rajadura anular es la distancia entre las líneas que la limiten paralelamente a las caras mayores de la pieza. El tamaño permisible será determinado en función de la cara menor de la pieza.

El tamaño de una rajadura anular en columnas o postes de sección rectangular, es la dimensión del menor rectángulo que contenga a la rajadura anular y que tenga sus lados paralelos a las aristas de la sección extrema de la pieza.

El tamaño de hendeduras y rajaduras radiales en columnas y postes, dentro de tres veces el ancho de la pieza a partir de cualquier extremo, será igual a su área estimada a lo largo de la sección longitudinal dividida entre tres veces el ancho de la pieza.

Se considera como tamaño de una fisura o grieta, la máxima profundidad de ésta medida con un alambre de 0.125mm de diámetro. Para elementos en compresión se permitirá incrementar los valores correspondientes dados en la tabla LXXXIII en un 50%.

Las dimensiones normales de las piezas de madera estructural aserrada, son las indicadas en la tabla LXXXV, considerándose como madera de corte especial en su aserrado, cuando el proyecto indique dimensiones diferentes a las aquí consignadas.

TABLA LXXXIII - CARACTERISTICAS ADMISIBLES DE LA MADERA ESTRUCTURAL

Tipo de defecto	Calidad A	Calidad B	Calidad C
Velocidad de crecimiento máximo	16 anillos / 5cm	12 anillos / 5cm	8 anillos / 5cm
Fisuras o grietas, profundidad máxima	1/4 del espesor	3/8 del espesor	1/2 del espesor
Inclinación de la fibra, no mayor de	1 en 14	1 en 11	1 en 8
Aristas faltantes o gema, no mayor de	1/8 de cualquier superficie	1/8 de cualquier superficie	1/4 de cualquier superficie
Bolsas de resina de menos de 3mm de ancho, profundidad máxima de	1/4 del espesor	1/3 del espesor	1/2 del espesor

ZONAS EN LAS QUE QUEDA DIVIDIDO UN ELEMENTO ESTRUCTURAL DE MADERA PARA SU CLASIFICACION

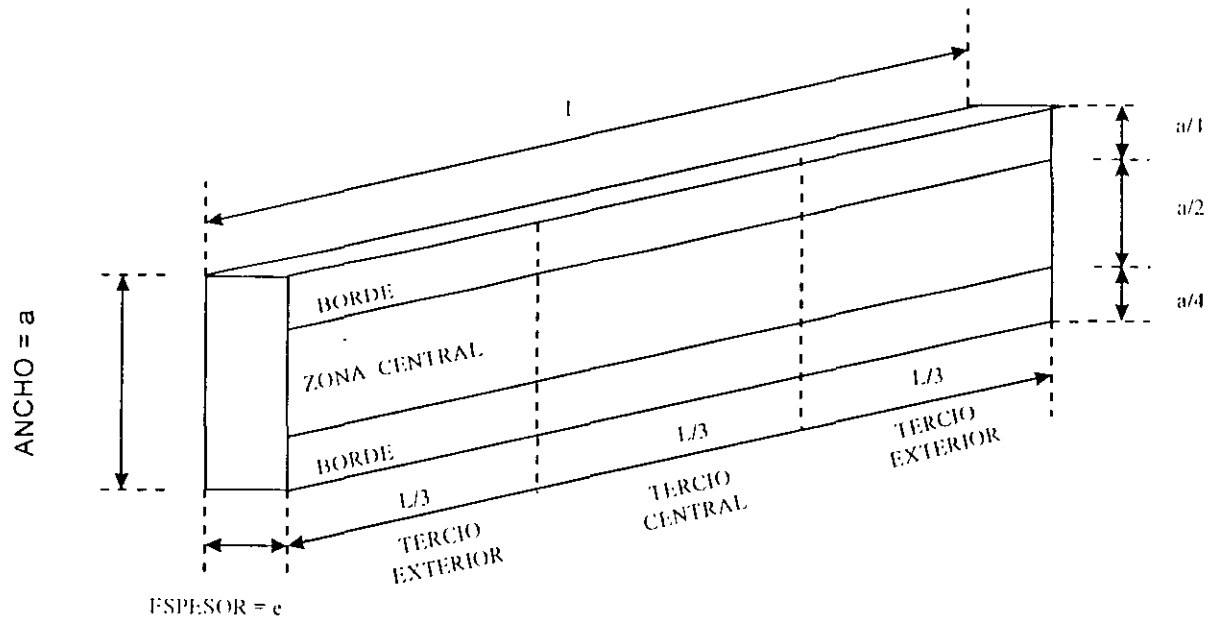


FIGURA 27.

TABLA NUM. LXXXIV DIMENSIONES MAXIMAS TOLERABLES DE NUDOS

Ancho nominal de la superficie de la pieza		CALIDAD A			CALIDAD B			CALIDAD C		
		Nudos en el canto dentro del tercio medio de un miembro en flexión	Nudos en la zona central de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en compresión	Nudos en las aristas de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en tensión	Nudos en el canto dentro del tercio medio de un miembro en flexión	Nudos en la zona central de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en compresión	Nudos en las aristas de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en tensión	Nudos en el canto dentro del tercio medio de un miembro en flexión	Nudos en la zona central de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en compresión	Nudos en las aristas de un miembro en flexión o en cualquier superficie de un miembro en tensión
Pulg	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	25	6	6	-	10	10	3	13	13	6
1 ½	38	10	10	-	13	13	6	19	16	10
2	51	13	13	3	19	19	10	25	22	13
2 ½	64	16	16	6	22	22	13	32	29	19
3	76	19	19	10	29	25	16	38	32	22
4	102	25	25	13	38	35	19	51	44	29
5	127	32	32	16	48	44	25	64	57	38
6	152	38	38	19	57	51	29	76	61	44
7	178	41	44	22	60	60	32	83	76	50
8	203	44	51	29	67	67	38	89	86	60
9	220	48	54	32	70	73	44	92	92	67
10	254	51	60	35	73	79	51	98	102	76
11	279	56	64	38	76	86	54	102	108	83
12	305	64	70	41	79	92	60	108	114	89

No se permite la presencia de dos más nudos de dimensión máxima en un mismo tramo de 305mm. Para miembros sujetos a flexión, de un sólo claro, las dimensiones de nudos que aparecen en la tabla pueden aumentarse cuando éstos se localicen en los tercios exteriores de la pieza; estas dimensiones podrán aumentarse hacia los extremos hasta valores por 25%.

TABLA LXXXV DIMENSIONES DE MADERA ESTRUCTURAL

Concepto	Polines y Tablones	Vigas y Largueros	Columnas y Postes
Espesor nominal en mm	De 25 a 102	de 51 o mayor	de 127 o mayor
Ancho nominal en mm	De 102 o mayor	De 102 o mayor	De 127 o mayor
Longitud nominal en cm	Múltiplos de 60	Múltiplos de 61	Múltiplos de 61

Las dimensiones reales de las piezas de madera estructural de sección rectangular, sin secado, deberán sujetarse a las tolerancias indicadas en la tabla LXXXVI.

No se aceptarán lotes de madera, si por concepto de dimensiones el 20% o más de las piezas que lo forman no cumplen con los requisitos fijados.

Todas las piezas de madera estructural de sección rectangular serán razonablemente rectas, bien aserradas, cortadas en sus extremos con sierra, o con las caras opuestas paralelas descortezadas completamente y sin médula, donde ésta se considera perjudicial

La madera estructural sin cepillar será cortada con sierra hasta obtener las dimensiones nominales, permitiéndose en forma ocasional que haya ligeras variaciones al efectuar los cortes

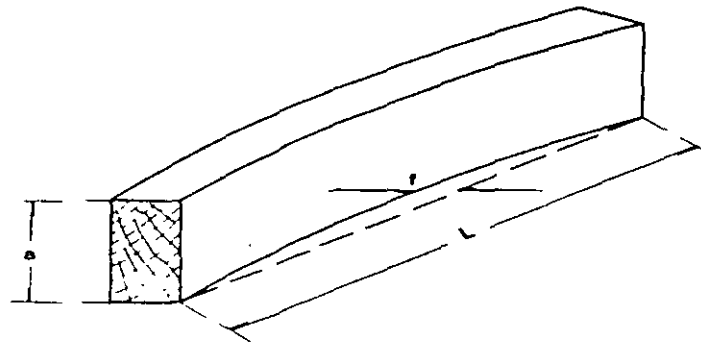
En ninguna parte de la longitud de cualquier pieza se permitirá que las variaciones causadas al efectuar los cortes con sierra, hagan que las dimensiones queden abajo de las nominales, en una cantidad mayor que la señalada en la tabla número LXXXV y en ningún lote se permitirá que haya más del 20% de piezas con dimensiones con tolerancias en menos de los anotados en la tabla número LXXXVI.

TABLA LXXXVI TOLERANCIAS DE LAS DIMENSIONES EN PIEZAS DE MADERA

Concepto	Espesor nominal mm	En espesor sin cepillar mm	En espesor cepillado mm	Ancho nominal mm	En ancho sin cepillar mm	En ancho cepillado mm
Polines, tablonés y otros miembros para tablero con carga aplicada sobre cualquiera de sus caras	25	± 3	± 10	102	± 5	± 10
	76	± 5	± 10	152	± 5	± 10
	102	± 5	± 10	203	± 6*	± 13*
	o mayor			o mayor		
Vigas, largueros y otros miembros con carga aplicada sobre la cara menor	51	± 5	± 13	102 o mayor	± 5*	± 10*
	152	± 6	± 13			
	203	± 8	± 13*			
	o mayor					
Columnas y postes de sección rectangular y otros miembros con cargas aplicadas sobre la cara menor	127	± 5	± 10	127	± 5	± 10
	152	± 5	± 13	152	± 5	± 13
	203	± 6	± 13*	203	± 6*	± 13*
	o mayor			o mayor		

* Según la dimensión nominal que le corresponda.

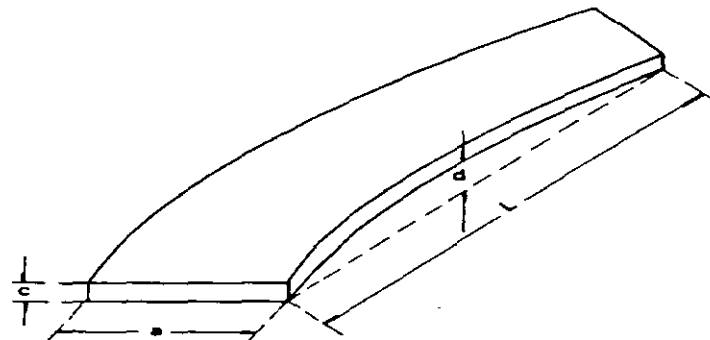
FIGURA 28



TOLERANCIAS PARA f , EN LA ENCORVADURA

Ancho "a"		Largo "L"		
		244 cm (8')	366 cm (12')	487 cm (16')
Pulg.	mm	Valores de f en mm		
3	76	11	25	44
4	102	9	19	33
5	127	6	16	25
6	152	6	13	22
7	178	5	11	19
8	203	5	9	17
10	254	3	8	14
12	305	3	6	11

FIGURA 29



TOLERANCIAS PARA d , EN LA ARQUEADA

Ancho "c"		LARGO "L"		
		244 cm (8')	366 cm (12')	487 cm (16')
Pulg.	mm	Valores de d en mm		
1	25	33	76	135
1 1/2	38	22	51	90
2	51	17	38	68
2 1/2	64	14	30	57
3	76	11	25	44
4	102	8	19	33

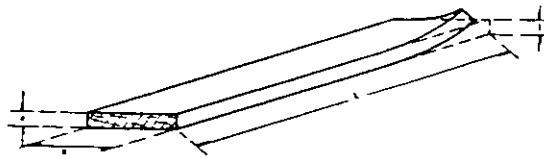


FIGURA 30 TORCEDURA

TOLERANCIAS PARA t. EN LA TORCEDURA

Tabla correspondiente a la Figura 30

Longitud L	Espesor "e"		Ancho "a"							
			6 mm (3")	102 mm (4")	127 mm (5")	152 mm (6")	187 mm (7")	203 mm (8")	254 mm (10")	305 mm (12")
	Pulg.	mm	Valores de t en mm							
244 cm (8')	1	25	9	13	16	19	22	25	30	38
	1 1/2	38	6	8	11	13	14	16	21	25
	2	51	5	6	8	9	11	13	16	19
	2 1/2	64	3	5	6	8	8	9	13	14
366 cm (12')	3	76	3	5	5	6	8	8	11	13
	1	25	14	19	24	28	33	38	47	57
	1 1/2	38	8	11	13	16	19	21	27	32
	2	51	6	8	10	11	14	16	19	24
487 cm (16')	2 1/2	64	5	6	8	10	11	13	16	19
	3	76	3	5	6	8	10	11	13	16
	1	25	19	25	32	38	44	51	64	76
	1 1/2	38	13	16	21	25	28	36	41	51
(16')	2	51	10	13	16	19	22	25	32	38
	2 1/2	64	8	10	13	14	17	21	25	30
	3	76	6	8	11	13	14	17	21	25

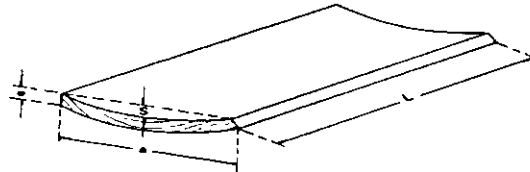


FIGURA 31

TOLERANCIAS PARA S. EN LA ACANALADURA

Pulg.	Ancho "a"		Valores de S
	mm		
3	76		3
4	102		4
5	127		5
6	152		6
7	178		7
8	203		8
10	254		10
12	305		12

2.3 MUESTREO

El muestreo de pilotes de madera y madera estructural se sujetará a los siguientes lineamientos

2.3.1 Muestreo de pilotes de madera.

Para efectos de muestreo, se entiende por lote de pilotes todas las piezas de las mismas dimensiones nominales, de la misma clase y que forman una orden de embarque.

La determinación de dimensiones, la derecha, las desviaciones y la presencia de defectos, se deberá hacer a la totalidad de los pilotes que forman el lote, ya que se trata de pruebas no destructivas.

La determinación de las dimensiones de los pilotes, así como del diámetro de la madera de duramen y de los defectos, se hará empleando un flexómetro o cinta métrica, aproximando al centímetro.

La derecha de los pilotes se podrá determinar uniendo con un cordel tenso los extremos de los diámetros de la cabeza y la punta y midiendo la distancia máxima entre el cordel y la superficie del pilote, aproximando a 0.5cm. Esta determinación deberá hacerse en dos planos a 90° entre sí. Las curvaturas locales deberán medirse haciendo mediciones similares dentro de una longitud de 1.5m.

Las desviaciones de fibras en pilotes, marcará en el pilote un tramo de 6m y a partir de un extremo de este tramo, se seguirá una fibra, la cual en general describirá una hélice y se determinará el ángulo central que quede comprendido entre los radios de los puntos de proyección de los extremos de esta fibra en la sección transversal del pilote.

La presencia de defectos en pilotes tales como madera esponjosa, putrefacción, manchas, plagas hongos, estalladuras, superficies desgarradas o no uniformes, rajaduras y nudos, se detectarán por inspección visual

2.3.2 Muestreo de madera estructural

Para el muestreo de la madera estructural se deberá seguir el siguiente procedimiento.

- a) La selección del material de cada lote, que servirá para fabricar probetas que se requieran en las determinaciones y pruebas, se hará escogiendo tramos que estén libres de daños ocasionados por condiciones inadecuadas de almacenamiento o por intemperismo.
- b) Se escogerán tramos en que las fibras sean sensiblemente rectas y sanas, teniendo en cuenta que puede permitirse la presencia de nudos ubicados de manera que no afecten fundamentalmente la resistencia de la probeta o puedan constituir un principio de falla.
- c) De cada lote se obtendrán 12 tramos con dimensiones de 6 x 6 x 120 cm, que servirán para fabricar las probetas de flexión, compresión, tensión, dureza, cortante, desgarramiento y extracción de clavos, y para las determinaciones de peso volumétrico, contracciones y humedad.

- d) Por cada lote se obtendrán dos tramos con dimensiones de 2.5 x 2.5 x 10 cm. cortados transversalmente a las fibras, para determinación de la contracción tangencial.
- c) Cuando el tamaño de la sección de las piezas por muestrear sea mayor de 15 x 15 cm o de más de 20 cm de diámetro y muestren claramente los anillos de crecimiento, se fabricarán 2 probetas de 2.5 x 2.5 x 10 cm, cortándolas de tal modo que su longitud coincida con la dirección radial

2.4 PRUEBAS EN MADERA ESTRUCTURAL

De acuerdo con el uso al que será destinada la madera estructural, ésta deberá ser muestreada y sometida a las siguientes pruebas para conocer su calidad.

- Flexión estática
- Compresión paralela a las fibras
- Compresión perpendicular a las fibras
- Dureza
- Esfuerzo cortante
- Desgarramiento
- Tensión paralela a las fibras
- Tensión perpendicular a las fibras
- Peso volumétrico
- Contracción volumétrica
- Grado de humedad

2.4.1 Flexión estática

La prueba de flexión estática se inicia con la preparación de 6 probetas de aproximadamente 5 x 5 x 76 cm, las cuales se colocarán en dos apoyos con un claro de 70cm. La carga se aplica por medio de una cabeza de madera dura instalada en el cabezal de la máquina de ensaye. La velocidad de aplicación de carga será de 2.5mm por minuto.

Durante la prueba se deberá medir la flecha que en forma progresiva se teniendo durante la aplicación de carga hasta obtener la flecha máxima. Se traza la gráfica con las cargas y flechas registradas hasta la carga máxima o hasta una carga ligeramente menor a ésta en cada una de las probetas. Cuando no se alcance la ruptura, las mediciones de las flechas deben continuarse cuando menos en una tercera parte de las probetas, para que el trazo de la gráfica sea llevado hasta alcanzar una flecha de 15cm o hasta una carga de 90 kg. Las gráficas deben mostrar claramente la carga y deformación registrada al ocurrir la primera falla, los cambios bruscos observados en el comportamiento de las probetas y la carga máxima alcanzada

Después de efectuada la prueba deberá ser clasificado el tipo de falla a través de una inspección visual

El reporte de los resultados de la prueba de flexión estática deberá contener los siguientes datos

Módulo elástico.

$$E = (P / f) (L^3 / 48I)$$

E : módulo elástico de la madera, en kg/cm²

P : Carga correspondiente a la flecha f, dentro del rango elástico.

f : flecha medida en centímetros, producida por la carga P

L : claro de la viga en centímetros.

I : momento de inercia de la sección transversal, con relación al eje que pasa por su centroide. en centímetros a la cuarta potencia.

Módulo de ruptura

$$MR = 3PL / 2bd^2$$

MR : módulo ruptura en kg/cm²

P : carga de ruptura de kg.

L : claro de la viga en centímetros.

b : ancho de la probeta en centímetros.

d : peralte de la probeta en centímetros

Debe reportarse el promedio, tanto del módulo elástico como del módulo de ruptura, determinados en cada una de las probetas que forman un lote. También deberá incluir el valor del grado de humedad.

2.4.2 Compresión paralela a las fibras

La prueba de compresión paralela a las fibras deberá efectuarse previa la elaboración de 6 probetas de 5 x 5 x 20cm, midiendo cuidadosamente sus dimensiones, para determinar la sección transversal y la longitud de las probetas terminadas. Se aplica la carga en dirección del eje longitudinal de la probeta empleando una máquina de ensaye con asiento de rótula. La carga se aplica de manera continua a una velocidad de 0.6mm por minuto.

Durante la prueba deberán registrarse las cargas y las deformaciones correspondientes a intervalos regulares y hasta que se sobrepase ampliamente el límite elástico de la madera, teniendo cuidado de registrar la carga máxima alcanzada.

En esta prueba deberá reportarse lo siguiente.

Resistencia máxima

$$R = P / A$$

R : resistencia a la compresión paralela a las fibras, en kg/cm²

P : carga máxima alcanzada en kg

A : área de la sección transversal original de la probeta, en cm²

En caso de que se tenga la gráfica esfuerzo-deformación, podrá calcularse el módulo elástico de la madera en compresión, en kg/cm². Este módulo será la pendiente de esta

gráfica en su zona inicial ; cuando la zona inicial no sea recta, podrá usarse cualquier otro concepto de módulo como el secante o tangente, para una resistencia especificada

Después de efectuada la prueba deberá ser clasificado el tipo de falla a través de una inspección visual. También se reportará el grado de humedad de la madera.

2.4.3 Compresión perpendicular a las fibras

La prueba de compresión perpendicular a las fibras deberá ser efectuado empleando probetas de 5 x 5 x 15cm. la cual se coloca horizontalmente, para recibir carga a través de una placa rígida de 5cm de ancho, colocado en el tercio medio de la cara mayor de la probeta. Esta carga de compresión debe aplicarse por medio de un sistema de rótula y procurando que la dirección de la carga se aplique normal a los anillos de crecimiento ; la velocidad de desplazamiento del cabezal de la máquina deberá ser continua y de 0.3mm por minuto.

Durante la ejecución de la prueba deberán registrarse las deformaciones y las cargas correspondientes desde el inicio de la prueba hasta que se alcance una deformación de 2.5mm, después de la cual la prueba debe interrumpirse.

La carga requerida para producir la deformación de 2.5mm se reportará como la resistencia a la compresión perpendicular a las fibras. También se debe reportar el peso volumétrico y el grado de humedad de la probeta.

2.4.4 Dureza

La prueba de dureza deberá efectuarse empleando probetas de 5 x 5 x 15cm y un penetrador de acero con punta esférica, con diámetro de 11.3mm

La prueba consiste en hacer que el penetrador se introduzca a través de la superficie de la probeta hasta una profundidad de 5.65mm, el equivalente del radio de la esfera del penetrador ($r = 11.3/2 = 5.65\text{mm}$).

Se efectúan dos penetraciones sobre una superficie tangencial y dos sobre una superficie radial de los anillos de crecimiento. Estas penetraciones se harán alejándose de los bordes de cada superficie seleccionada, para prevenir desgarramiento o rajaduras. La carga se aplicará de manera continua, con velocidad de desplazamiento del cabezal de la máquina de 6mm por minuto.

La carga necesaria para alcanzar la penetración de 5.65mm, se considera como la dureza de la madera ; se debe reportar el promedio de los valores de dureza determinados en cada cara de la probeta, así como el grado de humedad.

2.4.5 Esfuerzo cortante

La prueba de esfuerzo cortante paralelo a las fibras, deberá efectuarse empleando probetas de 5 x 5 x 6cm. La probeta tiene un rebaje de 1cm para provocar la falla en una de las caras de 5 x 5cm. Se aplicará la carga empleando el dispositivo de corte. La superficie de falla y el borde de la superficie de apoyo más cercana a dicho plano, será de 3mm.

La carga se aplica sobre la cara que muestra los extremos de las fibras : se tendrá cuidado de verificar que al colocar las probetas, el travesaño del dispositivo se sujete de tal modo que las aristas longitudinales de la probeta queden colocadas verticalmente.

Durante la prueba, la carga se aplica de manera continua, con una velocidad de desplazamiento del cabezal de la máquina, de 0.6mm por minuto ; no se tomarán en cuenta las pruebas en las que la falla localizada en la base de la probeta, se extienda dentro de la superficie de apoyo.

El reporte de resultados deberá consignar, además de las características dimensionales y de la humedad de la probeta, la carga máxima registrada en el ensaye y el esfuerzo cortante calculado con la siguiente fórmula.

$$v = V / A$$

- v : esfuerzo cortante en kg/cm².
- V : carga máxima en kg.
- A : área de la sección resistente en cm²

2.4.6 Desgarramiento

La prueba de desgarramiento deberá efectuarse usando probetas elaboradas con las características específicas para esta prueba. Durante el ensaye la probeta se sujeta con mordazas y la carga se aplica de manera continua, con una velocidad de desplazamiento del cabezal de la máquina de 2.5mm por minuto.

En esta prueba, además de las características dimensionales y de humedad de la probeta, se reporta la carga máxima registrada en el ensaye y la resistencia unitaria al desgarramiento, calculada con la siguiente fórmula.

$$D = P / I$$

- D : resistencia unitaria al desgarramiento en kg/cm².
- P : carga máxima en kg.
- I : ancho del área de desgarramiento

Deberá reportarse también el esquema descriptivo de la falla

2.4.7 Tensión paralela a las fibras

La prueba de tensión paralela a las fibras deberá efectuarse usando probetas de sección reducida, elaboradas de tal manera que los anillos de crecimiento queden perpendicularmente al lado mayor de la sección transversal crítica de la probeta.

La carga se aplica a una velocidad de desplazamiento del cabezal de la máquina de ensaye, de 1 mm por minuto. La sujeción se hace preferentemente con mordazas especiales y en caso de requerirse la medición de las deformaciones éstas se tomarán en una longitud de 5cm en la porción central de la probeta. Las lecturas simultáneas de carga y deformación se suspenden cuando se rebase el límite de proporcionalidad.

En esta prueba debe reportarse lo siguiente.

- 1) Esfuerzo máximo, calculado con la carga máxima y el área de la sección crítica original de la probeta.
- 2) Gráfica carga-deformación, cuando se requiera.
- 3) Esfuerzo en el límite de proporcionalidad, cuando se requiera.
- 4) Características dimensionales y de identificación de la probeta.
- 5) Grado de humedad.
- 6) Diagrama del tipo de falla, cuando se requiera

2.4.8 Tensión perpendicular a las fibras

La prueba de tensión perpendicular a las fibras deberá efectuarse usando probetas elaboradas con las características específicas para esta prueba, las cuales se sujetarán con mordazas a la máquina de ensaye. La carga se aplica en forma continua a una velocidad de desplazamiento del cabezal de la máquina, de 2.5mm por minuto durante toda la prueba.

En esta prueba debe reportarse lo siguiente

- 1) Características dimensionales y de identificación de la probeta
- 2) Esfuerzo máximo, calculado con la carga máxima dividida entre el área de la sección crítica original de la probeta
- 3) Diagrama del tipo de falla si se requiere.
- 4) Grado de humedad.

2.4.9 Peso volumétrico y contracción volumétrica.

La determinación del peso volumétrico y la contracción volumétrica, deberán efectuarse empleando una misma probeta, cuyas dimensiones nominales son de 5 x 5 x 15cm secados a un grado de humedad de 12% aproximadamente y en la condición de secado al horno.

Se pesan las probetas y se determina su volumen por el método de inmersión al recibirse la madera en el laboratorio. Se dejan secar a la temperatura ambiente, teniendo cuidado de que al dejarla reposar no estén en contacto entre sí para que el aire pueda circular libremente entre ellas. hasta que tenga un grado de humedad del 12% aproximadamente : posteriormente se vuelven a pesar las probetas y se determina nuevamente su volumen por inmersión.

Después se secan las probetas en un horno, de tal modo que el aire circule libremente entre ellas. a una temperatura de 103 ± 2 °C hasta que alcancen un peso aproximadamente constante. Se pesan después del secado y mientras permanecen calientes, se sumergen en un baño de parafina fundida, extrayéndose rápidamente, para conseguir que queden recubiertas por una capa delgada.

El peso volumétrico y la contracción volumétrica se determinan a partir de la probeta secada al horno y con 12% de humedad, con la siguiente fórmula.

$$P_v = P / V$$

P_v : peso volumétrico en g/cm^3 .

P : peso de la probeta en gramos.

V : volumen de la probeta en cm^3

Se debe reportar 3 valores de peso valores de peso volumétrico, tomando el volumen de la probeta en condición de recepción, con 12% de humedad y secada en horno. La contracción volumétrica se calcula con la fórmula siguiente.

$$C_v = 100(V_i - V_f) / (V_i)$$

C_v : Contracción volumétrica en %.

V_i : Volumen de la probeta en condición de recepción en cm^3

V_f : Volumen de la probeta secada al horno. en cm^3

2.4.10 Grado de humedad

La determinación del grado de humedad debe efectuarse de acuerdo al siguiente procedimiento.

En cada prueba de resistencia mecánica se requiere determinar y reportar el grado de humedad, para lo cual, inmediatamente después de efectuar la prueba, se toma una muestra en la zona cercana a la ruptura, de aproximadamente $70cm^3$.

En cuanto se obtiene la muestra se eliminan las astillas y se determina el peso de la misma, con aproximación de $\pm 0.2\%$.

Las muestras se colocan en un horno de modo que el aire caliente circule libremente entre ellas y se secan a una temperatura de $103\pm 2^{\circ}\text{C}$. hasta que alcancen aproximadamente peso constante. después de lo cual se vuelve a determinar su peso con la misma aproximación

El grado de humedad se calcula con la siguiente fórmula.

$$H = 100(P_h - P_s) / (P_s)$$

H : grado de humedad. en %.

P_h : peso de la muestra en estado húmedo. en g.

P_s : peso de la muestra secada al horno. en g.

4.0 GEOTEXTILES

Los geotextiles son telas que se fabrican con fibras elaboradas a partir de los derivados del petróleo, tales como el polipropileno, poliéster, poliamida y polietileno.

4.1 CLASIFICACIÓN Y USOS

Los geotextiles son textiles en el sentido tradicional de la palabra, aunque en su fabricación se emplean fibras sintéticas, los cuales se clasifican en tejidos y no tejidos.

4.1.1 GEOTEXTILES TEJIDOS

Son aquellos geotextiles que presentan un patrón particular, determinado por la secuencia en la que las fibras se entrelazan en el telar y por la posición de las agujas, dando lugar a los nombres de dirección de máquina (warp direction) o dirección transversal (cross section), pie y trama, en ingeniería textil. Se emplean en cimentación, suelo, roca, tierra o cualquier material geotécnico, como parte integral del producto hecho por el hombre, estructura o sistema

4.1.2 GEOTEXTILES NO TEJIDOS

El proceso de fabricación de los geotextiles no tejidos incluyen cuatro pasos básicos: preparación de la fibra, formación del velo, ligado del velo y el punzonado.

A partir de la materia prima, la cual está compuesto por miles de filamentos con longitud que varía de una a cuatro pulgadas, se inicia el proceso de desgarrado para separar y orientar las fibras hasta alcanzar un aspecto esponjoso.

Una vez preparado el material, se colocan en forma continua sobre una banda transportadora el material de manera uniforme para formar el velo, el cual se realiza en varias capas, dependiendo del espesor del geotextil que desea fabricar

Finalmente se da el proceso de ligado del velo ya sea por soldado o ligado mediante calor o medios químicos o mecánicos. Entre los procesos más empleados es el mecánico denominado punzonado, el cual se lleva a cabo haciendo pasar el velo a través de una máquina con un grupo de agujas que en la punta llevan un gancho hacia abajo, las cuales mediante el proceso de punzonado entrelazan las fibras

La tela geotextil que se obtiene mediante este proceso es más fuerte que la que se obtiene con las telas tejidas.

4.2 REQUISITOS DE CALIDAD

De acuerdo con el uso al que se destinan y con la finalidad de establecer los requisitos de calidad de los geotextiles, éstos se clasifican en geotextiles para pavimentos, para separar materiales con diferentes granulometrías, para estabilizar, para control de erosión, como barrera temporal en rellenos sanitarios y para drenaje subterráneo.

Los geotextiles deben ser telas elaboradas a base de fibras sintéticas no tejidas y termofijadas, que sean resistentes al ataque químico y al moho, debiendo reunir las siguientes características, de acuerdo con su uso.

Tabla 1.- Requisitos de Propiedades de Resistencia de los Geotextiles

Pruebas	Métodos	Unidades	Clase de Geotextiles ⁽¹⁾					
			Clase 1		Clase 2		Clase 3	
			Elongación <50% ⁽²⁾	Elongación ≥ 50% ⁽²⁾	Elongación <50% ⁽²⁾	Elongación ≥ 50% ⁽²⁾	Elongación <50% ⁽²⁾	Elongación ≥ 50% ⁽²⁾
Resistencia a la ruptura	ASTM D 4632	N	1400	900	1100	700	800	500
Resistencia de la costura	ASTM D 4632	N	1260	810	990	630	720	450
Resistencia al corte	ASTM D 4533	N	500	350	400 ⁽⁴⁾	250	300	180
Resistencia al punzonnado	ASTM D 4833	N	500	350	400	250	300	180
Resistencia al estallamiento	ASTM D 3786	KPa	3500	1700	2700	1300	2100	950
Permitividad	ASTM D 4491	sec ⁻¹	Requisitos de propiedades mínimas para Permitividad, AOS y -- Estabilidad a los Rayos Ultravioletas, basados en el uso de geotextiles Para Drenaje Subterráneo, tabla, para Separación, Tabla 3; para Estabilización, Tabla 4 y para Control Permanente de la Erosión, Tabla 5.					
Tamaño aparente de abertura	ASTM D 4751	mm						
Estabilidad a los rayos ultravioletas	ASTM D 4355	%						

Nota de las propiedades de la tabla 1.

1 - La clase requerida de geotextil está designada en las tablas 2, 3, 4 y 5 para la aplicación indicada. La severidad de las condiciones de instalación para la aplicación generalmente dictan la clase requerida de geotextil. La clase 1 está especificada para condiciones más severas o asperas donde existe un mayor potencial de daño para el geotextil. Y las clases 2 y 3 están especificadas para condiciones menos severas.

2 - Medido de acuerdo con ASTM D-4632.

3 - Cuando se requieren uniones cosidas, consultar el apéndice XX para los requisitos de uniones traslapadas.

4 - La resistencia al corte "Marv" requerida para geotextiles de filamentos continuos tejidos, es de 250 N.

Tabla 2. Requisitos de Propiedades de Geotextiles para Refuerzo de Pavimento

Pruebas	Método de Prueba	Unidades	Requerimientos
Resistencia a la Ruptura	ASTM d 4632	N	450
Masa por Area Unitaria	ASTM d 3776	gm/m ²	140
Elongacion Ultima	ASTM d 4632	%	≥ 50
Retención de Asfalto ⁽¹⁾	Texas D O T item 3099	l/m ²	(1.2)
Punto de Fusión	ASTM d 276	°C	150

Notas a las Propiedades de la Tabla 7.

- 1 Asfalto requerido solo para saturar la fibra de pavimentado. La retención del asfalto debe proporcionarse en la certificación del fabricante (referirse a la sección 4). Los valores no indican la velocidad de aplicación del asfalto para la construcción. Refiérase al apéndice titulado guías de construcción/instalación para discusión de la velocidad de aplicación del asfalto.
- 2 la propiedad de retención del asfalto del producto debe reunir el MARV brindado por la certificación del fabricante (referirse a la sección 4).

Tabla 3 Requisitos de Propiedades de Geotextiles para Separación.

Pruebas	Métodos de Prueba	Unidades	Requerimientos
Geotextil Clase 2 de la Tabla 1 ⁽²⁾			
Permitividad	ASTM d 4491	seg ⁻¹	0.02 ⁽²⁾
Tamaño Aparente de Abertura AOS	ASTM d 4751	mm	0.60 del valor máximo promedio del rollo
Estabilidad Ultravioleta (Resistencia Retenida)	ASTM d 4355	%	50 % después de 500 hr de exposicion

Notas a las Propiedades de la Tabla 3.

1. Selección estándar del geotextil el ingeniero puede especificar un geotextil clase 3 de a partir de la Tabla 1 basado en uno o mas de los siguientes:
 - a) El ingeniero ha encontrado que la clase 3 de los geotextiles tiene suficiente supervivencia basado en experiencia de campo
 - b) El ingeniero ha encontrado que los geotextiles clase 3 tienen suficiente supervivencia basado en pruebas de laboratorio e inspección visual de una muestra geotextil removida de una sección de prueba en campo construida bajo condiciones de campo anticipadas
 - c) El espesor del recubrimiento del agregado de la primera carga sobre el geotextil excede los 300 mm y el diametro del agregado es menor a 50 mm
 - c) El espesor del recubrimiento del agregado de la primera carga sobre el geotextil excede los 150 mm y el diametro del agregado es menor a 30 mm y la presión de contacto del equipo de construcción es menor a 550 kPa.
- 2 Valor estándar. La permitividad del geotextil debe ser mayor que aquella del suelo ($\Psi_g > \Psi_s$) El ingeniero puede también requerir la permeabilidad del geotextil mayor que la del suelo ($k_g > k_s$)

Tabla 4 Requisitos de Propiedades de Geotextiles para Estabilización.

Pruebas	Métodos de Prueba	Unidades	Requerimientos
Geotextil Clase 1 de la Tabla 1 ⁽¹⁾			
Permitividad	ASTM D 4491	seg ⁻¹	0.05 ⁽²⁾
Tamaño Aparente de Abertura AOS	ASTM D 4751	mm	0.43 del valor máximo promedio del rollo
Estabilidad Ultravioleta (Resistencia Retenida)	ASTM D 4355	%	50 % después de 500 hr de exposición

Notas a las Propiedades de la Tabla 4.

- 1 Selección estandar del geotextil. el ingeniero puede especificar un geotextil clase 2 o 3 a partir de la tabla 1 basado en lo siguiente:
 - a) El ingeniero ha encontrado que la clase del geotextil tiene una supervivencia basado en la experiencia en campo
 - b) el ingeniero ha encontrado que la clase del geotextil tiene suficiente supervivencia basado en las pruebas de laboratorio y en la inspección visual de una muestra de geotextil removida de la sección de prueba en campo construido bajo condiciones anticipadas de campo.
- 2 valor estándar. la permitividad del geotextil debe ser mayor que aquella del suelo ($\Psi_g > \Psi_s$) el ingeniero puede tambien requerir la permeabilidad del geotextil mayor que la del suelo ($k_g > k_s$)

Tabla 5 Requisitos de Propiedades de Geotextiles para Control de Erosión Permanente.

pruebas	Métodos de Prueba	Unidades	Requerimientos		
			Porcentaje In-Situ de Suelo que Pasa la Malla 075 mm (1)		
			< 15	15 a 50	> 50
Geotextiles tejidos de un sólo filamento clase 2 de la tabla 1 ⁽²⁾ El resto de los geotextiles clase 1 de la tabla 1 ^(2,3)					
Permitividad	ASTM d 4491 ⁽⁴⁾	seg ⁻¹	0.7	0.2	0.1
Tamaño Aparente de Abertura AOS	ASTM d 4751 ⁽⁴⁾	mm	0.43 valor máximo promedio del rollo	0.25 valor máximo promedio del rollo	0.22 ⁽⁵⁾ valor máximo promedio del rollo
Estabilidad Ultravioleta (Resistencia Retenida)	ASTM d 4355	%	50 % después de 500 hr de exposición		

Notas a las Propiedades de la Tabla 5

- 1 Basado en el análisis del tamaño del grano del suelo in-situ de acuerdo con AASHTO T88.
2. Como una guía general la selección estandar del geotextil es apropiada para condiciones de severidad menor o igual que una de las siguientes
 - a) La capa ARMOR de piedra no pese en exceso de 100 kg, la altura de caída de la piedra sea menor a 1 m y que no se requiera de capa de bedding de agregado
 - b) La capa ARMOR de piedra pese en exceso a 100 kg, la altura de caída de la piedra sea menor a 1 m y que el geotextil este protegido por una capa bedding de agregado de 150 mm de espesor diseñado ser compatible con la capa ARMOR. Aplicaciones más severas requieren un aseguramiento de la supervivencia del geotextil basado en una sección trial de campo y puede requerir un geotextil con propiedades de resistencia mayores
- 3 El ingeniero puede especificar un geotextil clase 2 de la tabla 1 basado
 - a) el ingeniero ha encontrado que la clase 2 del geotextil de la tabla 1 tiene supervivencia suficiente basado en la experiencia en campo
 - b) El ingeniero ha encontrado que los geotextiles de la clase 2 tienen suficiente supervivencia basado en las pruebas de laboratorio y en la inspección visual de una muestra de geotextil removida de la sección de prueba en campo construido bajo condiciones anticipadas de campo
 - c) Que la piedra de la capa ARMOR pesa menos de 100 kg, la altura de la caída de la piedra es menos a 1 m y que el geotextil esta protegido por una capa bedding de agregado de 150 mm diseñada para ser compatible con la capa ARMOR.
 - d) La piedra de la capa ARMOR no exceda a 100 kg, la piedra este colocada con una altura de caída cero.
4. Estos valores de la propiedad de filtración están basados en los tamaños predominantes de partículas del suelo in-situ. Además del valor estándar de la permitividad, el ingeniero puede requerir pruebas de desempeño y/o permeabilidad del geotextil basado en el diseño de ingeniería para los sistemas del control de erosión sobre ambientes de suelos problemáticos.
5. El diseño del geotextil del sitio específico debe ser desarrollado especialmente si se encuentran uno o mas de los siguientes ambientes de suelos problemáticos: suelos altamente erosionables tales como sedimentos no cohesivos, suelos gap graduado, suelos laminados alternos arena/sedimento, lodos?? dispersos y/o piedra flúor
- 6 para suelos cohesivos con un índice de plasticidad mayor a 7, el valor del rollo máximo promedio del geotextil para un tamaño aparente de abertura es 0.30 mm.

Tabla 6. Requisitos de Propiedades de Geotextiles para Barrera Temporal de Sedimento.

Pruebas	Métodos de Prueba	Unidades	Requerimientos		
			Barrera Sedimentada Soportada	Barrera Sedimentada No Soportada	
				Elongacion del Geotextil $\geq 50\%$	Elongacion del Geotextil $< 50\%$
Espaciamiento Máximo de Postes			1.2 m	1.2 m	2 m
Resistencia a la Ruptura en Dirección de Máquina Dirección Transversal de Máquina	ASTM d 4632	N	400	550	550
			400	450	450
Permitividad ^{1,2}	ASTM d 4491	seg ⁻¹	0.05	0.05	0.05
Tamaño Aparente de Abertura	ASTM d 4751	mm	0.60 del valor promedio máximo del rollo	0.60 del valor promedio máximo del rollo	0.60 del valor promedio máximo del rollo
Estabilidad ultravioleta (Resistencia Retenida)	ASTM d 4355	%	70% después de 500 hr de exposición	70% después de 500 hr de exposición	

Notas a las Propiedades de la Tabla 6.

- 1 Como se midió de acuerdo con el ASTM d 4632
- 2 El soporte de la barrera de sedimento deberá consistir de alambre calibre 14 con un espaciamiento de mall 150 mm por 150 mm o malla prefabricada polimerica de longitud equivalente.
- 3 Estos valores estandar de la propiedad de filtracion estan basados en evidencia empirica con una variedad de sedimentos. Para las áreas ambientalmente sensibles, se debe efectuar una revisión de experiencias previa: en sitio o efectuar pruebas del geotextil especificos de la región por una agencia que confirme lo adecuad estos requerimientos.

Tabla 7.- Requerimientos de Geotextiles para Drenaje Subterráneo.

Pruebas	Métodos de Prueba	Unidades	Requerimientos		
			Porcentaje In-Situ de Suelo que Pasa la Malla 0.075 mm (1)		
			< 15	15 a 50	> 50
Geotextiles Clase 2 de la Tabla 1 ⁽²⁾					
Permitividad ^(3,4)	ASTM D 4491	seg ⁻¹	0.5	0.2	0.1
Tamaño de Abertura Aparente AOS ^(3,4)	ASTM D 4751	mm	0.43 valor máximo promedio del rollo	0.25 valor máximo promedio del rollo	0.22 ⁽⁵⁾ valor máximo promedio del rollo
Estabilidad Ultravioleta	ASTM D 4355	%	50 % después de 500 hr de exposición		

Notas a las Propiedades de la Tabla 2

- 1 Basado en el análisis del tamaño del grano del suelo in-situ de acuerdo con AASHTO T88.
- 2 Selección estándar del geotextil. El ingeniero puede especificar un geotextil clase 3 de la Tabla 1 para usos de drenaje en trinchera basado en una o más de las siguientes.
 - a) El ingeniero ha encontrado que la clase 3 de los geotextiles tiene suficiente supervivencia basado en experiencia de campo.
 - b) El ingeniero ha encontrado que los geotextiles clase 3 tienen suficiente supervivencia basado en pruebas de laboratorio e inspección visual de una muestra geotextil removida de una sección de prueba en campo construida bajo condiciones de campo anticipadas.
 - c) La profundidad del drenaje subterráneo es menor de 2 metros, el diámetro del agregado del drenaje es menor a 30 mm y el requerimiento de la compactación es igual o menor al 95% de AASHTO 7-99.
3. Estos valores estándar de la propiedad de filtración están basados en los tamaños predominantes de partícula del suelo in-situ. Además del valor estándar de la permitividad, el ingeniero puede requerir pruebas de desempeño y/o permeabilidad del geotextil basado en el diseño de la ingeniería para sistemas de drenaje en ambientes de suelo problemáticos.
4. El diseño del geotextil específico del sitio debe ser desarrollado especialmente si se encuentra uno o más de los siguientes ambientes de suelo problemáticos: suelos inestables o altamente erosionables tales como sedimentos no cohesivos; suelos de gap graduado, suelos alternos arena/sedimentos laminados; arcillas dispersas y/o piedra flúor.
5. Para suelos cohesivos con un índice plástico mayor a 7, el valor del rollo máximo promedio del geotextil para un tamaño aparente de apertura es 0.30mm.

4.3 MUESTREO

4.3.1 Definición de conceptos

Para el muestreo de los geotextiles es necesario establecer la definición de los conceptos de unidad de producción, lote, muestra, muestra de laboratorio y espécimen

4.3.1.2 Unidad de producción.-

Es la máxima porción de material, fabricada dentro de un período de tiempo determinado empleando materia prima de características similares dentro del proceso, que se prepara para el manejo, almacenamiento y transporte adecuados del mismo ; se le puede denominar, rollo, paquete, paca, etc.

4.3.1.3 Lote

El lote es la denominación que se le da a un grupo de una o más unidades de producción, con características similares tanto de producción como del material constituyente, seleccionadas con fines de almacenamiento, embarque o de muestreo para análisis estadístico.

4.3.1.4 Muestra

Es la porción de material (rollo, paquete, etc.) representativa del lote de procedencia para llevar registros de producción o para obtener muestras de laboratorio.

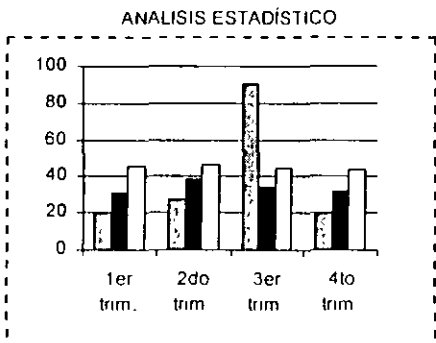
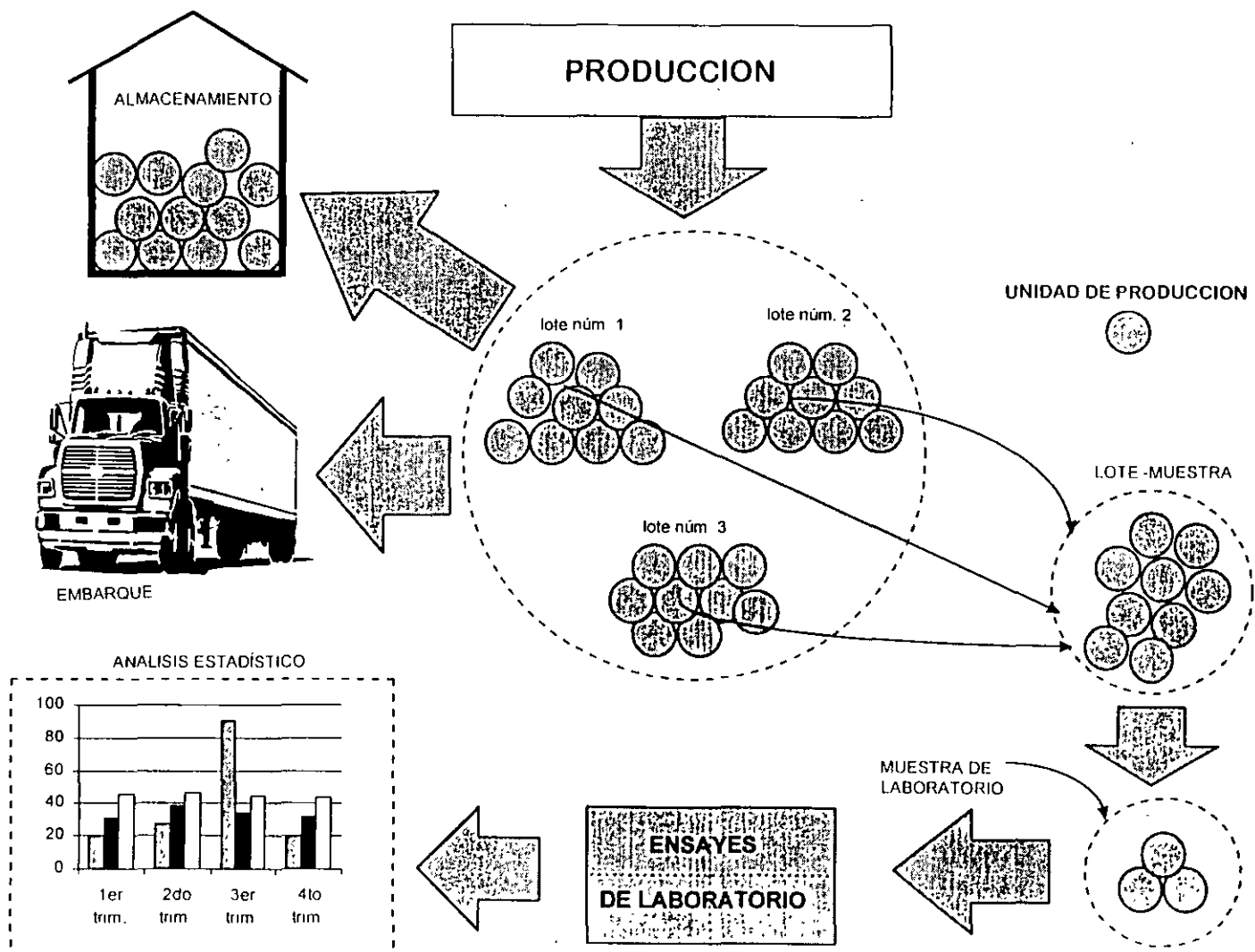
4.3.1.5 Muestra de laboratorio

Es la porción de material representativa de la unidad de producción, rollo, paquete, etc., de procedencia para obtener los especímenes necesarios para la realización de los ensayos de laboratorio

4.3.1.6 Especímenes de prueba

Se obtienen a partir de la muestra de laboratorio, sobre las que se ejecutan las pruebas para determinar las características específicas del material.

ESQUEMA DE MUESTREO DE GEOTEXTILES



El muestreo del geotextil puede realizarse en diferentes lugares y condiciones, tales como durante la producción, en el almacén de la planta o de la obra y en el momento del embarque o desembarque, para lo cual las unidades de producción, rollos, paquetes, etc., deben estar perfectamente identificadas con la fecha de producción, período, materia prima, espesor, densidad y dimensiones de la unidad de producción.

Si el muestreo se realiza durante la producción, para formar los lotes es necesario conocer la longitud del geotextil que contiene cada rollo, tipo de materia prima empleado, espesor y densidad del producto.

Cuando el muestreo se realiza en el almacén, se debe emplear el registro que se tenga del material, verificando que las unidades de producción estén perfectamente identificados para proceder a formar el o los lotes. En caso de que algunos rollos no estén identificados de acuerdo con lo establecido, éstos deberán ser retirados y no formarán parte del o los lotes por muestrear.

Durante el embarque o recepción del geotextil el muestreo debe realizarse tomando en cuenta la nota de envío o la factura, verificando que físicamente las unidades de producción estén perfectamente identificados.

Independientemente del lugar de muestreo, una vez identificado y clasificado el geotextil, se formarán el o los lotes, con los cuales se formará un lote muestra que a su vez será la fuente para la obtención de las muestras de laboratorio, de donde finalmente se obtendrán los especímenes de prueba.

Para determinar el tamaño del lote muestra o el de muestra para laboratorio se empleará la siguiente tabla

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LOTE MUESTRA Y MUESTRAS DE LABORATORIO

NUMERO DE UNIDADES EN EL LOTE O EN EL LOTE MUESTRA	NÚMERO DE UNIDADES QUE DEBEN SELECCIONARSE
1 a 2	1
3 a 8	2
9 a 27	3
28 a 64	4
65 a 125	5
126 a 216	6
217 a 343	7
344 a 512	8
513 a 729	9
730 a 1000	10

4.4 ENSAYES

4.4.1 Resistencia a la tensión y alargamiento

La resistencia a la tensión se realiza en probetas rectangulares de 100 x 200mm; deben obtenerse dos grupos de probetas uno, con el lado más largo paralelo a la dirección de fabricación y el otro, con el lado más largo perpendicular a la dirección de fabricación. La aplicación de carga debe hacerse con una máquina de desplazamiento de platina constante o con una de deformación constante. El número de especímenes que debe ser ensayado en cada sentido dependerá de la experiencia que tenga el laboratorio que realiza la prueba, para lo cual deberá contar con un valor de coeficiente de variabilidad aceptable, y en caso contrario debe obtenerlo mediante la realización de un número de pruebas suficientes y emplear la siguiente ecuación

4.4.2 Temperatura de fusión

4.4.3 Retención de asfalto

4.4.4 Resistencia al punzonamiento

4.4.5 Permeabilidad

4.4.6 Resistencia al estallamiento Mullen

4.4.7 Resistencia a la abrasión

4.4.8 Tamaño de abertura aparente, AOS

4.4.9 Resistencia al desgarre trapezoidal

4.4.10 Resistencia de la costura

4.4.11 Resistencia a la exposición de rayos ultravioleta

5.0 BIBLIOGRAFIA

**Especificaciones Generales de Construcción. Parte Novena, Libro Cuarto
Secretaría de Comunicaciones y Transportes. 2ª Edición. México 1977.**

**Normas de Calidad de Calidad de los Materiales. Libro 4.01.01.
Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México 1995.**

**Norma Mexicana NMX-B-292-1988
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial**

Especificación Estándar para Geotextiles AASHTO M 288-96

Designación ASTM D 4354 - 84.

Designación ASTM D 4759 - 88.

Designación ASTM D 4873 - 88.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS ABIERTOS

**DIPLOMADO EN PROYECTO, CONSTRUCCIÓN Y
CONSERVACIÓN DE CARRETERAS**

MÓDULO IV: SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

TEMA

**PROPIEDADES Y PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE MATERIALES:
OTROS MATERIALES 2ª. PARTE**

**EXPOSITOR: ING. JORGE LOPEZ VICENTE
PALACIO DE MINERIA
JULIO 2000**

3.0 APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO

Los apoyos integrales de neopreno son elementos de formas prismáticas constituidos por una o varias capas de elastómero denominado neopreno y placas de acero intercaladas; se fabrican a partir de la vulcanización del hule con placas de acero intercalado en moldes bajo presión y calor, para obtener las dimensiones especificadas

El componente elastomérico usado en la construcción de los apoyos deberá contener solo policloropreno (neopreno) virgen resistente a la cristalización, o polisopreno (hule natural) natural virgen como polímero crudo. Todos los materiales deberán ser nuevos, no se aceptará la incorporación de material reciclado para dar el acabado al producto

3.1 REQUISITOS QUE DEBE SATISFACER EL NEOPRENO.

El neopreno debe ser resistente a los efectos nocivos del ozono atmosférico y a las temperaturas extremas; no deben aparecer grietas en el elastómero después de ser sometido a la acción del ozono a una concentración de 100 PPCM (partes por cien millones) en volumen, sometiendo el elastómero a un esfuerzo de tensión que produzca un alargamiento de 20% de su longitud inicial y a una temperatura de $38^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 100 horas.

Los apoyos podrán ser fabricados con tres distintos grados de dureza Shore "A" 50, 60 y 70, con una tolerancia de ± 5 , seleccionados de acuerdo con las condiciones climáticas reinantes en la zona donde será empleado; además, el neopreno deberá cumplir con los requisitos de desgarramiento, tensión y alargamiento indicados en la siguiente tabla

DUREZA SHORE "A" Grado	DESGARRAMIENTO kg/cm ²	TENSION kg/cm ²	ALARGAMIENTO %
50 \pm 5	51 mínimo	178 mínima	400 mínimo
60 \pm 5	46 mínimo	178 mínima	350 mínimo
70 \pm 5	41 mínimo	178 mínima	300 mínimo

El elastómero, después de un envejecimiento acelerado durante 70 horas y a una temperatura de 100°C, no deberá sufrir alteraciones en sus características iniciales superiores a los indicados en la siguiente tabla.

PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO	
Tensión	15% máximo 40% máximo
Pérdida de resistencia a la ruptura Pérdida de alargamiento a la ruptura	
Dureza	0 a 15
Shore "A", en grados	

La deformación permanente del neopreno no debe ser mayor del 25% de la deformación original obtenida en la probeta, el ensaye se realizará bajo una deformación constante y a una temperatura de 70°C durante 22 horas

3.2 REQUISITOS QUE DEBEN SATISFACER LAS PLACAS DE ACERO INTERCALADAS EN EL APOYO Y LAS PLACAS DE CARGA.

Las placas de acero intercaladas en el apoyo de neopreno deberán ser de acero suave que cumpla con la norma ASTM A 366 o A 569

Las placas de acero denominadas de carga deberán satisfacer los requisitos de un acero estructural cuyos valores se indican a continuación

Prueba de Tensión

Esfuerzo máximo	4 060 a 5 600 kg/cm ²
Límite elástico mínimo	2 520 kg/cm ²
Alargamiento en 200mm, mínimo	20 %
Alargamiento en 50mm, mínimo	23 %

Debe pasar Doblado

3.3 REQUISITOS QUE DEBEN SATISFACER LOS APOYOS DE NEOPRENO.

Los apoyos integrales de neopreno deberán cumplir con los requisitos mecánicos en las pruebas de compresibilidad, resistencia a la compresión y compresión combinada con esfuerzo cortante además también deberá cumplir con las tolerancias en dimensiones y acabado

REQUISITOS MECANICOS DE APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO

PRUEBA	REQUISITO
Deformacion bajo carga Para 25 kg/cm ² Para 56 kg/cm ² o mayor	5 % 8 %
Resistencia a la compresión	6 veces el esfuerzo de proyecto
Compresión combinada con esfuerzo cortante, módulo "G"	±15 % del valor de proyecto

REQUISITOS DIMENSIONALES DE APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO

DIMENSIONES	TOLERANCIAS
Largo Ancho Espesor medio de las capas de neopreno Espesor medio de cada apoyo de neopreno	$\pm 1\%$ dimensión nominal $\pm 1\%$ dimensión nominal $\pm 7\%$ espesor nominal
Hasta 13mm	de 0 a 0.8 mm
Mayor de 13 hasta 25mm	de 0 a 1.5 mm
Mayor de 25 hasta 70mm	de 0 a 2.0 mm
Mayor de 70mm	de 0 a 3.0 mm

El factor de forma de las placas de neopreno no deberá ser menor de 5 ni mayor de 12. Adicionalmente en ningún momento la relación de longitud a altura del apoyo deberá ser menor de 3 ni que la relación ancho altura del mismo sea menor que 2.

El espesor del elastomero de recubrimiento de las caras del apoyo no deberá ser mayor de 5mm ni menor de 3mm

El espesor de las placas de acero no debe ser menor de 2.4mm

Los apoyos no deberán mostrar rajaduras, incrustaciones de material extraño o lajeaduras, ni tener grasa o cualquier otro material que altere sus propiedades mecánicas

3.4 MUESTREO

3.4.1 MUESTREO DE MATERIAL ELASTOMÉRICO

Se deberán tomar dos muestras por cada lote y por colada de producción, cuyo tamaño debe estar definido de acuerdo con las pruebas que se vayan a realizar

3.4.2 MUESTREO DE APOYOS DE NEOPRENO

El muestreo de apoyos integrales de neopreno se llevara a cabo de acuerdo con los siguientes criterios

- 1 - Los apoyos de neopreno de un mismo tamaño y para una misma obra deberán identificarse por lote. Un lote debe contener como mínimo dos apoyos
- 2.- Los apoyos deberán ser marcados en forma legible y clara, con la marca del fabricante y un número progresivo que identifique el apoyo y el lote
- 3 - Para lotes con número de apoyo menor o igual a 4, deberá seleccionarse dos apoyos
- 4 - Para lotes que contengan más de 4 apoyos, el número de muestras será la raíz cuadrada del número de apoyos en el lote.

3.5 PRUEBAS EN EL MATERIAL ELASTOMÉRICO

El elastómero empleado en la construcción de los apoyos de neopreno deberán someterse a las pruebas de tensión y alargamiento, compresión, desgarramiento y envejecimiento acelerado, así como la prueba de la flama y resistencia al ozono

3.5.1 TENSION Y ALARGAMIENTO

Este procedimiento, se refiere a las determinaciones de resistencia a la tensión, alargamiento y deformación permanente del neopreno efectuadas a la temperatura ambiente.

Para la realización de esta prueba, deberán elaborarse probetas de sección reducida por troquelado. Las probetas troqueladas se prepararán a partir de placas planas y lisas, con espesores uniformes no menor de 1.5 mm ni mayor de 3 mm., las muestras se sujetarán con mordazas cilíndricas en la máquina de ensaye de tal manera que se eviten deslizamientos; previamente se marcará la zona de calibración en la probeta y se aplicará la carga observando el alargamiento y registrando los esfuerzos a la deformación especificada y en el momento de la ruptura. Inmediatamente antes de la ruptura, se determinará el alargamiento

La determinación del esfuerzo de tensión para un alargamiento especificado, llamado módulo de tensión y del alargamiento a la ruptura, se hará colocando las probetas en las mordazas de la máquina de tal manera que la sujeción sea simétrica para que el esfuerzo sea uniforme en toda la sección transversal de la probeta. para comprobar que la aplicación de esfuerzo es uniforme en la zona de tensión de la probeta, se observa continuamente las marcas de la zona calibrada, en donde puede apreciarse el ensanchamiento uniforme de dichas marcas

durante la aplicación de la carga deberán registrarse los esfuerzos a la deformación especificada y en el momento de la ruptura, si es posible. Inmediatamente antes de la ruptura, se hará la determinación del alargamiento redondeando al 0.1. El registro del esfuerzo desarrollado al alcanzar el alargamiento especificado y en el momento de la ruptura, deberá hacerse preferentemente con un graficador. En el momento de la ruptura se medirá la distancia entre los centros de los rodillos con una aproximación de 2.5mm

3.5.1.1 Deformación permanente por tensión.

Para la determinación de la deformación permanente después de la ruptura, se juntarán las dos partes de la probeta 10 minutos después de ocurrida la falla. Se medirá la distancia entre las marcas de calibración calculando la deformación permanente con la siguiente fórmula

$$D_p = 100 (L_f - L_i) / L_i$$

3.5.2 Compresión

Es el procedimiento para medir la deformación permanente por compresión del neopreno para conocer su capacidad de retener sus propiedades elásticas, después de ser sometidos a la acción prolongada de esfuerzos de compresión. Durante la realización de esta prueba la probeta es sometida a una deformación constante por un tiempo de 22 horas y a una temperatura de 100°C en un ambiente seco.

Se realiza esta prueba colocando las probetas cilíndricas de 12.5mm de diámetro, elaboradas previamente en el dispositivo integrado por dos o más placas planas de acero con las caras paralelas entre las que serán comprimidas las probetas. Las barras separadoras, que sirven para limitar el porcentaje de deformación se colocarán a cada lado de las probetas para controlar su espesor, dejando espacio suficiente para la expansión lateral al momento de ser comprimidas. Se aprietan las tuercas del dispositivo de tal modo que las placas se desplacen de manera uniforme hasta entrar en contacto con los separadores. El porcentaje de deformación inicial será de aproximadamente el 25%.

Una vez colocadas las probetas en el dispositivo se introducen en un horno y se mantienen por un periodo de 22 horas a una temperatura de 100°C.

3.5.2.1 Deformación permanente por compresión.

Terminado el periodo de calentamiento se retira la probeta del dispositivo, dejándola enfriar sobre una superficie de madera durante 30 minutos.

Se mide el espesor final de la probeta en su parte central, con una aproximación de 0.02 y se calcula el porcentaje de deformación permanente por compresión empleando la siguiente expresión

$$C = 100(e_o - e_f) / (e_o - e_b)$$

C es la deformación permanente por compresión expresada como un porcentaje de la deformación original

e_o es el espesor original de la probeta en mm.

e_f es el espesor final de la probeta en mm

e_b : es el espesor de la barra separadora en mm

El reporte de prueba debe incluir las dimensiones originales de la probeta, el porcentaje de deformación empleado el espesor de la probeta después de los 30 minutos de haberla sacados del horno y la deformación permanente por compresión.

3.5.3 DESGARRAMIENTO

Este método de prueba mide la resistencia al desgarramiento del neopreno y debe ser empleado únicamente para fines comparativos

La resistencia al desgarramiento puede ser determinado con cualquiera de los tipos de probetas cuyas características se indican a continuación, así como el tipo de dado que se requiere en cada caso haciendo la aclaración de que no existe correlación entre los resultados obtenidos

- a) Probeta de sección variable, con extremos redondeados, ranurada a una profundidad de 0.5mm con navaja y preparada según el dado "A"
- b) Probeta de sección variable, con extremos planos, ranurada con navaja a una profundidad de 0.5mm y preparada según el dado "B"
- c) Probeta con ángulo de 90°, sin ranurar, preparada según el dado "C"

La forma de las probetas deberá ser igual al perfil de los cortadores A, B y C, indicadas en la figura número 6 ; y su espesor será de 1.5 a 3mm

Las probetas se colocaran en la máquina de ensaye con mordazas del tipo de levas ajustables o del tipo de pinza. Cuando se ensayen probetas del tipo A, deberá tenerse cuidado de que al aplicar la carga los ejes de la probeta, queden alineados en la dirección de aplicación de la carga, y cuando se ensayen probetas tipo B o C el agarre de las mordazas deberá coincidir con el centro de las partes planas y quedar alineado con la dirección de aplicación de la carga. La carga se aplicara a una velocidad de 50 cm/minuto.

La resistencia al desgarramiento se obtendrá mediante la siguiente fórmula

$$R_d = F / e$$

R_d : resistencia al desgarramiento, en kg/cm

F : carga máxima de desgarramiento, en kg

e : espesor de la probeta, en cm

El valor reportado será el promedio de tres probetas de cada muestra. Si cualquiera de los valores obtenidos excede en más del 20% del valor promedio, se ensayarán dos probetas adicionales y se reportará la media de los cinco valores.

3.5.4 ENVEJECIMIENTO ACELERADO

Es la resistencia al deterioro por envejecimiento del neopreno. Esta prueba acelerada se hace únicamente con fines comparativos, ya que no existe correlación exacta entre los resultados de esta prueba y la vida útil del neopreno.

Esta prueba consiste en someter las probetas a una temperatura de 100°C dentro de un horno con circulación de aire y a la presión atmosférica sin exposición a fuentes de luz, después se someten a las pruebas de tensión y alargamiento para finalmente calcular el la pérdida de tensión y alargamiento en porcentaje que sufren. No deberán someterse a esta prueba las probetas que tengan menos de 24 horas de haber sido vulcanizadas.

El procedimiento inicia colocando probetas para la prueba de tensión y alargamiento, previamente elaborados, dentro del horno con una temperatura de 100°C. Las probetas son mantenidas a esta temperatura durante 70 horas, contado a partir del momento que fueron introducidas las probetas en el horno.

Al cumplirse las 70 horas de envejecimiento, se retiran las probetas del horno y se dejan enfriar a la temperatura ambiente, dejándolas en reposo sobre una superficie plana, por no menos de 16 horas ni más de 96, antes de efectuar la prueba de tensión y alargamiento.

Los resultados de la prueba de tensión y alargamiento después del envejecimiento, será el promedio de los resultados de tres probetas como mínimo; si cualquiera de los valores de las probetas no cumple con lo especificado, se repetirá la prueba en dos probetas más y el resultado final se considerará como el promedio de las cinco probetas ensayadas.

Todas las probetas ensayadas se someterán a un examen visual y al tacto, registrando sus condiciones de apariencia física.

La disminución de las propiedades elásticas del neopreno envejecido con respecto a las del neopreno original, se calculará como un porcentaje del cambio sufrido en su resistencia a la tensión y alargamiento a la ruptura, con la fórmula siguiente:

$$P_e = 100 (E - N) / N$$

P_e disminución del valor de tensión o de alargamiento, en %

E valor promedio de resistencia a la tensión o de alargamiento obtenido del neopreno envejecido.

N valor promedio de resistencia a la tensión o de alargamiento obtenido del neopreno original.

El reporte deberá incluir el porcentaje de cambio a la tensión o al alargamiento a la ruptura, el tiempo de calentamiento y la temperatura de envejecimiento, y las dimensiones de las probetas

3.5.5 PRUEBAS DE IDENTIFICACIÓN

La identificación del polímero son rápidos y seguros cuando se trata de vulcanizados que contienen un sólo polímero. La mezcla de diversos polímeros causa interferencias que requieren pruebas de confirmación

La prueba de identificación se lleva a cabo mediante el empleo de reactivos, los cuales se prepararán de la siguiente manera

3.5.5.1 Reactivo número 1

Disuelva 2 gramos de acetato cúprico y 0.25 gramos de amarillo metanil en 500ml de metanol absoluto. Impregne cuadros de papel filtro con la disolución, seque y corte en tiras. Para preparar la disolución humectante, disuelva 2.5 gramos de dihidrocloruro de benzidina en una mezcla de 500ml de metanol y 500ml de agua. Agregue 10ml de 0.1% solución acuosa de hidroquinona. Almacénese en un frasco oscuro. Puede llegar a formarse un precipitado que no afecta la eficiencia de la disolución. Si ésta se protege del aire y de la luz, puede usarse por varios meses

3.5.5.2 Reactivo número 2

Papeles de prueba de polisobutileno y solución humectante. Use tiras de papel filtro incoloro. Para preparar la solución humectante agregue 5.0 gramos de óxido mercurio amarillo a una mezcla de 15ml de ácido sulfúrico ($D = 1.84$), y 80ml de agua; hierva hasta el punto de ebullición y continúese calentando hasta que se disuelva el óxido, enfríe y diluya a 100ml con agua destilada

3.5.5.3 Reactivo número 3

Solución humectante y papeles de prueba de hule estireno. Impréguese cuadros de papel filtro con una solución de 3 gramos de p-dimetilaminobenzaldehido y 0.5 gramos de hidroquinona en 100ml de éter etílico. Séquese y córtese en tiras, estas tiras almacenadas en frascos oscuros mantendrán su estabilidad por varias semanas, pero perderán eficiencia si se dejan en frascos transparentes. Para preparar la disolución humectante, disuelva 30 gramos

de ácido tricloroacético en isopropañol y diluya a 100ml con isopropanol - Evitese el contacto con la piel.

3.5.5.4 Procedimiento

Moje una tira de papel de prueba con la solución humectante respectiva y manténgala en una posición paralela como a 5mm arriba de la superficie de un elemento de calentamiento el cual esta en contacto con el hule sometido a prueba. El elemento de calentamiento debe estar lo suficientemente caliente para provocar humos de la pirólisis del producto pero no tanto como para llegar a provocar la ignición del hule. Se debe tener cuidado de obtener un detalle del color en la superficie del papel impregnado que queda del lado de los humos, sin quemar el papel o los materiales impregnantes. Califíquese de acuerdo con la siguiente tabla.

TABLA DE COLORACIONES

Tipo de hule	Prueba número 1	Prueba número 2	Prueba número 3.
Neopreno	Rojo-violeta	Incoloro*	Verde
Nitrilo	Verdegris-azul	Café pálido	Amarillo
Neopreno/Nitrilo	Rojo-verde	Café pálido	Verde
poliisobutileno	Incoloro*	Amarillo	Amarillo
		amarillo-verde	Pálido
Hule natural	Incoloro*	Café	Azul
Estireno	Incoloro*	Café	Verde-esmeralda

*Puede llegar a ser un café muy claro más que incoloro

3.5.6 RESISTENCIA AL OZONO

El procedimiento consiste en exponer, dentro de una cámara de acero inoxidable con un volumen de 0.160m³, especímenes de forma trapezoidal de 10cm de base inferior, 5cm de base superior, 13cm de altura, y espesor igual al del elastómero entre las placas de acero, en una cámara con aire ozonizado sometida a una atmósfera de presión y una concentración de 100 PPCM en volumen. La muestra debe estar sometida a un esfuerzo de tensión o de doblado que aumente en 20% su longitud, y a una temperatura de 38°C durante 100 horas.

La cámara de ozono debe contar con un generador de ozono localizado exteriormente, capaz de proporcionar y mantener la circulación y temperatura constantes dentro de ella, además debe estar provisto del dispositivo para medir la concentración de ozono

Se deben hacer observaciones frecuentes para detectar la aparición de las primeras grietas en la superficie de las muestras, se recomienda que estas observaciones se hagan con una lupa de 7 aumentos.

3.6 PRUEBAS EN APOYOS DE NEOPRENO

3.6.1 VERIFICACIÓN DE LA HORIZONTALIDAD DE LAS PLACAS DE NEOPRENO Y DE LAS DE ACERO

El paralelismo de las placas de acero de refuerzo interno de los apoyos se determina midiendo la base del apoyo hasta la base de cada placa en los 4 puntos correspondientes a las caras laterales del apoyo. La diferencia entre la medición mayor y la menor de las cuatro mediciones deberán ser registradas para cada placa de refuerzo. La suma de estas diferencias correspondiente a cada apoyo no deberá exceder de 25% del espesor efectivo de hule

3.6.2 DUREZA

La prueba de dureza que se le practica a los apoyos de neopreno es la denominada Shore "A", la cual se realiza mediante la penetración de un punzón de dimensiones especificadas sobre la superficie de una capa de elastómero. El dispositivo de penetración se denomina durómetro, el cual antes de efectuar la prueba debe comprobarse su calibración mediante lecturas hechas sobre una placa patrón de dureza conocida. La superficie en la que se determine la dureza debe ser plana y lisa, sin ondulaciones o rugosidades.

La dureza se determina presionando el punzón del durómetro sobre la superficie del apoyo de neopreno durante 5 segundos para obtener una lectura. Deben tomarse de entre 5 y 10 lecturas en cada muestra, distribuida uniformemente sobre la superficie, separadas de las orillas del apoyo 1.5 cm como mínimo. Se considera como el valor de dureza Shore "A", el promedio de 5 a 10 lecturas

3.6.3 COMPRESIBILIDAD

Esta prueba consiste en la determinación de la deformación unitaria de un apoyo integral de neopreno al ser sometido a un esfuerzo unitario de compresión especificado

Para la realización de esta prueba se requiere una máquina de ensaye de compresión con rótula en donde se colocará el apoyo entre las platinas de carga; la máquina debe garantizar la aplicación de carga lenta para el esfuerzo estático de compresión.

Se utilizan por lo menos dos micrómetros o indicadores de carátula, con sensibilidad de 0.01mm, para medir la deformación de proyecto. Se efectúan dos ciclos de carga, aplicando un esfuerzo igual al del proyecto y es en el segundo ciclo donde se deben registrar los datos de la deformación, como porcentaje del espesor efectivo del neopreno, el cual es igual al espesor total del apoyo, menos el espesor de las placas de acero y de las placas de neopreno de recubrimiento.

Durante el segundo ciclo de carga se aplica un esfuerzo inicial de 2 kg/cm² y a partir de este punto se ajustan los micrómetros a cero y se comienza el registro de los valores de deformación hasta alcanzar el valor de la carga de proyecto manteniéndola por espacio de tres segundos. La finalidad de aplicar el esfuerzo inicial es para compensar cualquier irregularidad de la superficie del apoyo.

La deformación unitaria del apoyo de neopreno, en porciento, se calculará con la siguiente fórmula

$$d = 100 D / E$$

d : deformación unitaria en %.

D . deformación del apoyo, en mm

E . espesor efectivo del neopreno, en mm.

Cuando hay dudas sobre los resultados de la deformación unitaria del apoyo, se trazaré la curva completa esfuerzo-deformación para que a través de ésta se dé el dictamen del apoyo en cuestión.

3.6.4 RESISTENCIA MAXIMA A LA COMPRESIÓN

La resistencia máxima a la compresión se realiza aplicando carga al apoyo hasta llevarlo a la falla y si por el tamaño del apoyo o por la capacidad de la maquina esto no fuera posible, se deberá tomar una muestra de 100 x 100mm del mismo, la cual se llevará a la falla.

Los resultados deberán reportarse como resistencia máxima a la compresión, indicando también las dimensiones de la muestra y la carga máxima aplicada; de preferencia deben elaborarse gráficas esfuerzo-deformación con los resultados obtenidos.

3.6.5 COMPRESION COMBINADA CON ESFUERZO CORTANTE. MODULO "G"

La prueba se realiza empleando dos apoyos y tres placas de acero, arreglados de tal manera que una placa de acero queda entre dos placas de neopreno y las dos placas de acero restantes se colocan en la parte inferior y superior del grupo de los dos apoyos.

Al conjunto de apoyos de neopreno y placas de acero arreglados en forma de emparedados se colocan en la máquina de ensaye y se les aplica una carga constante que genere un esfuerzo de 51 kg/cm². Posteriormente se aplica por etapas una fuerza horizontal "H" a la

placa de acero intermedia, registrando la deformación horizontal correspondiente. Se continúa el ensayo hasta obtener un ángulo de deslizamiento δ de tal manera que $\delta = 0.9$. La velocidad de aplicación de la carga no deberá exceder de una tonelada por minuto.

En ensayo se efectuará dos veces y el módulo "G" se determinará a partir de la segunda aplicación de carga. Convencionalmente el módulo "G" se determina en el intervalo comprendido entre $\delta = 15^\circ$ y $\delta = 30^\circ$.

El módulo "G" se calculará con las siguientes fórmulas:

$$G = \frac{H}{ab \tan \delta}$$

En donde $\tan \delta = U/T$

a : ancho de la probeta, en cm.

b : longitud de la probeta, en cm

H : fuerza horizontal, en kg

U : deformación horizontal, en mm.

T : espesor efectivo del neopreno, en mm.

G : modulo "G" en kg/cm²

La prueba se considera satisfactoria si los valores obtenidos no difieren en más de 15% del valor de proyecto.