



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

PLANEACION Y CONTROL DE OBRAS

Ing. Ernesto Bernal Velazco

OCTUBRE, 1985

ANTES DEL INICIO DE
LA CONSTRUCCION.

ACTIVIDADES
DE LA
RESIDENCIA

DURANTE LA CONSTRUCCION

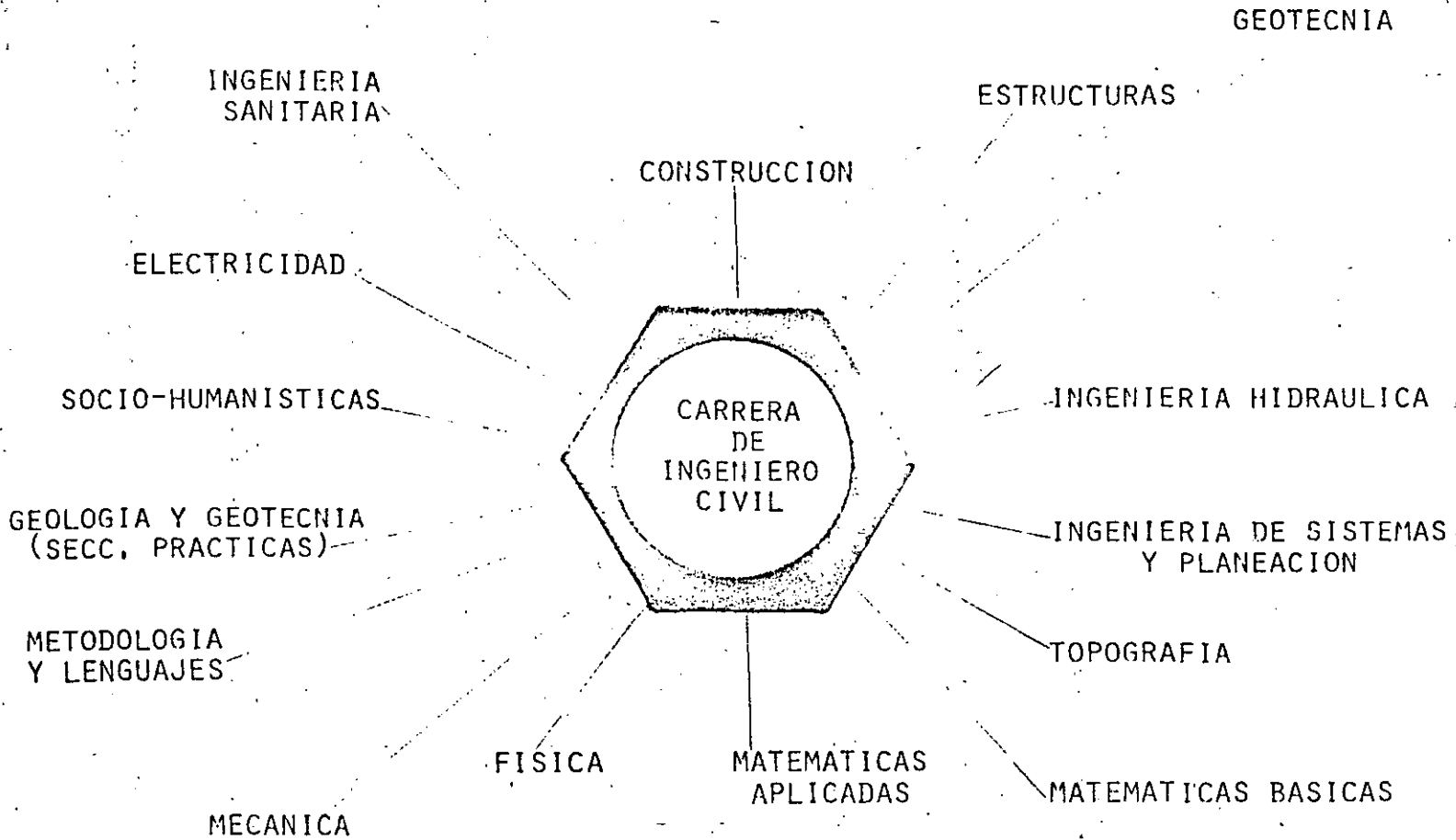
POSTERIOR A LA CONSTRUCCION

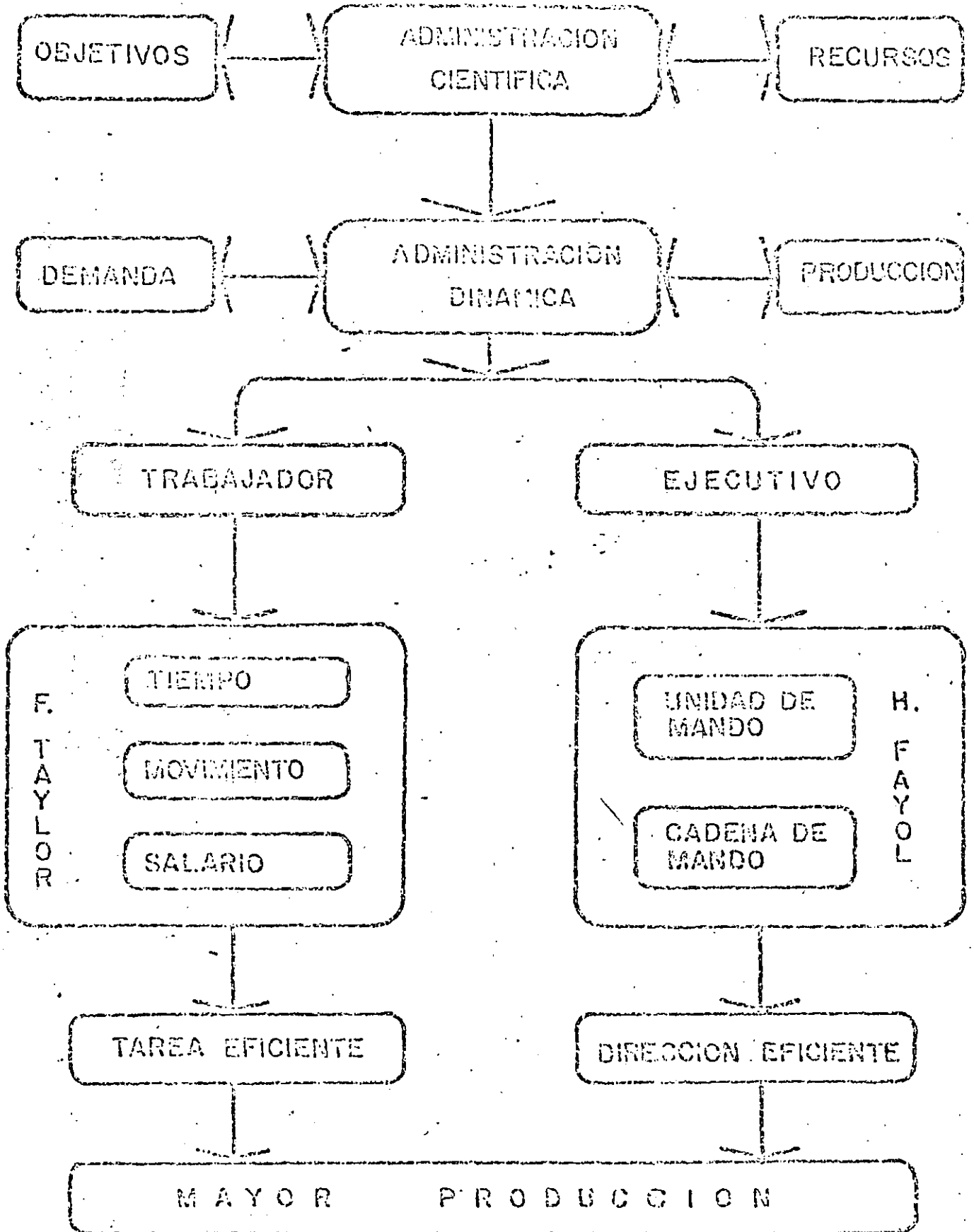
S U P E R V I S I O N

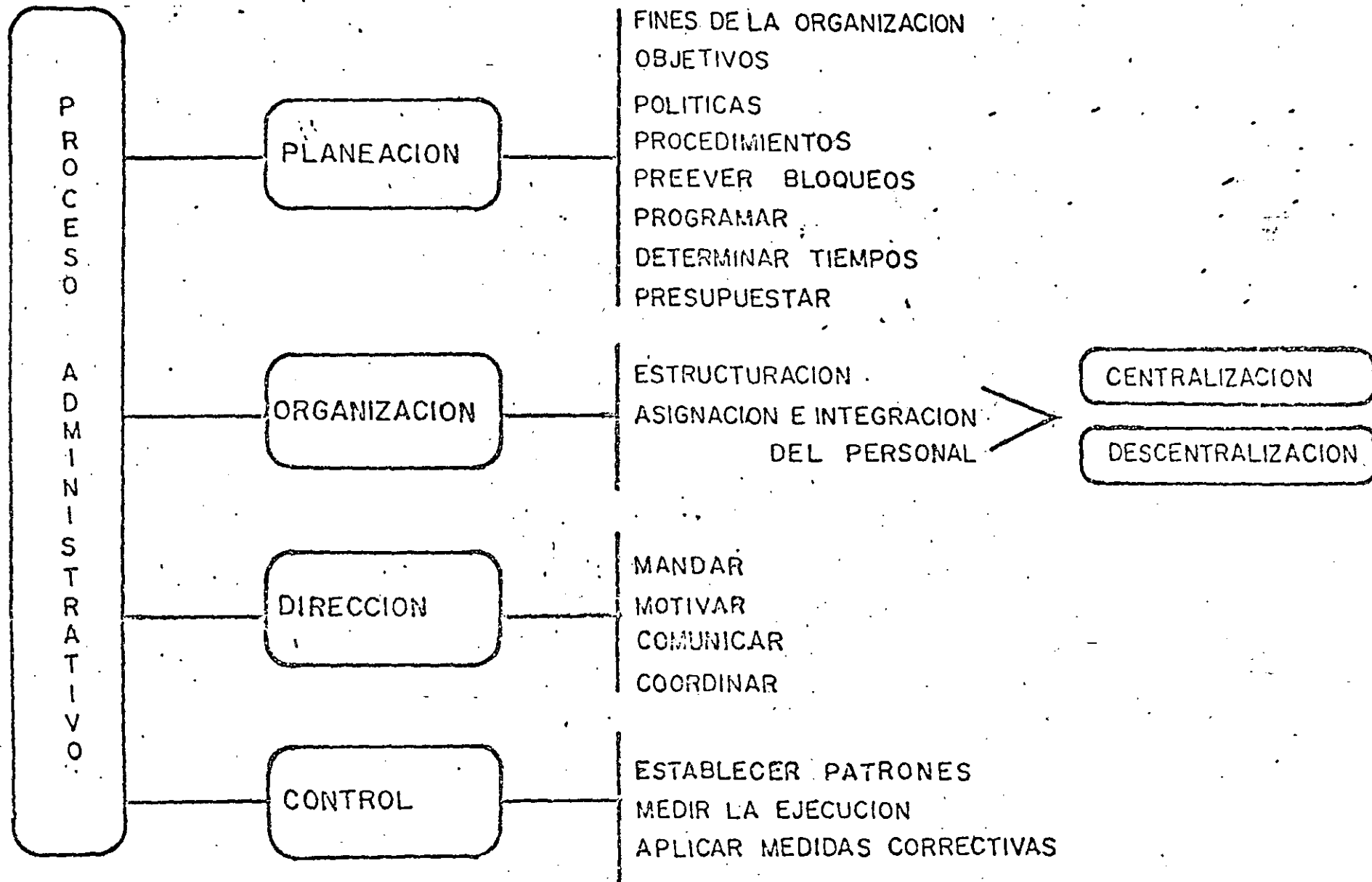
ES EL ARTE DE REALIZAR UN TRABAJO POR MEDIO DE LOS ESFUERZOS Y LAS HABILIDADES DE OTRAS PERSONAS. LA SUPERVISION ES UNA "FUNCION" QUE CONSTA DE DEBERES Y RESPONSABILIDADES BIEN DEFINIDOS Y QUE EMPLEA UN SINGULAR CONJUNTO DE PRINCIPIOS, PRACTICAS Y RESPONSABILIDADES PARA INFORMAR OPORTUNAMENTE SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE UN PROCESO, PARA QUE LA DIRECCION TOMÉ OPORTUNAMENTE LAS MEDIDAS QUE SE REQUIERAN Y LLEGAR A LOS OBJETIVOS PREDETERMINADOS EN LA PLANEACION.

CARACTERISTICAS

1. INTELIGENCIA
2. ENERGIA FISICA
3. INTEGRIDAD MORAL
4. EQUIDAD
5. INICIATIVA
6. CAPACIDAD TECNICA
7. CULTURA GENERAL
8. LEALDAD
9. COORDINACION Y EFICIENCIA
10. ENTUSIASMO
11. CAPACIDAD ADMINISTRATIVA
12. AUTOCONFIANZA
13. BUEN HUMOR
14. ENERGIA
15. DECISION
16. CORAJE
17. VOLUNTAD
18. SENTIDO DEL DEBER
19. HABILIDAD EDUCATIVA
20. AUTODOMINIO
21. RESPONSABILIDAD
22. APARIENCIA PERSONAL
23. FORMA DE MANDAR







TRES DEFINICIONES DE PLANEACION

" PLANEACION ES EL PROCESO MEDIANTE EL CUAL SE DECIDE ANTICIPADAMENTE QUE ES LO QUE SE VA A HACER Y COMO SE VA A HACER".

KAST Y ROSENZWEIG

" PLANEACION ES UN PROCESO CONTINUO PARA TOMAR EN EL PRESENTE, DECISIONES EN FORMA SISTEMATICA Y CON EL MEJOR CONOCIMIENTO-POSIBLE DEL FUTURO, ORGANIZANDO SISTEMATICAMENTE LOS ESFUERZOS NECESARIOS PARA CUMPLIMENTAR LAS DECISIONES A TRAVES DE-UNA RETROALIMENTACION DE INFORMACION SISTEMATICA Y ORGANIZADA".

PETER F. DRUCKER

" LA PLANEACION, ES LA REALIZACION DE AQUELLAS ACITIVIDADES QUE PERMITAN DESARROLLAR UNA OBRA, DE UNA MANERA ORGANIZADA Y SIN QUE FALTEN MATERIALES, NI MAQUINARIA, NI PERSONAL".

JEFE DE CONSTRUCCION

¿ QUE HAY QUE PLANEAR ?

1) PROGRAMAS

DE OBRA.

DE RECURSOS.

DE EGRESOS.

DE INGRESOS.

2) COSTOS

DE RECURSOS.

DE CONCEPTOS DE OBRA.

INDIRECTOS.

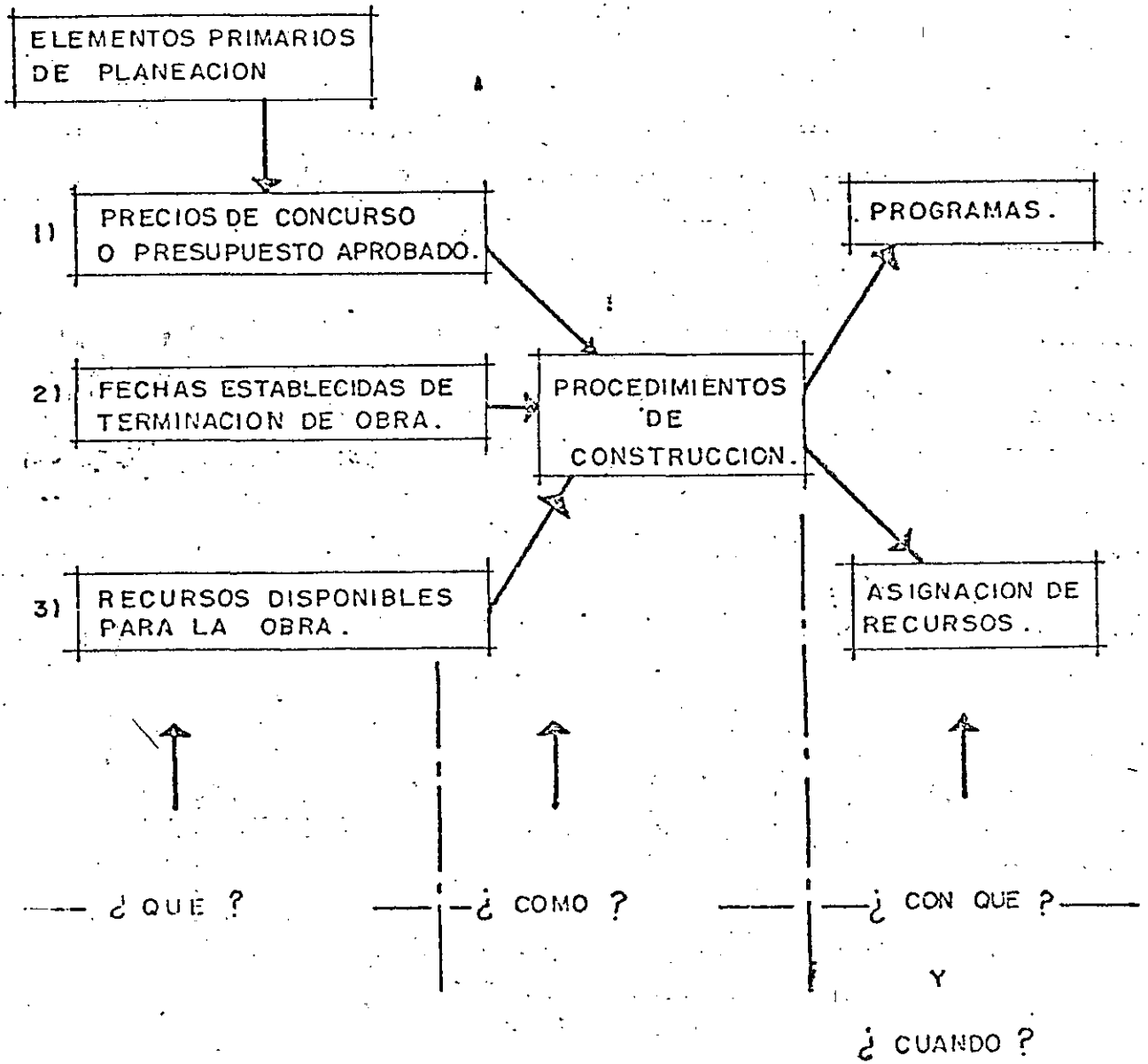
3) ESPECIFICACIONES

DE MATERIALES.

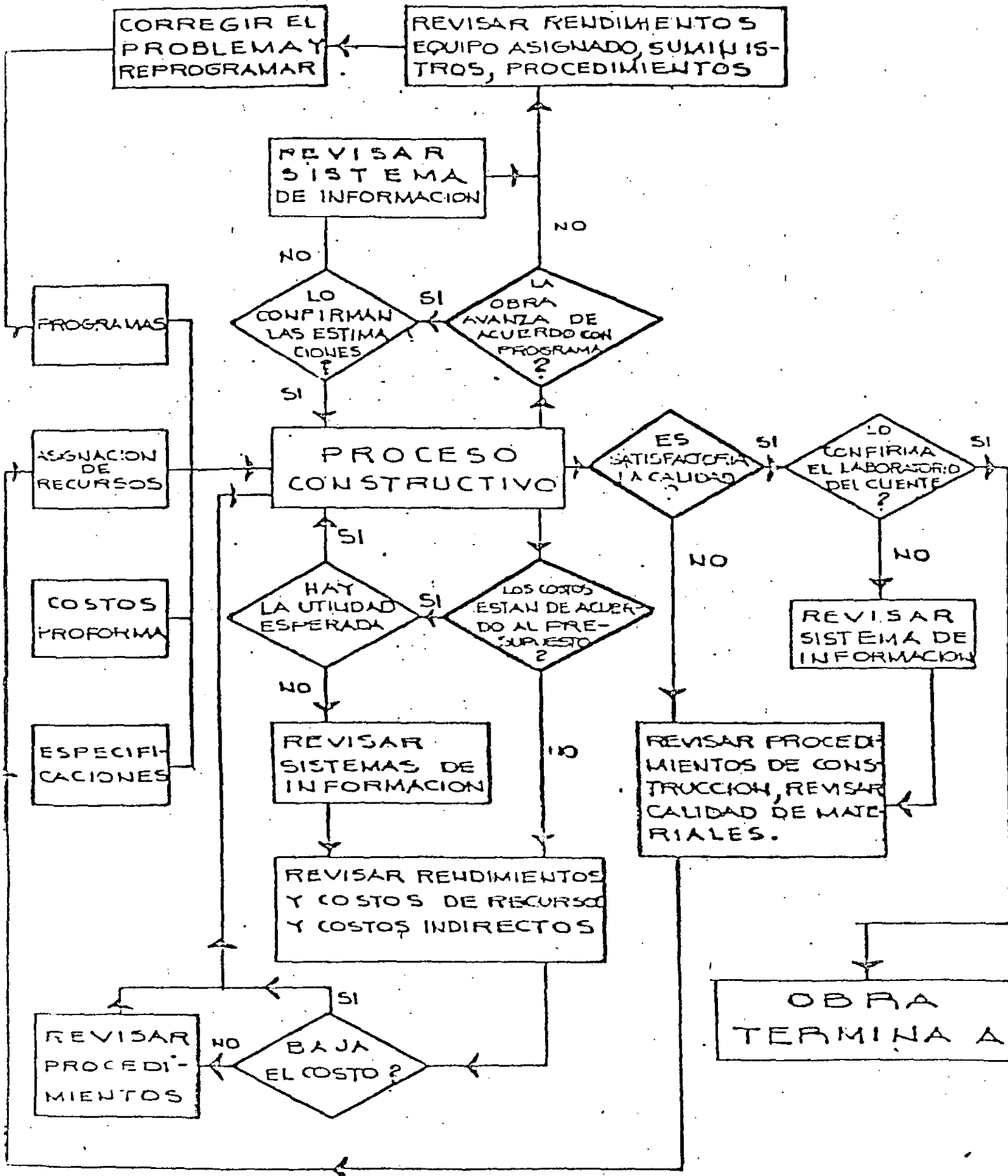
DE RESULTADOS.

DE MEDICION.

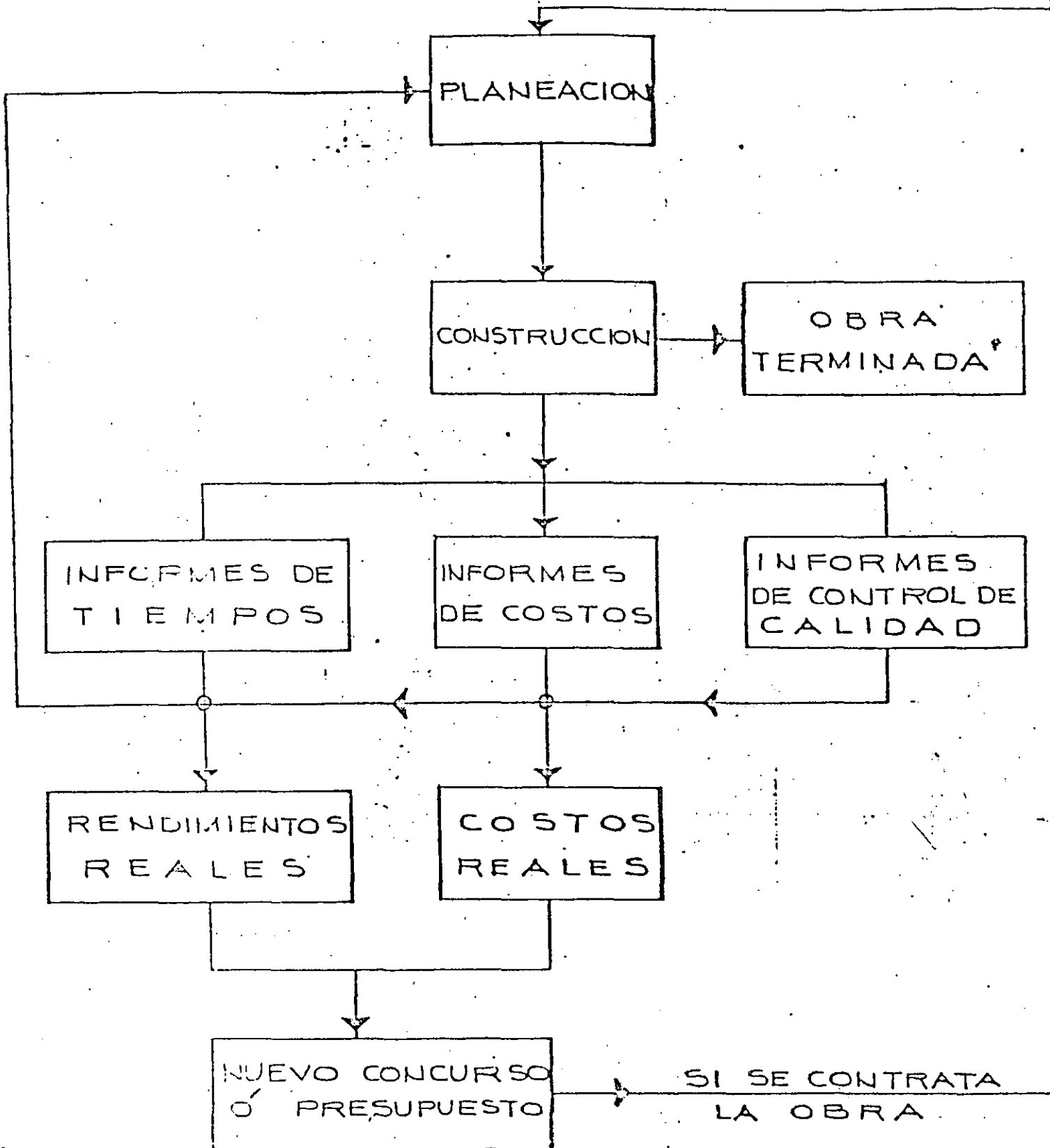
¿ COMO PLANEAR ?



COMO MANEJAR FLUJO DE INFORMACION



FLUJO DE INFORMACION



ESTUDIOS PRELIMINARES

DEBERAN PROPORCIONAR TODA LA INFORMACION NECESARIA PARA QUE SE PUEDAN SELECCIONAR DESDE EL PUNTO DE VISTA-ECONOMICO, LOS PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION.

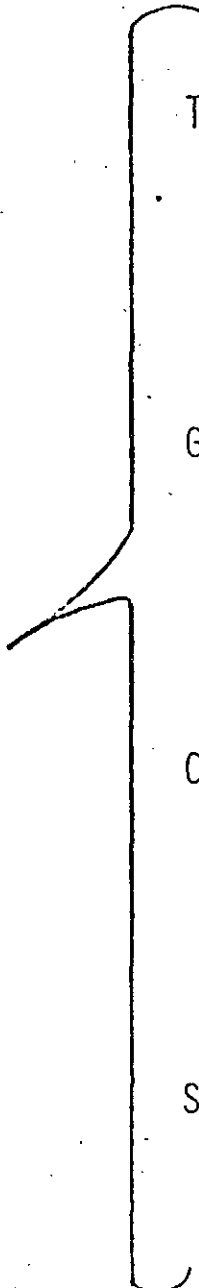
ESTUDIOS PRELIMINARES.

TOPOGRAFICOS

GEOLOGICOS

CLIMATOLOGICOS

SOCIO-ECONOMICOS



ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

A) LOCALIZACION GENERAL.

- ACCESOS POR LOS DIFERENTES MEDIOS DE TRANSPORTE.
- DISTANCIAS A LOS CENTROS DE IMPORTANCIA.
- ESTADOS Y MUNICIPIOS CORRESPONDIENTES.
- TOPOGRAFÍA GENERAL DEL TERRENO.
- GEOLOGÍA.

B) DATOS TOPOGRAFICOS PARTICULARES.

- AREA Y FORMA DE LA CUENCA.
- CAUSES PRINCIPALES Y PENDIENTE DE LOS MISMOS.
- CUBIERTA VEGETAL.
- GEOLOGÍA SUPERFICIAL.
- DATOS DE LA CUENCA.
- LEVANTAMIENTO DEL VASO Y LA BOQUILLA.

C) VOLUMENES POR EJECUTAR.

ESTUDIOS GEOLOGICOS.

A) CORTES GEOLOGICOS.

- EN LOS SITIOS DE LAS ESTRUCTURAS PRINCIPALES.

B) DESCRIPCION DE LOS MATERIALES.

- CAUSES Y LADERAS.
- BANCOS DE PRESTAMO.
- ESPESOR DE LOS ESTRATOS.

C) GRANULOMETRIA DE LOS ACARREOS.

D) CONCLUSIONES DEL GEOLOGO.

ESTUDIOS CLIMATOLÓGICOS.

A) ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.

- RÉGIMEN DE LA CORRIENTE.
- AVENIDA MÁXIMA.
- CURVAS TIRANTES-GASTOS.
- AZOLVES, ACARREOS.
- REMANSOS.

INFORMACION SOCIO-ECONOMICAS (I)

- A) FUERZA DE TRABAJO EXISTENTE EN LA REGION.
- B) MOVIMIENTOS MIGRATORIOS.
- C) DIVERSIONES Y FESTIVIDADES.
- D) EDUCACION.
- E) SALUBRIDAD.
- F) GRUPOS DE PRESION.
- G) AUTORIDADES POLITICAS FORMALES.
- H) PODER REAL .
- I) TENENCIA DE LA TIERRA.

SOCIO - ECONOMICAS (II)

- A) COSTO DE MANO DE OBRA.
 - PERSONAL OBRERO.
 - PERSONAL TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO.
- B) COSTOS SOCIALES
 - COSTOS DE SOBRETUENDU.
 - DURACIÓN DE TURNO NORMAL/NOCTURNO.
 - PRESTACIONES LEGALES.
 - PRESTACIONES EXTRALEGALES.
- C) COMPONENTES
 - INSTALACIONES DE OBRA.
- D) MATERIALES
 - COSTO.
 - CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.
 - FACILIDADES DE OBTENCIÓN.
- E) COMUNICACIONES.
- F) TRANSPORTE.
- G) IMPUESTOS Y SEGUROS.
- H) ENERGIA ELECTRICA Y AGUA.
- I) DESTAJOS Y SUBCONTRATOS.

ESTUDIOS PRELIMINARES

LOCALIZACION GEOGRAFICA Y OFICINAS GUBERNAMENTALES

CONDICIONES CLIMATOLOGICAS

COMUNICACIONES

1. CARRETERAS

2. FERROCARRILES

3. VIAS AEREAS

4. TELEGRAFOS - CORREOS - TELEFONOS

OBRA DE MANO

COSTO DE LA VIDA Y PROVEEDURIAS

MATERIALES Y TALLERES

FLETES Y DESTAJOS

CONCEPTOS GENERALES

AGREGADOS

AGUA

BANCOS DE EXCAVACION

COLOCACION DE MATERIAL EXCAVADO

EXCAVACIONES SUBTERRANEAS

LOCALIZACION GEOGRAFICA Y OFICINAS GUBERNAMENTALES

1. CROQUIS CON LAS PRINCIPALES CIUDADES, RIOS, ETC.
2. NUMERO DE HABITANTES EN LAS CIUDADES CERCANAS.
3. ESTADO DE LA REPUBLICA
4. MUNICIPIO(S)
5. GERENCIA DE S.R.H., LOCALIZACION. QUIEN ES EL SR. GERENTE Y LOS PRINCIPALES FUNCIONARIOS.
6. ZONA DE LA C.F.E. A QUE PERTENECE LA OBRA. QUIEN ESTA AL FRENTE.
LOCALIZACION EN LAS CIUDADES MAS CERCANAS DE LAS OFICINAS. PRINCIPALES FUNCIONARIOS.
7. OFICINAS DE LA SECRETARIA DE HACIENDA. LOCALIZACION.
8. OFICINAS DEL SEGURO SOCIAL
9. EXISTE SEGURO SOCIAL EN LA ZONA? SINO, A QUE DISTANCIA SE ENCUENTRA.
10. FUNCIONARIOS DEL SEGURO SOCIAL.
11. INVESTIGAR SI LOS IMPUESTOS SE PAGAN AL ESTADO O SI HAY CONVENIO CON LA FEDERACION.
12. INVESTIGAR SI NO HAY IMPUESTO MUNICIPAL.
13. SI LA OBRA ESTA CERCA DE ALGUN PUERTO, CAPITANIA. FACILIDADES ADUNALES. SI ES CONVENIENTE TRANSPORTE MARITIMO O FLUVIAL.
14. SI LA OBRA ESTA CERCA DE LA FRONTERA, INVESTIGAR - ADUANAS. OFICINAS ADUANALES, FUNCIONARIOS.

15. SI TRABAJA PETRÓLESOS MEXICANOS CERCA, INVESTIGAR FUNCIONARIOS OFICINAS.
16. QUIÉN ESTÁ ENCARGADO DE CONSERVACION DE S.O.P. -- QUIÉN DE CAMINOS VECINALES. OFICINAS.

CONDICIONES CLIMATOLOGICAS

1. LOCALIZACION ESTACIONES PLUVIOMETRICAS
2. PRECIPITACIONES:
TOTAL
DISTRIBUCION.
3. EVAPORACIONES.
4. TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS MENSUALES.
5. HUMEDAD AMBIENTE
6. VELOCIDADES PROMEDIO DEL VIENTO - MAXIMA
7. AREAS DE LAS CUENCAS CERCANAS A LA OBRA
8. RIOS CERCANOS. GASTOS MAXIMOS, MINIMOS Y DIARIOS.

COMUNICACIONES

1. CARRETERAS:

1. CROQUIS DE LAS VIAS DE COMUNICACION A LA OBRA, INDICANDO CAMINOS (PAVIMENTADOS, REVESTIDOS Y-BRECHAS) Y SI SE PUEDE PASAR EN TODO TIEMPO O-NO. MENCIONAR DISTANCIAS Y EL ESTADO EN QUE SE ENCUENTRAN LOS CAMINOS.
2. DATOS DE SOBREELEVACION MAXIMA DE LAS CURVAS. RADIO DE CURVATURA.
3. ALTURA MAXIMA DE LA CARGA (PUENTES DE PASO A -TRAVES, ALTURA DE LINEAS TELEFONICAS, TELEGRA-FICAS, ETC.).
4. LOCALIZACION DE LAS BASCULAS MAS CERCANAS.
5. DATOS DE CARGA PUENTES. VER SI HAY VADOS O NO.
6. SI EXISTEN LINEAS DE TRANSPORTE, COSTOS A MEXICO Y A CUALQUIER OTRA CIUDAD IMPORTANTE, ASI COMO A LAS ESTACIONES DE FERROCARRIL MAS CERCANAS..

OBRA DE MANO

1. SALARIO MINIMO
2. FECHA DEL ULTIMO AUMENTO
3. POSIBILIDADES DE CONSEGUIR PEONES
4. POSIBILIDADES DE CONSEGUIR OBREROS ESPECIALIZADOS
 - A).- FIERREROS.
 - B).- CARPINTEROS
 - C).- PERFORISTAS
 - D).- OPERADORES
 - E).- CHOFERES
5. MERCADOS DE OBRA DE MANO CERCA.
6. ES NECESARIO CONSTRUIR CAMPAMENTO?
7. PARA CUANTOS OBREROS?
8. CUANTOS SOLTEROS?
9. TIPO DE CAMPAMENTO
10. LOCALIZACION PROBABLE
11. CROQUIS DE LOCALIZACION
12. COSTO POR M². DE CAMPAMENTO (CUBIERTO). JEFES DE OBRA, INGENIEROS, SOBRESTANTES.
13. CUALLS SINDICATOS EXISTEN EN LA CERCANIA DE OBREROS DE LA CONSTRUCCION Y FLETEROS.
14. HABRIA PROBLEMA CON ALGUNO DE ELLOS?
15. SI HAY CONTRATISTAS TRABAJANDO EN LA ZONA, SI HAN TENIDO PROBLEMAS SINDICALES O NO.

El Control es el Sistema de Alarma del Proceso Constructivo.

Un Sistema de Alarma avisa cuando algo no marcha de acuerdo con lo previsto.

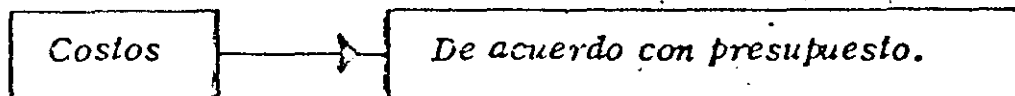
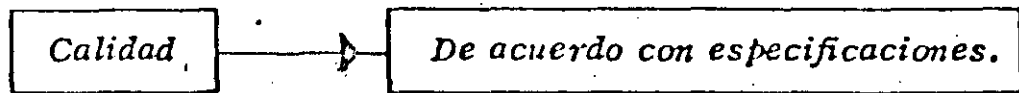
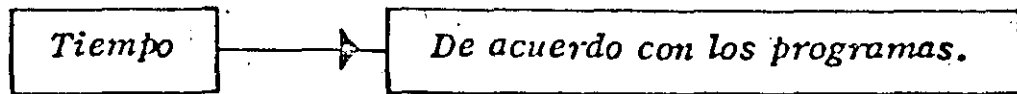
Por ejemplo: Una alarma de alta temperatura de un motor, avisa cuando la temperatura alcanza un cierto límite.

El Control nos permite saber cuando, dentro del proceso constructivo los resultados no están de acuerdo con lo planeado.

Por esta razón:

Un buen control comienza con una buena planeación, que a su vez esté en función de ciertos objetivos.

¿ Qué hay que controlar ?



CONTROL DE CALIDAD

¿ QUE ES ?

ES UN SISTEMA QUE VIGILA TODOS LOS FACTORES QUE INTERVIENEN EN UN SISTEMA PRODUCTIVO, PROPORCIONA INFORMACION OPORTUNA Y PERMITE REALIZAR AJUSTES A FIN DE ASEGURAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO, AL MENOR COSTO POSIBLE.

¿ QUE IMPORTANCIA Y VENTAJAS OFRECE ?

DETERMINAR LA RESISTENCIA, SU COMPORTAMIENTO Y GARANTIZAR LA CALIDAD DEL PRODUCTO DENTRO DE LAS NORMAS OFICIALES ESTABLECIDAS.

2-) DE COSTOS

27

EL COSTO ES ALTO

ES ALTO EL COSTO INDIRECTO, EL DIRECTO O LOS DOS?

INDIRECTOS

LOS DOS

DIRECTO

ES ALTO PORQUE LA PRODUCCION NO ALCANZA A ABSORBER LOS INDIRECTOS?

REVISAR ADMINISTRACION

EN ESTE PERIODO O SIEMPRE?

EN ESTE PERIODO

SIEMPRE

SE CAMBIO EL PROCEDIMIENTO?

REGRESAR AL PROCEDIMIENTO ANTERIOR

CAMBIAR LOS MATERIALES?

AJUSTAR EL PROCEDIMIENTO

CAMBIO EL PERSONAL RESPONSABLE?

REGRESAR AL PERSONAL ANTERIOR O ENSEÑAR AL NUEVO PERSONAL

SON LOS SUMINISTROS DE MATERIALES ADECUADOS?

CORREGIR

TRABAJA EL EQUIPO LAS HORAS ESPERADAS?

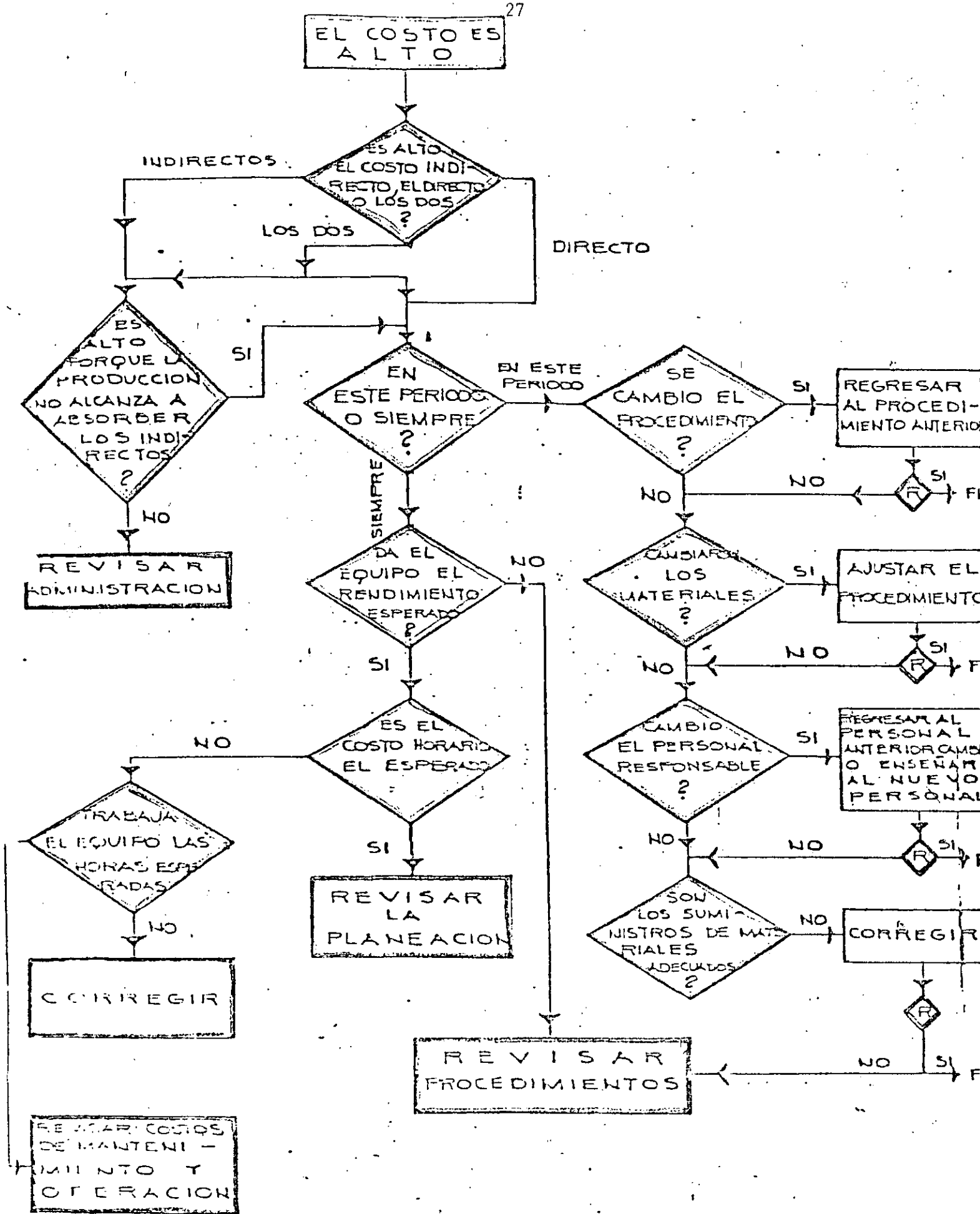
CORREGIR

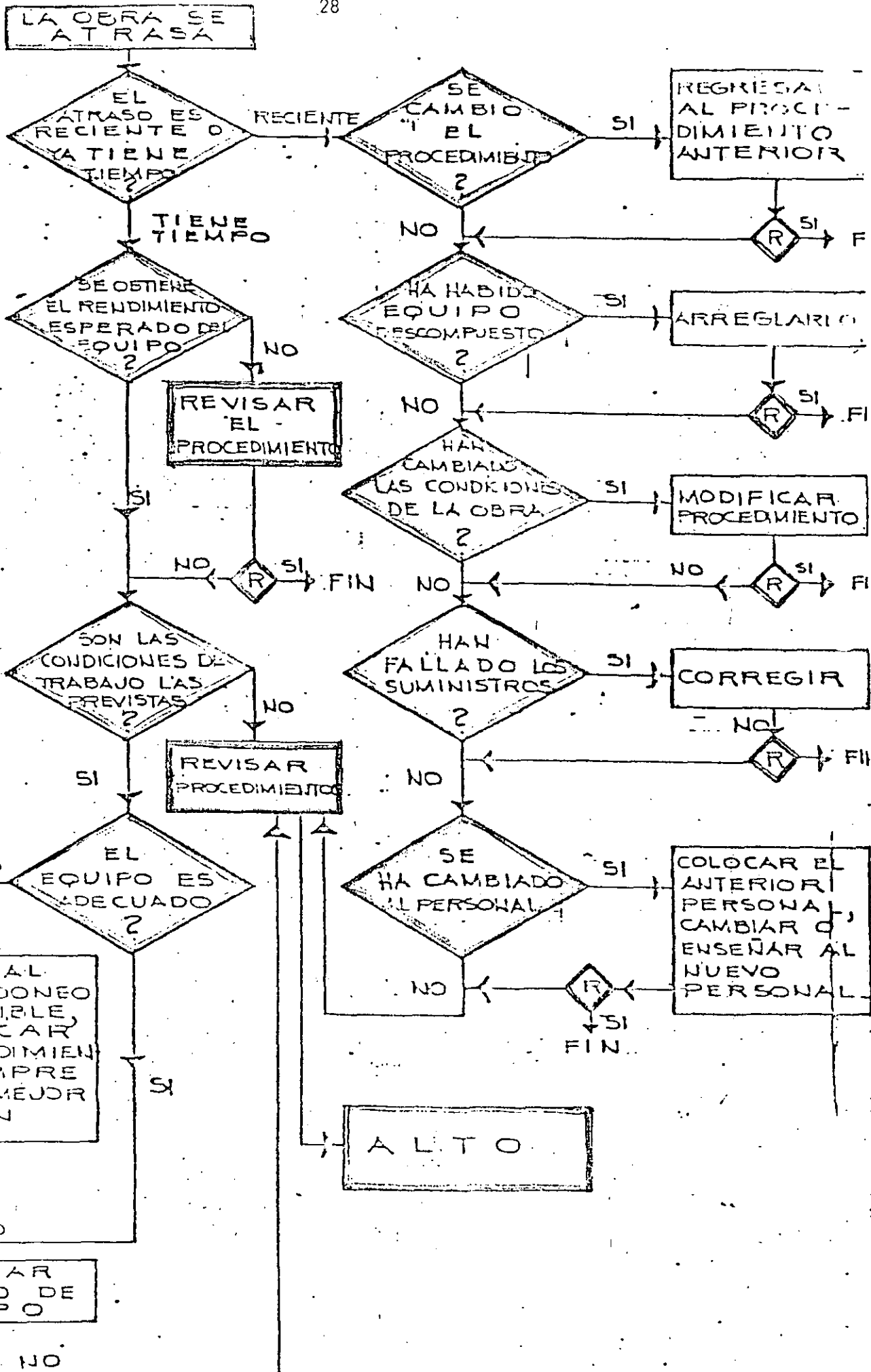
ES EL COSTO HORARIO EL ESPERADO?

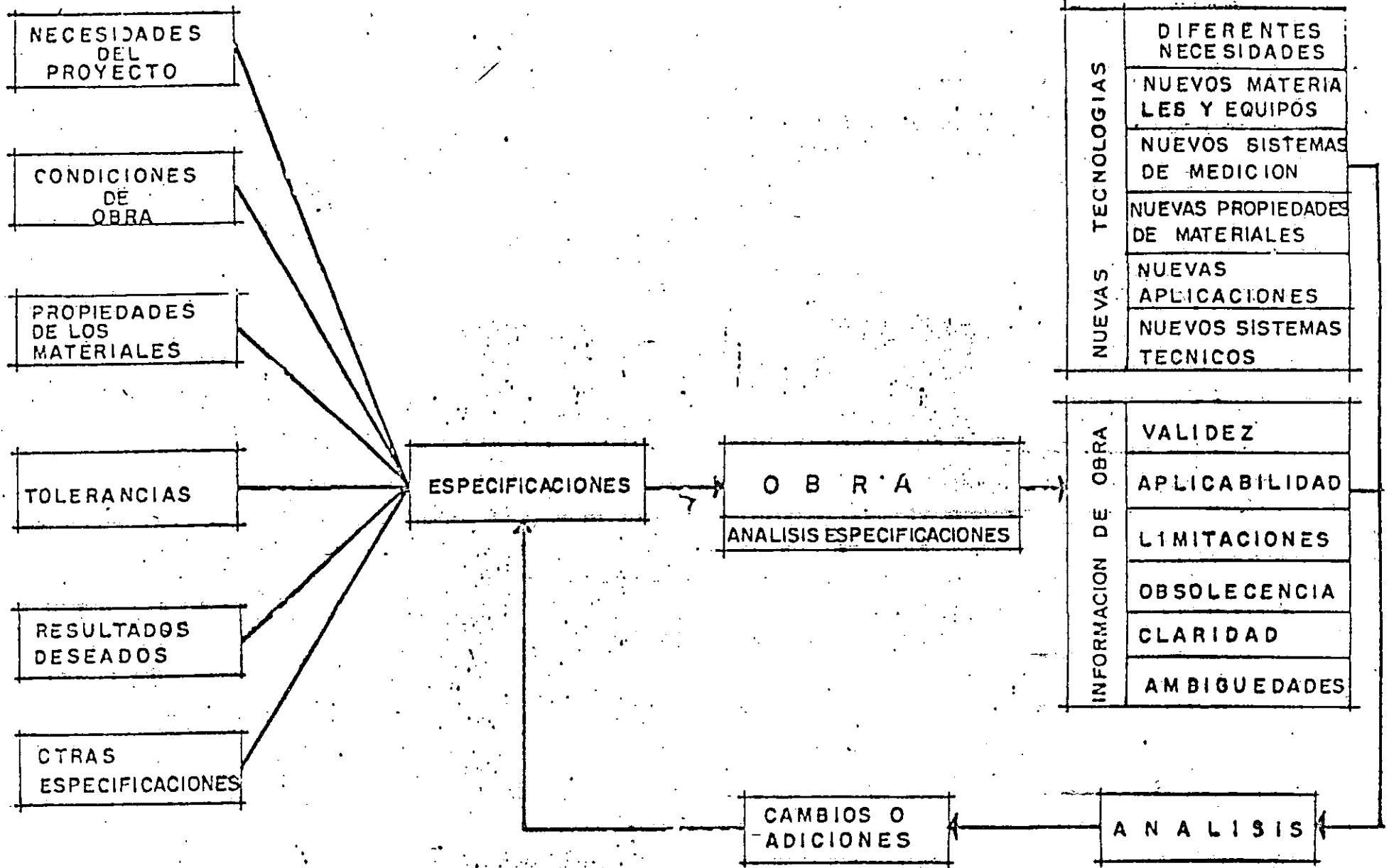
REVISAR LA PLANEACION

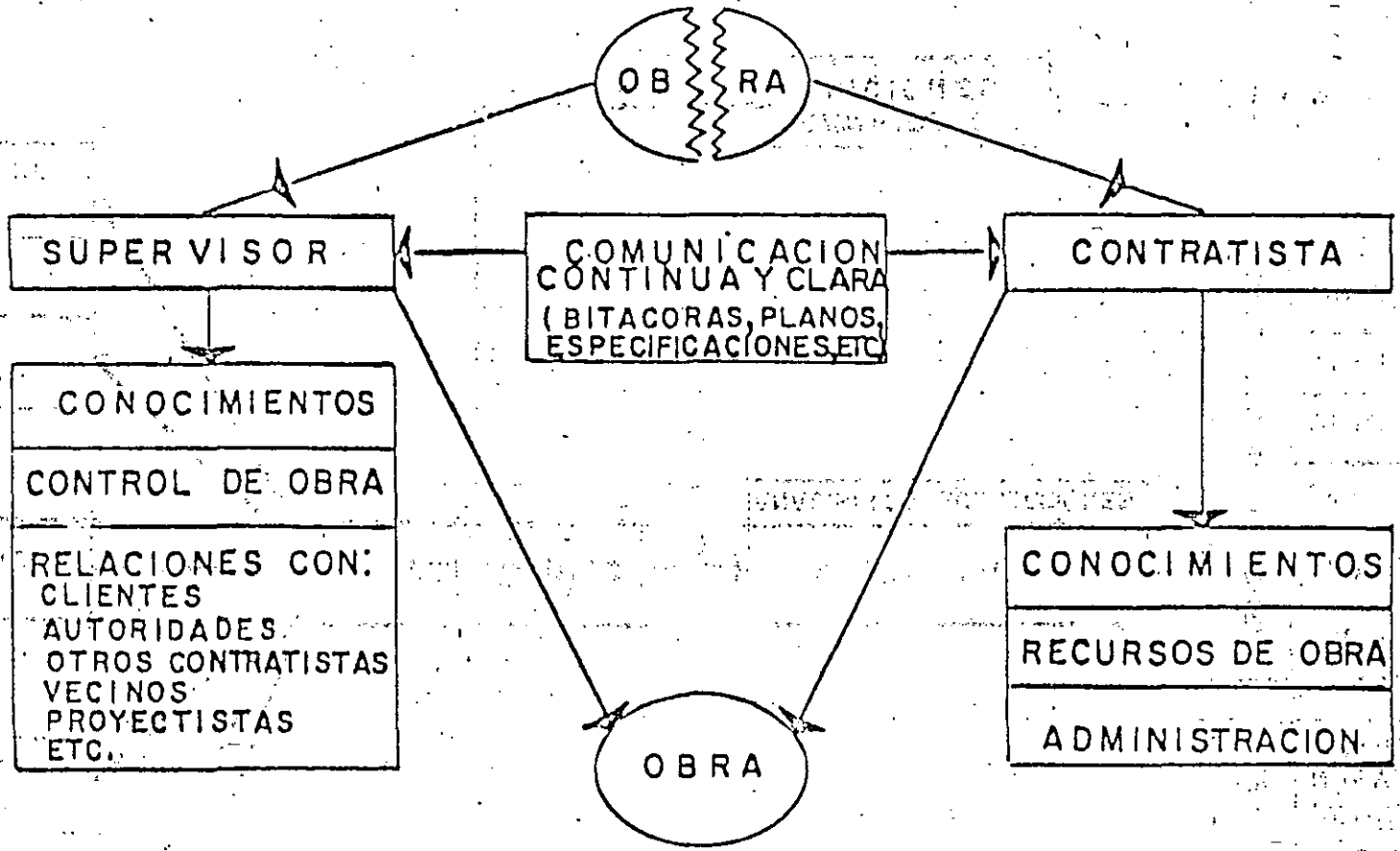
REVISAR COSTOS DE MANTENIMIENTO Y OPERACION

REVISAR PROCEDIMIENTOS











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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS
1985

OCTUBRE, 1985

I N D I C E

CAPITULO I..

DISPOSICIONES GENERALES 9

CAPITULO II

DE LA PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN
DE LA OBRA PÚBLICA. 13

CAPÍTULO III

DEL PADRÓN DE CONTRATISTAS. 19

CAPITULO IV

DE LA CONTRATACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 25

CAPITULO V.

DE LOS SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PÚBLICA 53

TRANSITORIOS 55

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

MIGUEL DE LA MADRID H., PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, EN EJERCICIO DE LA FACULTAD QUE ME CONFIERE LA FRACCIÓN I DEL ARTÍCULO 89 DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, Y

C O N S I D E R A N D O

QUE DENTRO DE LOS OBJETIVOS PERMANENTES ASUMIDOS POR EL GOBIERNO A MI CARGO, DESTACA EL FORTALECIMIENTO DEL MARCO JURÍDICO QUE REGULA LAS ACTIVIDADES PÚBLICAS, A FIN DE PROPICIAR LOS CAMBIOS QUE IMPONE LA TESIS DE RENOVACIÓN MORAL DE LA SOCIEDAD QUE SE TRADUCE EN LA PRÁCTICA EN EL PERFECCIONAMIENTO DE LOS MECANISMOS A TRAVÉS DE LOS CUALES EL ESTADO PROMUEVE LA SATISFACCIÓN DE LAS NECESIDADES DE LA SOCIEDAD;

QUE PARA EL LOGRO DE TALES OBJETIVOS, EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 1983-1988 SE CONSIGNA COMO ESTRATEGIA PARA HACER FRENTE A LOS GRANDES RETOS DEL PAÍS, REVISAR A FONDO EL SISTEMA NORMATIVO NACIONAL Y SIMPLIFICAR LOS PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS, PROPONIENDO Y, EN SU CASO, AUSPICIANDO LAS REFORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS QUE SE ESTIMEN NECESARIAS;

QUE EN ESTE SENTIDO, EN SU OPORTUNIDAD, EL EJECUTIVO A MI CARGO PROPUSO REFORMAS AL MARCO JURÍDICO VIGENTE - QUE TIENDEN A REFORZAR LAS NORMAS QUE ASEGUREN DISCIPLINA, - ADECUADA PROGRAMACIÓN, EFICIENCIA Y ESCRUPULOSA HONRADEZ EN LA EJECUCIÓN DEL GASTO PÚBLICO FEDERAL, QUE SE CONCRETARON EN EL ACTUAL ARTÍCULO 134 CONSTITUCIONAL, CUYOS PRINCIPIOS PERSIGUEN LA MEJOR APLICACIÓN DE LOS RECURSOS DE QUE DISPO- NE EL ESTADO Y QUE LOS SERVIDORES PÚBLICOS SE AJUSTEN ES- TRICTAMENTE A LAS DISPOSICIONES QUE REGULAN SU MANEJO;

QUE DE IGUAL MANERA, LOS CAMBIOS INTRODUCIDOS AL - PRECEPTO CONSTITUCIONAL CITADO, DIERON ORIGEN A LA NECES- DAD DE REGLAMENTAR INTEGRALMENTE SUS PRINCIPIOS EN CADA UNA DE LAS MATERIAS DE QUE SE OCUPA, MOTIVO POR EL CUAL, CON FE- CHAS 28 DE DICIEMBRE DE 1983 Y 31 DE DICIEMBRE DE 1984, SE PUBLICARON EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN LOS CORRES- PONDIENTES DECRETOS DE REFORMAS Y ADICIONES A LA LEY DE - OBRAS PÚBLICAS, ESTABLECIENDO LAS NORMAS, MECANISMOS Y PRO- CEDIMIENTOS A QUE SE DEBE SUJETAR LA ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS DESTINADOS A LA EJECUCIÓN DE OBRA PÚBLICA, DE MANE- RA CONSEQUENTE CON EL MANDAMIENTO CONSTITUCIONAL;

QUE AL QUEDAR DEFINIDO EL MARCO JURÍDICO-NORMATIVO QUE REGLAMENTA AL YA CITADO ARTÍCULO 134 CONSTITUCIONAL, EN MATERIA DE OBRA PÚBLICA, LA RESPONSABILIDAD DE SU ADECUADA INTERPRETACIÓN Y CUMPLIMIENTO COMPETE AL EJECUTIVO A MI CAR- GO, A TRAVÉS DE LA EMISIÓN DE LAS NORMAS REGLAMENTARIAS CON- DUCENTES;

QUE LAS NORMAS A QUE SE HA HECHO REFERENCIA DEBEN ESTAR INCORPORADAS EN UN ORDENAMIENTO DE OBSERVANCIA GENE- RAL PARA LOS SUJETOS DE LA LEY Y RECOGER LAS OPINIONES DE LOS SECTORES INVOLUCRADOS, ASÍ COMO LA EXPERIENCIA DE LAS DEPENDENCIAS ENCARGADAS DE SU APLICACIÓN Y LA PROPIA DE - LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES A QUIENES VA DIRIGIDO Y EJECU- TAN OBRA PÚBLICA, MOTIVO POR EL CUAL EL PRESENTE REGLAMEN- TO ES EL RESULTADO DE UN PROCESO EXHAUSTIVO DE CONSULTA, - ANÁLISIS DE OPINIONES Y PROPUESTAS QUE RESPONDEN CABAL Y - CONGRUENTEMENTE A LAS DISPOSICIONES DE LA LEY QUE REGLAMEN- TA Y PRETENDE SER EL INSTRUMENTO QUE APOYE LA EVOLUCIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA FEDERAL HACIA UNA GESTIÓN MÁS - RESPONSABLE Y OPORTUNA, ACORDE CON LOS PRINCIPIOS DEL PRO- GRAMA DE SIMPLIFICACIÓN ADMINISTRATIVA, Y

QUE POR-ELLO, SU CONTENIDO PRETENDE EN SU CONJUN- TO DAR CONTINUIDAD A LOS PRINCIPIOS QUE ORIENTAN LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS, AL ESTABLECER LOS MECANISMOS Y PROCEDIMIEN- TOS ADMINISTRATIVOS DE REGULACIÓN PARA DAR AGILIDAD Y OPOR- TUNIDAD A LA REALIZACIÓN DE LAS OBRAS CON LAS MEJORES CON- DICIONES PARA EL ESTADO; EN UN PLANO DE EQUIDAD CUANDO ÉS- TAS SON REALIZADAS POR PARTICULARES, HE TENIDO A BIEN EXPE- DIR EL SIGUIENTE:

REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS

CAPITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 1o.- EN TODOS LOS CASOS EN QUE ESTE REGLAMENTO HAGA REFERENCIA A LA LEY, SE ENTENDERÁ QUE SE TRATA DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS. CUANDO ALUDA A LA SECRETARÍA, CONTRALORÍA, DEPENDENCIAS, ENTIDADES, DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR Y SECTOR, SERÁN LAS QUE SE CONSIDERAN COMO TALES EN LA LEY.

ARTICULO 2o.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES, EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS Y EN LA CONTRATACIÓN DE SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS, SE SUJETARÁN ESTRICTAMENTE A LAS BASES, PROCEDIMIENTOS Y REQUISITOS QUE ESTABLECEN LA LEY, ESTE REGLAMENTO Y LAS DEMÁS DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS QUE SOBRE LA MATERIA EXPIDA LA SECRETARÍA.

ARTICULO 3o.- LAS DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS QUE CON FUNDAMENTO EN LA LEY EXPIDA LA SECRETARÍA, LAS HARÁ DEL CONOCIMIENTO DE LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PARA SU APLICACIÓN. CUANDO DICHAS DISPOSICIONES SE REFIERAN A LAS CONDICIONES QUE SE DEBERÁN OBSERVAR EN LA CONTRATACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, SE PUBLICARÁN EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN.

ARTICULO 40.- ENTRE LOS TRABAJOS QUE TIENDAN A MEJORAR Y UTILIZAR LOS RECURSOS AGROPECUARIOS Y EXPLOTAR Y DESARROLLAR LOS RECURSOS NATURALES DEL PAÍS, QUE LA LEY CONSIDERA OBRA PÚBLICA, QUEDAN COMPRENDIDOS:

I. DESMONTES, SUBSOLÉOS, NIVELACIÓN DE TIERRAS, DESAZOLVE Y DESHIERBE DE CANALES Y PRESAS, LAVADO DE TIERRAS;

II. INSTALACIONES PARA LA CRÍA Y DESARROLLO PECUARIO;

III. OBRAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL SUELO, AGUA Y AIRE;

IV. INSTALACIÓN DE ISLAS ARTIFICIALES Y PLATAFORMAS LOCALIZADAS EN ZONAS LACUSTRES, PLATAFORMA CONTINENTAL O ZÓCALOS SUBMARINOS DE LAS ISLAS, UTILIZADAS DIRECTA O INDIRECTAMENTE EN LA EXPLOTACIÓN DE RECURSOS;

V. INSTALACIONES PARA RECUPERACIÓN, CONDUCCIÓN, PRODUCCIÓN, PROCESAMIENTO O ALMACENAMIENTO, NECESARIAS PARA LA EXPLOTACIÓN Y DESARROLLO DE LOS RECURSOS NATURALES QUE SE ENCUENTREN EN EL SUELO O SUBSUELO, Y

VI. LOS DEMÁS DE INFRAESTRUCTURA AGROPECUARIA O PARA LA EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES QUE SEÑALEN LAS LEYES DE LA MATERIA.

ARTICULO 50.- SE SUJETARÁN A LAS DISPOSICIONES DE LA LEY Y ESTE REGLAMENTO:

I. LA INSTALACIÓN, MONTAJE, COLOCACIÓN O APLICACIÓN DE BIENES MUEBLES QUE DEBAN INCORPORARSE, ADHERIRSE O DESTINARSE A UN INMUEBLE;

II. LA CONTRATACIÓN DE LA INSTALACIÓN, MONTAJE, COLOCACIÓN O APLICACIÓN DE LOS BIENES A QUE SE REFIERE LA FRACCIÓN ANTERIOR, CUANDO INCLUYA LA ADQUISICIÓN O FABRICACIÓN DE LOS MISMOS;

III. LA CONSERVACIÓN, MANTENIMIENTO Y RESTAURACIÓN DE LOS BIENES A QUE SE REFIERE ESTE ARTÍCULO.

CAPITULO II

DE LA PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN DE LA OBRA PÚBLICA

ARTICULO 6o.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES EN LA PLANEACIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS, REALIZARÁN LOS ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN QUE SE REQUIERAN PARA DEFINIR LA FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA OBRA.

ARTICULO 7o.- EN LA PLANEACIÓN DE LAS OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES DEBERÁN CONSIDERAR LA DISPONIBILIDAD REAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN A SU SERVICIO O DE SU PROPIEDAD, ASÍ COMO SUS RECURSOS HUMANOS DISPONIBLES.

ARTICULO 8o.- LA DEPENDENCIA O ENTIDAD ENCARGADA DE LA PLANEACIÓN DE UN CONJUNTO DE OBRAS EN CUYA REALIZACIÓN INTERVENGAN DOS O MÁS EJECUTORAS, SERÁ RESPONSABLE DE PROPONER Y PROMOVER ANTE ÉSTAS, LA ADECUADA COORDINACIÓN DE LAS DIVERSAS INTERVENCIONES DE LAS PROPIAS EJECUTORAS.

ARTICULO 90.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES AL DETERMINAR EL PROGRAMA DE REALIZACIÓN DE CADA OBRA, DEBERÁN PREVER LOS PERÍODOS O PLAZOS NECESARIOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y PROYECTOS ESPECÍFICOS, ASÍ COMO LOS REQUERIDOS PARA LLEVAR A CABO LAS ACCIONES DE CONVOCAR, LICITAR, CONTRATAR Y EJECUTAR LOS TRABAJOS CONFORME A LO DISPUESTO EN LA LEY Y ESTE REGLAMENTO.

ARTICULO 10.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES DEBERÁN ELABORAR SU PROGRAMA Y PRESUPUESTO ANUAL DE OBRAS, INCLUYENDO:

I. LAS OBRAS, ESTUDIOS TÉCNICOS Y PROYECTOS DE DISEÑO, QUE SE ENCUENTRAN EN PROCESO DE EJECUCIÓN O LAS QUE DEBAN INICIARSE;

II. LOS TRABAJOS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BIENES INMUEBLES, Y

III.- LAS OBRAS QUE DEBAN REALIZARSE, POR REQUERIMIENTO DE OTRAS DEPENDENCIAS O ENTIDADES, ASÍ COMO LAS DE DESARROLLO REGIONAL A TRAVÉS DE LOS CONVENIOS QUE CELEBREN LOS EJECUTIVOS FEDERAL Y ESTATAL, CUANDO SEA EL CASO.

ARTICULO 11.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES EN LA FORMULACIÓN DE SU PROGRAMA Y PRESUPUESTO ANUAL DE OBRAS DEBERÁN CONSIDERAR LOS OBJETIVOS, METAS, PRIORIDADES Y ESTRATEGIAS DERIVADAS DE LAS POLÍTICAS Y DIRECTRICES CONTENIDAS EN EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO Y EN LOS PROGRAMAS SECTORIALES, INSTITUCIONALES, REGIONALES Y ESPECIALES.

SIN PERJUICIO DE LO ESTABLECIDO EN LA LEY, EN ESTE REGLAMENTO, Y EN OTRAS DISPOSICIONES LEGALES APLICABLES, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES OBSERVARÁN LAS DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS QUE DICTE LA SECRETARÍA RESPECTO DEL EJERCICIO DEL GASTO EN LAS OBRAS PÚBLICAS.

ARTICULO 12.- LAS ENTIDADES RESPONSABLES DE LA REALIZACIÓN DE CADA PROYECTO DE OBRA, DEBERÁN PRESENTAR A LA DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR, EL PROGRAMA DE INVERSIÓN RESPECTIVO, ACOMPAÑADO DE LOS ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD, ASÍ COMO EL ANÁLISIS CORRESPONDIENTE.

LAS DEPENDENCIAS COORDINADORAS DE SECTOR, CON LA INFORMACIÓN A QUE SE REFIERE EL PÁRRAFO ANTERIOR, VERIFICARÁN QUE LOS PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS SE AJUSTEN A LOS RECURSOS DISPONIBLES Y QUE SE HAYAN PREVISTO LOS IMPACTOS ECONÓMICOS, SOCIALES Y ECOLÓGICOS QUE SE ORIGINARÁN CON LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

LAS DEPENDENCIAS COORDINADORAS DE SECTOR ENVIARÁN - A LA SECRETARÍA SU PROGRAMA DE INVERSIÓN JUNTO CON EL DE LAS ENTIDADES AGRUPADAS EN EL SECTOR QUE LE CORRESPONDA COORDINAR. LAS ENTIDADES NO SECTORIZADAS LO ENVIARÁN DIRECTAMENTE.

LA SECRETARÍA AL EVALUAR LOS PROGRAMAS DE INVERSIÓN EN OBRAS DE LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES, PODRÁ FORMULAR OBSERVACIONES EN BENEFICIO DEL INTERÉS GENERAL, LAS QUE COMUNICARÁ A LA DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR, PARA QUE ÉSTA LAS HAGA DEL CONOCIMIENTO DE LA ENTIDAD DE QUE SE TRATE, O BIEN, TRATÁNDOSE DE ENTIDADES NO SECTORIZADAS, EN FORMA DIRECTA, PARA QUE, RESPECTIVAMENTE LLEVEN A CABO LAS MODIFICACIONES QUE PROCEDAN PARA EL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO CORRESPONDIENTE.

ARTICULO 13.- EN EL CASO DE OBRAS Y SERVICIOS CUYA EJECUCIÓN REBASE UN EJERCICIO, EL PRESUPUESTO DE INVERSIÓN DE CADA UNO DE LOS AÑOS SUBSECUENTES, CUANDO PROCEDA, SE AJUSTARÁ A LAS CONDICIONES DE COSTOS QUE RIJAN EN EL MOMENTO DE LA FORMULACIÓN DEL PROYECTO DE PRESUPUESTO ANUAL CORRESPONDIENTE.

ARTICULO 14.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES, PREVIA MENTE A LA REALIZACIÓN DE LA OBRA PÚBLICA, DEBERÁN TRAMITAR Y OBTENER DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES LOS DICTÁMENES, PERMISOS, LICENCIAS Y DEMÁS AUTORIZACIONES QUE SE REQUIERAN PARA SU REALIZACIÓN. LAS AUTORIDADES COMPETENTES DEBERÁN OTORGAR A LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES QUE REALICEN OBRAS PÚBLICAS LAS FACILIDADES NECESARIAS PARA SU EJECUCIÓN.

ARTICULO 15.- EN LOS TÉRMINOS DE LA LEY, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES SÓLO PODRÁN REALIZAR LAS OBRAS PÚBLICAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA O POR CONTRATO. PARA TAL EFECTO DENTRO DE SU PROGRAMA, ELABORARÁN LOS PRESUPUESTOS DE CADA UNA DE LAS OBRAS PÚBLICAS QUE DEBEN REALIZAR, DISTINGUIENDO LAS QUE SE HAN DE EJECUTAR POR CONTRATO O POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA.

CAPITULO III

DEL PADRON DE CONTRATISTAS

ARTICULO 16.- LAS PERSONAS INTERESADAS EN INSCRIBIRSE EN EL PADRÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS, DEBERÁN SOLICITARLO POR ESCRITO, ACOMPAÑANDO, SEGÚN SU NATURALEZA JURÍDICA Y CARACTERÍSTICAS, LA SIGUIENTE INFORMACIÓN Y DOCUMENTOS:

- I. DATOS GENERALES DE LA INTERESADA;
- II. CAPACIDAD LEGAL DE LA SOLICITANTE;
- III. EXPERIENCIA Y ESPECIALIDAD;
- IV. CAPACIDAD Y RECURSOS TÉCNICOS, ECONÓMICOS Y FINANCIEROS,
- V. MAQUINARIA Y EQUIPO DISPONIBLES;
- VI. ÚLTIMA DECLARACIÓN DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA;
- VII. TESTIMONIO DE LA ESCRITURA CONSTITUTIVA Y REFORMAS;

VIII. INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES Y, EN SU CASO, EN LA CÁMARA DE LA INDUSTRIA QUE LE CORRESPONDA;

IX. CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO, PARA EL CASO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS;

X. REGISTRO EN EL INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL, EN EL INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA VIVIENDA PARA LOS TRABAJADORES, Y

XII. LOS DEMÁS DOCUMENTOS E INFORMACIÓN QUE LA SECRETARÍA O EL PROPIO INTERESADO CONSIDERE PERTINENTES.

ARTICULO 17.- QUIENES CONFORME A LA LEY ESTÉN OBLIGADOS A INSCRIBIRSE EN EL PADRÓN A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO ANTERIOR, ADQUIRIRÁN EL CARÁCTER DE CONTRATISTAS AL QUEDAR INSCRITOS EN EL MISMO; QUIENES CONTRATEN CON LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES Y ESTÉN EXENTOS DE INSCRIPCIÓN EN EL PADRÓN CONFORME A LA LEY, SERÁN CONSIDERADOS PARA EFECTOS DE LA PROPIA LEY Y ESTE REGLAMENTO COMO CONTRATISTAS; EN CONSECUENCIA LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES NO PODRÁN EXIGIR NÍ A LOS CONTRATISTAS OBLIGADOS NÍ A LOS EXENTOS, EL QUE ÉSTOS SE ENCUENTREN INSCRITOS EN OTRO REGISTRO DISTINTO PARA CONCURSAR O CONTRATAR.

LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES DEBERÁN SOLICITAR A LA SECRETARÍA LA SUSPENSIÓN O CANCELACIÓN DEL REGISTRO DE LOS

CONTRATISTAS, CUANDO TENGAN CONOCIMIENTO QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DE ALGUNO DE LOS SUPUESTOS DE SUSPENSIÓN O CANCELACIÓN QUE ESTABLECE LA LEY, FUNDANDO Y MOTIVANDO DICHA SOLICITUD.

ARTICULO 18.- EN EL MES DE AGOSTO DE CADA AÑO, LA SECRETARÍA PUBLICARÁ EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, LA RELACIÓN DE PERSONAS FÍSICAS O MORALES REGISTRADAS EN EL PADRÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS E INFORMARÁ BIMESTRALMENTE A LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES DE LAS INSCRIPCIONES SUSPENSIONES Y CANCELACIONES QUE SE LLEVEN A CABO CON POSTERIORIDAD A LA PUBLICACIÓN MENCIONADA.

ARTICULO 19.- LOS CONTRATISTAS QUE DESEEN PARTICIPAR EN CONCURSOS DE SU ESPECIALIDAD Y CUYA SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN EN EL PADRÓN HUBIERE SIDO PRESENTADA DENTRO DEL PLAZO DE VEINTE DÍAS QUE ESTABLECE EL ARTÍCULO 22 DE LA LEY, PODRÁN HACERLO, PRESENTANDO ANTE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONTRATANTE:

I. DECLARACIÓN POR ESCRITO SEÑALANDO QUE SU REGISTRO SE ENCUENTRA EN TRÁMITE, LA FECHA DE PRESENTACIÓN DE LA SOLICITUD Y LA ESPECIALIDAD QUE MANIFESTÓ, Y

II. COPIA DE LA SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN, CON SELLO O ACUSE DE RECIBO DE LA SECRETARÍA.

PARA LA FIRMA DEL CONTRATO EL ADJUDICATARIO DEBERÁ CUANDO PROCEDA, EN TÉRMINOS DE LA LEY, TENER VIGENTE SU REGISTRO EN EL PADRÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS.

ARTICULO 20.- TRANSCURRIDO EL PLAZO QUE ESTABLECE LA LEY SIN QUE LA SECRETARÍA HAYA RESUELTO SOBRE LA SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN EN EL PADRÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS, EL INTERESADO PODRÁ PARTICIPAR EN CONCURSO Y CONTRATAR EN SU ESPECIALIDAD.

AL EFECTO, EL CONTRATISTA INTERESADO DEBERÁ PRESENTAR ANTE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONTRATANTE:

I. DECLARACIÓN POR ESCRITO SEÑALANDO QUE SE ENCUENTRA EN EL SUPUESTO A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO 22 DE LA LEY, INDICANDO LA ESPECIALIDAD QUE MANIFESTÓ AL SOLICITAR SU REGISTRO. DE ESTE ESCRITO SE LE ASIGNARÁ COPIA A LA SECRETARÍA;

II. COPIA DEL ESCRITO A QUE SE REFIERE LA FRACCIÓN ANTERIOR, CON SELLO O ACUSE DE RECIBO DE LA SECRETARÍA.

III. COPIA DE LA SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN, CON SELLO DE ACUSE DE RECIBO DE LA SECRETARÍA.

ARTICULO 21.- LOS CONTRATISTAS COMUNICARÁN POR ESCRITO A LA SECRETARÍA LAS MODIFICACIONES RELATIVAS A SU CAPA

CIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA Y A SU ESPECIALIDAD, CUANDO A SU JUICIO CONSIDEREN QUE ELLO IMPLICA UN CAMBIO EN LA CLASIFICACIÓN. LA SECRETARÍA RESOLVERÁ LO CONDUENTE EN UN PLAZO QUE NO EXCEDERÁ DE VEINTE DÍAS HÁBILES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA EN QUE SE PRESENTE LA COMUNICACIÓN.

ARTICULO 22.- EN EL PROCEDIMIENTO PARA NEGAR LA INSCRIPCIÓN O PARA SUSPENDER O CANCELAR EL REGISTRO EN EL PADRÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS, LA SECRETARÍA OBSERVARÁ LAS SIGUIENTES REGLAS:

I. SE COMUNICARÁN POR ESCRITO AL CONTRATISTA LOS HECHOS QUE AMERITEN LA NEGATIVA DE INSCRIPCIÓN, SUSPENSIÓN O CANCELACIÓN DEL REGISTRO SEGÚN SEA EL CASO, PARA QUE DENTRO DEL TÉRMINO QUE A TAL EFECTO SE LE SEÑALE Y QUE NO PODRÁ SER MENOR DE DIEZ DÍAS HÁBILES, EXPONGA LO QUE A SU DERECHO CONVENGA Y APORTE LAS PRUEBAS QUE ESTIME PERTINENTES;

II. TRANSCURRIDO EL TÉRMINO A QUE SE REFIERE LA FRACCIÓN ANTERIOR, LA SECRETARÍA RESOLVERÁ CONSIDERANDO LOS ARGUMENTOS Y PRUEBAS QUE HUBIEREN HECHO VALER, Y

III. LA SECRETARÍA FUNDARÁ Y MOTIVARÁ DEBIDAMENTE LA RESOLUCIÓN QUE PROCEDA Y LA COMUNICARÁ POR ESCRITO AL AFECTADO.

ARTICULO 23.- LAS PERSONAS FÍSICAS O MORALES QUE PARTICIPEN EN LA CONTRATACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS, LO HARÁN SIEMPRE Y CUANDO POSEAN PLENA CAPACIDAD PARA CELEBRAR LOS CONTRATOS RESPECTIVOS, DE CONFORMIDAD CON LAS DISPOSICIONES LEGALES QUE REGULAN SU OBJETO SOCIAL O CONSTITUCIÓN, SE ENCUENTREN INSCRITOS EN EL PADRÓN DE CONTRATISTAS DE OBRAS PÚBLICAS, CUYO REGISTRO SE ENCUENTRE VIGENTE Y SATISFAGAN LOS DEMÁS REQUISITOS QUE ESTABLECEN LA LEY Y ESTE REGLAMENTO.

EN NINGÚN CASO PODRÁN PRESENTAR PROPUESTA NI CELEBRAR CONTRATO ALGUNO DE OBRA PÚBLICA O DE SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS, POR SÍ O POR INTERPÓSITA PERSONA, QUIENES SE ENCUENTREN EN CUALESQUIERA DE LOS SUPUESTOS DEL ARTÍCULO 37 DE LA LEY.

24

CAPITULO IV

DE LA CONTRATACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

ARTICULO 24.- PARA ASEGURAR LA SERIEDAD DE LAS PROPOSICIONES EN EL PROCESO DE ADJUDICACIÓN EN LOS CONCURSOS, EL PROPONENTE ENTREGARÁ CHEQUE CRUZADO, EXPEDIDO POR ÉL MISMO CON CARGO A CUALQUIER INSTITUCIÓN DE BANCA Y CRÉDITO, Y A FAVOR DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONVOCANTE, EL QUE SE CONSERVARÁ EN CUSTODIA HASTA LA FECHA EN QUE SE DÉ A CONOCER EL FALLO, EN QUE SERÁN DEVUELTOS A LOS CONCURSANTES, EXCEPTO AQUEL QUE CORRESPONDA AL POSTOR A QUIEN SE LE HAYA ADJUDICADO EL CONTRATO, EL CUAL SE RETENDRÁ HASTA EL MOMENTO EN QUE EL CONTRATISTA CONSTITUYA LA GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO CORRESPONDIENTE.

EL MONTO DE LA GARANTÍA DE SERIEDAD DE LA PROPOSICIÓN SERÁ FIJADO POR LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES, Y PODRÁ SER HASTA DEL CINCO POR CIENTO DEL VALOR APROXIMADO DE LA OBRA.

ARTICULO 25.- LA GARANTÍA DEL ANTICIPO QUE SE LE OTORQUE AL CONTRATISTA, SERÁ POR LA TOTALIDAD DEL MONTO CONCEDIDO Y SE CONSTITUIRÁ MEDIANTE FIANZA OTORGADA POR INSTITUCIÓN DE FIANZAS DEBIDAMENTE AUTORIZADA, QUE SERÁ PRESENTA

25

DA PREVIAMENTE A LA ENTREGA DEL ANTICIPO, DENTRO DE LOS QUINCE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA EN QUE EL CONTRATISTA HUBIERE SUSCRITO EL CONTRATO Y, EN SU CASO, PARA LOS EJERCICIOS SUBSECUENTES EN IGUAL PLAZO A PARTIR DE LA FECHA EN QUE LA CONTRATANTE LE NOTIFIQUE POR ESCRITO EL MONTO DEL ANTICIPO CONCEDIDO PARA LA COMPRA DE EQUIPO Y MATERIALES DE INSTALACIÓN PERMANENTE, CONFORME A LA INVERSIÓN AUTORIZADA:

ESTA GARANTÍA SUBSISTIRÁ HASTA LA TOTAL AMORTIZACIÓN DEL ANTICIPO CORRESPONDIENTE, EN CUYO CASO, LA DEPENDENCIA DANDO CONOCIMIENTO A LA TESORERÍA DE LA FEDERACIÓN, C LA ENTIDAD LO NOTIFICARÁ A LA INSTITUCIÓN AFIANZADORA PARA SU CANCELACIÓN.

ARTICULO 26.- LA GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO SE AJUSTARÁ A LO SIGUIENTE:

I. SE CONSTITUIRÁ FIANZA POR EL DIEZ POR CIENTO DEL MONTO DEL CONTRATO CUANDO ÉSTE SE EJERZA DENTRO DEL MISMO EJERCICIO PRESUPUESTAL. CUANDO LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS REBASE UN EJERCICIO PRESUPUESTAL, LA FIANZA DEBERÁ GARANTIZAR EL DIEZ POR CIENTO DEL MONTO AUTORIZADO PARA EL PRIMER EJERCICIO, Y EN LOS EJERCICIOS SUBSECUENTES, LA FIANZA DEBERÁ AJUSTARSE EN RELACIÓN AL MONTO REALMENTE EJERCIDO E INCRE-

MENTARSE EN EL DIEZ POR CIENTO DEL MONTO DE LA INVERSIÓN AUTORIZADA PARA LOS TRABAJOS EN EL EJERCICIO DE QUE SE TRATA Y ASÍ SUCESIVAMENTE, HASTA COMPLETAR EL DIEZ POR CIENTO DEL IMPORTE TOTAL DEL CONTRATO;

II. LA FIANZA DEBERÁ SER PRESENTADA DENTRO DE LOS QUINCE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA EN QUE EL CONTRATISTA HUBIERE SUSCRITO EL CONTRATO Y, SEGÚN EL CASO, LAS SUBSECUENTES DENTRO DE LOS QUINCE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA EN QUE LA CONTRATANTE COMUNIQUE POR ESCRITO AL INTERESADO EL IMPORTE DE LA AUTORIZACIÓN PRESUPUESTAL RESPECTIVA PARA EL EJERCICIO CORRESPONDIENTE. SI TRANSCURRIDOS ESTOS PLAZOS NO SE HUBIERE OTORGADO LA FIANZA RESPECTIVA, LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONTRATANTE PODRÁ DETERMINAR LA RESCISIÓN ADMINISTRATIVA DEL CONTRATO

III. ESTA GARANTÍA SUBSISTIRÁ POR UN AÑO A PARTIR DE LA FECHA DE TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS, LA QUE SE HARÁ CONSTAR EN EL ACTA DE RECEPCIÓN FORMAL DE LOS MISMOS AL TÉRMINO DEL CUAL LA INSTITUCIÓN AFIANZADORA PROCEDERÁ A SU CANCELACIÓN, Y

IV. CUANDO LAS OBRAS O LOS SERVICIOS RELACIONADOS CON LAS MISMAS, EN LOS TÉRMINOS PREVISTOS EN EL CONTRATO RE-

TRATÁNDOSE DE PROPUESTAS QUE PRESENTEN CONCURSANTES EXTRANJEROS, ÉSTOS DEBERÁN ACREDITAR QUE LA INTEGRACIÓN DE LAS MISMAS PARTIÓ DE IGUALES CONDICIONES EN CUANTO A PRECIO, COSTO, FINANCIAMIENTO, OPORTUNIDAD Y DEMÁS QUE RESULTEN PERTINENTES, DE LAS QUE HUBIEREN SERVIDO A LOS NACIONALES PARA INTEGRAR LAS SUYAS.

ARTICULO 32.- LA DEPENDENCIA O ENTIDAD INVITARÁ AL ACTO DE APERTURA DE PROPOSICIONES A LA CÁMARA DE LA INDUSTRIA QUE CORRESPONDA, A LAS DEPENDENCIAS QUE CONFORME A SUS ATRIBUCIONES DEBAN ASISTIR, ASÍ COMO A OTROS SERVIDORES PÚBLICOS O REPRESENTANTES DEL SECTOR PRIVADO QUE CONSIDERE CONVENIENTE, CON UNA ANTICIPACIÓN NO MENOR DE CINCO DÍAS HÁBILES A LA FECHA DEL ACTO.

ARTICULO 33.- EL ACTO DE PRESENTACIÓN Y APERTURA DE PROPOSICIONES SERÁ PRESIDIDO POR EL SERVIDOR PÚBLICO QUE DESIGNE LA CONVOCANTE, QUIEN SERÁ LA ÚNICA AUTORIDAD FACULTADA PARA ACEPTAR O DESECHAR CUALQUIER PROPOSICIÓN DE LAS QUE SE HUBIEREN PRESENTADO, EN LOS TÉRMINOS DE LA LEY Y ESTE REGLAMENTO, Y SE LLEVARÁ A CABO EN LA FORMA SIGUIENTE:

I. SE INICIARÁ EN LA FECHA, LUGAR Y HORA SEÑALADOS. LOS CONCURSANTES AL SER NOMBRADOS ENTREGARÁN SU PROPOSICIÓN Y DEMÁS DOCUMENTACIÓN REQUERIDA EN SOBRE CERRADO EN FORMA INVOLABLE;

II. SE PROCEDERÁ A LA APERTURA DE LOS SOBRES Y NO SE DARÁ LECTURA A LA POSTURA ECONÓMICA DE AQUELLAS PROPOSICIONES QUE NO CONTENGAN TODOS LOS DOCUMENTOS O HAYAN OMITIDO ALGÚN REQUISITO, LAS QUE SERÁN DESECHADAS;

III. EL SERVIDOR PÚBLICO QUE PRESIDEA EL ACTO LEERÁ EN VOZ ALTA, CUANDO MENOS, EL IMPORTE TOTAL DE CADA UNA DE LAS PROPOSICIONES ADMITIDAS;

IV. LOS PARTICIPANTES EN EL ACTO RUBRICARÁN TODOS LOS DOCUMENTOS DE LAS PROPOSICIONES EN QUE SE CONSIGNEN LOS PRECIOS Y EL IMPORTE TOTAL DE LOS TRABAJOS MOTIVO DEL CONCURSO;

V. SE ENTREGARÁ A TODOS LOS CONCURSANTES UN RECIBO POR LA GARANTÍA OTORGADA;

VI. SE LEVANTARÁ EL ACTA CORRESPONDIENTE EN LA QUE SE HARÁ CONSTAR LAS PROPOSICIONES RECIBIDAS, SUS IMPORTES, ASÍ COMO LAS QUE HUBIEREN SIDO RECHAZADAS Y LAS CAUSAS QUE MOTIVARON EL RECHAZO, EL ACTA SERÁ FIRMADA POR TODOS LOS PARTICIPANTES Y SE ENTREGARÁ A CADA UNO COPIA DE LA MISMA. SE INFORMARÁ A LOS PRESENTES: LA FECHA, LUGAR Y HORA EN QUE SE DARÁ A CONOCER EL FALLO; ÉSTA FECHA DEBERÁ QUEDAR COMPROMETIDA DENTRO DE UN PLAZO QUE NO EXCEDERÁ DE VEINTE DÍAS HÁBILES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE APERTURA DE PROPOSICIONES. LA OMISIÓN DE FIRMA POR PARTE DE LOS CONCURSANTES NO

III. TESTIMONIO DEL ACTA CONSTITUTIVA Y MODIFICACIONES EN SU CASO, SEGÚN SU NATURALEZA JURÍDICA;

IV. REGISTRO, EN SU CASO, ACTUALIZADO EN LA CÁMARA DE LA INDUSTRIA QUE LE CORRESPONDA;

V. RELACIÓN DE LOS CONTRATOS DE OBRAS EN VIGOR - QUE TENGAN CELEBRADOS TANTO CON LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, - ASÍ COMO CON LOS PARTICULARES, SEÑALANDO EL IMPORTE TOTAL -- CONTRATADO Y EL IMPORTE POR EJERCER DESGLOSADO POR ANUALIDADES;

VI. CAPACIDAD TÉCNICA, Y

VII. DECLARACIÓN ESCRITA Y BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD DE NO ENCONTRARSE EN LOS SUPUESTOS DEL ARTÍCULO 37 -- DE LA LEY,

ARTICULO 29.- HABIÉNDOSE SATISFECHO LOS REQUISITOS A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO ANTERIOR, LA FRACCIÓN VII DEL - ARTÍCULO 31 DE LA LEY Y, SEGÚN EL CASO, PAGADO EL COSTO DE - LA DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN NECESARIA PARA PREPARAR SU -- PROPOSICIÓN, EL INTERESADO QUEDARÁ INSCRITO Y TENDRÁ DERECHO A PRESENTARLA.

ARTICULO 30.- LA INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN MÍNIMA QUE LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PROPORCIONARÁN A LOS INTERESADOS PARA PREPARAR SU PROPOSICIÓN SERÁ:

I. ORIGEN DE LOS FONDOS PARA REALIZAR LOS TRABAJOS Y EL IMPORTE ESTIMADO PARA EL PRIMER EJERCICIO, EN EL CASO DE OBRAS QUE REBASAN UN EJERCICIO PRESUPUESTAL;

II. IMPORTE DE LA GARANTÍA DE SERIEDAD DE LA PROPOSICIÓN Y PORCENTAJE DEL O LOS ANTICIPOS SOBRE EL IMPORTE A CONTRATAR;

III. LUGAR, FECHA Y HORA PARA LA VISITA AL SITIO DE REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS LA QUE SE DEBERÁ LLEVAR A CABO DENTRO DE UN PLAZO NO MENOR DE TRES DÍAS HÁBILES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA LÍMITE PARA LA INSCRIPCIÓN, NI MENOR DE SIETE DÍAS HÁBILES ANTERIORES A LA FECHA Y HORA DEL ACTO DE APERTURA DE PROPOSICIONES;

IV. FECHA DE INICIO DE LOS TRABAJOS Y FECHA ESTIMADA DE TERMINACIÓN;

V. PROYECTOS ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍA QUE SE REQUIERAN PARA PREPARAR LA PROPOSICIÓN; NORMAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN APLICABLES; CATÁLOGO DE CONCEPTOS, CANTIDADES Y UNIDADES DE TRABAJO; RELACIÓN DE CONCEPTOS DE TRABAJO, DE LOS CUALES DEBERÁN PRESENTAR ANÁLISIS Y RELACIÓN DE LOS COSTOS BÁSICOS DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN QUE INTERVIENEN EN LOS ANÁLISIS ANTERIORES;

VI. RELACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS DE INSTALACIÓN PERMANENTE, QUE EN SU CASO, PROPORCIONE LA CONVOCANTE, Y

VII. MODELO DE CONTRATO.

ARTICULO 31.- LA PROPOSICIÓN QUE EL CONCURSANTE DEBERÁ ENTREGAR EN EL ACTO DE PRESENTACIÓN Y APERTURA, CONTENDRÁ SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA:

I. GARANTÍA DE SERIEDAD Y CARTA DE COMPROMISO DE LA PROPOSICIÓN;

II. MANIFESTACIÓN ESCRITA DE CONOCER EL SITIO DE LOS TRABAJOS;

III. CATÁLOGO DE CONCEPTOS, UNIDADES DE MEDICIÓN, CANTIDADES DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS PROPUESTOS E IMPORTES PARCIALES Y EL TOTAL DE LA PROPOSICIÓN;

IV. DATOS BÁSICOS DE COSTOS DE MATERIALES, DE MANO DE OBRA Y HORARIOS DE MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN;

V. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS CONCEPTOS DE TRABAJO SOLICITADOS;

VI. COSTOS INDIRECTOS, LOS QUE ESTARÁN REPRESENTADOS COMO UN PORCENTAJE DEL COSTO DIRECTO; DICHOS COSTOS SE DESGLOSARÁN EN LOS CORRESPONDIENTES A LAS ADMINISTRACIONES DE OFICINAS CENTRALES Y DE LA OBRA, SEGUROS, FIANZAS Y FINANCIAMIENTO. SE DEBERÁ ANEXAR EL ANÁLISIS DEL COSTO FINANCIERO Y EL PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DEL PERSONAL ENCARGADO DE LA DIRECCIÓN, SUPERVISIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LOS TRABAJOS;

VII. PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS;

VIII. RELACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN, INDICANDO SI ES DE SU PROPIEDAD Y SU UBICACIÓN FÍSICA Y

IX. PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN.

TRATÁNDOSE DE PROPUESTAS QUE PRESENTEN CONCURSANTES EXTRANJEROS, ÉSTOS DEBERÁN ACREDITAR QUE LA INTEGRACIÓN DE LAS MISMAS PARTIÓ DE IGUALES CONDICIONES EN CUANTO A PRECIO, COSTO, FINANCIAMIENTO, OPORTUNIDAD Y DEMÁS QUE RESULTEN PERTINENTES, DE LAS QUE HUBIEREN SERVIDO A LOS NACIONALES PARA INTEGRAR LAS SUYAS.

ARTICULO 32.- LA DEPENDENCIA O ENTIDAD INVITARÁ AL ACTO DE APERTURA DE PROPOSICIONES A LA CÁMARA DE LA INDUSTRIA QUE CORRESPONDA, A LAS DEPENDENCIAS QUE CONFORME A SUS ATRIBUCIONES DEBAN ASISTIR, ASÍ COMO A OTROS SERVIDORES PÚBLICOS O REPRESENTANTES DEL SECTOR PRIVADO QUE CONSIDERE CONVENIENTE, CON UNA ANTICIPACIÓN NO MENOR DE CINCO DÍAS HÁBILES A LA FECHA DEL ACTO.

ARTICULO 33.- EL ACTO DE PRESENTACIÓN Y APERTURA DE PROPOSICIONES SERÁ PRESIDIDO POR EL SERVIDOR PÚBLICO QUE DESIGNE LA CONVOCANTE, QUIEN SERÁ LA ÚNICA AUTORIDAD FACULTADA PARA ACEPTAR O DESECHAR CUALQUIER PROPOSICIÓN DE LAS QUE SE HUBIEREN PRESENTADO, EN LOS TÉRMINOS DE LA LEY Y ESTE REGLAMENTO, Y SE LLEVARÁ A CABO EN LA FORMA SIGUIENTE:

I. SE INICIARÁ EN LA FECHA, LUGAR Y HORA SEÑALADOS. LOS CONCURSANTES AL SER NOMBRADOS ENTREGARÁN SU PROPOSICIÓN Y DEMÁS DOCUMENTACIÓN REQUERIDA EN SOBRE CERRADO EN FORMA INVIOLEBLE;

II. SE PROCEDERÁ A LA APERTURA DE LOS SOBRES Y NO SE DARÁ LECTURA A LA POSTURA ECONÓMICA DE AQUELLAS PROPOSICIONES QUE NO CONTENGAN TODOS LOS DOCUMENTOS O HAYAN OMITIDO ALGÚN REQUISITO, LAS QUE SERÁN DESECHADAS;

III. EL SERVIDOR PÚBLICO QUE PRESIDEA EL ACTO LEERÁ EN VOZ ALTA, CUANDO MENOS, EL IMPORTE TOTAL DE CADA UNA DE LAS PROPOSICIONES ADMITIDAS;

IV. LOS PARTICIPANTES EN EL ACTO RUBRICARÁN TODOS LOS DOCUMENTOS DE LAS PROPOSICIONES EN QUE SE CONSIGNEN LOS PRECIOS Y EL IMPORTE TOTAL DE LOS TRABAJOS MOTIVO DEL CONCURSO;

V. SE ENTREGARÁ A TODOS LOS CONCURSANTES UN RECIBO POR LA GARANTÍA OTORGADA;

VI. SE LEVANTARÁ EL ACTA CORRESPONDIENTE EN LA QUE SE HARÁ CONSTAR LAS PROPOSICIONES RECIBIDAS, SUS IMPORTES, ASÍ COMO LAS QUE HUBIEREN SIDO RECHAZADAS Y LAS CAUSAS QUE MOTIVARON EL RECHAZO, EL ACTA SERÁ FIRMADA POR TODOS LOS PARTICIPANTES Y SE ENTREGARÁ A CADA UNO COPIA DE LA MISMA. SE INFORMARÁ A LOS PRESENTES: LA FECHA, LUGAR Y HORA EN QUE SE DARÁ A CONOCER EL FALLO; ESTA FECHA DEBERÁ QUEDAR COMPROMETIDA DENTRO DE UN PLAZO QUE NO EXCEDERÁ DE VEINTE DÍAS HÁBILES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE APERTURA DE PROPOSICIONES. LA OMISIÓN DE FIRMA POR PARTE DE LOS CONCURSANTES NO

INVALIDARÁ EL CONTENIDO Y EFECTOS DEL ACTA, Y

VII. SI NO SE RECIBE PROPOSICIÓN ALGUNA O TODAS LAS PRESENTADAS FUEREN DESECHADAS SE DECLARARÁ DESIERTO EL CONCURSO, SITUACIÓN QUE QUEDARÁ ASENTADA EN EL ACTA.

ARTICULO 34.- LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONVOCANTE ANALIZARÁ LAS PROPOSICIONES ADMITIDAS Y VERIFICARÁ QUE LAS MISMAS CUMPLAN CON TODOS LOS REQUISITOS SOLICITADOS.

COMO RESULTADO DEL ANÁLISIS ANTERIOR, LA CONVOCANTE EMITIRÁ UN DICTAMEN QUE SERVIRÁ COMO FUNDAMENTO PARA QUE EL TITULAR DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD O EL SERVIDOR PÚBLICO EN QUIEN HAYA DELEGADO ESTA FACULTAD, EMITA EL FALLO CORRESPONDIENTE.

EN EL DICTAMEN SE ASENTARÁ CUÁLES PROPOSICIONES FUERON RECHAZADAS, INDICANDO LAS RAZONES QUE MOTIVARON DICHO RECHAZO; LA PERSONA QUE, DE ENTRE LOS PROPONENTES QUE REÚNAN LAS CONDICIONES NECESARIAS Y GARANTICEN SATISFACTORIAMENTE EL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO Y LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, HAYA PRESENTADO LA POSTURA MÁS BAJA Y LOS LUGARES CORRESPONDIENTES A LOS DEMÁS PARTICIPANTES CUYAS PROPUESTAS SEAN CONVENIENTES, INDICANDO EL MONTO DE LAS MISMAS.

EN EL CASO DE QUE TODAS LAS PROPOSICIONES FUERAN RECHAZADAS, SE DECLARARÁ DESIERTO EL CONCURSO.

ARTICULO 35.- LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DARÁ A CONOCER EL FALLO DEL CONCURSO DE QUE SE TRATE, EN EL LUGAR, FECHA Y HORA SEÑALADOS PARA TAL EFECTO, DECLARANDO CUÁL CONCURSANTE FUE SELECCIONADO PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS OBJETO DEL CONCURSO Y LE ADJUDICARÁ EL CONTRATO CORRESPONDIENTE; ACTO AL QUE SERÁN INVITADAS TODAS LAS PERSONAS QUE HAYAN PARTICIPADO EN LA PRESENTACIÓN Y APERTURA DE PROPOSICIONES. PARA CONSTANCIA DE FALLO SE LEVANTARÁ ACTA, LA CUAL FIRMARÁN LOS ASISTENTES, A QUIENES SE LES ENTREGARÁ COPIA DE LA MISMA, CONTIENIENDO ADEMÁS DE LA DECLARACIÓN ANTERIOR, LOS DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL CONCURSO Y DE LOS TRABAJOS OBJETO DEL MISMO; LUGAR, FECHA Y HORA EN QUE SE FIRMARÁ EL CONTRATO RESPECTIVO EN LOS TÉRMINOS DE LA LEY, Y LA FECHA DE INICIACIÓN DE LOS TRABAJOS. LA OMISIÓN DE FIRMA POR PARTE DE LOS CONCURSANTES NO INVALIDARÁ EL CONTENIDO Y EFECTOS DEL ACTA.

EN EL SUPUESTO DE QUE EL POSTOR A QUIEN SE HAYA ADJUDICADO EL CONTRATO NO SE ENCUENTRE PRESENTE, SE LE NOTIFICARÁ POR ESCRITO ANEXANDO COPIA DEL ACTA DE FALLO.

ARTICULO 36.- EL CONCURSANTE A QUIEN SE ADJUDIQUE EL CONTRATO DEBERÁ ENTREGAR SEGÚN EL CASO:

I. LOS ANÁLISIS DE PRECIOS QUE COMPLEMENTEN LA TOTALIDAD DE LOS CONCEPTOS DEL CATÁLOGO PROPORCIONADO, EN UN PLAZO NO MAYOR DE DIEZ DÍAS HÁBILES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DEL FALLO, Y

II. EL PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DETALLADOS POR CONCEPTOS, CONSIGNANDO POR PERÍODOS LAS CANTIDADES POR EJECUTAR E IMPORTES CORRESPONDIENTES Y EL PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS QUE EN SU CASO PROPORCIONE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD; DICHS PROGRAMAS DEBERÁN ENTREGARSE A LA FIRMA DEL CONTRATO.

ARTICULO 37.- CUANDO POR CIRCUNSTANCIAS IMPREVISIBLES LA DEPENDENCIA O ENTIDAD SE ENCUENTRE IMPOSIBILITADA PARA DICTAR EL FALLO EN LA FECHA PREVISTA EN EL ACTO DE PRESENTACIÓN DE PROPOSICIONES, PODRÁ DIFERIR POR UNA SOLA VEZ SU CELEBRACIÓN, DEBIENDO COMUNICAR PREVIAMENTE A LOS INTERESADOS E INVITADOS LA NUEVA FECHA QUE HUBIERE FIJADO LA QUE EN TODO CASO QUEDARÁ COMPRENDIDA DENTRO DE LOS VEINTE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA FIJADA EN PRIMERO TÉRMINO.

ARTICULO 38.- SI LA DEPENDENCIA O ENTIDAD NO FIRMA EL CONTRATO RESPECTIVO DENTRO DE LOS VEINTE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES AL DE LA ADJUDICACIÓN, EL CONTRATISTA FAVORECIDO SIN INCURRIR EN RESPONSABILIDAD PODRÁ DETERMINAR NO EJECUTAR LA OBRA.

EN ESTE SUPUESTO, LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DEBERÁ REGRESARLE LA GARANTÍA OTORGADA PARA EL SOSTENIMIENTO DE SU PROPOSICIÓN, E INDEMNIZARLE DE LOS GASTOS NO RECUPERABLES EN QUE HUBIERE INCURRIDO EL CONTRATISTA PARA PREPARAR Y ELABORAR SU PROPUESTA.

ARTICULO 39.- CUANDO EL CONTRATISTA A QUIEN SE HUBIERE ADJUDICADO EL CONTRATO NO FIRMARE ÉSTE O SI HABIÉNDOLO FIRMADO NO CONSTITUYE LA GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO EN EL PLAZO ESTABLECIDO, PERDERÁ EN FAVOR DE LA CONVOCANTE LA GARANTÍA DE SERIEDAD DE SU PROPOSICIÓN.

ARTICULO 40.- SIN PERJUICIO DE LAS MODALIDADES QUE SE CONVENGAN EN FUNCIÓN DE LAS PARTICULARIDADES DE CADA CONTRATO LAS PREVISIONES SOBRE ANICIPOS, GARANTÍAS Y PAGO A QUE SE REFIERE LA LEY Y ESTE REGLAMENTO, DEBERÁN FORMAR PARTE DE LAS ESTIPULACIONES DEL PROPIO CONTRATO. LA SECRETARÍA DARÁ A CONOCER LOS MODELOS DE CONTRATOS CORRESPONDIENTES.

LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES EN LOS CONTRATOS QUE CELEBREN, SEÑALARÁN LA FECHA DE INICIACIÓN Y TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS Y ESTIPULARÁN PENAS CONVENCIONALES POR INCUMPLIMIENTO EN LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DENTRO DE LAS ETAPAS PROGRAMADAS PARA TAL EFECTO, INDEPENDIEMENTE DE LAS QUE SE CONVENGAN PARA ASEGURAR MEJOR EL INTERÉS GENERAL RESPECTO DE OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DE CADA CONTRATO. LA APLICACIÓN DE DICHAS PENAS SERÁ SIN PERJUICIO DE LA FACULTAD QUE TIENEN LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PARA EXIGIR EL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO O RESCINDIRLO.

ARTICULO 41.- EN NINGÚN CASO LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES DERIVADOS DE LOS CONTRATOS PARA REALIZACIÓN DE LAS OBRAS PÚBLICAS, PODRÁN SER CEDIDOS EN TODO O EN PARTES A

OTRAS PERSONAS FÍSICAS O MORALES DISTINTAS DE AQUELLA A LA QUE SE LE HUBIERE ADJUDICADO EL CONTRATO, CON EXCEPCIÓN DE LOS DERECHOS DE COBRO SOBRE LAS ESTIMACIONES POR TRABAJOS EJECUTADOS QUE CUENTEN CON LA APROBACIÓN PREVIA Y POR ESCRITO DE LA CONTRATANTE.

TAMPOCO PODRÁN SER OBJETO DE SUBCONTRATACIÓN LAS OBRAS, SALVO EN LOS SUPUESTOS Y CON ARREGLO A LOS REQUISITOS PREVISTOS EN EL ÚLTIMO PÁRRAFO DEL ARTÍCULO 38 DE LA LEY.

ARTÍCULO 42.- PARA LOS EFECTOS DEL ARTÍCULO 39 DE LA LEY, SE ENTENDERÁ POR:

I. PRECIO UNITARIO, EL IMPORTE DE LA REMUNERACIÓN O PAGO TOTAL QUE DEBE CUBRIRSE AL CONTRATISTA POR UNIDAD DE CONCEPTO DE TRABAJO TERMINADO; EJECUTADO CONFORME AL PROYECTO, ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN Y NORMAS DE CALIDAD, Y

II. PRECIO ALZADO, EL IMPORTE DE LA REMUNERACIÓN O PAGO TOTAL FIJO QUE DEBA CUBRIRSE AL CONTRATISTA POR LA OBRA TERMINADA EJECUTADA CONFORME AL PROYECTO, ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN Y NORMAS DE CALIDAD.

ARTÍCULO 43.- LA DEPENDENCIA O ENTIDAD PROVEERÁ LO NECESARIO PARA QUE SE CUBRAN AL CONTRATISTA:

I. EL O LOS ANTICIPOS DENTRO DE UN PLAZO NO MAYOR DE QUINCE DÍAS HÁBILES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA EN QUE HUBIERE ENTREGADO EN FORMA SATISFACTORIA LA O LAS FIANZAS CORRESPONDIENTES;

II. LAS ESTIMACIONES POR TRABAJOS EJECUTADOS DENTRO DE UN PLAZO NO MAYOR DE TREINTA DÍAS HÁBILES, CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA EN QUE SE HUBIEREN ACEPTADO Y FIRMADO LAS ESTIMACIONES POR LAS PARTES, FECHA QUE SE HARÁ CONSTAR EN LA BITÁCORA Y EN LAS PROPIAS ESTIMACIONES, Y

III. EL AJUSTE DE COSTOS QUE CORRESPONDA A LOS TRABAJOS EJECUTADOS CONFORME A LAS ESTIMACIONES CORRESPONDIENTES, DENTRO DE UN PLAZO NO MAYOR DE TREINTA DÍAS HÁBILES, CONTADOS A PARTIR DE QUE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD EMITA EL OFICIO DE RESOLUCIÓN QUE ACUERDE EL AUMENTO O REDUCCIÓN RESPECTIVO.

PARA EFECTOS DEL PAGO OPORTUNO LAS DEPENDENCIAS RADICARÁN LOS DOCUMENTOS DE PAGO EN LA TESORERÍA DE LA FEDERACIÓN CON SIETE DÍAS HÁBILES DE ANTELACIÓN AL VENCIMIENTO DEL PLAZO Y CON CUATRO DÍAS HÁBILES RESPECTO DE LAS QUE SE RADICUEN EN LO FORÁNEO.

ARTÍCULO 44.- EN EL CASO DE INCUMPLIMIENTO EN LOS PAGOS ESTABLECIDOS EN LAS FRACCIONES II Y III DEL ARTÍCULO ANTERIOR, LA DEPENDENCIA O ENTIDAD A SOLICITUD DEL CONTRATISTA

TA, DEBERÁ PAGAR GASTOS FINANCIEROS CONFORME A UNA TASA QUE SERÁ IGUAL A LA ESTABLECIDA POR LA LEY DE INGRESOS DE LA FEDERACIÓN EN LOS CASOS DE PRÓRROGA PARA EL PAGO DE CRÉDITO FISCAL. LOS CARGOS FINANCIEROS SE CALCULARÁN SOBRE LAS CANTIDADES NO PAGADAS, Y SE COMPUTARÁN POR DÍAS CALENDARIO DESDE QUE SE VENCIO EL PLAZO, HASTA LA FECHA EN QUE PONGAN LAS CANTIDADES A DISPOSICIÓN DEL CONTRATISTA.

ARTICULO 45.- LAS ESTIMACIONES SE DEBERÁN FORMULAR CON UNA PERIODICIDAD NO MAYOR DE UN MES EN LA FECHA DE CORTE QUE FIJE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD. PARA TAL EFECTO:

I. EL CONTRATISTA DEBERÁ ENTREGAR A LA RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN, LA ESTIMACIÓN ACOMPAÑADA DE LA DOCUMENTACIÓN DE SOPORTE CORRESPONDIENTE DENTRO DE LOS CUATRO DÍAS HÁBILES SIGUIENTES A LA FECHA DE CORTE; LA RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN DENTRO DE LOS OCHO DÍAS HÁBILES SIGUIENTES DEBERÁ REVISAR, Y EN SU CASO, AUTORIZAR LA ESTIMACIÓN;

II. EN EL SUPUESTO DE QUE SURJAN DIFERENCIAS TÉCNICAS O NUMÉRICAS, LAS PARTES TENDRÁN DOS DÍAS HÁBILES CONTADOS A PARTIR DEL VENCIMIENTO DEL PLAZO SEÑALADO PARA LA REVISIÓN, PARA CONCILIAR DICHAS DIFERENCIAS, Y EN SU CASO, AUTORIZAR LA ESTIMACIÓN CORRESPONDIENTE.

DE NO SER POSIBLE CONCILIAR TODAS LAS DIFERENCIAS, LAS PENDIENTES DEBERÁN RESOLVERSE E INCORPORARSE EN LA SI-

GUIENTE ESTIMACIÓN.

ARTICULO 46.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES ESTABLECERÁN ANTICIPADAMENTE A LA INICIACIÓN DE LAS OBRAS, LA RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN, LA QUE SERÁ RESPONSABLE DIRECTA DE LA SUPERVISIÓN, VIGILANCIA, CONTROL Y REVISIÓN DE LOS TRABAJOS

ARTICULO 47.- LA RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN REPRESENTARÁ DIRECTAMENTE A LA DEPENDENCIA O ENTIDAD ANTE EL O LOS CONTRATISTAS Y TERCEROS EN ASUNTOS RELACIONADOS CON LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS O DERIVADOS DE ELLOS, EN EL LUGAR DONDE SE EJECUTAN LAS OBRAS.

PARA LOS EFECTOS DEL PÁRRAFO ANTERIOR, LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DESIGNARÁ AL RESIDENTE DE SUPERVISIÓN QUE TENDRÁ A SU CARGO CUANDO MENOS:

I. LLEVAR LA BITÁCORA DE LA O LAS OBRAS;

II. VERIFICAR QUE LOS TRABAJOS SE REALICEN CONFORME A LO PACTADO EN LOS CONTRATOS CORRESPONDIENTES, O EN EL ACUERDO A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO 51 DE LA LEY, ASÍ COMO A LAS ÓRDENES DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD A TRAVÉS DE LA RESIDENCIA DE SUPERVISIÓN;

III. REVISAR LAS ESTIMACIONES DE TRABAJOS EJECUTADOS Y CONJUNTAMENTE CON LA SUPERINTENDENCIA DE CONSTRUCCIÓN

DEL CONTRATISTA, APROBARLAS Y FIRMARLAS PARA SU TRÁMITE DE PAGO;

IV. MANTENER LOS PLANOS DEBIDAMENTE ACTUALIZADOS;

V. CONSTATAR LA TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS, Y

VI. RENDIR UN INFORME GENERAL SOBRE LA FORMA Y TÉRMINOS EN QUE FUERON EJECUTADOS LOS TRABAJOS.

ARTICULO 48.- 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 Y USO DE LA VÍA PÚBLICA, ASÍ COMO A LAS DISPOSICIONES ESTABLECIDAS AL EFECTO POR LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONTRATANTE. LAS RESPONSABILIDADES Y LOS DAÑOS Y PERJUICIOS QUE RESULTAREN POR SU INOBSERVANCIA, SERÁN A CARGO DEL CONTRATISTA.

ARTICULO 49.- LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DENTRO DE LOS TREINTA DÍAS HÁBILES SIGUIENTES EN QUE SE HUBIERE CONSTA- TADO LA TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS POR CONTRATO O POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA, DEBERÁ LEVANTAR UN ACTA EN LA QUE CONSTE ESTE HECHO, QUE CONTENDRÁ COMO MÍNIMO:

I. NOMBRE DE LOS ASISTENTES Y EL CARÁCTER CON QUE INTERVENGAN EN EL ACTO;

II. NOMBRE DEL TÉCNICO RESPONSABLE POR PARTE DE LA DEPENDENCIA O ENTIDAD Y, EN SU CASO, EL DEL CONTRATISTA;

III. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O SERVICIOS QUE SE RECIBEN;

IV. FECHA REAL DE TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS;

V. RELACIÓN DE LAS ESTIMACIONES O DE GASTOS APROBADOS, MONTO EJERCIDO, CRÉDITOS A FAVOR O EN CONTRA Y SALDOS Y

VI. EN CASO DE TRABAJOS POR CONTRATOS, LAS GARANTÍAS QUE CONTINUARÁN VIGENTES Y LA FECHA DE SU CANCELACIÓN.

CON UNA ANTICIPACIÓN NO MENOR DE DIEZ DÍAS HÁBILES A LA FECHA EN LA QUE SE LEVANTE EL ACTA DE RECEPCIÓN LO COMUNICARÁN A LA CONTRALORÍA Y A LA DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR, A FIN DE QUE SI LO ESTIMAN CONVENIENTE, NOMBREN REPRESENTANTES QUE ASISTAN AL ACTO.

LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS CORRESPONDE A LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONTRATANTE Y SE HARÁ BAJO SU EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD.

EN LA FECHA SEÑALADA, SE LEVANTARÁ EL ACTA CON O SIN LA COMPARECENCIA DE LOS REPRESENTANTES A QUE SE REFIERE

ESTE ARTÍCULO.

ARTICULO 50.- EN EL SUPUESTO QUE ESTABLECE EL ARTÍCULO 46 DE LA LEY, LA REVISIÓN DE LOS COSTOS SE HARÁ SEGÚN EL CASO, MEDIANTE CUALESQUIERA DE LOS SIGUIENTES PROCEDIMIENTOS:

I. REVISAR CADA UNO DE LOS PRECIOS DE CADA CONTRATO PARA OBTENER EL AJUSTE;

II. REVISAR UN GRUPO DE PRECIOS, QUE MULTIPLICADOS POR SUS CORRESPONDIENTES CANTIDADES DE TRABAJO POR EJECUTAR, REPRESENTEN CUANDO MENOS EL 80% DEL IMPORTE TOTAL FALTANTE DEL CONTRATO.

EN LOS PROCEDIMIENTOS ANTERIORES, LA REVISIÓN SERÁ PROMOVIDA POR LA CONTRATANTE O A SOLICITUD ESCRITA DEL CONTRATISTA, LA QUE SE DEBERÁ ACOMPAÑAR DE LA DOCUMENTACIÓN COMPROBATORIA NECESARIA; LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DENTRO DE LOS VEINTE DÍAS HÁBILES SIGUIENTES, RESOLVERÁ SOBRE LA PROCEDENCIA DE LA PETICIÓN, Y

III. EN EL CASO DE LAS OBRAS EN LAS QUE SE TENGA ESTABLECIDA LA PROPORCIÓN EN QUE INTERVIENEN LOS INSUMOS EN EL TOTAL DEL COSTO DIRECTO DE LAS OBRAS, EL AJUSTE RESPECTIVO PODRÁ DETERMINARSE MEDIANTE LA ACTUALIZACIÓN DE LOS COSTOS DE LOS INSUMOS QUE INTERVIENEN EN DICHAS PROPORCIONES,

OYENDO A LA CÁMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUE CORRESPONDA.

EN ESTE SUPUESTO, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PODRÁN OPTAR POR EL PROCEDIMIENTO ANTERIOR CUANDO ASÍ CONVENGA, PARA LO CUAL, DEBERÁN AGRUPAR AQUELLAS OBRAS O CONTRATOS QUE POR SUS CARACTERÍSTICAS CONTENGAN CONCEPTOS DE TRABAJO SIMILARES Y CONSECUENTEMENTE SEA APLICABLE AL PROCEDIMIENTO MENCIONADO. LOS AJUSTES SE DETERMINARÁN PARA CADA GRUPO DE OBRAS O CONTRATOS Y SE APLICARÁN EXCLUSIVAMENTE PARA LOS QUE SE HUBIEREN DETERMINADO, Y NO SE REQUERIRÁ QUE EL CONTRATISTA PRESENTE LA DOCUMENTACIÓN JUSTIFICATORIA.

ARTICULO 51.- LA APLICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS A QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO ANTERIOR, DEBERÁ PACTARSE EN EL CONTRATO CORRESPONDIENTE Y SE SUJETARÁ A LO SIGUIENTE:

I. LOS AJUSTES SE CALCULARÁN RESPECTO DE LA OBRA POR EJECUTAR CONFORME AL PROGRAMA DE EJECUCIÓN PACTADO EN EL CONTRATO, O EN SU CASO, CUANDO HUBIESE ATRASO NO IMPUTABLE AL CONTRATISTA, EL VIGENTE PACTADO EN EL CONVENIO RESPECTIVO, EN LA FECHA EN QUE SE HAYA PRODUCIDO EL INCREMENTO O DECREMENTO EN EL COSTO DE LOS INSUMOS;

II. LOS INCREMENTOS O DECREMENTOS DE LOS COSTOS DE LOS INSUMOS, SERÁN CALCULADOS CON BASE EN LOS RELATIVOS O ÍNDICES QUE DETERMINE LA SECRETARÍA.

CUANDO LOS RELATIVOS QUE REQUIERA EL CONTRATISTA O LA CONTRATANTE NO SE ENCUENTREN DENTRO DE LOS PUBLICADOS POR LA SECRETARÍA, LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PROCEDERÁN A CALCULARLOS CONFORME A LOS PRECIOS QUE INVESTIGUEN, UTILIZANDO LOS LINEAMIENTOS Y METODOLOGÍA QUE EXPIDA LA SECRETARÍA;

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;

IV. 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, Y

V. LOS DEMÁS LINEAMIENTOS QUE PARA TAL EFECTO EMITA LA SECRETARÍA.

ARTÍCULO 52.- CUANDO LA DEPENDENCIA O ENTIDAD DETERMINA LA SUSPENSIÓN DE LA OBRA O LA RESCISIÓN DEL CONTRATO POR CAUSA NO IMPUTABLE AL CONTRATISTA, PAGARÁ A ÉSTE LA PARTE DE LA OBRA O SERVICIOS EJECUTADOS Y LOS GASTOS NO RECUPERABLES, PREVIO ESTUDIO QUE HAGA LA CONTRATANTE DE LA JUSTIFICACIÓN DE DICHS GASTOS, SEGÚN CONVENIO QUE SE CELEBRE ENTRE LAS PARTES, DANDO CUENTA A LA SECRETARÍA, A LA CONTRALORÍA Y

EN SU CASO, A LA DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR, DENTRO DE LOS DIEZ DÍAS HÁBILES SIGUIENTES A LA FIRMA DEL CONVENIO.

ARTÍCULO 53.- EN TODOS LOS CASOS DE RESCISIÓN DE CONTRATO LA DEPENDENCIA O ENTIDAD CONTRATANTE DEBERÁ LEVANTAR UN ACTA CIRCUNSTANCIADA DE RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS EN EL ESTADO EN QUE SE ENCUENTREN, INFORMANDO A LA SECRETARÍA, A LA CONTRALORÍA Y, EN SU CASO, A LA DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR, EN LOS TÉRMINOS DE LA LEY.

ARTÍCULO 54.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PODRÁN REALIZAR OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA, SIEMPRE QUE POSEAN LA CAPACIDAD TÉCNICA Y LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA TAL EFECTO CONSISTENTES EN: MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN, PERSONAL TÉCNICO, TRABAJADORES Y MATERIALES QUE SE REQUIERAN PARA EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS RESPECTIVOS Y PODRÁN SEGÚN EL CASO:

I. UTILIZAR LA MANO DE OBRA LOCAL COMPLEMENTARIA QUE SE REQUIERA, LO QUE INVARIABLEMENTE DEBERÁ LLEVARSE A CABO POR OBRA DETERMINADA;

II. ALQUILAR EL EQUIPO Y MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIO;

III. UTILIZAR LOS MATERIALES DE LA REGIÓN;

IV. CONTRATAR INSTALADOS, MONTADOS, COLOCALOS O APLICADOS LOS EQUIPOS, INSTRUMENTOS, ELEMENTOS PREFABRICADOS TERMINADOS Y MATERIALES QUE SE REQUIERAN, Y

V. UTILIZAR LOS SERVICIOS DE FLETES Y ACARREOS - COMPLEMENTARIOS QUE SE REQUIERAN.

ARTICULO 55.- EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA, BAJO NINGUNA CIRCUNSTANCIA PODRÁN PARTICIPAR TERCEROS COMO CONTRATISTAS, SEA CUALES FUEREN LAS CONDICIONES PARTICULARES, NATURALEZA JURÍDICA O MODALIDADES QUE ÉSTOS ADOPTEN, INCLUIDOS LOS SINDICATOS, ASOCIACIONES Y SOCIEDADES CIVILES Y DEMÁS ORGANIZACIONES O INSTITUCIONES SIMILARES.

ARTICULO 56.- EL ACUERDO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA DEBERÁ CONTENER COMO MÍNIMO LA MENCIÓN DE LOS DATOS RELATIVOS A LA AUTORIZACIÓN DE LA INVERSIÓN RESPECTIVA; EL IMPORTE TOTAL DE LA OBRA Y MONTO A DISPONER PARA EL EJERCICIO CORRESPONDIENTE; LA DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA, Y LAS FECHAS DE INICIACIÓN Y TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS.

ARTICULO 57.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES PODRÁN SUSPENDER TEMPORAL O DEFINITIVAMENTE, EN TODO O EN PARTE, LAS OBRAS QUE REALICEN POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA, POR RAZONES DE INTERÉS GENERAL O POR CUALQUIER CAUSA JUSTIFICADA.

TRATÁNDOSE DE SUSPENSIÓN DEFINITIVA DE LA OBRA, SE DEBERÁ LEVANTAR ACTA CIRCUNSTANCIADA DONDE SE HAGA CONSTAR EL ESTADO EN QUE SE ENCUENTRAN LOS TRABAJOS Y LAS RAZONES DE SUSPENSIÓN DEFINITIVA.

LAS CIRCUNSTANCIAS ANTERIORES DEBERÁN COMUNICARSE A LA SECRETARÍA, A LA CONTRALORÍA Y A LA DEPENDENCIA COORDINADORA DE SECTOR, DENTRO DE LOS TREINTA DÍAS HÁBILES SIGUIENTES A LA FECHA EN QUE SE EMITA LA ORDEN DE SUSPENSIÓN.

ARTICULO 58.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES POR SÍ O A PETICIÓN DE LA SECRETARÍA, PODRÁN SUSPENDER LAS OBRAS CONTRATADAS O QUE SE REALICEN POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA O RESCINDIR LOS CONTRATOS CUANDO NO SE HAYAN ATENDIDO LAS OBSERVACIONES QUE LA SECRETARÍA O LAS DEPENDENCIAS COORDINADORAS DE SECTOR HUBIEREN FORMULADO CON MOTIVO DEL INCUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES DE LA LEY Y DEMÁS APLICABLES.

CAPITULO V

DE LOS SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PÚBLICA

ARTICULO 59.- LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES CUANDO ADJUDIQUEN DIRECTAMENTE UN CONTRATO DE SERVICIOS RELACIONADOS CON LA OBRA PÚBLICA, DEBERÁN ELABORAR UN DICTAMEN EN EL QUE MANIFIESTEN LAS CAUSAS QUE MOTIVARON LA ADJUDICACIÓN A FAVOR DEL SELECCIONADO, INDICANDO EL IMPORTE DEL CONTRATO, - QUE ESTARÁ RESPALDADO CON UN PRESUPUESTO DE LOS COSTOS DEBIDAMENTE ANALIZADOS CON BASE EN LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA.

LEY TRANSITORIOS

PRIMERO.- EL PRESENTE DECRETO ENTRARÁ EN VIGOR A PARTIR DEL DÍA SIGUIENTE DE SU PUBLICACIÓN EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, SALVO LO DISPUESTO EN EL ARTÍCULO CUARTO TRANSITORIO.

SEGUNDO.- SE ABROGA EL REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS DE FECHA 3 DE SEPTIEMBRE DE 1981, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL DÍA 11 DEL MISMO MES Y AÑO, Y SE DEROGAN TODAS LAS DISPOSICIONES QUE SE OPOGAN AL PRESENTE ORDENAMIENTO.

TERCERO.- EN TANTO SE EXPIDAN LAS DEMÁS DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS QUE PARA LA APLICACIÓN DE LA LEY Y DE ESTE REGLAMENTO DEBERÁN OBSERVARSE EN LA CONTRATACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, SE CONTINUARÁN APLICANDO LAS NORMAS ADMINISTRATIVAS EXPEDIDAS CON ANTERIORIDAD EN TODO EN LO QUE NO SE OPOGAN AL PRESENTE REGLAMENTO.

CUARTO.- LAS DISPOSICIONES DE LOS ARTÍCULOS 43, 44 Y 45 DEL PRESENTE REGLAMENTO, ENTRARÁN EN VIGOR NOVENTA DÍAS CALENDARIO POSTERIORES CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE SU PUBLICACIÓN EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN, Y SÓLO SERÁN APLICABLES A LOS CONTRATOS QUE SE CELEBREN A PARTIR DE LA MISMA FECHA DE LA PUBLICACIÓN.

EL REGLAMENTO DE LA LEY DE OBRAS PÚBLICAS FUE PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL TRECE DE FEBRERO DE MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y CINCO.



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

LEY DE OBRAS PUBLICAS -1985

OCTUBRE, 1985

I N D I C E

EXPOSICION DE MOTIVOS DE LA INICIATIVA DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS.	5
EXPOSICION DE MOTIVOS DE LA INICIATIVA DE REFORMAS Y ADICIONES A LA LEY DE OBRAS PUBLICAS	15
TITULO PRIMERO Disposiciones Generales.	21
TITULO SEGUNDO De la Obra Pública	27
TITULO TERCERO De las Infracciones y Sanciones.	47
TITULO CUARTO De los Recursos Administrativos.	51
ARTICULOS TRANSITORIOS De la Iniciativa de la Ley de Obras Públicas	53
ARTICULOS TRANSITORIOS De la Iniciativa de Reformas y Adiciones	55
EXPOSICION DE MOTIVOS DE LA INICIATIVA DE REFORMAS Y ADICIONES A LA LEY DE OBRAS PUBLICAS (1984)	57
DECRETO DE REFORMAS Y ADICIONES A LA LEY DE OBRAS PUBLICAS (1984)	59
ARTICULO DECIMO del Decreto que deroga, modifica y adiciona la Ley de Obras Públicas y diversas disposiciones relacionadas con la vivienda	63

EXPOSICION DE MOTIVOS DE LA INICIATIVA DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS.

El Ejecutivo Federal ha postulado como estrategia fundamental de una administración eficiente, orientada a la consecución de objetivos y meras, la necesidad de planear las acciones públicas con arreglo a las prioridades que impone el desarrollo económico y social y a las necesidades cuya satisfacción demanda el país, así como la de programar adecuadamente el gasto público en función de tales prioridades y necesidades, con la finalidad de racionalizar la aplicación de los recursos con que contamos y de obtener de ellos su óptimo aprovechamiento.

Esta estrategia hizo necesario, en su oportunidad, promover la modernización de los instrumentos jurídicos que enmarcan la función administrativa pública a fin de permitir que el ejercicio de ésta, en un Estado de derecho como el nuestro, encuentre sustento y apoyo en la Ley y contribuya oportunamente al logro de los propósitos nacionales.

Pero este esfuerzo de modernización y reorganización tanto en lo jurídico como en lo administrativo, debe constituir una tarea permanente que asegure la continuidad de los logros obtenidos y garantice la prevalencia del proceso y de sus instituciones. Por ello, es menester ponderar continuamente la necesidad de su consolidación, a través de la adopción de aquellas medidas que tiendan a proveer al sistema de una mayor funcionalidad.

Los principales efectos de este proceso incidieron en la reorganización del aparato administrativo y de la administración del gasto y del financiamiento públicos. El gasto público federal, como instrumento fundamental de política económica y social, debe permitir la satisfacción de las necesidades consideradas como prioritarias para la población; de aquí que los métodos y técnicas de su programación y presupuestación, hayan constituido una constante preocupación de esta Administración.

Los recursos destinados a las obras públicas representan un volumen de magnitud considerable en relación al monto total del Presupuesto anual de Egresos, tanto de la Federación como del Departamento del Distrito Federal y su aplicación, como la de todo el gasto público, debe estar encaminada, desde luego, a la consecución de los propósitos apuntados.

En estas condiciones, la regulación de las inversiones relativas, así como de los medios a través de los cuales se materializan, adquiere una importancia trascendental por el impacto que dichas inversiones representan para la economía del país. Su planeación, programación y presupuestación, así como de las demás acciones relacionadas con la obra pública, son tareas

que resultan preponderantes por sus efectos sociales, frente a las de vigilancia y autorización del ejercicio del gasto público propiamente dichas, y que ya se encuentran reguladas por la ley de la materia.

En efecto, ante la expedición de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal por el H. Congreso de la Unión, y al incorporar en ésta la institucionalización, principalmente de los presupuestos por programas, la vigente Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas no es ya un instrumento acorde con los principios y políticas del ejercicio del gasto; ni con la reestructuración del sector público federal y, en general, ni con el marco jurídico que norma actualmente el funcionamiento de la Administración Pública Federal.

Estas consideraciones sugieren proponer ahora a la Soberanía del Poder Legislativo la iniciativa de un nuevo ordenamiento legal que conduye a la optimización de la calidad de las obras públicas, del rendimiento de las inversiones relativas y a su oportuna ejecución, aplicando para ello estrategias, métodos y técnicas congruentes y uniformes, y que propicie, asimismo, que dichas obras cumplan con las finalidades para las que hayan sido proyectadas.

En efecto, se ha sostenido reiteradamente, y se ratifica ahora, que los avances en lo económico y social deben fincarse sobre la base de una planeación racional del desarrollo, una eficiente programación del quehacer público y una adecuada presupuestación de éste, de manera que, pudiendo atender las necesidades urgentes, no nos detengamos en la realización de tareas prioritarias o estratégicas. Pero es necesario, además, que estas fases se encuentren sujetas a un proceso permanente de retroalimentación, que permita medir los avances obtenidos e imponer, cuando se requiera, las correcciones que reorienten el curso del proceso general.

Se ha pretendido estructurar esta iniciativa en función del actual esquema competencial y de organización de la Administración Pública Federal, tomando en consideración los principios generales que han orientado el proceso de Reforma Administrativa del sector público federal.

El proyecto plantea un esquema normativo que permitirá imprimir uniformidad y congruencia entre las fases de planeación, programación, presupuestación, ejecución, conservación, mantenimiento, demolición y control de la obra pública, sin que los procedimientos que lo integran se conviertan en inhibitorios del ejercicio de las funciones de cada una de las dependencias y entidades que deban sujetarse a las disposiciones de la Ley. Busca recoger, asimismo, la política de corresponsabilidad en el ejercicio del gasto público, en lo que se refiere a las erogaciones que por concepto de inversiones para obra pública realizan las propias dependencias y entidades.

Como propósito fundamental se previó la institucionalización de la política de liberalización en el cumplimiento de los requisitos y modalidades previas a la iniciación de las obras y a la celebración de los contratos, reduciéndolos y eliminando, en algunos casos, los que ya no se justifican. En efecto, la iniciativa de Ley propone un sistema de regulación de la obra pública que supera obstáculos y trabas administrativas, al imprimir agilidad y flexibilidad a los procedimientos actuales.

Desarrolla, asimismo, la competencia que tendrán los coordinadores de sector en materia de obras públicas, para contribuir a vigorizar las tareas de planeación, coordinación y evaluación de la operación de las entidades agrupadas en sus respectivos sectores.

Por todo lo anterior, en el título primero de la iniciativa, relativo a disposiciones generales, se establece como objeto de la Ley la regulación, no solamente del gasto para la obra pública, sino también, y preponderantemente, de las acciones de la administración pública encaminadas a estas responsabilidades, a efecto de superar las limitaciones de la vigente Ley que atribuye al Ejecutivo Federal la intervención en los contratos de obras de construcción, instalación, conservación, reparación y demolición de bienes inmuebles, y la inspección y vigilancia de dichas obras. En este sentido, la iniciativa considera como fases de la obra pública, su planeación, programación, presupuestación, ejecución, conservación, mantenimiento, demolición y control de manera que el proceso pueda observar unidad y complementariedad.

Lo anterior obedece a que es menester que la ejecución de las obras se oriente a objetivos, prioridades y metas, justifique su realización y considere su impacto y beneficios. Ello permitirá conocer con mayor oportunidad la aplicación de los recursos respectivos, los avances de los programas y hacer la selección más objetiva de los proyectos importantes.

Se declara a la Ley como de orden público, a fin de que la Administración pueda actuar, cuando ello sea necesario y en beneficio general o de la economía nacional, con la suficiente flexibilidad, tomando en cuenta que la mayor parte de las obras públicas se realizan mediante contrato, el que, bajo circunstancias normales, se regula por la legislación común. Esto trae como consecuencia que los entes públicos queden sujetos al régimen de derecho privado que no solamente no es compatible con la naturaleza de éstos, sino que además los inhiben para la cabal realización de los fines y funciones que le son propios y distintos a los de los particulares.

Es de orden público también, porque preserva el interés social, en atención a que las obras públicas deben proyectarse con la finalidad fundamental de

contribuir a la consecución de los grandes objetivos nacionales que han de alcanzarse a través de la estrategia trazada en la planeación global del desarrollo del país, en el sentido de proveer a la población de mínimos de bienestar para satisfacer las crecientes demandas de bienes y servicios.

Quedan sujetas a las disposiciones de la Ley, todas las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, en congruencia con las bases de organización que establece la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Lo anterior no presupone que los controles a que ciertas entidades por razón de su categoría, se encuentran sujetas, se substituyan por los que plantea la iniciativa; se pretende que estos últimos sean complementarios y permitan al Ejecutivo Federal el conocimiento real y oportuno de la gestión que en materia de obras realizan todas las dependencias y entidades de la administración pública.

En virtud de que el objeto lo constituyen la regulación del gasto y las acciones para la obra pública, dentro de las disposiciones generales se define lo que se considerará, para efectos de la Ley, como obra pública y se incluyen en esta consideración, además de los que actualmente contempla la Ley vigente, a los trabajos que tienen por objeto mejorar y utilizar los recursos agropecuarios del país, así como los de exploración, localización, perforación, extracción y aquéllos similares que se realizan para la explotación y desarrollo de los recursos naturales que se encuentran en el suelo o en el subsuelo y otros para la construcción o conservación de bienes destinados al servicio público. Esto obedece, por una parte, al monto de inversión que representan y porque definitivamente deben considerarse como obras públicas, por estar encaminadas al beneficio social y por otra, porque para alcanzar los objetivos previstos por el Gobierno Federal en la planeación nacional, sectorial y regional del desarrollo de mediano y largo plazo, la promoción y desarrollo de estas actividades, se tornan en aspectos de alta prioridad en la consolidación del crecimiento del país.

Al existir ya una regulación específica, expedida recientemente por el H. Congreso de la Unión, sobre adquisiciones, arrendamientos y almacenes de la Administración Pública Federal, la iniciativa prevé que los bienes muebles destinados a incorporarse, adherirse o destinarse a los inmuebles que constituyen las obras, se considerarán como partes integrantes de éstas, en la inteligencia de que las adquisiciones correspondientes se regirán por la ley de la materia. Esta previsión permitirá que las adquisiciones que hagan las dependencias y entidades de insumos para la construcción, equipos de instalación y de obras "en paquete", que constituyen inversiones para la obra pública, puedan cuantificarse dentro de los presupuestos respectivos, a fin de poder determinar el impacto económico de las adquisiciones por estos conceptos, de una parte; y de otra, que los programas y presupuestos de ad-

quisiciones de las propias dependencias y entidades permitan apreciar el monto real de las inversiones por concepto de bienes muebles y el de las destinadas a la realización de obras. En consecuencia, la iniciativa plantea la necesidad de establecer procedimientos de coordinación entre las Secretarías de Comercio y de Programación y Presupuesto, como dependencias competentes en esas funciones.

Los servicios relacionados con las obras y que no constituyen propiamente obras públicas, al amparo de la Ley vigente se han venido sujetando, para su contratación, al procedimiento general de adjudicación por concurso: situación que la experiencia administrativa ha demostrado es inconveniente, incosteable y perjudica la eficacia y oportunidad con que deben ejecutarse los proyectos y las mismas obras.

Para precisar la concepción de la obra pública y clarificar la naturaleza de los servicios profesionales relacionados con ella, la iniciativa dispone que los contratos que se celebren con tal objeto se rijan por la propia Ley, en los términos que la misma establece; esto es, se especifican los tipos de servicios que podrán pactarse, excluyendo de entre ellos, los que puedan presuponer la ejecución de la obra por cuenta y orden de la dependencia o entidad, y se prohíben expresamente estos últimos, a fin de impedir legalmente la contratación de la ejecución de la obra por el sistema de administración, que desde el punto de vista económico lesiona de manera importante el interés del erario público.

Se confiere la aplicación de la Ley al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Programación y Presupuesto, sin perjuicio de la intervención que corresponda a otras dependencias conforme a la propia Ley o a otras disposiciones legales, para que dicha Secretaría pueda constituirse efectivamente en un órgano de orientación y apoyo global en materia de gasto para la obra pública; es decir, se ubica como una autoridad con funciones eminentemente normativas. La calidad de autoridad administradora de la Ley, que se da a la propia Secretaría, reserva, no obstante, la competencia de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, en la fijación de las disposiciones administrativas que deberán observarse en la contratación y ejecución de las obras.

Para determinar el avance de los programas y los resultados alcanzados por las dependencias y entidades, se prevé asimismo la obligación de vigilar y comprobar los resultados de sus respectivas acciones relacionadas con la obra pública.

Con el objeto de aprovechar óptimamente los bienes con que cuenta la Administración Pública Federal para la ejecución de las obras, así como los estudios y proyectos realizados, se obliga a las dependencias y entidades, por

una parte, a formular un inventario de dichos bienes, que se sumará a un inventario sectorial, a efecto de integrar el general, y por la otra, a llevar un catálogo y archivo de los mencionados estudios y proyectos para los mismos fines apuntados.

La iniciativa propone la creación de la Comisión Intersecretarial Consultiva de la Obra Pública como órgano de asesoría y consulta que sustituiría a la actual Comisión Técnico Consultiva de Contratos y Obras Públicas, y ubica en dicho órgano la responsabilidad de decidir, eminentemente, sobre políticas generales, prioridades, objetivos y metas en la materia, a fin de que coadyuve a la coordinación adecuada de estas tareas.

Dentro del título segundo, se regulan la planeación y la programación y presupuestación de las obras. Al efecto, la iniciativa fija criterios para que la planeación de las obras públicas, se ajuste a las políticas, prioridades y recorridos de los planes nacionales, sectoriales y regionales de desarrollo económico y social; se jerarquicen en función de las necesidades y beneficio que representen; se fortalezca el federalismo, y se consideren los requerimientos de áreas y predios para la ejecución de las obras, la disponibilidad de recursos, así como el señalamiento de las obras principales y las complementarias.

La contaminación ambiental y el deterioro de las condiciones ecológicas, que ya constituye un problema de proporciones críticas en nuestro país, especialmente en áreas de desarrollo urbano acelerado, es un aspecto que amerita la mayor atención de la Administración, e impone a ésta, como una medida inaplazable, la obligación por una parte, de utilizar los medios que tenga a su alcance para prevenir estos problemas y, por la otra, de proveer lo que sea menester no sólo para el presente, sino también a futuro. Por ello, resulta indispensable estimar, previsiblemente, dentro de los procesos de planeación, la preservación y mejoramiento ambiental. No podríamos fincar nuestro desarrollo ni garantizar su permanencia y alcances bajo condiciones físicas que resultan hostiles o adversas, o en el mejor de los casos, inapropiadas para la salubridad y comodidad general.

Por ello, y considerando que las obras públicas influyan en cualquier forma, sobre las condiciones ambientales, la iniciativa contempla la obligación de prever los efectos de su ejecución sobre dichas condiciones y su preservación y mejoramiento cuando pudieran afectarse.

La planeación, para que pueda servir eficazmente como instrumento del desarrollo, presupone la adecuada programación y presupuestación de las acciones a ejecutar, por lo que en el propio capítulo se establece que las dependencias y entidades deberán elaborar sus programas de obra pública, a fin de que sean considerados en el proceso de planeación sectorial y global

del desarrollo. Al formular sus programas y respectivos presupuestos de obras, las dependencias considerarán los objetivos y metas de corto, mediano y largo plazos, que deberán ser congruentes con los del sector al que pertenezcan; las acciones a realizar y los resultados a alcanzar; los recursos necesarios y las unidades responsables de su ejecución.

De esta manera, se pretende que la fijación de prioridades y metas pueda partir de un marco objetivo e integral, mediante un proceso participativo y responsable en el que se puedan apreciar y seleccionar los programas y proyectos urgentes o estratégicos, y se haga con ello una mejor aplicación de los recursos con que se cuenta.

Además, se incluyen disposiciones concretas con el propósito de que en el ejercicio de la planeación y de la programación y presupuestación de las obras, las dependencias y entidades observen normas generales y uniformes en cada una de las etapas del proceso, y consideren, previamente a su ejecución, los elementos, especificaciones y demás requisitos que deberán reunir. Se proponen, por otra parte, previsiones que tiendan a racionalizar los recursos destinados a las obras, a mejorar su calidad y a garantizar su óptimo aprovechamiento.

En el capítulo segundo del título segundo, se regula el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, que deberá llevarse con arreglo a una clasificación de los contratistas conforme a su especialidad, capacidad técnica y económica y de su ubicación en el país. Esto propiciará que los contratos se otorguen bajo las mejores condiciones de realización y contribuirá a la promoción del desarrollo a nivel regional.

Se prevé que el registro en el Padrón de Contratistas tenga una vigencia que abarque del 1.º de julio al 30 de junio del año siguiente, lo que permitirá contar con la información más reciente sobre la situación financiera de los contratistas, porque estará referida al mes de marzo anterior, época en la que deben cumplir con sus obligaciones fiscales principales. Se busca, asimismo, mayor operatividad en la aplicación de las disposiciones administrativas emitidas en relación con la contratación de obras, con el objeto de mejor aprovechar los periodos de escasa precipitación pluvial, amén de que los contratistas contarán con registros actualizados a partir del 1.º de enero del año siguiente y podrán iniciar de inmediato o continuar con la realización de obras contratadas, una vez autorizado el ejercicio del Presupuesto de Egresos del año correspondiente.

Se establecen los supuestos bajo los cuales podrá suspenderse temporalmente o cancelarse el registro de los contratistas respecto de la garantía de seguridad jurídica de los interesados, y por otra parte, se anota la posibilidad de interponer recurso contra tales resoluciones.

El capítulo cuarto del mismo título segundo clarifica las disposiciones relativas a los procedimientos de adjudicación de las obras, a efecto de reproducir los propósitos de legalidad, equidad, publicidad y transparencia que postula el texto constitucional en que dichas disposiciones se fundan.

Los contratos de obra pública serán adjudicados en subasta, mediante convocatoria, y para que se presenten proposiciones en sobre cerrado, que será abierto en junta pública. El procedimiento de adjudicación de los contratos que en la nueva Ley se desarrolla, pretende, precisamente, la garantía y realización de los principios de probidad pública y de igualdad de los contratistas que se encuentran en la base de ese precepto constitucional.

Las modificaciones que en ciertos casos calificados se introducen a dicho procedimiento, no van en detrimento de tales principios, como tampoco ocurrió con la Ley en vigor, sino que concilian los mismos principios con las situaciones que plantean, por ejemplo, las obras públicas relativas a la seguridad nacional o las necesarias para responder a las emergencias que crean los desastres naturales.

Se establecen prohibiciones y limitaciones para la celebración de contratos, entre otros supuestos, para aquellas personas en cuyas empresas participe el funcionario que deba decidir sobre la adjudicación de la obra, o su cónyuge o sus parientes consanguíneos o por afinidad hasta el cuarto grado, sea como accionistas, ejecutivos o apoderados. Se busca con esto mejorar la calidad de los trabajos y las condiciones de ejecución de la obra, así como evitar la intervención de intereses particulares que lesionen el interés general.

En vista de que la experiencia administrativa ha demostrado que la celebración de los contratos sobre la base de precios unitarios no siempre es la más adecuada, la Ley establece la posibilidad de la contratación a precio alzado que, constituyendo en lo esencial el sustento jurídico del mencionado sistema de precios unitarios, es una figura con un conocimiento más amplio en nuestro sistema jurídico positivo.

La Iniciativa introduce como innovación la posibilidad de que las dependencias y entidades puedan modificar los contratos cuando ello no implique alteraciones de más de un 20 por ciento en el plazo o monto, ni variaciones sustanciales al proyecto, con el propósito de que exista flexibilidad para el caso de que las condiciones pactadas originalmente se vean afectadas por causas supervenientes.

También, como innovación, la Iniciativa propone que las dependencias y entidades puedan suspender por causa justificada o rescindir administrativamente los contratos por razones de interés general o por contravenir las

disposiciones de la Ley, las que de ella se deriven, o los términos del contrato, lo cual dotará a la administración pública de la facultad de actuar con mayor oportunidad y eficiencia, cuando las circunstancias hagan patente la necesidad de salvaguardar el interés público o de evitar su detrimento.

Se responsabiliza a las dependencias y entidades, en forma directa, de la recepción de las obras, para que exista corresponsabilidad en las acciones.

Se prevé que los contratos que se celebren con base en la Ley se considerarán de derecho público, a fin de permitir que la administración pública pueda contratar bajo condiciones y términos más propios de su naturaleza jurídica y exista, asimismo, la posibilidad de que se hagan estipulaciones exorbitantes del derecho privado, necesarias a los fines de la función pública e inherentes al adecuado cumplimiento de ésta.

En congruencia con lo que se establece para los contratos, las dependencias y entidades que realicen obras por administración directa podrán modificar los acuerdos respectivos cuando no excedan de la proporción señalada, ni impliquen variaciones sustanciales al proyecto.

El mismo capítulo cuarto, incluye disposiciones relativas al uso, operación, conservación y mantenimiento de los inmuebles, con la finalidad de obtener de ellos su óptimo aprovechamiento, para que sean operados con los niveles apropiados de funcionalidad y rendimiento. Estas disposiciones constituyen, también, una innovación con relación a la Ley vigente.

El capítulo quinto del propio título segundo, prevé que las dependencias y entidades participen en el control de las obras, para cuyo efecto deberán elaborar normas y procedimientos específicos. Se atribuye a la Secretaría de Programación y Presupuesto y a las dependencias coordinadoras de sector, la facultad de verificar que las obras y los servicios relacionados con ellas se realicen conforme a lo establecido en la Ley y a los programas y presupuestos autorizados, con el mismo propósito de que la responsabilidad se comparta en todos los niveles; en correspondencia, se obliga a las dependencias y entidades a proporcionar las facilidades necesarias a tales fines.

Por otra parte, el propio capítulo quinto del título segundo establece la posibilidad de que el Ejecutivo Federal, a través de procedimientos de control, pueda determinar con mayor certeza la aplicación de los recursos presupuestados para el gasto federal en obras.

Como instrumento complementario de la corresponsabilidad que caracteriza al esquema general, la iniciativa plantea la posibilidad de adoptar medidas sancionadoras, con independencia de que proceda el fincamiento de responsabilidades de otro orden; con ello se busca un impacto y significación ostensiblemente mayor al que actualmente prevén las disposiciones aplicables.

de manera que constituyan un instrumento adecuado para la eficaz observancia de la Ley, cuando la libertad que la misma postula quede desvirtuada, o va por beneficiar intereses particulares o bien por actuaciones que denoten irresponsabilidad o negligencia.

Por las razones expuestas, se establecen sanciones tanto de carácter pecuniario como de orden administrativo, para propiciar la legalidad y adecuación de los actos de quienes tengan a su cargo la vigilancia de la Ley y la adopción de las decisiones que ello supone.

Finalmente, se reglamenta el recurso que podrán intentar en contra de la Administración, quienes resulten afectados con su aplicación por parte de las autoridades, como un medio de defensa y garantía de interés jurídico individual.

Por lo anteriormente expuesto, y con fundamento en lo dispuesto por la fracción I del artículo 71 constitucional, me permito someter a la consideración del H. Congreso de la Unión, por el digno conducto de ustedes, la siguiente iniciativa de

EXPOSICION DE MOTIVOS DE LA INICIATIVA DE REFORMAS Y ADICIONES A LA LEY DE OBRAS PUBLICAS.

CC. SECRETARIOS DE LA CAMARA DE SENADORES
DEL H. CONGRESO DE LA UNION.

Presentes.

Dentro del compromiso asumido al inicio de mi gobierno para integrar el Sistema Nacional de Planeación Democrática, a partir de la reforma al Artículo 26 Constitucional, fue presentado a la Nación el Plan Nacional de Desarrollo 1983 - 1988, cuyo contenido político es la base para enfrentar los retos actuales del desarrollo del país, considerando siempre la más amplia participación popular y con base en los principios orientadores que son respuesta de las exigencias populares plenamente identificadas durante la pasada campaña electoral.

El gobierno a mi cargo se ha responsabilizado de estas demandas populares para hacerlas realidad en sus acciones, al integrarlas como propósitos válidos y necesarios en el marco de su filosofía política. Una de dichas exigencias lo constituye la necesidad de que cada mexicano asuma plenamente su responsabilidad, especialmente el servidor público, frente al bien general de la Nación, pues sólo la identificación paralela de objetivos públicos y privados podrá traducirse en verdadera lealtad hacia lo que debemos ser: herederos de las instituciones republicanas cuyo vigor y transparencia han sido las expresiones de fidelidad que han permitido, en épocas difíciles, ser el sustento firme para mantener vigente el Proyecto Nacional.

Las responsabilidades de los servidores públicos se deben traducir, en la práctica, en el perfeccionamiento de los sistemas de administración de los recursos del Estado, la mejor regulación de dichas responsabilidades y el fortalecimiento de los mecanismos de control y vigilancia de la Administración.

Es de reconocerse que la noción de Estado de Derecho no implica inmovilidad, sino permanente y pertinente revisión de leyes e instituciones, y modificaciones de actitudes y comportamientos, como también constante es la variación de la realidad, que demanda progresos normativos e indispensables, además de la innovación jurídica para promover el cambio social.

El Sistema Nacional de Planeación Democrática, conlleva el compromiso de lograr un sistema permanente de trabajo, que permita al gobierno servirse de un mecanismo de modernización, para cumplir con la responsabi-

idad que le confiere nuestra Ley Fundamental de conducir el proceso de desarrollo.

Mediante la estrategia del Plan Nacional de Desarrollo 1983 - 1988, nos proponemos hacer frente a los grandes retos del país, y en él se señalan como objetivos centrales de la política de reforma jurídica, revisar a fondo el sistema normativo nacional y simplificar los procedimientos administrativos, auspiciando las reformas legales y reglamentarias que se estimen necesarias.

Asimismo, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 1983 - 1988 y de conformidad con los lineamientos para promover el desarrollo social dentro de la política de gasto público, nos hemos hecho el propósito de cuidar que los contratos de obras del sector público favorezcan la máxima creación de empleos compatible con costos, restricciones tecnológicas y mecanismos efectivos de administración.

En este sentido, el Ejecutivo a mi cargo propuso, en su oportunidad, reformas al marco jurídico vigente, que tienden a reforzar las normas que aseguran disciplina, adecuada programación, eficiencia y escrupulosa honradez en la ejecución del gasto público federal; tal es el caso de la reforma al Artículo 134 Constitucional y del Título relativo a las Responsabilidades de los Servidores Públicos; con lo que se busca garantizar, por una parte, la mejor aplicación de los recursos de que disponga el Estado y por otra, que los servidores públicos se ajusten estrictamente a las disposiciones que regulan su manejo.

Paralelamente, promovimos las reformas y adiciones conducentes a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal para reordenar el aparato administrativo, a fin de que la Administración Pública contara con una infraestructura orgánica capaz de instrumentar programas y acciones con mecanismos más ágiles y adecuados, así como con una dependencia encargada de supervisar, controlar y vigilar que el cumplimiento de los programas se realice con sujeción a las disposiciones legales y administrativas vigentes.

En este contexto, la iniciativa que hoy sometemos a la consideración del H. Congreso de la Unión, es el producto de un esfuerzo de modernización y reorganización, tanto en lo jurídico como en lo administrativo, de la función pública, en lo que respecta a la planeación, programación, presupuestación, ejecución, control y evaluación de la obra pública que realizan las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y de la participación que en este rubro corresponde a los sectores social y privado y a los particulares en general.

La Iniciativa reitera y precisa el propósito de que toda obra pública se rea-

lice para la satisfacción de necesidades colectivas, de interés general y orden público, conforme a los objetivos y prioridades de la planeación nacional del desarrollo.

Con ello se pretende que el Gasto Público Federal, como instrumento fundamental de política económica y social, garantice la satisfacción de las necesidades consideradas como prioritarias para la población y las propias del Estado en su carácter de rector de la economía nacional.

El proyecto plantea, respecto de la Ley vigente, reformas que atienden al actual esquema de organización y funcionamiento de la Administración Pública Federal, preservando las competencias que corresponden a las dependencias del Ejecutivo, conforme a la asignación de atribuciones que, se les confiere en la Ley de la materia, y en atención a su carácter de dependencias coordinadoras de sector.

Consecuentemente, se precisan las competencias que en materia de obra pública corresponderán a las Secretarías de Programación y Presupuesto y de la Contraloría General de la Federación; donde, a la primera, competirá la función normativa en lo que respecta a la planeación, programación, presupuestación, ejecución y evaluación de la obra, y a la segunda, efectuar el control a través de visitas, inspecciones, auditorías y demás actos de supervisión.

Las reformas que propone la Iniciativa, consideran la problemática que enfrentan en la actualidad las partes involucradas en los procesos de ejecución de la obra pública, analizada y recogida durante el proceso de consulta popular que establecimos con la finalidad de recibir los planteamientos de los diferentes sectores de la población en la integración del Plan Nacional de Desarrollo 1983 - 1988.

Lo anterior tiene como finalidad perfeccionar el sistema de ejecución de las obras públicas y superar, al mismo tiempo, las deficiencias que han sido detectadas a través de la experiencia administrativa obtenida con la aplicación del orden jurídico vigente en la materia y lograr con ello una mayor agilidad y oportunidad en los trámites y dinamismo en el proceso, en forma integral.

De esta manera, se reafirman y se da continuidad a los principios que orientaron la Ley de Obras Públicas, en el sentido de liberar el cumplimiento de los requisitos y modalidades previos a la iniciación de las obras y a la celebración de contratos, reduciéndolos y eliminando, en algunos casos, los que ya no se justifican, a fin de establecer un sistema de regulación que dé agilidad y oportunidad a los procedimientos actuales, a cambio de precisar las responsabilidades que durante el proceso corresponderán a las dependencias y entidades, y en especial a los servidores públicos, en

la realización de las obras; con ello la Iniciativa contribuye a dar contenido al propósito plasmado en el Artículo 134 Constitucional, de garantizar que los recursos económicos se administren con eficiencia, eficacia y honradez y que aseguren al Estado las mejores condiciones en su aplicación.

Cabe señalar, que al igual que la Ley vigente, el proyecto regula todas las fases a que se sujeta el proceso de la obra pública, a través de un esquema normativo que permitirá imprimir uniformidad y congruencia a la planeación, programación, presupuestación, ejecución, control y evaluación de la obra pública, estableciendo en cada caso la vinculación que debe existir entre éstas y la planeación nacional del desarrollo y la programación presupuestaria.

Bajo estas consideraciones, en el Título Primero, de Disposiciones Generales, se aclara el concepto de obra pública y se amplía a otros trabajos que se consideran implícitamente en la Ley vigente, pero que es conveniente precisar para dar mayor objetividad, como son los que se realizan para la explotación de los recursos no renovables del subsuelo y aquéllos de infraestructura necesaria para mejorar las actividades productivas agropecuarias.

Se unifican las funciones normativas de todas las fases de la obra pública, para quedar a cargo, con excepción del control, de la Secretaría de Programación y Presupuesto. En cuanto a la integración de la Comisión Consultiva de la Obra Pública, se adecúa conforme al nuevo esquema de la Administración Pública Federal y además, se incluye al Departamento del Distrito Federal, como integrante de la Comisión, en razón del número y magnitud de las obras públicas que contrata y realiza.

En cumplimiento a lo dispuesto por el artículo quinto transitorio de la Ley de Planeación, el capítulo primero del Título Segundo se adecúa a las disposiciones relativas a la planeación nacional del desarrollo, estableciendo los criterios que permitirán garantizar que la planeación de las obras públicas se ajusten a los objetivos y prioridades de la planeación del desarrollo.

Por lo que respecta al Padrón de Contratistas de Obras Públicas, regulado en el capítulo segundo del Título Segundo del proyecto, se eliminan los requisitos que deben cubrir los interesados en inscribirse, para trasladarlos a las disposiciones reglamentarias, por considerarse a éstos de orden administrativo, y se agiliza el trámite de registro, al reducirse el plazo de que dispondrá la Secretaría de Programación y Presupuesto para resolver sobre las solicitudes que se le presenten, a sólo veinte días hábiles, lo que para el contratista representará contar oportunamente con el registro correspondiente que le permita mayores posibilidades de participación

en los concursos de obras públicas.

En cuanto a la contratación de la obra pública, regulada en el Título Segundo del proyecto, se adecúa para reproducir, en lo conducente, el texto del Artículo 134 Constitucional y establecer el procedimiento general de adjudicación mediante licitaciones públicas, que garanticen al Estado las mejores condiciones de precio, calidad, financiamiento y oportunidad en su realización. En consecuencia, y siguiendo el texto del citado Artículo 134 Constitucional, se establecen los casos en que se considera que no es idónea la licitación pública para llevar a cabo la contratación de las obras, desarrollándose las bases, procedimientos, reglas y requisitos a que se sujetarán. De esa suerte, se otorga a las dependencias y entidades la facultad para optar, bajo su responsabilidad, por la contratación de las obras o trabajos sin licitar públicamente en los casos de excepción que, según la urgencia o naturaleza, se señalan; debiendo acreditarse en tales casos, que la contratación de las obras o trabajos se funda en criterios de economía, eficacia, eficiencia, imparcialidad u honradez.

A su vez, en la consideración de la contratación de obras de monto menor, se partió de las disposiciones ya previstas en la Ley vigente, a fin de precisar que el criterio de economía es la base para su regulación, lo que deberá reflejarse en los límites máximos que, a ese efecto, fijará anualmente el Presupuesto de Egresos atendiendo a la cuantía de las obras y en función de la inversión total autorizada a las dependencias y entidades; una variante de esa contratación es la que se refiere a las obras de menor cuantía, que podrán contratarse directamente; se prevé igualmente, el caso de las obras que superen el monto de aquéllas, las que se adjudicarán mediante un concurso simplificado, en el que se convocará a un mínimo de tres personas.

Con el propósito de que exista mayor flexibilidad sobre las condiciones pactadas originalmente, se eliminan los acuerdos escritos que contempla la Ley actual y se incrementa el porcentaje que puedan modificar las dependencias y entidades sin autorización previa, hasta en 25%, sin límite de número de convenios, quedando sujeta a la responsabilidad de los titulares de las dependencias y entidades la celebración de un único convenio adicional cuando las modificaciones de que se trate excedan dicho porcentaje, así como la consideración y calificación de las razones en que se funden y motiven. Esta regla se aplicará también para las obras realizadas por administración directa; pero en ambos casos se mantiene la restricción de que los convenios no deberán afectar la naturaleza y características esenciales de la obra de que se trate, ni convenirse para eludir en cualquier forma el cumplimiento de la Ley.

Por lo que respecta al capítulo quinto del mismo Título Segundo, sólo se a-

LEY DE OBRAS PUBLICAS

decían aquéllos preceptos que deben contemplar la participación de la Secretaría de la Contraloría General de la Federación en las materias que regulan.

En los Títulos Tercero y Cuarto de las infracciones y sanciones y de los recursos administrativos, la Iniciativa contempla las disposiciones que tienen por objeto procurar la debida observancia de la Ley y se mantienen sin variación sustancial las medidas y sanciones previstas por la Ley actual. Por lo que hace a la forma de determinar los montos de las multas que podrán imponerse, el proyecto propone adoptar un sistema que considera la dinámica de la situación económica actual, lo que hace posible operar los ajustes que la propia situación demanda. Asimismo, se da la participación que corresponde a la Secretaría de la Contraloría General de la Federación en la determinación y aplicación de sanciones y multas y en la resolución de los recursos relativos.

Por lo antes expuesto, y con fundamento en lo dispuesto en la fracción I del Artículo 71 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y por el digno conducto de ustedes, me permito someter a la consideración del H. Congreso de la Unión, la presente iniciativa de

TITULO PRIMERO

Disposiciones Generales

CAPITULO UNICO

ARTICULO 1o. - La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto regular el gasto y las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, ejecución, conservación, mantenimiento, demolición y control de la obra pública que realicen:

- I. Las unidades de la Presidencia de la República;
- II. Las Secretarías de Estado y Departamentos Administrativos;
- III. Las Procuradurías Generales de la República y de Justicia del Distrito Federal;
- IV. El Departamento del Distrito Federal;
- V. Los organismos descentralizados;
- VI. Las empresas de participación estatal mayoritaria, y
- VII. Los fideicomisos en los que el fideliomitente sea el Gobierno Federal, el Departamento del Distrito Federal o cualesquiera de las entidades mencionadas en las fracciones V y VI.

ARTICULO 2o.- Para los efectos de esta Ley se considera ---- obra pública todo trabajo que tenga por objeto crear, construir, conservar o modificar bienes inmuebles por su naturaleza o disposición de Ley.

Quedan comprendidos:

- I. La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de los bienes a que se refiere este Artículo, incluidos los que tienden a mejorar y utilizar los recursos agropecuarios del país, así como los trabajos de exploración, localización, perforación, 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;
- II. La construcción, instalación, conservación, mantenimiento, reparación y demolición de los bienes inmuebles destinados a un servicio público o al uso común, y
- III. Todos aquellos de naturaleza análoga.

Los bienes muebles, que deban incorporarse, adherirse o destinarse a un inmueble, necesarios para la realización de las obras públicas por administración directa, o los que suministren las dependencias o entidades conforme a lo pactado en los contratos de obra, se sujetarán a las disposiciones de esta Ley, sin perjuicio de que las adquisiciones de los mismos se rijan por la Ley respectiva.

ARTICULO 3o.- Para los efectos de la presente Ley se entenderá por:

- I. Secretaría: la Secretaría de Programación y Presupuesto;
- II. Contraloría: la Secretaría de la Contraloría General de la Federación;
- III. Dependencias: las señaladas en las fracciones I a IV del -- Artículo 1o. de esta Ley.

IV. Entidades: las mencionadas en las fracciones V a VII del -- propio Artículo 1o.;

V. Sector: el agrupamiento de entidades coordinado por la Secretaría de Estado o Departamento Administrativo que en cada caso designe el Ejecutivo Federal; y

VI. Dependencias coordinadoras de sector: las Secretarías de -- Estado o Departamentos Administrativos a que se refiere la fracción anterior.

ARTICULO 4o.- El gasto de la obra pública se sujetará, en su caso, a lo previsto en los Presupuestos anuales de Egresos de la Federación y del Departamento del Distrito Federal, así como a las disposiciones de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal y, en lo conducente, a las disposiciones que en esta Ley se establecen.

ARTICULO 5o.- Estarán sujetos también a las disposiciones de esta Ley, en los términos que la misma establece, los contratos de servicios relacionados con la obra pública, que requieran celebrar las dependencias y entidades mencionadas en el Artículo 1o. de esta Ley.

ARTICULO 6o.- El Ejecutivo Federal aplicará la presente Ley por conducto de la Secretaría, sin perjuicio de la intervención que se atribuya a otras dependencias del propio Ejecutivo conforme a ésta o a otras disposiciones legales.

La Secretaría queda facultada para interpretar las disposiciones de esta Ley para efectos administrativos.

Oyendo la opinión de la Comisión Intersecretarial Consultiva de la Obra Pública a que se refiere el Artículo 11 de esta Ley, la Secretaría expedirá las disposiciones administrativas que en aplicación de la presente Ley, deberán observarse en la contratación y ejecución de las obras.

ARTICULO 7o.- La ejecución de obras públicas con cargo total o parcial a fondos federales conforme a los convenios entre el Ejecutivo Federal y las entidades federativas, estará sujeta a las disposi-

ciones de esta Ley. Para estos efectos se pactará lo conducente en los mencionados convenios, con la participación que, en su caso, corresponda a los municipios interesados.

ARTICULO 8o. - Cuando por las condiciones especiales de la obra se requiera la intervención de dos o más dependencias o entidades, quedará a cargo de cada una de ellas la responsabilidad sobre la ejecución de la parte de la obra que le corresponda, sin perjuicio de la responsabilidad que en razón de las atribuciones tenga la encargada de la planeación y programación del conjunto.

En los convenios a que se refiere el artículo anterior, se establecerán los términos para la coordinación de las acciones de las dependencias y entidades que intervengan.

ARTICULO 9o. - Las entidades que no se encuentren agrupadas en sector alguno, cumplirán directamente ante la Secretaría, con las obligaciones que esta Ley señala a las entidades sectorizadas para con sus respectivas dependencias coordinadoras de sector.

ARTICULO 10. - Las dependencias y entidades formularán un inventario de la maquinaria y equipo de construcción a su cuidado o de su propiedad y lo mantendrán actualizado. Las entidades remitirán sus respectivos inventarios a la dependencia coordinadora de sector, para integrar el inventario sectorial. Las entidades que no se encuentren agrupadas en sector alguno, lo enviarán a la Secretaría.

Las dependencias y entidades llevarán el catálogo y archivo de los estudios y proyectos que realicen sobre la obra pública. Las entidades remitirán el catálogo mencionado a la dependencia coordinadora de sector o en su caso, a la Secretaría.

Las dependencias coordinadoras de sector enviarán a la Secretaría el inventario sectorial actualizado de maquinaria y equipo y el catálogo de los estudios y proyectos.

Lo anterior será sin perjuicio de las facultades que, en materia de inventarios, correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal:

ARTICULO 11. - Se crea la Comisión Intersecretarial Consultiva de la Obra Pública, como órgano de asesoría y consulta para la aplicación de esta Ley, que se integrará bajo la presidencia del Secretario de Programación y Presupuesto, con representantes permanentes que serán los titulares de las Secretarías de Hacienda y Crédito Público; Contraloría General de la Federación; Energía, Minas e Industria Paraestatal; Comercio y Fomento Industrial; Agricultura y Recursos Hidráulicos; Comunicaciones y Transportes; Desarrollo Urbano y Ecología, y del Departamento del Distrito Federal.

La Comisión invitará a sus sesiones a representantes de otras dependencias y entidades, así como de los sectores social y privado, cuando por la naturaleza de los asuntos que deba tratar, se considere pertinente su participación.

El Ejecutivo Federal establecerá las bases para la organización y funcionamiento de la Comisión.

TITULO SEGUNDO

De la Obra Pública

CAPITULO I

De la Planeación, y de la Programación y Presupuestación de las Obras

ARTICULO 12.- En la realización de las obras públicas, las dependencias y entidades deberán:

- I. Ajustarse a los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales, en su caso; de acuerdo con las estimaciones de recursos y las determinaciones sobre instrumentos y responsables de su ejecución, contenidas en el Plan y en los programas mencionados;
- II. Ajustarse a las previsiones contenidas en los programas anuales que elaboren las propias dependencias y entidades para la ejecución del Plan y los programas a que se refiere la fracción anterior;
- III. Ajustarse a los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los Presupuestos de Egresos de la Federación y del Departamento del Distrito Federal, o de las entidades respectivas, y
- IV. Respetar las disposiciones legales y reglamentarias y tomar en consideración los planes y programas de desarrollo de los Estados y Municipios.

27

ARTICULO 13.- En la planeación de cada obra pública las dependencias y entidades deberán prever y considerar, según el caso:

- I. Las acciones a realizar, previas, durante y posteriores a su ejecución;
- II. Las obras principales, las de infraestructura, las complementarias y accesorias, así como las acciones para poner aquéllas en servicio;
- III. La coordinación con otras dependencias y entidades que realicen obras en las mismas áreas;
- IV. Los avances tecnológicos aplicables en función de la naturaleza de las obras y la selección de materiales, productos, equipos y procedimientos de tecnología nacional, que satisfagan los requerimientos técnicos y económicos del proyecto;
- V. Los requerimientos de áreas y predios, previa consulta con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, cuando se trate de obras urbanas, para que ésta, en el ejercicio de sus atribuciones, determine su conveniencia y viabilidad. Asimismo, la observancia de las declaratorias de provisiones, usos, reservas y destinos de áreas y predios que se hubieren hecho conforme a lo dispuesto por las leyes de la materia;
- VI. Los efectos y consecuencias sobre las condiciones ambientales. Cuando éstas pudieran deteriorarse, los proyectos deberán incluir si ello fuere posible, lo necesario para que se preserven o restauren las condiciones ambientales y los procesos ecológicos. En tal supuesto se dará intervención a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y, en su caso, a las dependencias que tengan atribuciones en la materia, y
- VII. Preferentemente, el empleo de los recursos humanos y la utilización de los materiales propios de la región, así como productos, equipos y procedimientos de tecnología nacional.

ARTICULO 14.- Las dependencias y entidades elaborarán los programas de obra pública y sus respectivos presupuestos con base en las políticas, prioridades, objetivos y estimaciones de recursos de

28

la planeación nacional del desarrollo, considerando:

- I. Los objetivos y metas a corto, mediano y largo plazo;
- II. Las acciones que se han de realizar y los resultados previsibles;
- III. Los recursos necesarios para su ejecución y la calendarización física y financiera de los mismos, así como los gastos de operación, y
- IV. Las unidades responsables de su ejecución.

Asimismo, los programas y presupuestos deberán incluir las acciones y recursos para llevar a cabo el proceso de planeación, y de programación y presupuestación de las obras, a que se refiere este capítulo.

Las entidades remitirán sus programas de obra pública a la dependencia coordinadora de sector en la fecha que ésta señale.

Las dependencias coordinadoras de sector y, en su caso, las entidades que no se encuentren agrupadas en sector alguno, enviarán a la Secretaría los respectivos programas de obra pública en la fecha que ésta determine, para verificar la relación que guarden dichos programas con los objetivos y prioridades del Plan y los programas de desarrollo del país.

ARTICULO 15.- Serán elementos de la obra pública, las investigaciones, las asesorías y las consultorías especializadas, así como los estudios técnicos y de preinversión que requiera su realización.

ARTICULO 16.- En la programación de la obra pública, las dependencias y entidades preverán la realización de los estudios y proyectos arquitectónicos y de ingeniería que se requieran y las normas y especificaciones de ejecución aplicables.

El programa de la obra pública indicará las fechas previstas de iniciación y terminación de todas sus fases, considerando las acciones previas a su iniciación y las características ambientales, climáticas y geográficas de la región donde deba realizarse.

ARTICULO 17.- Las dependencias y entidades, dentro de su programa, elaborarán los presupuestos de cada una de las obras públicas que deban realizar, distinguiendo las que se han de ejecutar por contrato o por administración directa. Los presupuestos incluirán, según el caso, los costos correspondientes a:

- I. Las investigaciones, asesorías, consultorías y estudios que se requieran;
- II. Los proyectos arquitectónicos y de ingeniería necesarios;
- III. La regularización y adquisición de la tierra;
- IV. La ejecución, que deberá incluir el costo estimado de la obra que se realice 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 la obra, los cargos adicionales para prueba y funcionamiento, así como los indirectos de la obra;
- V. Las obras de infraestructura complementarias que requiera la obra;
- VI. Las obras relativas a la preservación, restauración y mejoramiento de las condiciones ambientales;
- VII. Los trabajos de conservación y mantenimiento ordinario, preventivo y correctivo de los bienes inmuebles a su cargo, y
- VIII. Las demás previsiones que deban tomarse en consideración según la naturaleza y características de la obra;

ARTICULO 18.- En el caso de obras cuya ejecución rebase un ejercicio presupuestal, deberá determinarse tanto el presupuesto total de la obra, como el relativo a los ejercicios de que se trate.

CAPITULO II

Del Padrón de Contratistas de Obras Públicas

ARTICULO 19.- La Secretaría llevará el Padrón de Contratistas de Obras Públicas y fijará los criterios y procedimientos para clasificar a las personas inscritas en él, de acuerdo con su especialidad, capacidad técnica y económica, y su ubicación en el país.

La Secretaría hará del conocimiento de las dependencias y entidades y del público en general, las personas registradas en el Padrón.

Las dependencias y entidades sólo podrán celebrar contratos de obra pública o de servicios relacionados con la misma, con las personas inscritas en el Padrón, cuyo registro esté vigente.

La clasificación a que se refiere este Artículo deberá ser considerada por las dependencias y entidades en la convocatoria y contratación de las obras públicas.

ARTICULO 20.- Las personas interesadas en registrarse en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, deberán solicitarlo por escrito y satisfacer los requisitos que establezca el Reglamento de esta Ley.

ARTICULO 21.- El registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas tendrá una vigencia que abarcará del 1o. de julio al 30 de junio del año siguiente.

Los contratistas que tengan interés en continuar inscritos en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, presentarán ante la Secretaría, dentro de los cincuenta días hábiles anteriores al vencimiento de su registro, su solicitud de revalidación, acompañando la información y documentos que procedan, en los términos del artículo anterior.

ARTICULO 22.- La Secretaría, dentro de un término que no excederá de veinte días hábiles, contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud, resolverá sobre la inscripción o revalidación. Transcurrido este plazo sin que haya respuesta, se tendrá por registrado al solicitante o por revalidado el registro.

ARTICULO 23.- La Secretaría está facultada para suspender el registro de los contratistas cuando:

- I. Se les declare en estado de quiebra o, en su caso, sujetos a concurso de acreedores, o
- II. Incurran en cualquier acto u omisión que les sea imputable y que perjudique los intereses de la dependencia o entidad con tratante.

Quando desaparezcan las causas que hubiesen motivado la suspensión del registro, el contratista lo acreditará ante la Secretaría, la que dispondrá lo conducente a fin de que el registro del interesado vuelva a surtir todos sus efectos legales.

ARTICULO 24.- La Secretaría está facultada para cancelar el registro de los contratistas cuando:

- I. La información que hubieren proporcionado para la inscripción o revalidación resultare falsa, o hayan actuado con dolo o mala fe en una subasta o ejecución de una obra;
- II. No cumplan en sus términos con algún contrato por causa imputable a ellos, y perjudiquen con ello gravemente los intereses de la entidad o dependencia afectada, o el interés general;
- III. Se declare su quiebra fraudulenta;
- IV. Hayan celebrado contratos en contravención con lo dispuesto en esta Ley, por causas que le sean imputables, o
- V. Se les declare incapacitados legalmente para contratar.

ARTICULO 25.- Contra las resoluciones que nieguen las solicitudes de inscripción o revalidación, o determinen la suspensión o la cancelación del registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, el interesado podrá interponer recurso de revocación en los términos de esta Ley.

CAPITULO III

De los Servicios Relacionados con la Obra Pública.

ARTICULO 26. - Las dependencias y entidades podrán contratar servicios relacionados con las obras públicas, siempre que se trate de servicios profesionales de investigación y consultoría y asesoría especializadas, estudios y proyectos para cualesquiera de las fases de la obra pública, así como de dirección o supervisión.

Los contratos a que se refiere este Artículo podrán adjudicarse directamente bajo la responsabilidad de la dependencia o entidad, quedando en lo demás sujetos a las disposiciones de esta Ley y a las que de ella se deriven.

Las dependencias o entidades que requieran contratar o realizar estudios o proyectos, primero verificarán si en sus archivos o en los de las entidades o dependencias afines existen estudios o proyectos sobre la materia. De resultar positiva la verificación y de comprobarse que el estudio o proyecto localizado satisface los requerimientos de la entidad o dependencia, no procederá la contratación.

ARTICULO 27. - No quedan comprendidos dentro de los servicios a que se refiere el Artículo anterior, los que tengan como fin la ejecución de la obra por cuenta y orden de las dependencias o entidades, por lo que no podrán celebrarse contratos de servicios para tal objeto.

CAPITULO IV

De la Ejecución de las Obras

ARTICULO 28. - Las dependencias y entidades podrán realizar las obras públicas por contrato, o por administración directa.

ARTICULO 29. - Para que las dependencias o entidades puedan realizar obras, será menester que:

- I. Las obras estén incluidas en el programa de inversiones autorizado por la Secretaría;
- II. Se cuente con los estudios y proyectos, las normas y especificaciones de construcción, el presupuesto, el programa de ejecución y, en su caso, el programa de suministro, y

33

- III. Se cumplan los trámites o gestiones complementarios que se relacionen con la obra y los que deban realizarse conforme a las disposiciones estatales y municipales.

ARTICULO 30. - Los contratos de obra pública se adjudicarán o llevarán a cabo 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 a lo que establece la presente Ley.

Se exceptúan de lo dispuesto en el párrafo anterior, aquellos casos en que el contrato sólo pueda celebrarse con una determinada persona, por ser el titular de la o las patentes necesarias para realizar la obra.

ARTICULO 31. - Las convocatorias, que podrán referirse a una o más obras, se publicarán en uno de los diarios de mayor circulación en el país y simultáneamente, cuando menos en uno de la entidad federativa donde se ejecutarán las obras, y contendrán:

- I. El nombre de la dependencia o de la entidad convocante;
- II. El lugar y descripción general de la obra que se desee ejecutar;
- III. Los requisitos que deberán cumplir los interesados;
- IV. Información sobre los anticipos;
- V. El plazo para la inscripción en el proceso de adjudicación, que no podrá ser menor de diez días hábiles contados a partir de la fecha de la publicación de la convocatoria;
- VI. El lugar, fecha y hora en que se celebrará el acto de la apertura de proposiciones;
- VII. La especialidad, de acuerdo al Padrón de Contratistas que se requiera para participar en el concurso, y
- VIII. Los criterios conforme a los cuales se decidirá la adjudicación.

34

En el ejercicio de sus respectivas atribuciones, la Contraloría y la dependencia coordinadora de sector podrán intervenir en todo el proceso de adjudicación del contrato.

ARTICULO 32.- Todo interesado que satisfaga los términos de la convocatoria tendrá derecho a presentar proposiciones.

ARTICULO 33.- En los supuestos y con sujeción a las formalidades que prevén los Artículos 55 ó 56, las dependencias y entidades podrán optar por contratar las obras que en las propias disposiciones se señalan, sin llevar a cabo las licitaciones que establece el Artículo 30 de esta Ley.

La opción que las dependencias y entidades ejerzan en los términos del párrafo anterior, deberá fundarse, 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. En el dictamen a que se refiere el Artículo 36, deberán acreditar que la obra de que se trata se encuadra en alguno de los supuestos previstos en los Artículos 55 ó 56, expresando, dentro de los criterios mencionados, aquéllos en que se funda el ejercicio de la opción.

ARTICULO 34.- Las personas físicas o morales que participen en las licitaciones y ejecuten obra pública o presten servicios relacionados con la misma, deberán garantizar:

- I. La seriedad de las proposiciones en los procedimientos de adjudicación;
- II. La correcta inversión de los anticipos que, en su caso, reciban, y
- III. El cumplimiento de los contratos.

ARTICULO 35.- Las garantías que deban otorgar los contratistas de obras públicas y de servicios relacionados con las mismas, se constituirán en favor de:

- I. La Tesorería de la Federación, por actos o contratos que

celebren con las dependencias a que se refieren las fracciones I a III del Artículo 1o. de esta Ley:

- II. La Tesorería del Distrito Federal, en los actos o contratos que celebren con el propio Departamento;
- III. Las entidades, cuando los actos o contratos se celebren con ellas, y
- IV. Las Tesorerías de los Estados y Municipios, en los casos de las obras a que se refiere el Artículo 7o de esta Ley.

ARTICULO 36.- La dependencia o entidad convocante, con base en el análisis comparativo de las proposiciones admitidas y en su propio presupuesto de la obra, emitirá un dictamen que servirá como fundamento para el fallo.

En junta pública se dará a conocer el fallo mediante el cual se adjudicará el contrato a la persona que, de entre los proponentes:

- I. Reúna las condiciones legales, así como las técnicas y económicas requeridas por la convocante;
- II. Garantice satisfactoriamente el cumplimiento del contrato, y
- III. Cuenten con la experiencia requerida por la convocante para la ejecución de los trabajos.

Si una vez considerados los criterios anteriores, resultare que dos o más proposiciones satisfacen los requerimientos de la convocante, el contrato se adjudicará a quien presente la postura más baja.

Contra la resolución que contenga el fallo no procederá recurso alguno.

Las dependencias y entidades no adjudicarán el contrato cuando las posturas presentadas no fueren aceptables y procederán a expedir una nueva convocatoria.

ARTICULO 37.- No podrán presentar propuestas ni celebrar contrato alguno de obra pública, las personas físicas o morales siguientes:

- I. Aquéllas en cuyas empresas participe el funcionario que deba decidir directamente, o los que le hayan delegado tal facultad, sobre la adjudicación del contrato, o su cónyuge o sus parientes consanguíneos o por afinidad hasta el cuarto grado, sea como accionista, administradores, gerentes, apoderados o comisarios;
- II. Los contratistas que por causas imputables a ellos mismos se encuentren en situación de mora, respecto de la ejecución de otra u otras obras públicas que tengan contratadas, y
- III. Las demás que por cualquier causa se encuentren impedidas para ello por disposición de Ley.

En los casos a que se refiere el Artículo 7o., se aplicará lo dispuesto por este Artículo, para lo cual se pactará lo conducente en los convenios respectivos.

Lo establecido en este Artículo se aplicará también a los contratos de servicios relacionados con la obra pública.

ARTICULO 38.- La adjudicación del contrato obligará a la dependencia o entidad y a la persona en quien hubiera recaído dicha adjudicación a formalizar el documento relativo, dentro de los veinte días hábiles siguientes al de la adjudicación.

Si el interesado no firmare el contrato perderá en favor de la convocante la garantía que hubiere otorgado y la dependencia o entidad podrá, sin necesidad de un nuevo procedimiento, adjudicar el contrato al participante siguiente, en los términos del Artículo 36 y de su propuesta, y así sucesivamente.

La adjudicación y firma del contrato se hará saber a la Secretaría y, en su caso, a la dependencia coordinadora de sector.

El contratista a quien se adjudique el contrato, no podrá hacer ejecutar la obra por otro; pero, con autorización previa de la dependencia o entidad respectiva, podrá hacerlo respecto de partes de la obra o cuando adquiera materiales o equipos que incluyan su instalación en la obra. En estos casos, el contratista seguirá siendo responsable de la ejecución de la obra ante la dependencia o entidad y el subcontratista no quedará subrogado en ninguno de los derechos del primero.

ARTICULO 39.- Los contratos de obra a que se refiere esta Ley se celebrarán a precio alzado o sobre la base de precios unitarios.

En los contratos a que se refiere el párrafo anterior, podrán incorporarse las modalidades que tiendan a garantizar al Estado las mejores condiciones de ejecución de la obra.

Formarán parte del contrato la descripción pormenorizada de la obra que se deba ejecutar, así como los proyectos, planos, especificaciones, programas y presupuestos correspondientes.

ARTICULO 40.- La ejecución de la obra contratada deberá iniciarse en la fecha señalada, y para ese efecto, la dependencia o entidad contratante oportunamente pondrá a disposición del contratista el o los inmuebles en que deba llevarse a cabo.

ARTICULO 41.- Las dependencias y entidades podrán, dentro del programa de inversiones aprobado, bajo su responsabilidad y por razones fundadas y explícitas, modificar los contratos de obras públicas o de servicios relacionados con las mismas, mediante convenios, siempre y cuando éstos, considerados conjunta o separadamente, no rebasen el 25% del monto o del plazo pactados en el contrato, ni impliquen variaciones sustanciales al proyecto original.

Si las modificaciones exceden el porcentaje indicado o varían sustancialmente el proyecto, se deberá celebrar, por una sola vez, un convenio adicional entre las partes respecto de las nuevas condiciones, en los términos del Artículo 29. Este convenio adicional deberá ser autorizado por el titular de la dependencia o entidad. Dichas modificaciones no podrán, en modo alguno, afectar las condiciones que se refieran a la naturaleza y características esenciales de la obra objeto del contrato original, ni convenirse para eludir en cualquier forma el cumplimiento de la Ley.

De las modificaciones a que se refiere el párrafo anterior, el titular de la dependencia o entidad informará a la Secretaría, a la Contraloría y, en su caso, a la dependencia coordinadora de sector, en un plazo no mayor de diez días hábiles contados a partir de la fecha en que se hubiere formalizado la modificación.

ARTICULO 42.- Las dependencias y entidades podrán suspender

temporalmente en todo o en parte la obra contratada, por cualquier causa justificada, notificando a la Contraloría y a la Secretaría. Esta última, a su vez, informará en la Cuenta Pública, de las causas que motivaron tales suspensiones.

ARTICULO 43.- Las dependencias y entidades podrán rescindir administrativamente los contratos de obra por razones de interés general o por contravención de los términos del contrato o de las disposiciones de esta Ley.

ARTICULO 44.- Las dependencias y entidades comunicarán la suspensión o la rescisión del contrato al contratista, a la Secretaría, a la Contraloría y, en su caso, a la dependencia coordinadora de sector.

En el contrato se estipularán las diversas consecuencias de la suspensión y de la rescisión.

ARTICULO 45.- Las estimaciones de trabajo ejecutado correspondientes a contratos en ejercicio, se formularán y autorizarán bajo la responsabilidad de la dependencia o entidad.

ARTICULO 46.- Cuando durante la vigencia de un contrato de obras ocurran circunstancias de orden económico no previstas en el contrato, pero que de hecho y sin dolo, culpa, negligencia o ineptitud de cualquiera de las partes, determinen un aumento o reducción en un cinco por ciento o más de los costos de los trabajos aún no ejecutados, dichos costos podrán ser revisados. Las dependencias o entidades emitirán la resolución que acuerde el aumento o reducción correspondiente.

ARTICULO 47.- El contratista comunicará a la dependencia o entidad la terminación de los trabajos que le fueron encomendados y éstas verificarán que los trabajos estén debidamente concluidos dentro de los treinta días hábiles siguientes, salvo que se pacte expresamente otro plazo.

La recepción de los trabajos se hará dentro de los treinta días hábiles siguientes a la fecha en que se haya constatado la termina-

ción de los trabajos en los términos del párrafo anterior.

La dependencia o entidad comunicará a la Contraloría y, en su caso, a la dependencia coordinadora de sector, la terminación de los trabajos e informará la fecha señalada para su recepción, a fin de que, si lo estiman conveniente, nombren representantes que asistan al acto.

En la fecha señalada la dependencia o entidad bajo su responsabilidad recibirá los trabajos y levantará el acta correspondiente con o sin la comparecencia de los representantes a que se refiere el párrafo anterior.

ARTICULO 48.- Concluida la obra, no obstante su recepción formal, el contratista quedará obligado a responder de los defectos que resultaren en la misma, de los vicios ocultos, y de cualquier otra responsabilidad en que hubiere incurrido en los términos señalados en el contrato respectivo y en el Código Civil para el Distrito Federal en Materia Común y para toda la República en Materia Federal.

ARTICULO 49.- Derogado.

ARTICULO 50.- Los contratos que con base en la presente Ley, celebren las dependencias y entidades, se considerarán de derecho público.

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

ARTICULO 51.- En los términos del Artículo 29, las dependencias y entidades ejecutarán obras por administración directa sin intervención de contratistas, siempre que posean la capacidad técnica y los elementos necesarios para tal efecto.

Previamente a la ejecución de estas obras, la dependencia o entidad emitirá el acuerdo respectivo, del cual formarán parte: la descripción pormenorizada de la obra que se debe ejecutar, los proyectos, planos, especificaciones, programas de ejecución y suministro, y el presupuesto correspondiente.

La dependencia o entidad comunicará periódicamente a la Secretaría, y en su caso, a la dependencia coordinadora de sector, el avance físico y los costos relativos.

En la ejecución de estas obras son aplicables, en lo conducente, las disposiciones contenidas en los Artículos 41, 42, 46, 47 y 59 de esta Ley.

ARTICULO 52.- La dependencia o entidad deberá enviar a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología copia de los títulos de propiedad, si los hubiere, y los datos sobre localización y construcción de las obras públicas, para que se incluyan en los catálogos e Inventarios de los Bienes y Recursos de la Nación y, en su caso, para su inscripción en el Registro Público de la Propiedad Federal.

ARTICULO 53.- Una vez concluida la obra o parte utilizable de la misma, las dependencias y entidades vigilarán que la unidad que de ba operar la reciba oportunamente de la responsable de su realización, el Inmueble en condiciones de operación, los planos actualizados, las normas y especificaciones que fueron aplicadas en la ejecución, así como los manuales e instructivos de operación, conservación y mantenimiento correspondientes.

ARTICULO 54.- Las dependencias y entidades bajo cuya responsabilidad quede una obra pública después de terminada, estarán obligadas a mantenerla en niveles apropiados de funcionamiento y vigilar que su uso, operación, mantenimiento y conservación se realicen conforme a los objetivos y acciones de los programas respectivos.

Las dependencias y entidades llevarán registros de los gastos de conservación y mantenimiento, así como de restitución de la eficiencia de la obra o de su mejor aprovechamiento y, en su caso, de los gastos para su demolición.

ARTICULO 55.- El Presidente de la República acordará la ejecución de las obras, así como el gasto correspondiente, y establecerá los medios de control que estime pertinentes cuando éstas se realicen con fines exclusivamente militares o para la Armada, o sean necesarias para salvaguardar la integridad, la independencia y la soberanía de la Nación y garantizar su seguridad interior.

ARTICULO 56.- Las dependencias y entidades, bajo su responsabilidad, podrán realizar, o contratar en los términos del artículo 33, las obras que se requieran en los supuestos que a continuación se señalan:

- I. Cuando existan condiciones o circunstancias extraordinarias o imprevisibles;
- II. Cuando 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, o por casos fortuitos o de fuerza mayor. En estos casos las dependencias y entidades se coordinarán, según proceda, con las dependencias competentes;
- III. Cuando la dependencia o entidad hubiere rescindido el contrato respectivo. En estos casos la dependencia o entidad verificará previamente, conforme al criterio de adjudicación que establece el segundo párrafo del Artículo 38, si existe otra proposición que resulte aceptable; en cuyo caso el contrato se celebrará con el contratista respectivo;
- IV. Cuando se trate de trabajos cuya ejecución requiera de la aplicación de sistemas y procedimientos de tecnología avanzada;
- V. Cuando se trate de trabajos de conservación, mantenimiento, restauración, reparación y demolición, en los que no sea posible precisar su alcance, establecer el catálogo de conceptos y cantidades de trabajo, determinar las especificaciones correspondientes o elaborar el programa de ejecución, y
- VI. Cuando 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 deba ejecutarse la obra, o con las personas morales o agrupaciones legalmente establecidas y constituidas por los propios habitantes beneficiarios.

Para los casos previstos en las fracciones anteriores, se convo-

cará a la o las personas que cuenten con la capacidad de respuesta inmediata y los recursos técnicos, financieros y demás que sean necesarios.

El titular de la dependencia o entidad, en un plazo que no excederá de diez días hábiles contados a partir de la fecha de iniciación de los trabajos, deberá informar de estos hechos a la Contraloría, a la Secretaría y, en su caso, a la dependencia coordinadora de sector.

ARTICULO 57.- Cuando por razón del monto de la obra, resulte inconveniente llevar a cabo el procedimiento a que se refiere el Artículo 30 por el costo que éste represente, las dependencias y entidades podrán contratar sin ajustarse a dicho procedimiento, siempre que el monto de la obra objeto del contrato, no exceda de los límites a que se refiere este artículo y se satisfagan los requisitos que el mismo señala.

Para los efectos del párrafo anterior, en los Presupuestos de Egresos de la Federación y del Departamento del Distrito Federal, se establecerán los montos máximos de las obras que las dependencias y entidades podrán contratar directamente.

Si el monto de la obra supera los máximos a que se refiere el párrafo anterior, pero no excede los límites que igualmente establecerán los mencionados Presupuestos, el contrato relativo podrá adjudicarse a la persona que reúna las condiciones necesarias para la realización de la obra, previa convocatoria que se extenderá a, cuando menos, tres personas que cuenten con la capacidad de respuesta y los recursos técnicos, financieros y demás que sean necesarios para la ejecución de la obra.

Para los efectos de la aplicación de este precepto, cada obra deberá considerarse individualmente, a fin de determinar si queda comprendida dentro de los montos máximos y límites, que establezcan los Presupuestos de Egresos; en la inteligencia de que, en ningún caso, el importe total de una obra podrá ser fraccionado para que quede comprendida, en los supuestos a que se refiere este artículo.

Los montos máximos y límites, se fijarán atendiendo a la cuantía de las obras, consideradas individualmente, y en función de la inversión total autorizada a las dependencias y entidades.

ARTICULO 58.- Las obras que realicen las dependencias y ent-

dades fuera del territorio nacional, se registrarán por la legislación del lugar donde se encuentre el inmueble y por esta Ley, en lo que fuere aplicable.

CAPITULO V

De la Información y Verificación.

ARTICULO 59.- Las dependencias y entidades deberán remitir a la Secretaría y a la Contraloría, en la forma y términos que éstas señalen, la información relativa a las obras que realicen o contraten.

Las entidades remitirán a la dependencia coordinadora de sector la información que ésta requiera.

La Secretaría, la Contraloría y, en su caso, las dependencias coordinadoras de sector, podrán solicitar en todo tiempo la documentación completa o específica relativa a cualquier obra, coordinándose en el ejercicio de estas facultades.

Para tal efecto, las dependencias y entidades conservarán en forma ordenada y sistemática la documentación comprobatoria del gasto en dichas obras, cuando menos por un lapso de cinco años contados a partir de la fecha de su recepción.

ARTICULO 60.- Se deroga .

ARTICULO 61.- Las dependencias y entidades controlarán todas las fases de las obras públicas a su cargo. Para tal efecto establecerán los medios y procedimientos de control que requieran, de acuerdo con las normas que dicte el Ejecutivo Federal, a través de la Contraloría.

ARTICULO 62.- La Contraloría y las dependencias coordinadoras de sector, en el ejercicio de sus respectivas facultades, podrán verificar en cualquier tiempo que las obras y los servicios relacionados con ellas se realicen conforme a lo establecido en esta Ley o en otras disposiciones aplicables y a los programas y presupuestos autorizados.

ARTICULO 63.- Las dependencias y entidades proporcionarán -- todas las facilidades necesarias a fin de que la Secretaría, la Contraloría y las dependencias coordinadoras de sector, en el ámbito de sus respectivas competencias, puedan realizar el seguimiento y control de las obras públicas.

ARTICULO 64.- Cuando la Secretaría o la dependencia coordinadora de sector tengan conocimiento de que una dependencia o entidad no se hubiere ajustado a las disposiciones de esta Ley y demás aplicables, procederán como sigue:

- I. Si la responsable de la obra fuera una dependencia, la Secretaría le solicitará las aclaraciones que estime pertinentes, o le comunicará la existencia de la violación, precisándole en qué consiste. La Secretaría podrá indicar las medidas que la dependencia deberá tomar para corregirla y fijará el plazo dentro del cual deberá subsanarla;
- II. Si la responsable fuera una entidad, la dependencia coordinadora del sector correspondiente, o la Secretaría cuando lo estime pertinente, actuarán conforme a la fracción anterior, y
- III. Dentro del plazo que se hubiere señalado, la dependencia o entidad responsable dará cuenta a la Secretaría o a la dependencia coordinadora de sector, del cumplimiento que hubiere hecho. Tratándose de entidades, la dependencia coordinadora informará a la Secretaría.

ARTICULO 65.- La Secretaría, la Contraloría y las dependencias coordinadoras de sector, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, podrán realizar las visitas e inspecciones que estimen pertinentes a las dependencias y entidades que realicen obra pública, así como solicitar de los servidores públicos de las mismas y de los contratistas, en su caso, todos los datos e informes relacionados con las obras.

TITULO TERCERO

De las Infracciones y Sanciones

CAPITULO UNICO

ARTICULO 66.- Quienes infrinjan las disposiciones contenidas en esta Ley o las normas que con base en ella se dicten, podrán ser sancionados por la Secretaría con multa equivalente a la cantidad de diez a mil veces el salario mínimo diario, vigente en el Distrito Federal en la fecha de la infracción.

Sin perjuicio de lo anterior, los contratistas que incurran en infracciones a esta Ley, según la gravedad del acto u omisión de que fueren responsables, podrán ser sancionados con la suspensión o cancelación del registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas.

Cuando proceda, la Contraloría podrá proponer a la dependencia o entidad contratante la rescisión administrativa del contrato en que incida la infracción.

A los servidores públicos que infrinjan las disposiciones de esta Ley, la Contraloría aplicará, conforme a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, las sanciones correspondientes.

ARTICULO 67.- Tratándose de multas, la Secretaría las impondrá conforme a los siguientes criterios:

- I. Se tomará en cuenta la importancia de la infracción, las condiciones del infractor y la conveniencia de destruir prácticas tendientes a infringir, en cualquier forma las disposiciones de esta Ley o las que se dicten con base en ella;

ARTICULOS TRANSITORIOS DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

ARTICULO PRIMERO. - Esta Ley entrará en vigor el primero de enero de 1981.

ARTICULO SEGUNDO. - Se abroga la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas del 21 de diciembre de 1965, publicada en el Diario Oficial de la Federación del 4 de enero de 1966, y se derogan todas las disposiciones que se opongan a la presente.

ARTICULO TERCERO. - El Reglamento de la presente Ley se expedirá a más tardar 180 días después de la publicación de esta, en tanto se continuará aplicando el Reglamento de la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de febrero de 1967, así como las demás disposiciones administrativas relacionadas, en todo lo que no se oponga a esta Ley.

ARTICULO CUARTO. - Las personas físicas o morales que al 31 de diciembre de 1980 tengan vigente su registro en el Padrón de Contratistas del Gobierno Federal, se considerarán inscritas en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, hasta el 30 de junio de 1981.

Quienes estén interesados en inscribirse en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas para el periodo comprendido entre el 1o. de enero y el 30 de junio de 1981, pagarán la cantidad de \$ 1,000.00 por concepto de derechos.

ARTICULO QUINTO. - Durante el ejercicio fiscal de 1981 las dependencias y entidades podrán realizar obras de acuerdo a lo establecido en el Artículo 33, siempre que el importe de cada obra no exceda del límite señalado en la tabla siguiente, conforme a su inversión total autorizada en los

Presupuestos de Egresos de la Federación y del Departamento del Distrito Federal.

Inversión Total Autorizada (millones de pesos)	Límite máximo total de cada obra (millones de pesos)
Hasta 2 000	3.0
Mayor de 2 000 a 5 000	4.0
Mayor de 5 000 a 8 000	5.0
Mayor de 8 000 a 10 000	6.0
Mayor de 10 000 a 15 000	7.0
Mayor de 15 000 a 20 000	8.0
Mayor de 20 000 a 50 000	10.0
Mayor de 50 000 a 80 000	12.0
Mayor de 80 000	14.0

La Ley de Obras Públicas fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 1980.

La fe de erratas fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de enero de 1981.

ARTICULOS TRANSITORIOS DEL DECRETO DE REFORMAS Y ADICIONES
DE LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

ARTICULO PRIMERO. - El presente Decreto entrará en vigor el día primero de enero de mil novecientos ochenta y cuatro.

ARTICULO SEGUNDO. - Se derogan: el párrafo segundo del Artículo 40, el párrafo segundo del Artículo 45, el Artículo 60, así como las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto por este Decreto.

ARTICULO TERCERO. - Para los efectos de inscripción y revalidación en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas y en tanto no se expidan las modificaciones al Reglamento de la Ley, consecuentes con este Decreto, seguirán siendo exigibles los requisitos que establece el Artículo 20 de la Ley de Obras Públicas que por este ordenamiento se reforma.

ARTICULO CUARTO. - Las disposiciones reglamentarias y administrativas de la Ley de Obras Públicas, continuarán aplicándose en todo lo que no se opongan a este ordenamiento.

El Decreto por el que se reforma y adiciona la Ley de Obras Públicas, fué publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de diciembre de 1983.

EXPOSICION DE MOTIVOS DE LA INICIATIVA
DE REFORMAS Y ADICIONES A LA LEY DE OBRAS PUBLICAS

CC. SECRETARIOS DE LA CAMARA DE
SENADORES DEL H. CONGRESO DE LA UNION
P r e s e n t e s .

El Ejecutivo a mi cargo, en continuación de las líneas de acción definidas a partir de la tesis de renovación moral, ha promovido las reformas legales y administrativas necesarias para fortalecer el marco jurídico que regula la actividad pública, con el objetivo primordial de perfeccionar los mecanismos de administración del Estado que tienden a asegurar disciplina, eficiencia y escrupulosa honradez en la aplicación del gasto público federal.

Este reforzamiento jurídico de la gestión pública ha tenido un bivalente propósito, ya que es preocupación de la actual administración que a través del mismo, se propicien las condiciones para el cambio de conductas en el servidor público y con ello inducir el cambio hacia todos los sectores de la población, dado que la actividad pública no puede entenderse desligada de los sectores a que sirve.

Como medio para facilitar esta relación de la ciudadanía con la Administración Pública, el Ejecutivo Federal a mi cargo ha instrumentado el Programa de Simplificación Administrativa que conlleva las acciones necesarias para la desregulación en los trámites y procedimientos como una medida impostergable para alcanzar grados razonables de productividad y eficiencia en la gestión pública y propiciar con ello agilidad y economía en la actividad administrativa en beneficio del particular que establece una relación con el Estado y contribuir así a la reactivación, fomento e impulso de la actividad económica y social del país.

Dado que lo anterior implica que la Administración Pública asuma la obligación de concretar acciones que tiendan a revolucionar su propia gestión de manera más responsable y democrática, la iniciativa que por el digno conducto de ustedes hoy se somete a la consideración de ese H. Congreso de la Unión, contempla el establecimiento de los criterios esenciales para cumplir con tal propósito, amén de que responde al análisis de propuestas formuladas por las dependen

cias y entidades, así como del sector privado involucrado en el proceso de la obra pública, captadas en el seno de la Comisión Intersecretarial Consultiva de la Obra Pública.

En este sentido, el contenido de la presente iniciativa pretende solucionar la problemática detectada en la aplicación de la Ley de Obras Públicas para lograr mayor oportunidad y dinamismo en las fases de contratación y ejecución de la obra pública.

En este contexto, se prevé que la vigencia del registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas que soliciten y obtengan las personas físicas y morales interesadas, sea indefinida con objeto de propiciar su libre concurrencia en los procesos de adjudicación de contratos y acabar con las injustificadas revalidaciones anuales que sólo acarrearán a la Administración Pública el empleo de recursos humanos y financieros en cargas de trabajo extraordinarios y la correspondiente, por contrapartida, para el contratista. A cambio de ello se propone que el contratista asuma responsablemente la obligación de informar oportunamente los cambios que impliquen variación en su capacidad legal, técnica y económica.

Asimismo, en reconocimiento de la existencia de personas físicas y morales que contratan trabajos con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, considerados como obra pública, bajo circunstancias especiales previstas por la propia Ley, pero que dadas sus características no se les puede conceptualizar como contratistas o bien tal actividad no es su ocupación habitual, se prevé la excepción de registro en el citado Padrón.

De la misma manera, con la finalidad de que la ejecución de las obras se realice con la oportunidad que reclamen las necesidades públicas a satisfacer, se propone exceptuar del registro en dicho Padrón a las personas físicas y morales a las que se otorguen trabajos por cuyo monto o por la premura con que deban efectuarse, las dependencias y entidades no se encuentren obligadas, en los términos previstos por la Ley, a llevar a cabo las adjudicaciones correspondientes mediante licitación pública.

Por lo antes expuesto, y con fundamento en lo dispuesto en la Fracción I del Artículo 71 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y por el digno conducto de ustedes, me permito someter a la consideración del H. Congreso de la Unión, la presente iniciativa de

DECRETO

QUE REFORMA Y ADICIONA A LA LEY

DE OBRAS PUBLICAS

ARTICULO PRIMERO.- Se reforman los Artículos 19, tercer párrafo, 21, 22 y 25, para quedar como sigue:

ARTICULO 19.-

Las dependencias y entidades sólo podrán celebrar contratos de obra pública o de servicios relacionados con la misma, con las personas inscritas en el Padrón.

.

ARTICULO 21.- El registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas tendrá una vigencia indefinida. La Secretaría podrá verificar en cualquier tiempo la información que los contratistas hubieren aportado para la obtención de su registro".

ARTICULO 22.- La Secretaría, dentro de un término que no excederá de veinte días hábiles, contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud, resolverá sobre la inscripción. Transcurrido este plazo sin que haya res-puesta, se tendrá por registrado el solicitante".

ARTICULO 25.- Contra las resoluciones que nieguen las solicitudes de inscripción o determinen la suspensión o la cancelación del registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, el interesado podrá interponer recurso de revocación en los términos de esta Ley".

ARTICULO SEGUNDO.- Se adiciona la Ley de Obras Públicas con los artículos 60. Bis y 20 Bis, para quedar como sigue:

"ARTICULO 6o. Bis.- Los titulares de las dependencias y entidades, incluidos los de las Secretarías de Estado a las que, en los términos del artículo anterior compete la aplicación de la Ley, serán responsables de que, en la adopción e instrumentación de los sistemas y procedimientos para la realización de las acciones, actos y contratos que deben llevar a cabo en cumplimiento de esta Ley, se observen los siguientes criterios:

- I. Proveer a la simplificación administrativa, reducción, agilización y transparencia de los procedimientos y trámites;
- II. Ejecutar las acciones tendientes a descentralizar las funciones que realicen, con objeto de procurar que los trámites se lleven a cabo y resuelvan en los mismos lugares en que se originen las operaciones;
- III. Promover la efectiva delegación de facultades en servidores públicos subalternos, empleando criterios de tasas porcentuales o cualquier otro que dinamice los topes o rangos que se establezcan en dicha delegación, a efecto de garantizar mayor oportunidad en la toma de decisiones y flexibilidad de diferenciación en la atención de los asuntos, considerando monto en dinero, complejidad, ocasionalidad y mayor o menor vinculación con las prioridades nacionales de los mismos;
- IV. Fortalecer la operación, estructura y niveles de decisión de sus órganos regionales, y
- V. Racionalizar y simplificar las estructuras con que cuenten a efecto de utilizar los recursos estrictamente indispensables para llevar a cabo sus operaciones.

La Contraloría vigilará y comprobará la aplicación de los criterios a que se refiere este artículo".

"ARTICULO 20 Bis.- Quedan exceptuados de la obligación de registro en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas:

- I. Las personas con quienes se contrate la realización de trabajos en los supuestos previstos por la fracción II del artículo 56 de esta Ley;

II. Quienes contraten con las dependencias y entidades la realización de trabajos en los términos de la fracción VI del artículo 56 de esta Ley, y

III. Aquellos que, exclusivamente, contraten trabajos cuyo monto se encuentre establecido dentro de los límites a que se refiere el párrafo segundo del artículo 57 de esta Ley".

TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO.- El presente Decreto entrará en vigor el día primero de enero de mil novecientos ochenta y cinco.

ARTICULO SEGUNDO.- Se deroga el artículo 64 de la Ley de Obras Públicas y las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto por este Decreto.

ARTICULO TERCERO.- Los contratistas que antes de la entrada en vigor del presente Decreto hubieren solicitado y obtenido su inscripción o revalidación en el Padrón de Contratistas de Obras Públicas, para el período comprendido entre el 1o. de julio de 1984 y el 31 de junio de 1985, se considerarán inscritos en los términos del artículo 21 que por este ordenamiento de reforma.

Las resoluciones que recaigan a las solicitudes de inscripción o revalidación presentadas con anterioridad a la entrada en vigor del presente Decreto, tendrán los efectos que previene el artículo 21 del mismo.

ARTICULO CUARTO.- Para los efectos del artículo 6o. bis de este Decreto, las dependencias y entidades a más tardar sesenta días después de su publicación deberán proveer en el ámbito de su competencia a la debida observancia de los criterios que en el citado numeral se establecen, sin que ello implique el incremento en términos absolutos o relativos de carácter presupuestal, organización o de recursos materiales. Las dependencias competentes no autorizarán propuestas en tal sentido, salvo que se trate de incrementos reales de las operaciones.

Decreto que deroga, modifica y adiciona diversas disposiciones del Código Civil para el Distrito Federal; del Código de Procedimientos Civiles para el Distrito Federal; del Título especial de la Justicia de la Paz del Código de Procedimientos Civiles para el Distrito Federal; de la Ley Orgánica de los Tribunales de Justicia del Fuero Común del Distrito Federal; de la Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado; de la Ley Federal de Protección al Consumidor; de la Ley del Notariado del Distrito Federal; de la Ley del Desarrollo Urbano del Distrito Federal; de la Ley de Obras Públicas; que establece un régimen de excepción a la Ley sobre el régimen de propiedad en condominio de inmuebles para el Distrito Federal y que establecen -- estímulos fiscales.

ARTICULO DECIMO.- Se adiciona un segundo párrafo a la fracción IV del Artículo 13 de la Ley de Obras Públicas para quedar como sigue:

ARTICULO 13.-

- I.-
- II.-
- III.-
- IV.-

" Tratándose de la edificación de vivienda de interés social, se procurará que en su construcción se utilicen, -- preferentemente, módulos, sistemas y componentes industrializados".

ARTICULO TRANSITORIO

UNICO.- El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Este Decreto fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 7 de Febrero de 1985.

ARTICULO QUINTO.- Las disposiciones reglamentarias y -- administrativas de la Ley de Obras Públicas, continuarán aplicándose en todo lo que no se oponga a este ordenamiento.

Este Decreto fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1984.



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CIMENTACIONES

ING. RICARDO FERNÁNDEZ DEL OLMO

OCTUBRE, 1985

I N D I C E

1.	INTRODUCCION	3
2.	ANALISIS	6
3.	PROBLEMAS DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	13
4.	COMENTARIOS GENERALES	16

1. INTRODUCCION

Una cimentación es aquella parte de una estructura que está en con tacto con el suelo, transmitiendo sus cargas.

Las cimentaciones pueden dividirse en dos grandes grupos:

Cimentaciones superficiales

- . zapatas aisladas
- . zapatas corridas
- . retícula de zapatas
- . losas
- . cajones superficiales

Cimentaciones profundas

- . cajones profundos
- . pilotes { fricción
 punta
- . pilas
- . cajones + pilotes (mixta)
- . cilindros

Sin embargo pueden encontrarse cimentaciones especiales no clasifica das aquí, que a final de cuentas encuadrarían en alguna de ellas, i.e. los pilotes de control, entrelazados, etc.

La selección del tipo de cimentación obedece esencialmente a la ca pacidad de carga y a la deformabilidad del suelo, bajo las cargas impuestas. Interviene también la geometría de la estructura y el va lor de las cargas que bajan a cimentación.

Ejemplifiquemos, para ver la secuencia de selección, el caso de que se tuviera una estructura ligera, con claros pequeños y localiza da en alguna zona de alta compresibilidad y baja resistencia; probablemente pudiera cimentarse con zapatas aisladas, quizá ligada s con trabes entre éstas.

En caso de que no pasara por hundimientos (dominan el diseño en este caso) debería pensarse en aumentar el área de contacto para dis

minuir la presión, pasando a una solución de zapatas corridas, a una retícula de zapatas o bien a una losa de cimentación.

En caso de que la losa fuera insuficiente, esperándose aún hundimientos intolerables, tendría que pensarse en una cimentación parcialmente compensada (cajón de cimentación) o totalmente compensada. El pensar en esta solución implicaría aumento de carga por el peso del propio cajón.

A medida que el proyecto aumente sus cargas o sus claros podría llegar a pensarse en la necesidad de pilotes (de fricción o punta) o pilas.

Ahora bien si el suelo fuera más consistente y menos compresible (arcillas duras), más compacto (arenas compactas) o sumamente resistente y poco compresible (tepetates o roca) podría ser suficiente con una cimentación superficial a base de zapatas, corridas o aisladas.

Ustedes como constructores saben que otro aspecto importante es la economía, desde el punto de vista pesos y desde el punto de vista tiempo. Este aspecto, en algunos casos, implica escoger un tipo de cimentación específico, claro cumpliendo con lo ya mencionado de capacidad de carga y deformabilidad.

Entonces definido un proyecto podrá uno de antemano imaginarse algún tipo de cimentación, suponiendo ciertas características estratigráficas del subsuelo.

Por ejemplo me ha tocado trabajar con algunos estructuristas que de antemano se inclinan por algún tipo de cimentación para un proyecto dado.

Enseguida, despues de la definición del proyecto, habrá que programar una serie de trabajos de campo encaminados a determinar las características del suelo (de resistencia y compresibilidad) en el sitio de estudio. Si se trata de un sitio dentro de la zona urbana del Distrito Federal se podrían auxiliar con alguna referencia (1), (2) y (3), incluso si el sitio quedara dentro de la zona urbana de alguna de las principales ciudades del interior de la República podría recurrirse a publicaciones de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos para imaginar el tipo de suelo que podriamos encontrar. En caso de no tener ninguna información será preciso visitar el sitio y tratar de imaginar, geológicamente, la formación de éste.

Bajo las bases anteriores habrían de proponerse cuando menos dos sondeos, uno de tipo exploratorio y otro mixto. El exploratorio será para determinar la estratigrafía del sitio y el mixto para extraer muestras de los estratos representativos cuyo comportamiento nos interese conocer.

El número de sondeos y profundidad de exploración será función de la importancia de la obra, en cuanto a trasmisión de esfuerzos y en cuanto a inversión.

Determinadas las características estratigráficas y los índices de la exploración podremos determinar si se trata de un problema de capacidad de carga o de hundimientos.

-
- (1) El Subsuelo de la Ciudad de México
 - (2) Va. Reunión Nacional de Mecánica de Suelos
 - (3) Publicación nueva de la Ciudad de México.

Definido el problema habrán de programarse pruebas de laboratorio para cuantificar los parámetros de resistencia y/o deformabilidad.

Una vez definidos los parámetros anteriores se entrará de lleno al análisis revisando desde una cimentación a base de zapatas aisladas hasta la más complicada que podamos imaginarnos. Se recomienda resolver las cimentaciones de la manera más sencilla y económica posible. Un índice económico es que si una solución de cimentación propuesta representa entre el 10 y 12% del costo total del proyecto es adecuada, desde el punto de vista económico (no olvidemos que habrá de revisarse que su comportamiento sea adecuado también).

2. ANALISIS

2.1 Capacidad de carga

a) Cimentaciones superficiales

Para el cálculo de la capacidad de carga de cimentaciones superficiales se utiliza generalmente la expresión de Terzaghi:

$$q_a = \frac{c N_c}{F S} + \gamma D_f N_q + 1/2 \gamma B N_{\gamma}$$

En el caso de que se trate de un suelo exclusivamente cohesivo se utiliza la expresión de Skempton:

$$q_a = \frac{c N_c}{F S} + \gamma D_f$$

Para ambos casos las literales significan los mismo:

- q_a = presión de contacto admisible
 c = cohesión media de los materiales afectados por la posible superficie de falla
 N_c, N_q y N_γ = parámetros de capacidad de carga, función del ángulo de fricción interna (ϕ), ver figuras 1 y 2
 γ = peso volumétrico del material que se desplazaría en el caso de la falla (el asociado al D_f sería el valor correspondiente al material ubicado arriba de la profundidad de desplante y el asociado a B , el del material afectado por abajo del cimiento).
 D_f = profundidad de desplante
 B = ancho del cimiento
 FS = factor de seguridad

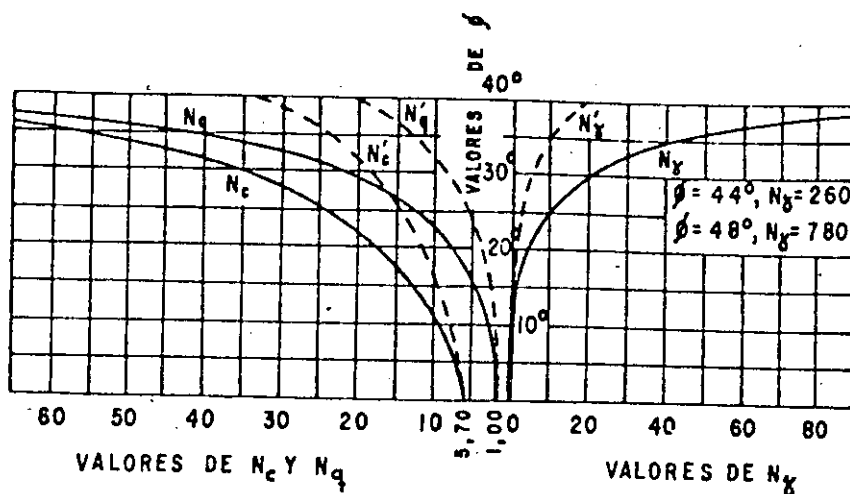


Figura 1

Parámetros de capacidad de carga para la teoría de Terzaghi.

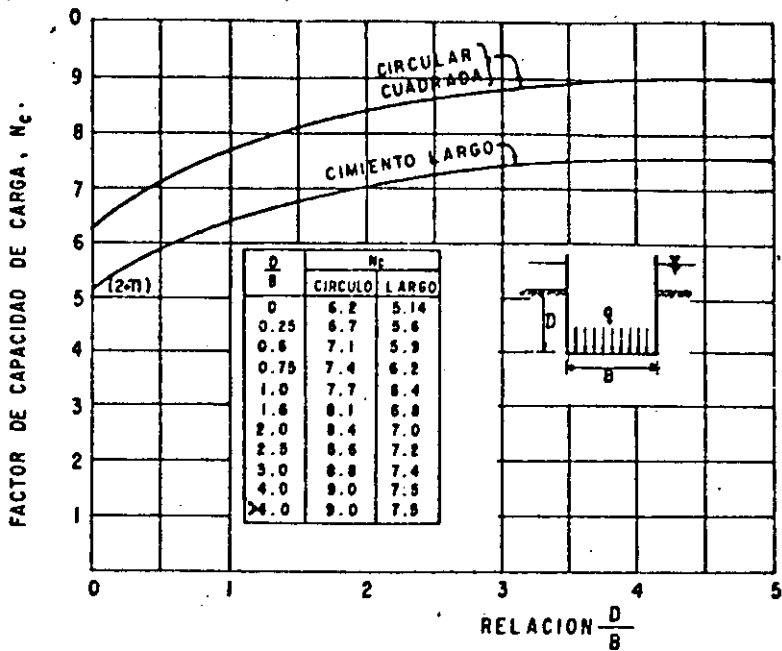


Figura 2

Parámetros de capacidad de carga para la Teoría de Skempton

Deberá procederse con criterio al determinar todos y cada uno de los factores que intervienen en las expresiones mencionadas.

b) Cimentaciones profundas

La capacidad de carga para cajones profundos se determina en forma semejante a la ya discutida para cajones superficiales.

En el caso de pilotes, pilas y cilindros que trabajen por punta la capacidad de carga se determina con la expresión de Meyerhof:

$$q_a = \frac{c N_c + \gamma D_f N_q}{F S}$$

Todas las literales tienen el mismo significado que el anteriormente descrito. Los parámetros de capacidad de carga deberán obtenerse ahora de la figura 3.

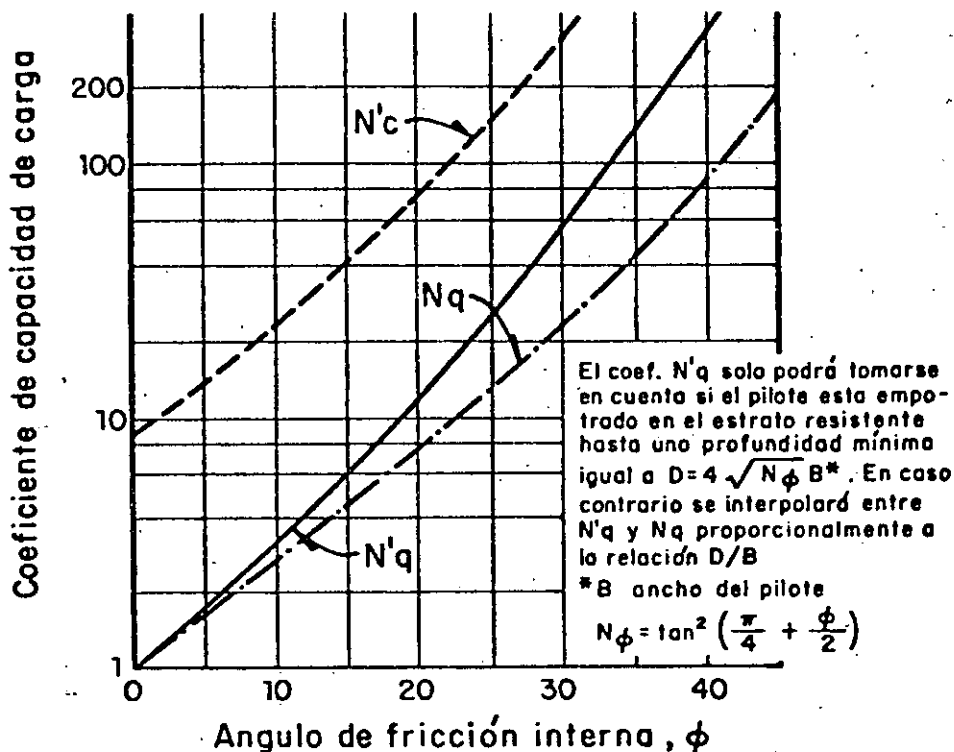


Figura 3

Parámetros de capacidad de carga para la Teoría de Meyerhof

Debe notarse que el valor de N_q es función del empotramiento efectivo en el manto resistente de apoyo. Podrá suponerse un empotramiento total si se penetra D dentro del manto de apoyo:

$$D = 4 \sqrt{N_\phi B} \quad y$$

$$N_\phi = \tan^2 (45 + \phi/2)$$

En caso de no lograr empotramiento total podrá interpolarse entre los valores máximo y mínimo, proporcionalmente a la relación D/B.

Para el caso de pilotes de fricción embebidos en arcilla la capacidad de carga se obtendrá con la siguiente expresión:

$$Q_f = \text{perim} \times \text{long} \times \text{cohesión}$$

Para el caso de pilotes de fricción embebidos en arena la capacidad de carga se obtendrá con la siguiente expresión:

$$Q_f = \frac{1}{2} K_o \bar{\sigma}_H \tan \delta A_f \quad (\text{carga directa})$$

donde:

K_o = coeficiente de empuje en reposo

$\bar{\sigma}_H$ = presión efectiva en la punta del pilote

δ = $2/3 \phi$ (ϕ = ángulo de fricción interna)

A_f = área del fuste del pilote

En el caso de pilotes o pilas apoyadas de punta embebidos en materiales cohesivos donde exista el fenómeno de consolidación regional habrá de considerarse, en disminución de la capacidad por punta, la capacidad por fricción.

2.2 Hundimientos

El problema del cálculo de hundimientos es un poco más complejo que el de capacidad de carga porque intervienen factores

a determinar como la distribución de esfuerzos* bajo el área de cimentación (debidos a la presión de contacto recomendada) y los tiempos para diferentes porcentajes de consolidación (que en un momento dado pudieran interesarnos).

Suponiendo que se tiene una masa de suelo saturado como la que se muestra en la figura 4,

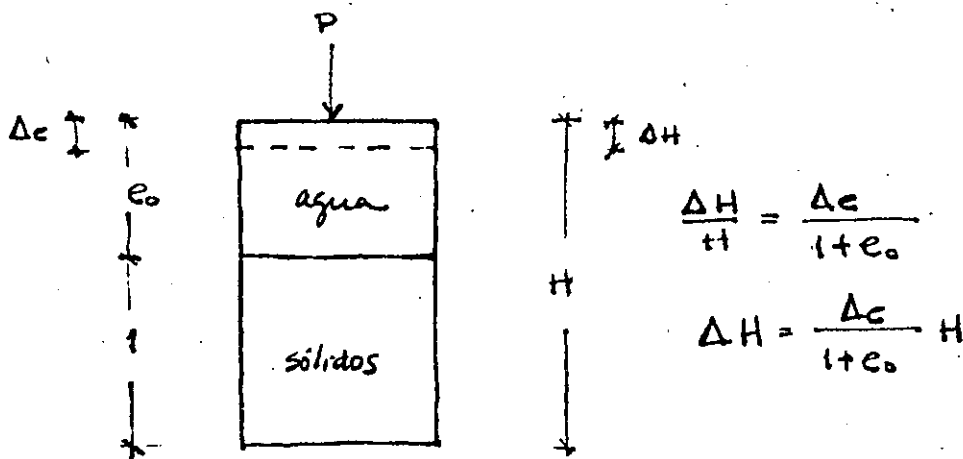


Figura 4

Croquis representativo de la masa del suelo

* La distribución de esfuerzos puede obtenerse con la teoría de Boussinesq. Para obtener valores prácticos de dicha distribución VS la profundidad podrán suponerse las siguientes reglas prácticas para el caso del cálculo bajo el centro de áreas uniformemente cargadas:

- áreas pequeñas (zapatas): distribución a 45° .
- áreas grandes (cajones o losas): distribución a 30° .
- áreas muy grandes (cajones o losas de más de $25 \times 25\text{m}$): distribución vertical

al aplicarle la carga P ($\sigma = P/A$) reducirá su volumen (se consolidará) exclusivamente por expulsión de agua y en la dirección vertical.

El decremento en la relación de vacíos (Δe) puede obtenerse fácilmente de la curva de compresibilidad correspondiente al estrato por consolidarse, considerando el incremento de esfuerzo a la profundidad media de dicho estrato (ver figuras 5a y b).

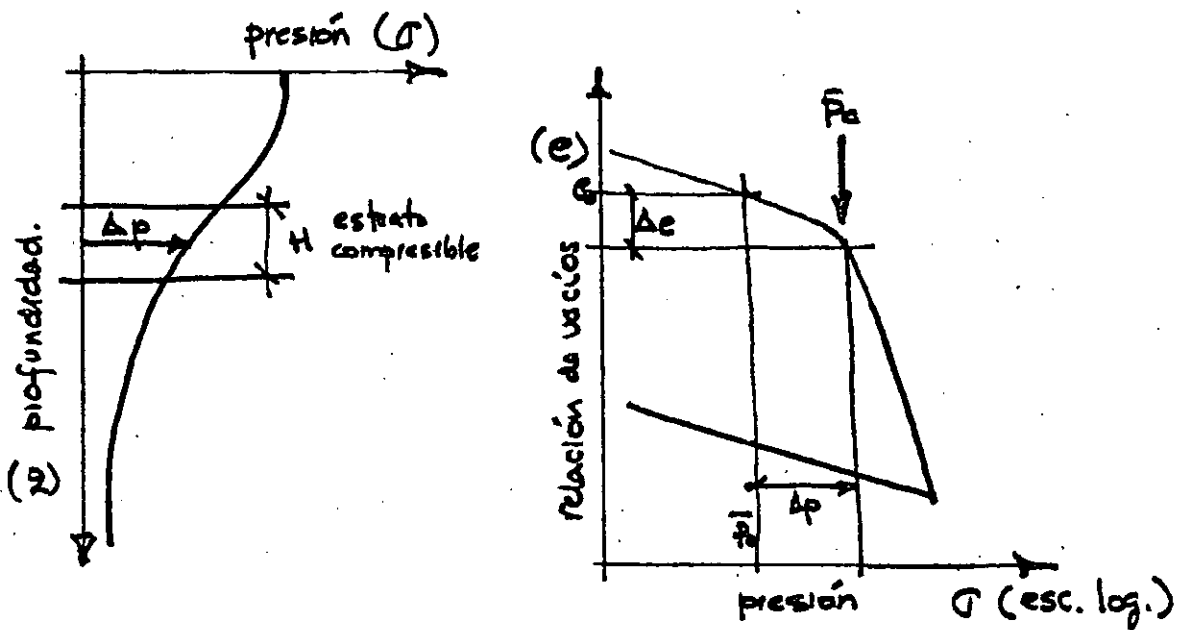


Figura 5

- a) Distribución de esfuerzos b) Curva de compresibilidad

El asentamiento total final será igual a la suma de los asentamientos de todos y cada uno de los estratos compresibles afectados.

En todos los casos habrá de definirse una distribución de presiones bajo cada punto que nos interese conocer los hundimientos.

El Incremento de presión (Δp) habrá de aplicarse a partir del P_0 (presión efectiva inicial a la profundidad media del estrato de interés).

Para el caso de cimentaciones superficiales deberá considerarse la distribución de esfuerzos desde el nivel de contacto cimentación-suelo, para el caso de pilotes de fricción* desde dos terceras partes de su longitud hasta los materiales incompresibles y para cimentaciones de punta no habrá hundimientos. En éste último caso, debido al hundimiento regional de la Ciudad de México, se presentarán emersiones. Dichas emersiones podrán estimarse según datos de emersiones de edificaciones cercanas al proyecto en cuestión y son función de la intensidad del bombeo en la zona.

Es de primordial importancia estimar los hundimientos y emersiones lo más acertadamente posible (problema del mecanicista de suelos) con objeto de prever los daños que puedan causarse a vecinos.

3. PROBLEMAS DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

A menudo se requieren excavaciones que colindan con el vecino, teniendo que proteger o recibir su cimentación superficial. Para este caso podrá excavarse por partes dejando, a manera de contrafuertes, bloques que impidan una falla de talud. En los tramos abier-

* Solución aproximada propuesta por Peck., considerando un número de pilotes igual a los necesarios para equilibrar la carga del edificio.

tos se hará el recibimiento de dicha cimentación a base de muretes desplantados 0.5m por abajo del nivel de máxima excavación, troqueando contra el cuerpo ya construido del edificio en proceso; posteriormente se atacarán los tramos restantes completando el recibimiento y construyendo el cajón a la brevedad posible. Para esto habrá que revisar el diseño de los muros perimetrales del cajón para que sean capaces de resistir los empujes a los que estarán sujetos. Dichos empujes serán igual a la distribución de presiones totales, considerando sobrecargas laterales, afectadas por un coeficiente de empuje cercano al activo (0.45 aproximadamente). Para el caso de colindancia con cajones profundos o cimentaciones piloteadas o sobre pilas podrá excavarse prácticamente a plomo, sin trabajos adicionales si la excavación no permanecerá abierta más de 15 días. En caso contrario (que se espere estar abierta más de 15 días) deberán hacerse también trabajos de recibimiento y/o protección contra intemperismo o flujo de agua. En ningún caso podrá excavarse por abajo del nivel de desplante de una cimentación superficial si no se contemplan bermas con ancho de corona amplias y taludes mínimos 1:1.

En caso de no haber sobrecargas laterales o vecinas podrá excavarse con talud vertical hasta una altura máxima H_p :

$$H_p = \frac{2c}{\gamma}$$

dónde H_p es la altura de corte permisible y las otras literales tienen el significado manejado anteriormente.

Para un material blando, como la arcilla típica del valle de México, puede esperarse 1.5 ton/m² para el valor de la cohesión (c) y 1.25 ton/m³ para su peso volumétrico (γ) por lo que H_p , para una excavación con corte vertical, no podrá ser mayor que 2.5m.

Otro problema, durante las excavaciones, es el abatimiento del nivel freático. Para el caso de los materiales arcillosos, dada su baja permeabilidad, las aportaciones de agua hacia la excavación son relativamente pequeñas por lo que puede manejarse el agua con un sistema de drenes, rellenos de grava, que descarguen a un cárcamo único de bombeo. En caso de que el área de excavación sea grande o las aportaciones de agua más importantes podrán utilizarse dos o más cárcamos de bombeo.

El área total o de una etapa de excavación queda definida o limitada generalmente por las expansiones que puedan presentarse durante dicha excavación. Estas expansiones se estiman considerando al suelo como elástico, a corto plazo. Este hecho redundará en la necesidad de atacar la excavación por etapas.

Para el caso de excavaciones en materiales muy permeables (arenas o gravas limpias e incluso con algo de finos) deberá determinarse el coeficiente de permeabilidad a través de pruebas in-situ para estimar las necesidades de bombeo y poder diseñar el sistema para lograr el abatimiento necesario.

Al excavar en materiales impermeables o de baja permeabilidad y abatir el nivel freático puede crearse un fuerte desequilibrio de presiones pudiendo ocasionar una falla de fondo por subpresión; sobre todo si existe, cerca del fondo de la excavación (por abajo), un manto arenoso que mantenga sus presiones piezométricas altas. El análisis se hace comparando el valor de la presión, equivalente al peso propio del suelo, al nivel del estrato arenoso contra su carga piezométrica; si la relación resulta menor que la unidad existirán posibilidades de falla.

Otro tipo de falla de fondo es cuando en una excavación se alcanza una profundidad tal que se iguala o sobrepasa la resistencia por cohesión a lo largo de una superficie potencial de falla. Esta se revisa con la siguiente expresión:

$$F.S. = \frac{c N_c}{\gamma D_f + q}$$

Todos los valores ya se discutieron anteriormente con excepción de q que representa cualquier sobrecarga (ver figura 6).

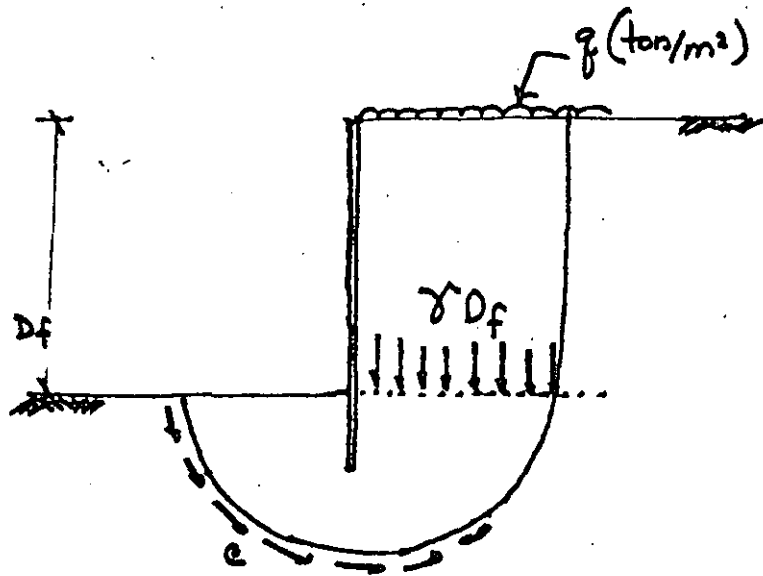


Figura 6

Mecanismo para la falla de fondo

4. COMENTARIOS GENERALES

Otros problemas que se presentan a menudo son los de hínca de pilotes o los de colado in-situ de pilas. En todos los casos deberán pedirse especificaciones precisas para la hínca de pilotes de fricción o de punta como posición, longitud, armado, pendientes permisibles

bles, necesidades de perforación previa, características para la perforación previa, y características de rechazo en caso de pilotes de punta. Deberán preverse claramente los problemas de atornillamiento para en su caso efectuar perforaciones previas, además con lodo, con ademe metálico, en seco, etc.

Existen algunas condiciones especiales en las que habrá que proceder con mucha cautela; por ejemplo donde se encuentren transiciones bruscas de material (de material compresible a no compresible), cuando se tenga un vecino cimentado a base de zapatas superficiales muy pegadas a nuestro proyecto, cuando quedemos de vecinos con alguna estructura apoyada por punta, etc.



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

S O L D A D U R A

ING. JOSÉ LUIS SÁNCHEZ MARTÍNEZ

OCTUBRE, 1985

SOLDADURAS

I.- Procesos de soldadura.-

- a) MANUAL (Al arco eléctrico con electrodo recubierto).
- b) DE ARCO SUMERGIDO (Soldadura al arco eléctrico con electrodo sumergido).
- c) SEMIAUTOMATICA DE ELECTRODO TUBULAR FLEXIBLE (Soldadura al arco eléctrico y electrodo con núcleo de fundente).
- d) SEMIAUTOMATICA DE ARCO PROTEGIDO CON GAS.
- e) ELECTRO SLAG O ELECTROGAS.

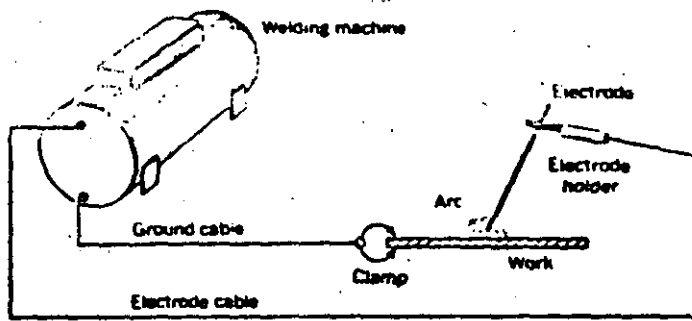


Fig. 14.1 The welding circuit.

001

Art. 14.3]

WELDING PROCESSES

485

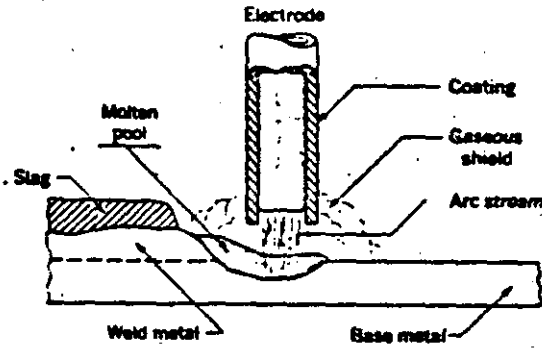


Fig. 14.3 Shielded arc-welding process.

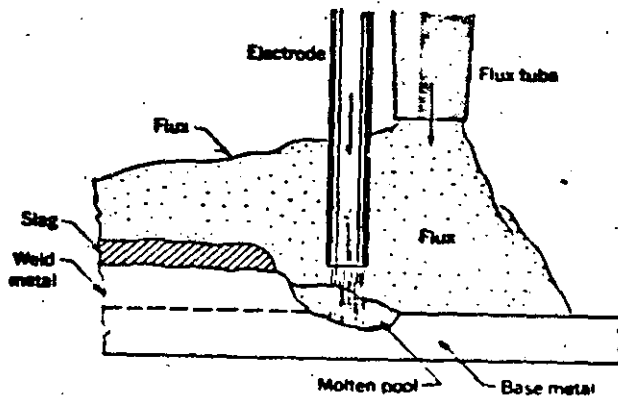


Fig. 14.6 Submerged arc-welding process.

The Self-Shielded Flux-Cored Process

The self-shielded flux-cored arc-welding process is an outgrowth of shielded metal-arc welding. The versatility and maneuverability of stick electrodes in manual welding stimulated efforts to mechanize the shielded metal-arc process. The thought was that if some way could be found for putting an electrode with self-shielding characteristics in coil form and feeding it mechanically to the arc, welding time lost in changing electrodes and the material loss as electrode stubs would be eliminated. The result of these efforts was the development of the semiautomatic and full-automatic processes for welding with continuous flux-cored tubular electrode "wires." Such fabricated wires (Fig. 5-5) contain in their cores the ingredients for fluxing and deoxidizing molten metal and for generating shielding gases and vapors and slag coverings.

In essence, semiautomatic welding with flux-cored electrodes is manual shielded metal-arc welding with an electrode many feet long instead of just a few inches long. By the press of the trigger completing the welding circuit, the operator activates the mechanism that feeds the electrode to the arc (Fig. 5-6). He uses a gun instead of an electrode holder, but it is similarly light in weight and easy to maneuver. The only other major difference is that the weld metal of the electrode surrounds the shielding and fluxing chemicals, rather than being surrounded by them.

Full-automatic welding with self-shielded flux-cored electrodes is one step further in mechanization — the removal of direct manual manipulation in the utilization of the open-arc process.

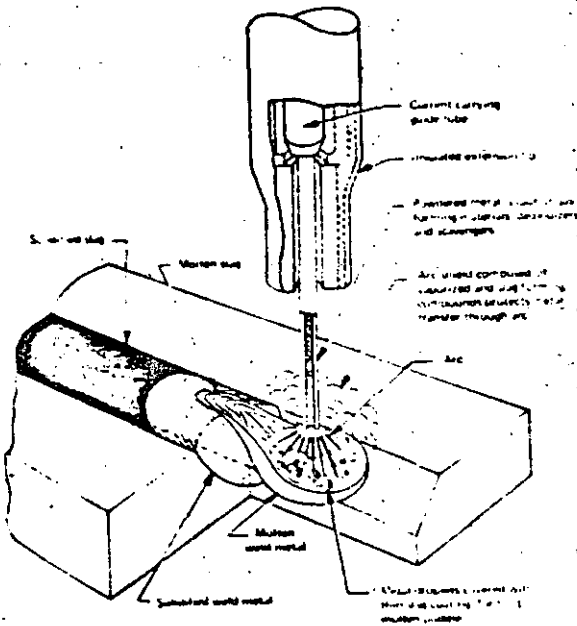


Fig. 5-5. Principles of the self-shielded flux cored arc welding process. The electrode may be viewed as an "inside-out" construction of the stick electrode used in shielded metal-arc welding. Putting the shielding materials inside the electrode allows the coating of long, continuous lengths of electrode and gives an outside conductive sheath for carrying the welding current from a point close to the arc



Fig. 5-6. The operator activates electrode feed when he presses the trigger completing the welding circuit. With the semiautomatic gun he can reach into areas that are inaccessible to the semiautomatic equipment of other processes.

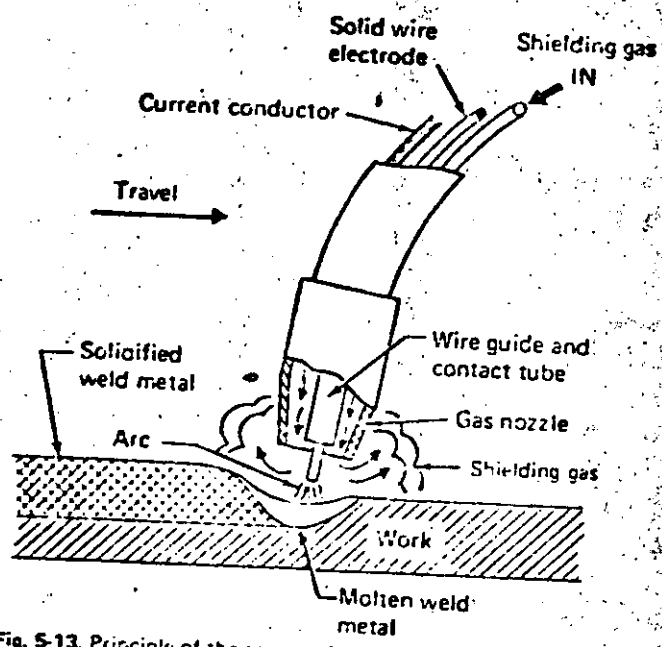


Fig. 5-13. Principle of the gas metal-arc process. Continuous solid-wire electrode is fed to the gas-shielded arc.

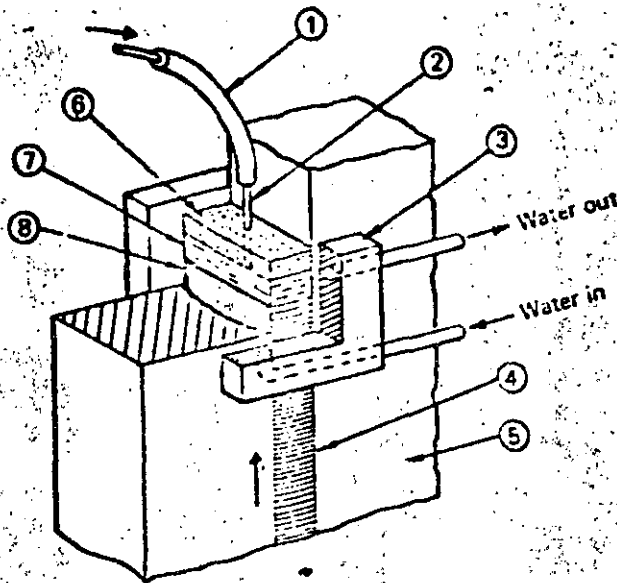


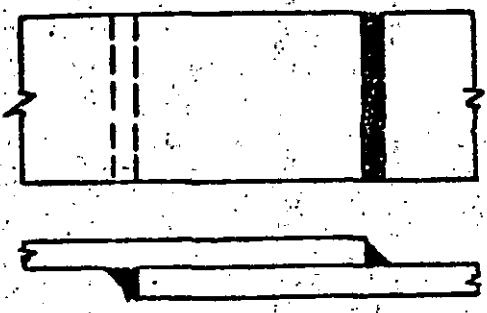
Fig. 5-21. Schematic sketch of electroslag welding. (1) electrode guide tube, (2) electrode, (3) water-cooled copper shoes, (4) finished weld, (5) base metal, (6) molten slag, (7) molten weld metal, (8) solidified weld metal.

II.- Tipos de Juntas .-

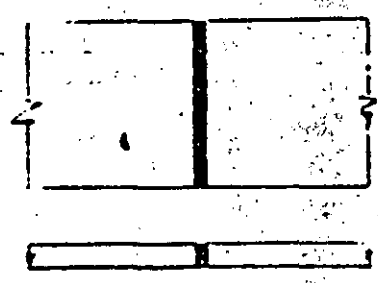
- a) A tope
- b) Traslapada
- c) Ent~~re~~ T
- d) De esquina
- e) De borde.

III.- Tipos de soldaduras

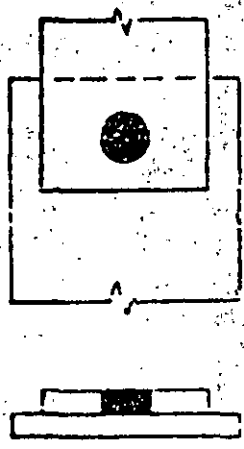
- a) Soldadura de filete.
- b) Soldadura de penetración.
 - b 1) Penetración completa.
 - b 2) Penetración incompleta.
- c) Soldadura de tapón.
- d) Soldadura de ranura.



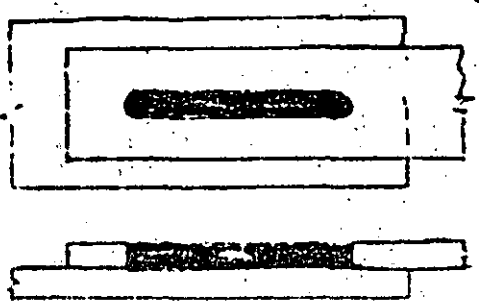
SOLDADURA DE FILETE



SOLDADURA DE PENETRACION

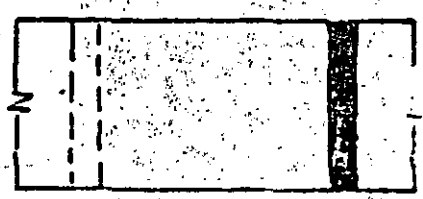


SOLDADURA DE TAPON



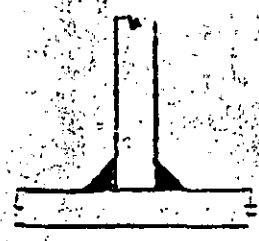
a1. SOLDADURAS DE FILETE

a. JUNTAS A TOPE



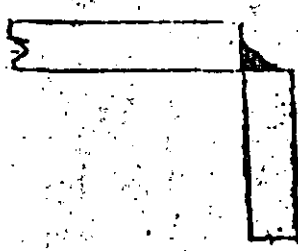
b1. SOLDADURAS DE FILETE

b. JUNTAS TRASLAPADAS



c1. SOLDADURAS DE FILETE

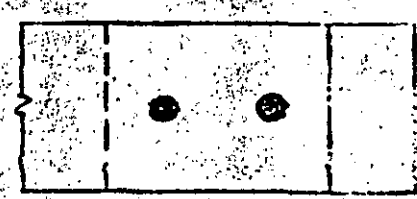
c. JUNTAS EN TE



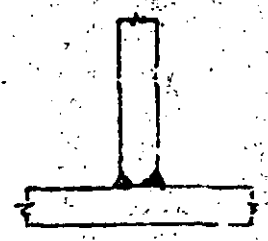
d1. SOLDADURA DE FILETE



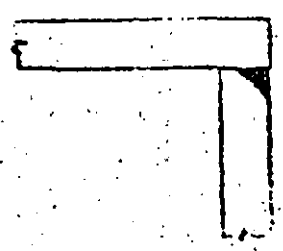
Q2. SOLDADURAS DE PENETRACION



b2. SOLDADURAS DE TAPON



c2. SOLDADURAS DE PENETRACION



d2. SOLDADURA DE PENETRACION

IV.- Posiciones de las soldaduras

- a) Plana
- b) Horizontal
- c) Vertical
- d) Sobre cabeza.

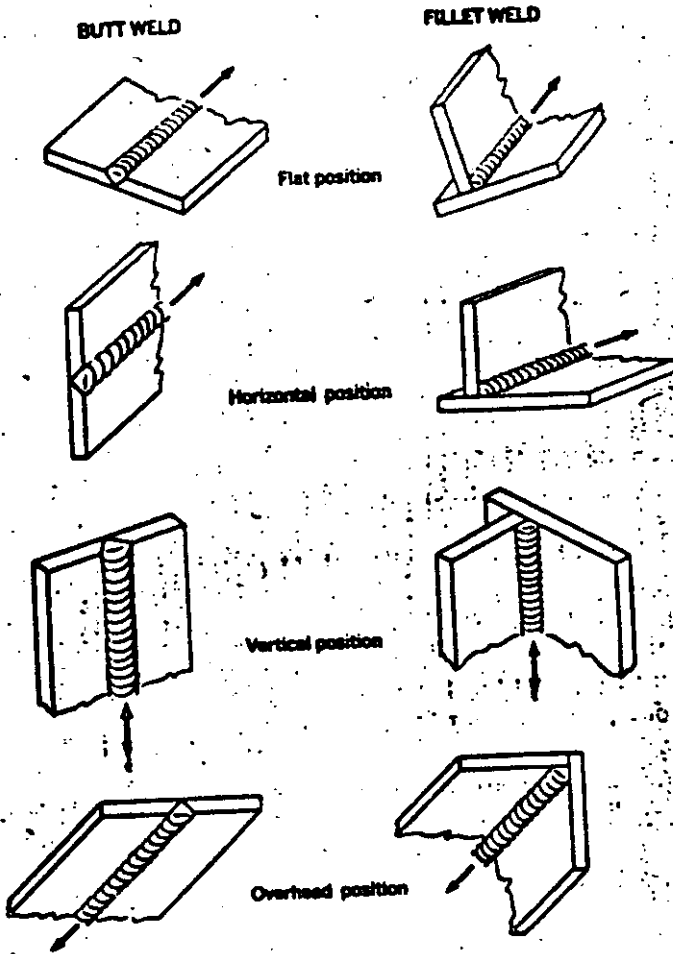
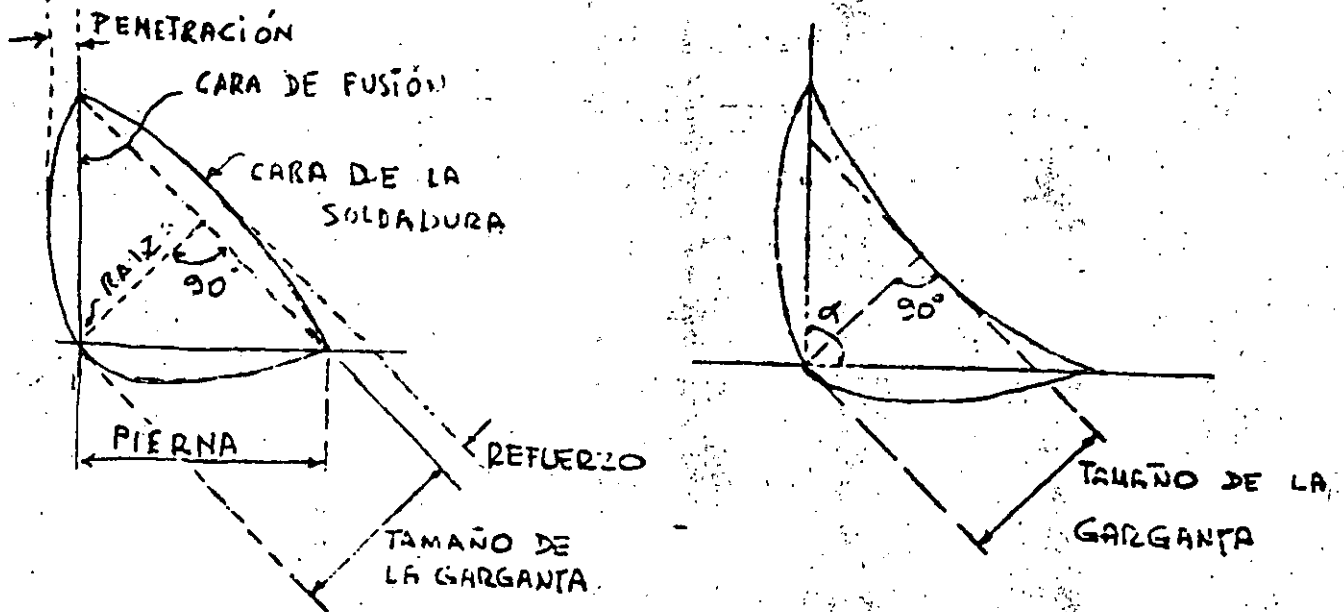


Fig. 14.11 Positions of welding for fillet and butt welds. (Courtesy of American Welding Society.)



SOLDADURAS DE FILETE ($60^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$)

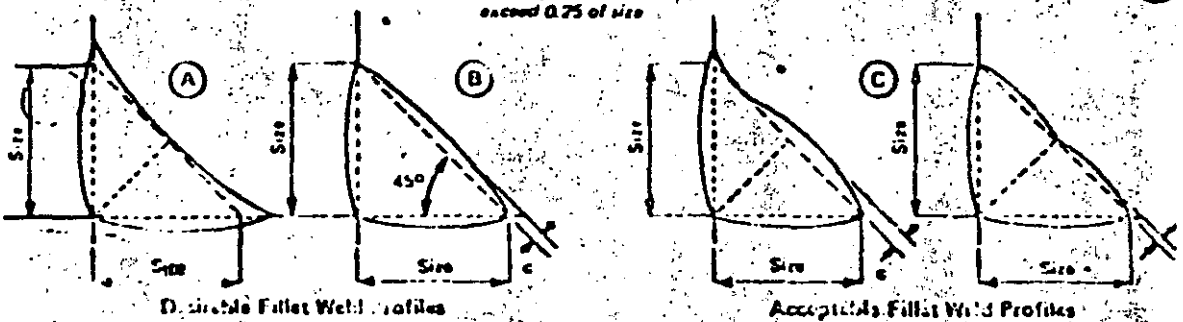
(6)

V. SOLDADURAS DE FILETE

- a) secciones transversales
- a¹) características
- a²) secciones aceptables
- a³) secciones inaceptables
- b) defectos
- c) tamaño mínimo de filetes
- d) tamaño máximo de soldaduras de filete
- e) longitud de soldaduras de filete
- f) juntas traslapadas
- g) retorno en extremos de filetes
- h) filetes en agujeros y ranuras
- i) resistencia de soldaduras de filete

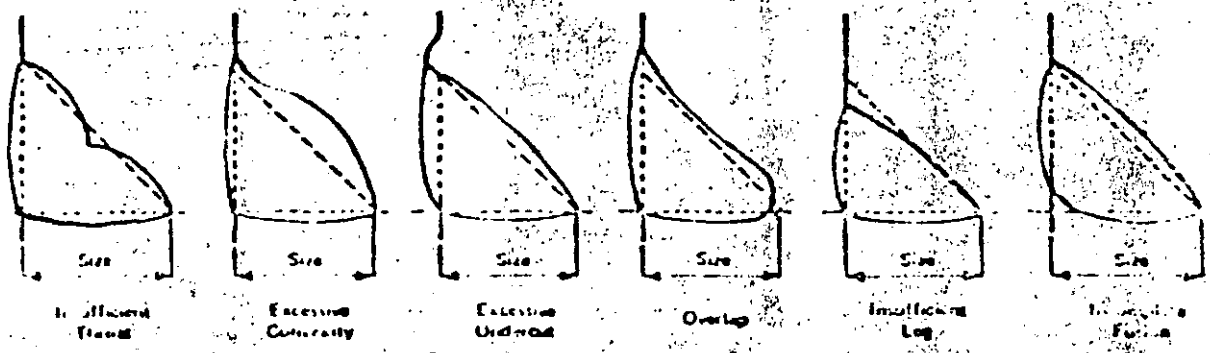
65²

Convexity "c" shall not exceed 0.75 of size

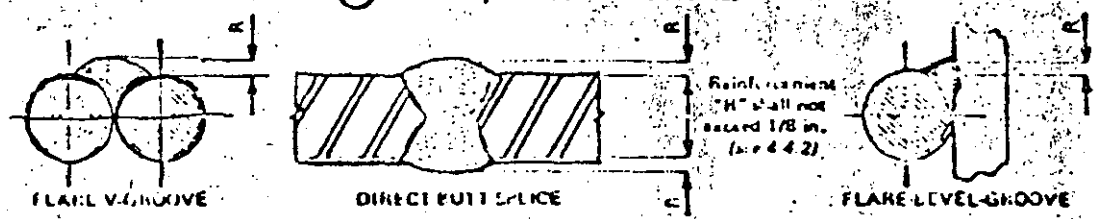


D. Acceptable Fillet Weld Profiles

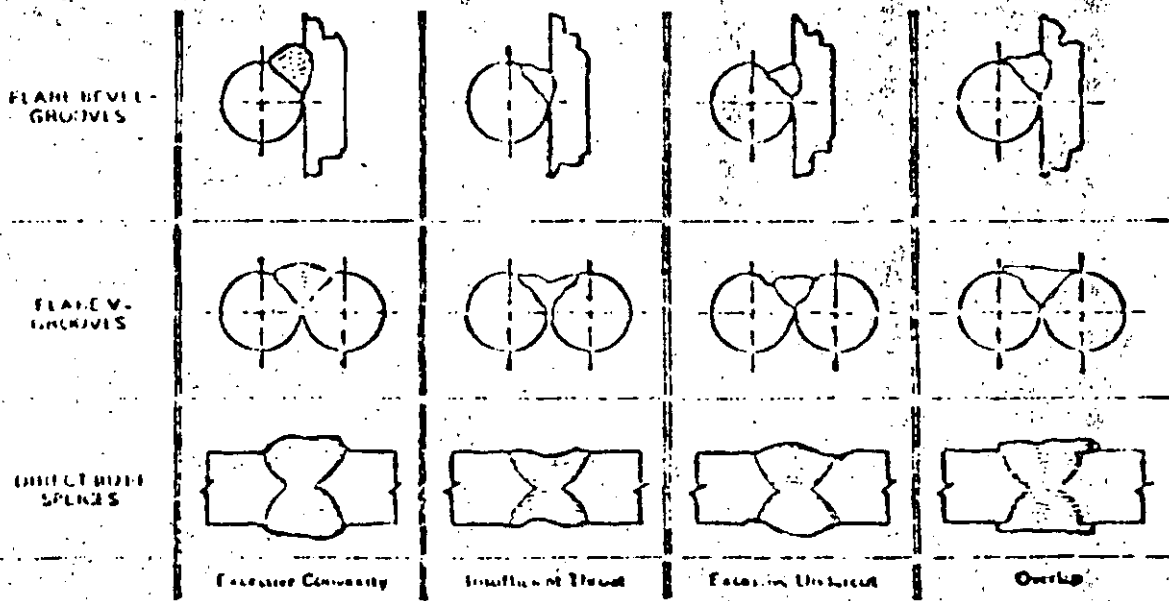
Acceptable Fillet Weld Profiles



D. Unacceptable Fillet Weld Profiles



E. Acceptable Groove Weld Profiles



F. Unacceptable Groove Weld Profiles

Fig. 5.4 - Acceptable and unacceptable weld profiles

Measuring the smaller of two legs gives a true indication of fillet size.

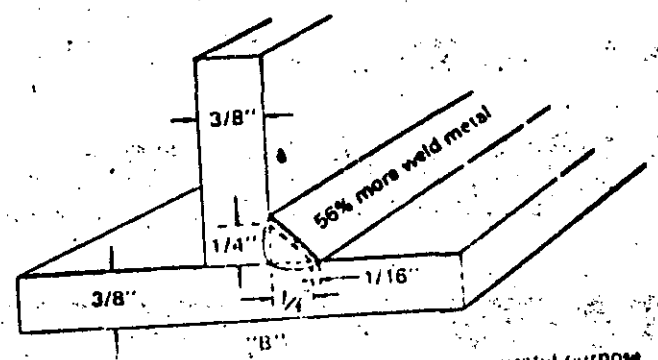
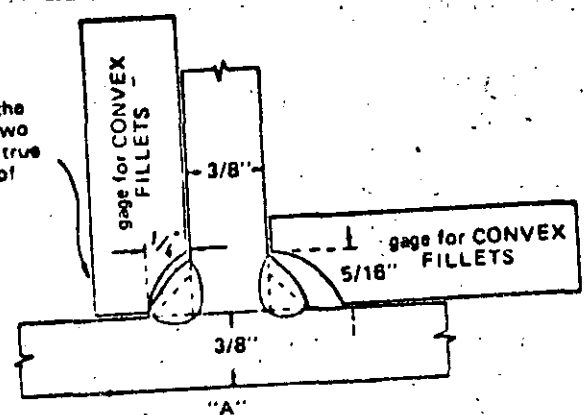
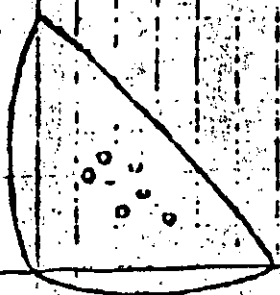
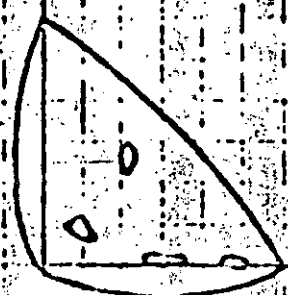


Fig. 11-12. Underwelding is a violation of specifications and cannot be tolerated, whereas overwelding is costly and serves no useful purpose. If 5/16-in. fillet welds were specified in "A", these welds would be undersize. If 1/4 in. fillet welds were specified, these welds would be overwelded. If 1/16-in were added to both legs, as in "B", the weld volume would increase 56% and increase the cost of welding.



POROSIDAD



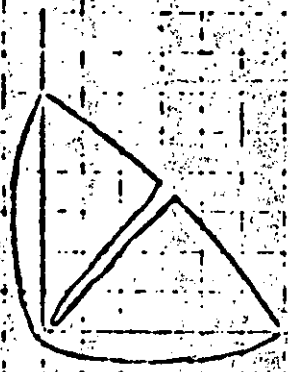
INCLUSIONES DE ESCORIA



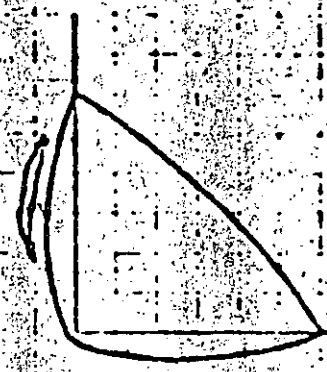
FUSIÓN INCOMPLETA



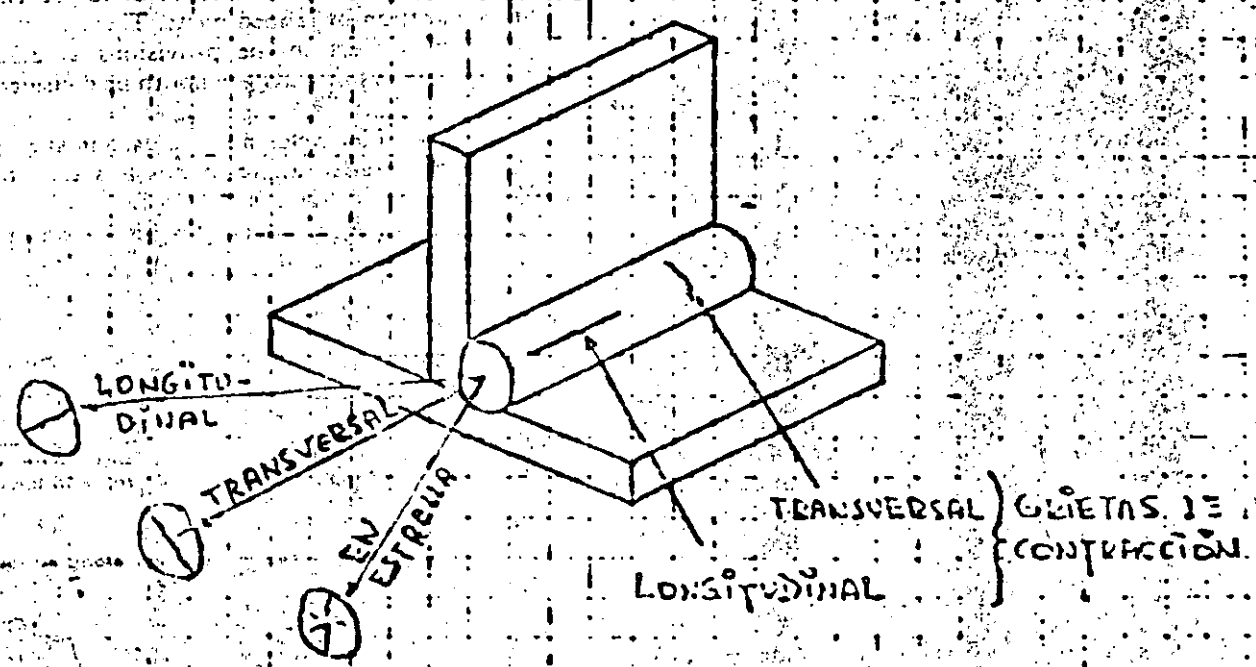
FALTA DE PENETRACIÓN

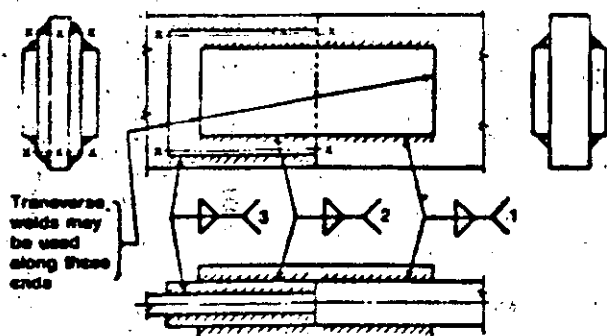


AGRIETA LONGITUDINAL



AGRIETA EN EL METAL BASE





Effective area of weld 2 shall equal that of weld 1. The length of weld 2 shall be sufficient to avoid overstressing the filler in shear along planes A-A.

Effective area of weld 3 shall at least equal that of weld 1 and there shall be no overstress of the ends of weld 3 resulting from the eccentricity of the forces acting on the filler.

Fig. 2.4.3—Fillers 1/4 in. or thicker.

Part C Details of Welded Joints

2.6 Joint Qualification

2.6.1 Joints meeting the following requirements are designated as prequalified:

- (1) Conformance with the details specified in 2.7 through 2.14 and 10.13.
- (2) Use of one of the following welding processes in accordance with the requirements of Sections 3, 4, and 10 as applicable: shielded metal arc, submerged arc, gas metal arc (except short circuiting transfer) or flux cored arc welding.

Joints meeting these requirements may be used without performing the joint welding procedure qualification tests prescribed in 5.2.

2.6.1.1 The joint welding procedure for all joints welded by short circuiting transfer gas metal arc welding (see Appendix D) shall be qualified by tests prescribed in 5.2.

2.6.2 Joint details may depart from the details prescribed in 2.9 through 2.14 and in 10.13 only if the contractor submits to the Engineer his proposed joints and joint welding procedures and at his own expense demonstrates their adequacy in accordance with the requirements of 5.2 of this code and their conformance with applicable provisions of Sections 3 and 4.

2.7 Details of Fillet Welds

2.7.1 The details of fillet welds made by shielded metal arc, submerged arc, gas metal arc or flux cored arc welding to be used without joint welding procedure qualification are listed in 2.7.1.1 through 2.7.1.5 and detailed in Figs. 2.7.1 and 10.13.1.3.

2.7.1.1 The minimum fillet weld size, except for fillet welds used to reinforce groove welds, shall be as shown in the following table:

Table 2.7—Minimum fillet weld size

Base Metal Thickness of Thicker Part Joined (T)		Minimum Size of Fillet Weld*	
in.	mm	in.	mm
$T \leq 1/4$	$T \leq 6.4$	1/8**	3
$1/4 < T \leq 1/2$	$6.4 < T \leq 12.7$	3/16	5
$1/2 < T \leq 3/4$	$12.7 < T \leq 19.0$	1/4	6
$3/4 < T$	$19.0 < T$	5/16	8

} single pass welds must be used

*Except that the weld size need not exceed the thickness of the thinner part joined. For this exception particular care should be taken to provide sufficient preheat to ensure weld soundness.

**Minimum size for bridge application 3/16 in.

2.7.1.2 The maximum fillet weld size permitted along edges of material shall be:

- (1) The thickness of the base metal, for metal less than 1/4 in. (6.4 mm) thick (see Fig. 2.7.1, detail A).
- (2) 1/16 in. (1.6 mm) less than the thickness of base metal, for metal 1/4 in. (6.4 mm) or more in thickness (see Fig. 2.7.1, detail B), unless the weld is designated on the drawing to be built out to obtain full throat thickness.

2.7.1.3 Fillet welds in holes, or slots in lap joints, may be used to transfer shear or to prevent buckling or separation of lapped parts. These fillet welds may overlap, subject to the provisions of 2.3.2.2. Fillet welds in holes or slots are not to be considered as plug or slot welds.

2.7.1.4 Fillet welds may be used in skew joints that have an included angle of not less than 60 degrees. (See Fig. 2.7.1, details C and D).

2.7.1.5 The minimum length of an intermittent fillet weld shall be 1-1/2 in. (38.1 mm).

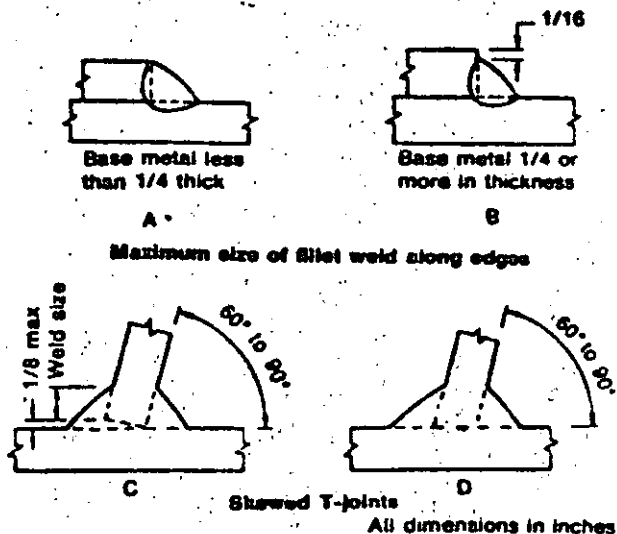


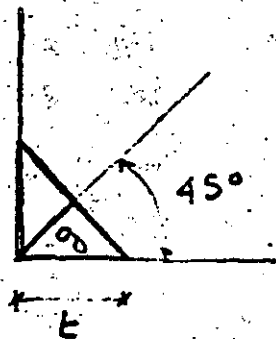
Fig. 2.7.1—Details for fillet welds.

Resistencia de soldaduras de filete:

016

Fillet Welds		
Shear on effective area v	0.30 X nominal tensile strength of weld metal (ksi), except shear stress on base metal shall not exceed 0.40 X yield stress of base metal	Weld metal with a strength level equal to or less than "matching" weld metal may be used.
Tension or compression parallel to axis of weld*	Same as base metal	

AISC



$$g = t \cos 45^\circ = \text{garganta efectiva}$$

$$P_{ad} = v \cdot t \cdot g$$

$$P_{ad} = 0.707 t v$$

$$\text{Resistencia} = P_{ad} \cdot L$$

L = longitud incluyendo retornos

En soldaduras de arco sumergido se puede considerar como garganta efectiva el tamaño, para soldaduras menos de 3/8". Para soldaduras de más de 3/8" puede usar la garganta teórica + 0.11".

VI.- Soldaduras de penetración

- a) Características generales.
- b) Secciones aceptables e inaceptables.
- c) Precalificación
- d) Soldaduras de penetración completa .
- e) Soldaduras de penetración incompleta.
- f) Tamaño mínimo en soldaduras de penetración parcial.
- g) Resistencia de soldaduras de penetración.

FIGURE 1

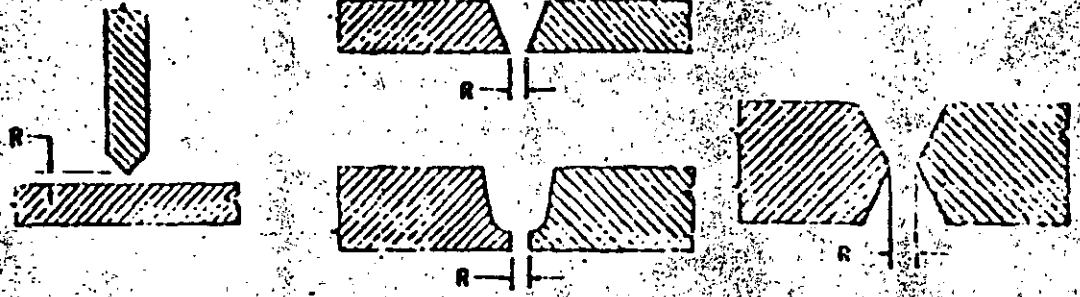


FIGURE 2

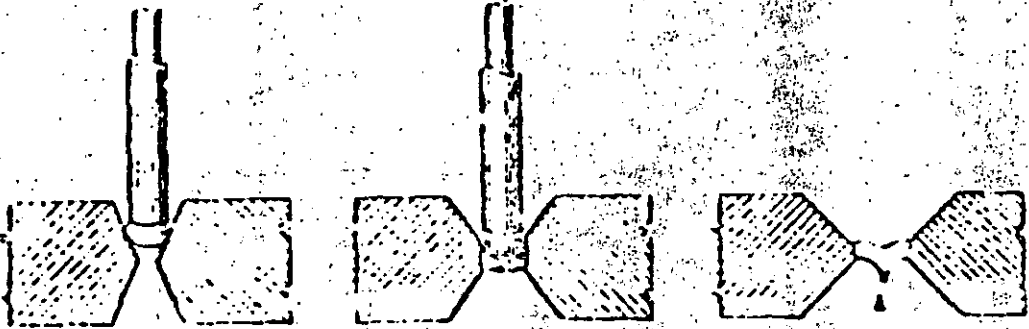
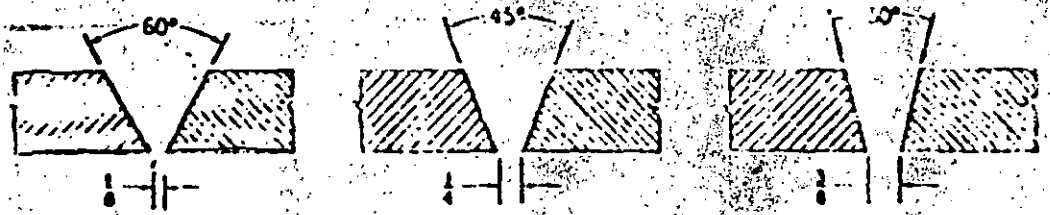


FIGURE 3

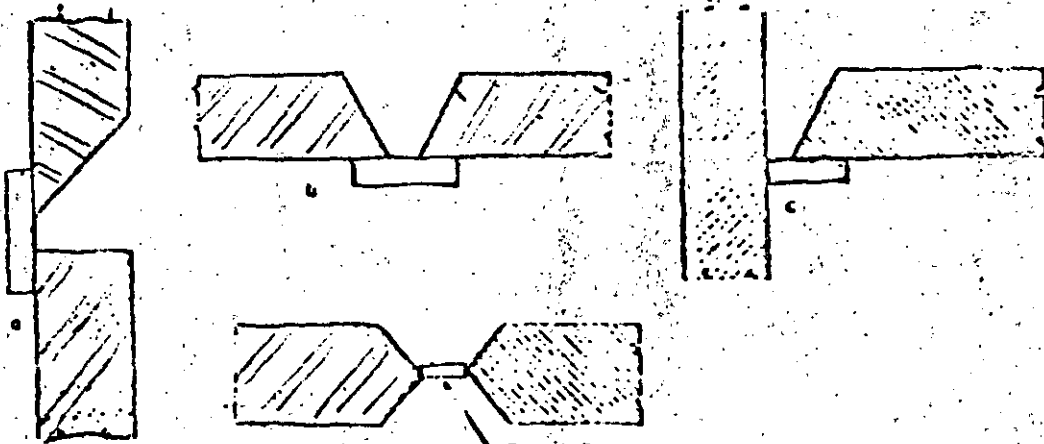

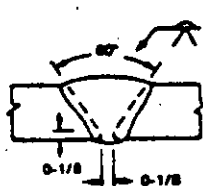
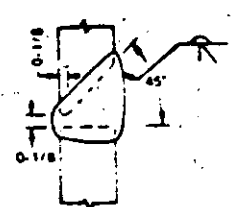
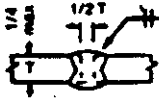
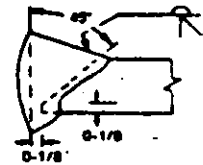
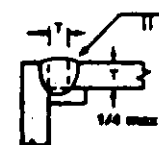
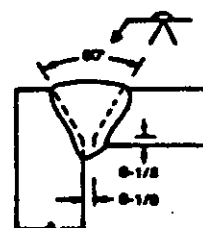
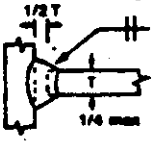
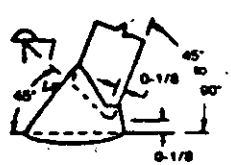


FIGURE 4

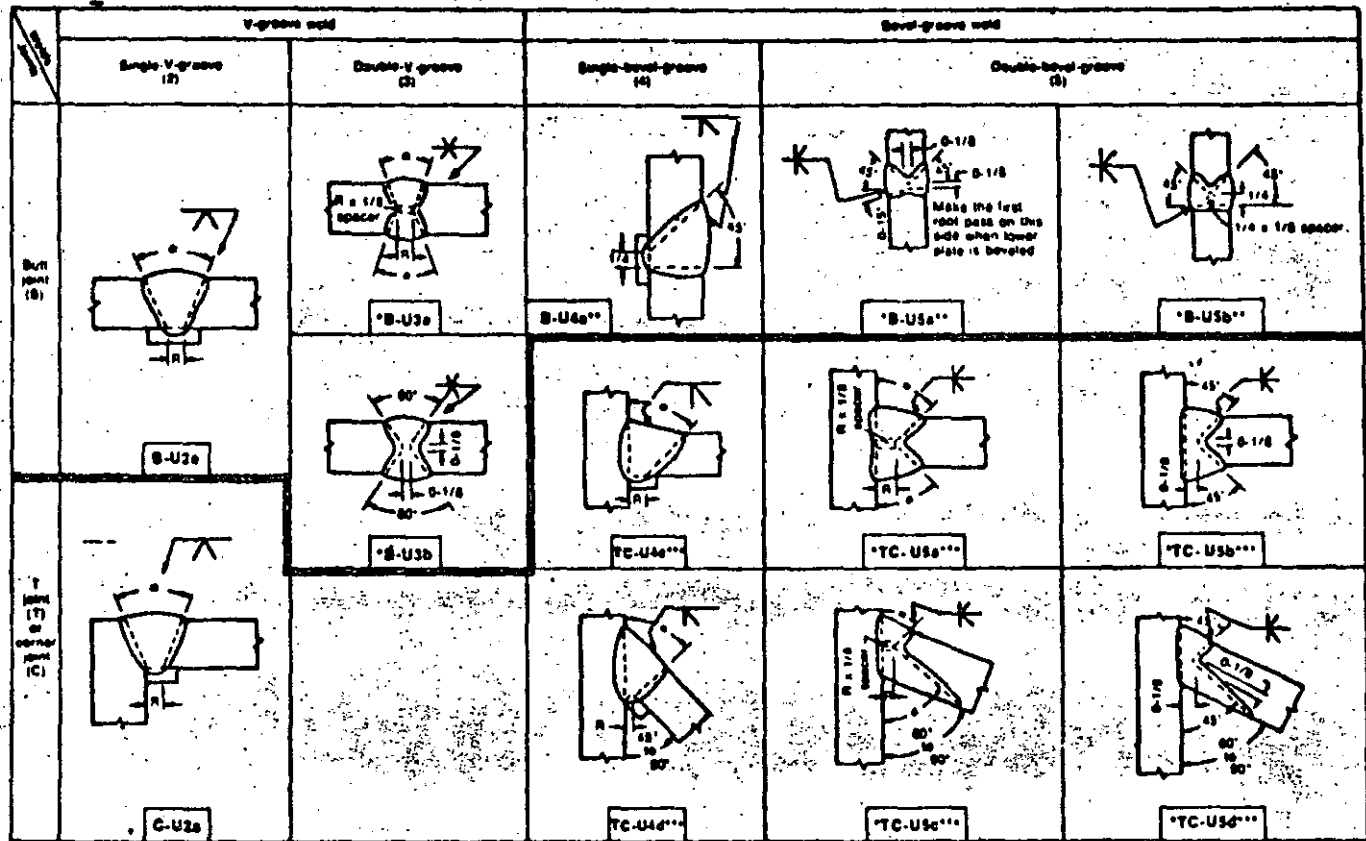
"Space" To Permit Heat Through, This Will Be
 Coupled into Below Welding Second Side

Type of Joint	Square-groove weld (1)	Single-V-groove weld (2)	Single-bevel-groove weld (4)
Butt	 <p>B-L1a</p>	 <p>B-U2</p>	 <p>B-U4a*</p>
Butt	 <p>B-L1b</p>		 <p>TC-U4a**</p>
Corner	 <p>C-L1a</p>	 <p>C-U2</p>	
Corner	 <p>TC-L1b</p>		 <p>TC-U4b**</p>

All dimensions in inches.

1. Gouge the roots of joints without backing before welding the other side (see 4.10.8).
 2. See 2.9.2 for allowable variation of dimensions and 3.3.4 for workmanship tolerances.
 3. If fillet welds are used in buildings to reinforce groove welds in T and corner joints, they shall be equal to $T/4$ but need not exceed $3/8$ in. Groove welds in T and corner joints of bridges shall be reinforced with fillet welds equal to $T/4$ but not more than $3/8$ in. T is the thickness of the groove weld.
- *Bridge application limits the use of these joints to the horizontal position (see 9.12.1.5).
 **For corner joints, the outside groove preparation may be in either or both members, provided the basic groove configuration is not changed and adequate edge distance is maintained to support the welding operation without excessive edge melting.

Fig. 2.9.1—Complete joint penetration prequalified shielded metal arc welded joints—base metal of limited thickness (L) and unlimited thickness (U).



Limitations for joints B-U2a, B-U3a and C-U2a

a	R	Permitted welding positions
45°	1/4	All positions
30°	3/8	Flat and overhead only
20°	1/2	Flat and overhead only

Limitations for joints TC-U4c, TC-U4d, TC-U5a and TC-U5c

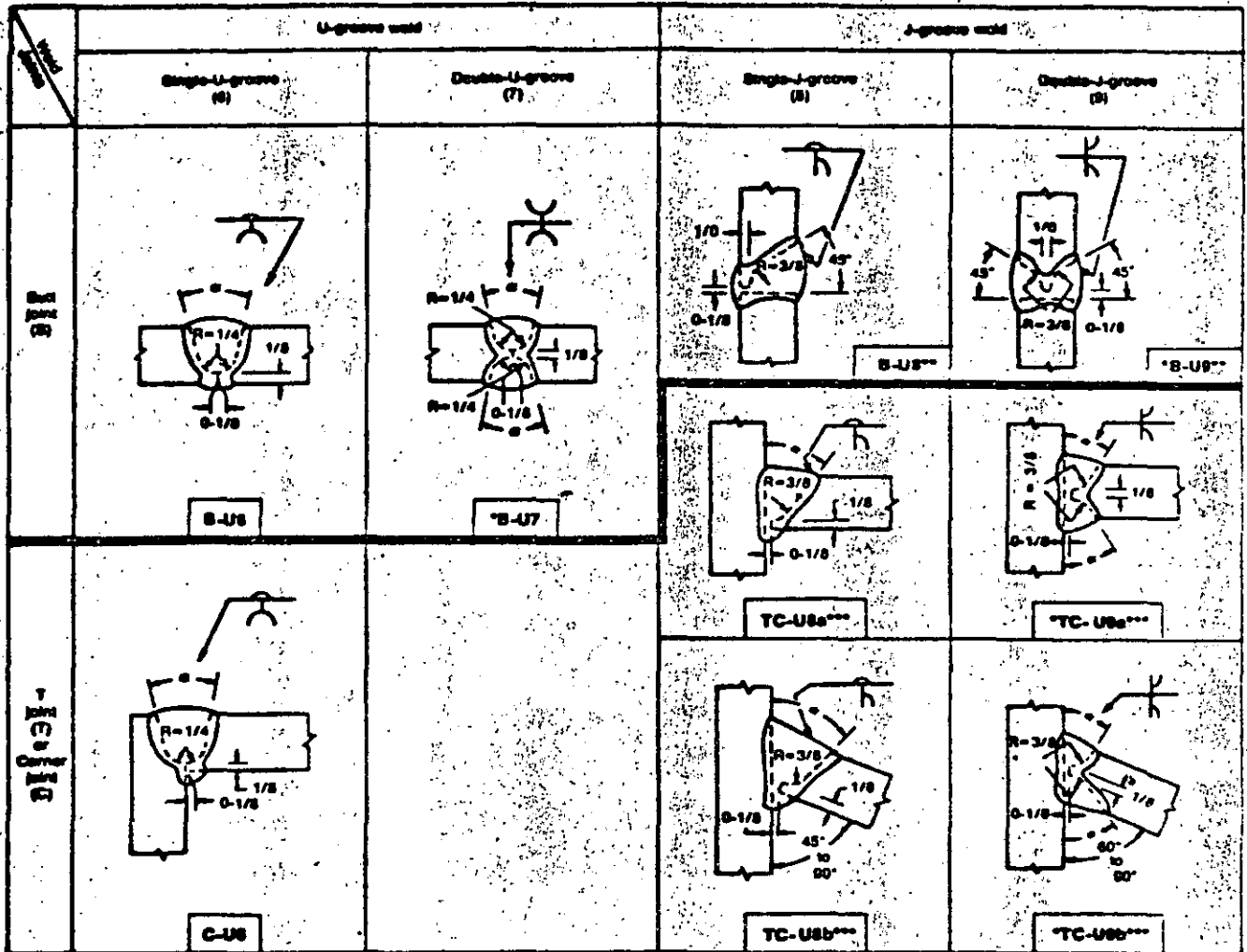
a	R	Permitted welding positions
45°	1/4	All positions
30°	3/8	Flat and overhead only

All dimensions in inches.

1. Gouge roots of joints without backing before welding other side (see 4.10.8).
2. See 2.9.2 for allowable variation of dimensions and 3.3.4 for workmanship tolerances.
3. If fillet welds are used in buildings to reinforce groove welds in T and corner joints, they shall be equal to T/4 but need not exceed 3/8 in. Groove welds in T and corner joints of bridges shall be reinforced with fillet welds equal to T/4 but not more than 3/8 in. T is the thickness of the groove weld.

*The use of these welds shall preferably be limited to base metal thickness of 5/8 in. or larger.
 **Bridge application limits the use of these joints to the horizontal position (see 9.12.1.5).
 ***For corner joints, the outside groove preparation may be in either or both members, provided the basic groove configuration is not changed and adequate edge distance is maintained to support the welding operations without excessive edge melting.

Fig. 2.9.1 cont.—Complete joint penetration prequalified shielded metal arc welded joints—base metal of unlimited thickness (U).



Limitations for joints B-U6, B-U7 and C-U6

α	Permitted welding positions
45°	All positions Flat and overhead only
20°	


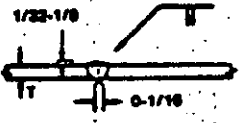
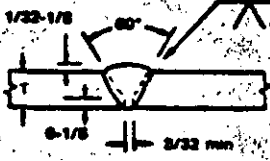
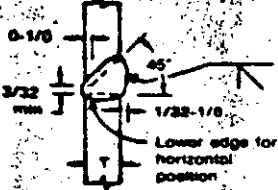
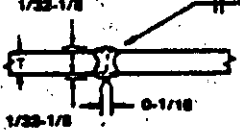
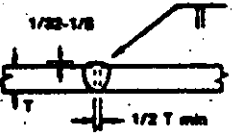
Limitations for joints TC-U6a, TC-U6b, TC-U6a*** and TC-U6b***

α	Permitted welding positions
45°	All positions Flat and overhead only
30°	

All dimensions in inches.

1. Gouge roots of joints without backing before welding other side (See 4.10.8).
 2. See 2.9.2 for allowable variation of dimensions and 3.3.4 for workmanship tolerances.
 3. If fillet welds are used in buildings to reinforce groove welds in T and corner joints, they shall be equal to $T/4$ but need not exceed $3/8$ in. Groove welds in T and corner joints of bridges shall be reinforced with fillet welds equal to $T/4$ but not more than $3/8$ in. T is the thickness of the groove weld.
- *The use of these welds shall preferably be limited to base metal thickness of $5/8$ in. or larger.
 ** Bridge application limits the use of these joints to the horizontal position (see 9.12.1.5).
 *** For corner joints, the outside groove preparation may be in either or both members, provided the basic groove configuration is not changed and adequate edge distance is maintained to support the welding operations without excessive edge melting.

Fig. 2.9.1 cont.—Complete joint penetration prequalified shielded metal arc welded joints—base metal of unlimited thickness (U).

	<p style="text-align: center;">Square-groove weld (1)</p>	<p style="text-align: center;">Single-V-groove weld (2)</p>	<p style="text-align: center;">Single-bevel-groove weld (4)</p>
	 <p style="text-align: center;">Effective throat (E)=T max T=1/8</p> <p style="text-align: center;">B-P1a*</p>	 <p style="text-align: center;">Effective throat (E)=T max T=1/2</p> <p style="text-align: center;">B-P2*</p>	 <p style="text-align: center;">Effective throat (E)=T max T=1/2</p> <p style="text-align: center;">B-P4*</p>
<p style="text-align: center;">Butt joint (B) T ≤ 1/2</p>	<p style="text-align: center;">Root need not be chipped before welding second side</p>  <p style="text-align: center;">Effective throat (E)=T max T=1/4</p> <p style="text-align: center;">B-P1b</p>		
	 <p style="text-align: center;">Effective throat (E)=3/4 T max T=1/4</p> <p style="text-align: center;">B-P1c*</p>		

All dimensions in inches.

1. Sec 2.10.2 for allowable variation of dimensions and 3.3.4 for workmanship tolerances.
*Joints welded from one side.

Fig. 2.10.1—Partial joint penetration (P) prequalified shielded metal arc welded joints.

Welded Joints	V-groove weld	Bevel-groove weld	U-groove weld	J-groove weld
	Single-V-groove weld (2)	Single-bevel-groove weld (4)	Single-U-groove weld (6)	Single-J-groove weld (8)
Gus (B) T (T) or corner (C) joint Minimum root face of joint shall be 1/8 in.	<p>Effective throat (E) = S**</p> <p>SC-P2*</p>	<p>Effective throat (E) = B - 1/8**</p> <p>***BTC-P4*</p>	<p>Effective throat (E) = S**</p> <p>SC-P6*</p>	<p>Effective throat (E) = S**</p> <p>***BTC-P8*</p>
	<p>Effective throat (E) = S**</p> <p>B-P3</p>	<p>Effective throat (E) = B - 1/8**</p> <p>***BTC-P5*</p>	<p>Effective throat (E) = S**</p> <p>B-P7</p>	<p>Effective throat (E) = S**</p> <p>***BTC-P9*</p>

All dimensions in inches.

1. See 2.10.2 for allowable variation of dimensions and 3.3.4 for workmanship tolerances.

*Only corner joints C-P2, C-P4, C-P5, C-P6, C-P8 and C-P9 are prequalified for bridge application (see 9.12.1.2).

**Minimum effective throat as shown in Table 2.10.3.

***For corner joints, the outside groove preparation may be in either or both members provided the basic groove configuration is not changed and adequate edge distance is maintained to support the welding operations without excessive edge melting.

Fig. 2.10.1 cont.—Partial joint penetration (P) prequalified shielded metal arc welded joints.

Structural Steel for Buildings • 4

TABLE 1.14.6.1.2

EFFECTIVE THROAT THICKNESS OF PARTIAL-PENETRATION GROOVE WELDS

Welding Process	Welding Position	Included Angle at Root of Groove	Effective Throat Thickness
Shielded metal arc or submerged arc	All	<60° but ≥45°	Depth of chamfer minus $\frac{1}{16}$ inch
		≥60°	Depth of chamfer
Gas metal arc or flux cored arc	All	≥60°	Depth of chamfer
	Horizontal or flat	<60° but ≥45°	Depth of chamfer
	Vertical or overhead	<60° but ≥45°	Depth of chamfer minus $\frac{1}{16}$ inch
Electrode gas	All	≥60°	Depth of chamfer

TABLE 1.14.6.1.3

EFFECTIVE THROAT THICKNESS OF FLARE GROOVE WELDS

Type of Weld	Radius (R) of Bar or Bend	Effective Throat Thickness
Flare-bevel-groove	All	$\frac{1}{16}R$
Flare-V-groove	All	$\frac{1}{2}R^*$

* Use $\frac{1}{2}R$ for Gas Metal Arc Welding (except short circuiting transfer process) when $R \geq 1$ inch.

1.5.3 Welds

Except as modified by the provisions of Sect. 1.7, welds shall be proportioned to meet the stress requirements given in Table 1.5.3.

TABLE 1.5.3
ALLOWABLE STRESS ON WELDS

Type of Weld and Stress ^a	Allowable Stress	Required Weld Strength Level ^{b,c}
Complete-Penetration Groove Welds		
Tension normal to effective area	Same as base metal	"Matching" weld metal must be used.
Compression normal to effective area	Same as base metal	Weld metal with a strength level equal to or less than "matching" weld metal may be used.
Tension or compression parallel to axis of weld	Same as base metal	
Shear on effective area	0.30 × nominal tensile strength of weld metal (ksi), except shear stress on base metal shall not exceed 0.40 × yield stress of base metal	
Partial-Penetration Groove Welds ^d		
Compression normal to effective area	Same as base metal	Weld metal with a strength level equal to or less than "matching" weld metal may be used.
Tension or compression parallel to axis of weld ^a	Same as base metal	
Shear parallel to axis of weld	0.30 × nominal tensile strength of weld metal (ksi), except shear stress on base metal shall not exceed 0.40 × yield stress of base metal	
Tension normal to effective area	0.30 × nominal tensile strength of weld metal (ksi), except tensile stress on base metal shall not exceed 0.60 × yield stress of base metal	

Area efectiva = garganta efectiva × Longitud

27
La distancia entre piezas que han de soldarse de filete, no será mayor de 5 m.m. AWS (3.3.1)

Las partes a soldarse a tope se alinearan sin un error mayor del 10% de la placa más delgada pero no mayor de 3 m.m. ; AWS (3.3.3)

TABLE 3-3. MINIMUM PREHEAT AND INTERPASS TEMPERATURE. AWS D1.1-Rev. 1-73, 2-74 Table 4.2^{1, 2}
(Degrees F)

Thickness of Thickest Part at Point of Welding - Inches	Welding Process				
	Shielded Metal-Arc Welding with other than Low-Hydrogen Electrode	Shielded Metal-Arc Welding with Low-Hydrogen Electrodes; Submerged Arc Welding; Gas Metal-Arc Welding; or Flux-Cored Arc Welding		Shielded Metal-Arc Welding with Low-Hydrogen Electrodes; Submerged-Arc Welding with Carbon or Alloy Steel Wire, Neutral Flux; Gas Metal-Arc Welding; or Flux-Cored Arc Welding	Submerged Arc Welding with Carbon Steel Wire, Alloy Flux
	ASTM A36 ⁴ , A53 Gr. B, A106, A131, A139, A375, A381 Gr. Y35, A500, A501, A516 Gr. 55 and 60, A524, A529, A570 Gr. D and E, A573 Gr. 65, API 5L Gr. B; ABS Gr. A, B, C, CS, D, E, R	ASTM A36, A106, A131, A139, A242 Weldable Grade, A375, A381 Gr. Y35, A441, A516 Gr. 65 and 70, A524, A529, A537 Class 1 and 2, A570 Gr. D and E, A572 Gr. 42, 45, 50, A573 Gr. 65, A588, A618, API 5L Gr. B and 5LX Gr. 42; ABS Gr. A, B, C, CS, D; E, R, AH, DH, EH	ASTM A572 Grades 55, 60 and 65	ASTM A514, A517	ASTM A514, A517
To 3/4, incl.	None ³	None ³	70	50	50
Over 3/4 to 1-1/2 incl.	150	70	150	125	200
Over 1-1/2 to 2-1/2, incl.	225	150	225	175	300
Over 2-1/2	300	225	300	225	400

¹ Welding shall not be done when the ambient temperature is lower than zero F. When the base metal is below the temperature listed for the welding process being used and the thickness of material being welded, it shall be preheated (except as otherwise provided) in such manner that the surfaces of the parts on which weld metal is being deposited are at or above the specified minimum temperature for a distance equal to the thickness of the part being welded, but not less than 3 in., both laterally and in advance of the welding. Preheat and interpass temperatures must be sufficient to prevent crack formation. Temperature above the minimum shown may be required for highly restrained welds. For quenched and tempered steel the maximum preheat and interpass temperature shall not exceed 400°F for thickness up to 1-1/2 in., inclusive, and 450°F for greater thicknesses. Heat input when welding quenched and tempered steel shall not exceed the steel producer's recommendation.

² In joints involving combinations of base metals, preheat shall be as specified for the higher strength steel being welded.

³ When the base metal temperature is below 32°F, preheat the base metal to at least 70°F and maintain this minimum temperature during welding.

⁴ Only low-hydrogen electrodes shall be used for welding A36 steel more than 1 inch thick for bridges.

the spots where they are placed, which measurements are taken as indices to the heat input and are correlated with thickness of metal and chemistry of metal in tables specifying minimum preheat temperatures. Thus, temperature is the gage to preheat inputs, and preheating to specified temperatures is the practical method of obtaining the amount of preheat needed to control the cooling rate after welding.

There are various guides for use in estimating preheat temperatures, including the recommendation of the suppliers of special steels. No guide,

however, can be completely and universally applicable because of the varying factors of rigidity and restraint in assemblies. Recommendations are, thus, presented as "minimum preheat recommendations," and they should be accepted as such. However, the quenched and tempered steels can be damaged if the preheat is too high and the precautions necessary for these steels are discussed later.

The American Welding Society and the American Institute of Steel Construction have established minimum preheat and interpass temperature requirements for common weldable steels, as shown in

VII.- Metal de aportación

- a) Características generales.
- b) Clasificación de los electrodos.
- c) Electrodos para soldadura manual al arco electrico.
 - c 1) Nomenclatura
 - c 2) Papel del recubrimiento.
 - c 3) Tipos de electrodos
 - c 4) : Uso de los electrodos .
- d) Electrodos para soldadura de arco sumergido.

Arc-Welding Consumables

Arc-welding consumables are the materials used during welding, such as electrodes, filler rods, fluxes, and externally applied shielding gases. With the exception of the gases, all of the commonly used consumables are covered by AWS specifications.

Twenty specifications in the AWS A5.x series prescribe the requirements for welding electrodes, rods, and fluxes. This section briefly reviews some of the important requirements of the A5.x series, with the intent of serving as a guide to the selection of the proper specification. When detailed information is required, the actual AWS specification should be consulted.

ELECTRODES, RODS, AND FLUXES

The first specification for mild steel covered electrodes, A5.1, was written in 1940. As the welding industry expanded and the number of types of electrodes for welding steel increased, it became necessary to devise a system of electrode classification to avoid confusion. The system used applies to both the mild steel A5.1 and the low-alloy steel A5.5 specifications.

Classifications of mild and low-alloy steel electrodes are based on an "E" prefix and a four or five-digit number. The first two digits (or three, in a five-digit number) indicate the minimum required tensile strength in thousands of pounds per square inch. For example, 60 = 60,000 psi, 70 = 70,000 psi, and 100 = 100,000 psi. The next to the last digit indicates the welding position in which the electrode is capable of making satisfactory welds: 1 = all positions - flat, horizontal, vertical, and overhead; 2 = flat and horizontal fillet welding (see Table 4-1). The last two digits indicate the type of current to be used and the type of covering on the electrode (see Table 4-2).

Originally a color identification system was developed by the National Electrical Manufacturers Association (NEMA) in conjunction with the American Welding Society to identify the electrode's classification. This was a system of color markings applied in a specific relationship on the electrode, as in Fig. 4-1(a). The colors and their significance are listed in Tables 4-3 and 4-4. The NEMA specification also included the choice of imprinting the classification number on the electrode, as in Fig. 4-1(b).

TABLE 4-1. AWS A5.1-69 and A5.5-69 Designations for Manual Electrodes

a. The prefix "E" designates arc-welding electrode.	
b. The first two digits of four-digit numbers and the first three digits of five-digit numbers indicate minimum tensile strength:	
E60XX	60,000 psi Minimum Tensile Strength
E70XX	70,000 psi Minimum Tensile Strength
E110XX	110,000 psi Minimum Tensile Strength
c. The next-to-last digit indicates position:	
EXX1X	All positions
EXX2X	Flat position and horizontal fillets
d. The suffix (Example: EXXX-A 1) indicates the approximate alloy in the weld deposit:	
- A1	0.5% Mo
- B1	0.5% Cr, 0.5% Mo
- B2	1.25% Cr, 0.5% Mo
- B3	2.25% Cr, 1% Mo
- B4	2% Cr, 0.5% Mo
- B5	0.5% Cr, 1% Mo
- C1	2.5% Ni
- C2	3.25% Ni
- C3	1% Ni, 0.35% Mo, 0.15% Cr
- D1 and D2	0.25-0.45% Mo, 1.75% Mn
- G	0.5% min. Ni, 0.3% min. Cr, 0.2% min. Mo, 0.1% min. V, 1% min. Mn (only one element required)

TABLE 4-2. AWS A5.1-69 Electrode Designations for Covered Arc-Welding Electrodes

Designation	Current	Covering Type
EXX10	DC+ only	Organic
EXX11	AC or DC+	Organic
EXX12	AC or DC-	Rutile
EXX13	AC or DC±	Rutile
EXX14	AC or DC±	Rutile, iron-powder (approx. 30%)
EXX15	DC+ only	Low-hydrogen
EXX16	AC or DC+	Low-hydrogen
EXX18	AC or DC+	Low-hydrogen, iron-powder (approx. 25%)
EXX20	AC or DC±	High iron-oxide
EXX24	AC or DC±	Rutile, iron-powder (approx. 50%)
EXX27	AC or DC±	Mineral, iron-powder (approx. 50%)
EXX28	AC or DC+	Low-hydrogen, iron-powder (approx. 50%)

TABLE 4-3. Color Identification for Covered MILD-STEEL and LOW-ALLOY Steel Electrodes

GROUP COLOR - NO COLOR				
XX10, XX11, XX14, XX24, XX27, XX28 and all 60 XX				
End Color \ Spot Color	No Color	Blue	Black	Orange
No Color	E6010	E7010G		EST
White	E6012	E7010-A1		ECI
Brown	E6013		E7014	
Green	E6020			
Blue	E6011	E7011G		
Yellow		E7011-A1	E7024	
Black			E7028	
Silver	E6027			
GROUP COLOR - SILVER				
All XX13 and XX20 except E6013 and E6020				
Brown				
White				
Green		E7020G		
Yellow		E7020-A1		

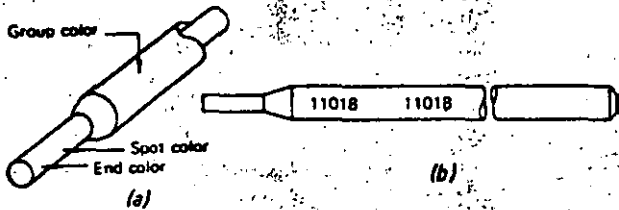


Fig. 4-1. (a) National Electrical Manufacturers Association color-code method to identify an electrode's classification; (b) American Welding Society imprint method.

Starting in 1964, AWS new and revised specifications for covered electrodes required the classification number be imprinted on the covering, as in Fig. 4-1(b). However, some electrodes can be manufactured faster than the imprinting equipment can mark them and some sizes are too small to be legibly marked with an imprint. Although AWS specifies an imprint, the color code is accepted on electrodes if imprinting is not practical.

TABLE 4-4. Color Identification for Covered Low-Hydrogen Low-Alloy Steel Electrodes

GROUP COLOR - GREEN										
XX15, XX16 and XX18 except E6015 and E6016										
End Color \ Spot Color	No Color	Blue	Black	White	Gray	Brown	Violet	Green	Red	Orange
Red	E7015G	E7015			E8015G	E9015G		E10015G		E12015G
White		E7015-A1	E9015-B3L			E9015-D1				
Brown										
Green			E8015-B2L			E9015-B3				
Bronze			E8015-B4L			E8015-B4				
Orange	E7016G	E7016	E7018	E8016-C3		E9016G		E10016G		E12016G
Yellow		E7016-A1	E7018-A1	E8016G		E9016-D1		E10015-D2	E11016G	
Black			E8018-C3	E8016-B1	E8018-B1		E9018-B3			
Blue	E7018G		E8018G	E8016-C1	E8018-C1	E9016-B3	E9018G	E10018G	E11018G	E12018G
Violet				E8016-C2	E8016-C2	E8016-B4	E9018-D1	E10018-D2		
Gray			E8018-B4	E8016-B2	E8018-B2			E10016-D2		
Silver			Mil-12018							

Table 1—Electrode Classification

AWS Classification	Type of Covering	Capable of Producing Satisfactory Welds in Positions Shown*	Type of Current ^b
E60 SERIES—MINIMUM TENSILE STRENGTH OF DEPOSITED METAL IN AS-WELDED CONDITION 60 000 PSI (OR HIGHER—SEE TABLE 4)			
E6010	High cellulose sodium	F, V, OH, H	dc, reverse polarity
E6011	High cellulose potassium	F, V, OH, H	ac or dc, reverse polarity
E6012	High titania sodium	F, V, OH, H	ac or dc, straight polarity
E6013	High titania potassium	F, V, OH, H	ac or dc, either polarity
E6020	High iron oxide	H-Fillets F	ac or dc, straight polarity ac or dc, either polarity
E6027	Iron powder, iron oxide	H-Fillets F	ac or dc, straight polarity ac or dc, either polarity
E70 SERIES—MINIMUM TENSILE STRENGTH OF DEPOSITED METAL IN AS-WELDED CONDITION 70 000 PSI (OR HIGHER—SEE TABLE 4)			
E7014	Iron powder, titania	F, V, OH, H	ac or dc, either polarity
E7015	Low hydrogen sodium	F, V, OH, H	dc, reverse polarity
E7016	Low hydrogen potassium	F, V, OH, H	ac or dc, reverse polarity
E7018	Iron powder, low hydrogen	F, V, OH, H	ac or dc, reverse polarity
E7024	Iron powder, titania	H-Fillets, F	ac or dc, either polarity
E7028	Iron powder, low hydrogen	H-Fillets, F	ac or dc, reverse polarity

* The abbreviations F, V, OH, H, and H-Fillets indicate welding positions (Figs. 1 and 2) as follows:

F = Flat
H = Horizontal
H-Fillets = Horizontal Fillets
V = Vertical } { For electrodes 3/16 in. and under, except 5/32 in. and under, for classi-
OH = Overhead } { fications E7014, E7015, E7016 and E7018.

^b Reverse polarity means electrode is positive; straight polarity means electrode is negative.

Table 2—Chemical Requirements

AWS Classification	Chemical Composition, max. per cent ^a					
	Manganese	Silicon	Nickel	Chromium	Molybdenum	Vanadium
E7014, E7015 E7016, E7018 E7024, E7028	1.25*	0.90	0.30*	0.20*	0.30*	0.08*
E6010, E6011 E6012, E6013 E6020, E6027	No chemical requirements					

* The sum total of all elements with the asterisk shall not exceed 1.50 per cent.

^b For obtaining the chemical composition, dc, straight polarity only, may be used where dc, both polarities, is specified.

**TABLA COMPARATIVA DE ELECTRODOS PARA SOLDAR
SEGUN VARIOS FABRICANTES**

ESPECIFICACION AWS	A O SMITH	ACA ELECTIC	CHAMPION	ELISA	GENERAL ELECTRIC	HOBASIT	LINCOLN	P & H	WESTING HOUSE
E-4010	SW-14	FERROMATIC 10	DIABLO AZUL	4010	W-410-A	10	FLEET WELD 1	AP-100	XL-110
E-4011	SW-10	FERROMATIC 11	DIABLO AZUL ALTERNO	4011	W-411-A	11	FLEET WELD 11	AC-1	ACP-411
E-4012	SW-11 SW-17	FERROMATIC 12	DIABLO CRIS No. 2	4012	W-412-A	12	FLEET WELD 7	PFA 012P	FP-412 FP-1412
E-4013	SW-15 SW-16	FERROMATIC 13	DIABLO LIGERO	4013	W-413-A	13	FLEET WELD 17	AC-115	SW-413 SW-214
E-7010	SW-75	CELLOCORD 70	DIABLO AZUL 15	7010	W-710-A	805	SHIELD-ARC 15	CM-90	AP-100
FIERRO VACIADO	SW-5	SILTEC ARC 17		475	W-91	HARCASIT	FERROWELD	HARCASIT	CASTING WELD
	SW-95B	CITO MANGAN	DIABLO DE MANGANESO	700		CO-200 MANGANOL	MANGAN WELD-8	HARMO MANGA	
	SW-515B			570		V-200 MANGANIK	MANGAN WELD AC	HARNI MANGA	
	D-WELD-B	SUEMEX 200		170	W-90	TUFAN HARD 200	ABRASO WELD	HARTOP BROWN	HARDEN TOUGH 200
	D-WELD-E	SUEMEX 400	DIABLO DURO	160	W-91	TUFAN HARD 400	FACEWELD 1	HARTOP RED	HARDEN TOUGH 400
	D-WELD-F	SUEMEX 600	DIABLO RESISTENTE	170	W-91	TUFAN HARD 600	FACEWELD 12	HARTOP YELLOW	HARDEN TOUGH 600

RECUBRIMIENTOS Duros

Welding Carbon and Low-Alloy Steels with the Shielded Metal-Arc Process

Most welding on steel is done manually with shielded metal-arc (stick) electrodes. As in any manual process, the skill and dexterity of the operator are important for quality work; but equally important is selection of the correct type of electrode.

CONSIDERATIONS IN ELECTRODE SELECTION

Choice of electrode is straightforward when welding high-strength or corrosion-resistant steels. Here, choice is generally limited to one or two electrodes designed specifically to give the correct chemical composition in the weld metal. But most arc welding involves the carbon and low-alloy steels for which many different types of electrodes provide satisfactory chemical compositions in the weld metal. From the many possibilities, the object is to pick an electrode that gives the desired quality of weld at the lowest welding cost. Usually, this means the electrode that allows the highest welding speed with the particular joint. To meet this objective, electrodes are selected according to the design and positioning of the joint.

Electrodes compounded to melt rapidly are called "fast-fill" electrodes, and those compounded to solidify rapidly are called "fast-freeze" electrodes. Some joints and welding positions require a

compromise between the fast-fill and fast-freeze characteristics, and electrodes compounded to meet this need are called "fill-freeze" electrodes. There are also electrodes which are classified as "fast follow."

The fill-freeze-follow terminology used to classify types of electrodes is also used to designate types of joints. Overhead or vertical joints that normally require fast-freeze electrodes are thus termed "freeze" joints, while flat joints and some horizontal joints, where rapid deposition is important, are called "fill" joints. Some joints, especially those in sheet metal, require an electrode that permits rapid electrode travel with minimum skips, and are thus called "follow" joints. The fill-freeze electrodes usually are best suited for follow joints, and thus, fill-freeze electrodes are called fast-follow electrodes when the reference is to joints requiring fast electrode travel.

Although the terms fill, freeze, and fill-freeze, are straightforward as applied to electrodes, use of these terms to describe types of joints is not so clear-cut. For example, some overhead "freeze" joints require a fill-freeze, rather than fast-freeze, electrode. By the same token, a "follow" joint in sheet metal may require a fast-freeze, rather than a fill-freeze, electrode. The use of these terms to identify types of joints, and the types of electrodes

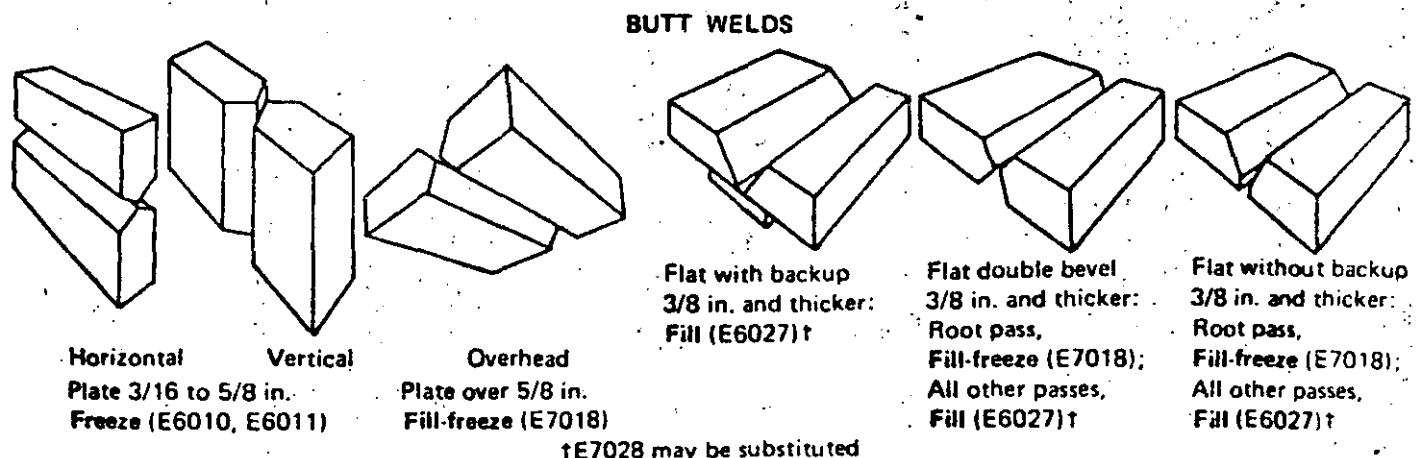


Fig. 6-14. Guide to selection of electrodes for butt welds.

recommended for these joints, are explained in Fig. 6-14, 6-15, and 6-16, which show butt welds, fillet welds, and sheet-metal welds, respectively.

AWS A5.1-69 is a complete specification for mild-steel electrodes for shielded metal-arc welding (see Section 4.1). Typical mechanical properties of mild-steel deposited weld metal are given in Table 6-11.

A combination of letters and numbers used by the American Welding Society to identify the various classes of electrodes is given in Table 4-1. For a more complete description of this system see Section 4.1. Typical current ranges for all AWS A5.1 electrodes is given in Table 6-12. A guide to the application of electrodes for steels of specific ASTM designations is presented in Table 6-13.

TABLE 6-11. Typical Mechanical Properties of Mild-Steel Deposited Weld Metal

Electrode Classification	Condition							
	As-Welded				Stress-Relieved at 1150° F			
	Tensile Strength (psi)	Yield Strength (psi)	Elong. in 2 in. (%)	Impact* (ft-lb)	Tensile Strength (psi)	Yield Strength (psi)	Elong. in 2 in. (%)	Impact* (ft-lb)
E6010	69,000	60,000	26	55 (1)	65,000	51,000	32	75
E6011	70,000	63,000	25	50 (1)	65,000	51,000	30	90
E6012	72,000	64,000	21	43	71,000	62,000	23	47
E6013	74,000	62,000	24	55	74,000	58,000	28	
E6020	67,000	57,000	27	50				
E6027	66,000	58,000	28	40 (1)	66,000	57,000	30	80
E7014	73,000	67,000	24	55	73,000	65,000	26	48
E7015	75,000	68,000	27	90				
E7016	75,000	68,000	27	90	71,000	60,000	32	120
E7018	74,000	65,000	29	80 (1)	72,000	58,000	31	120
E7024	86,000	78,000	23	38	80,000	73,000	27	38
E7028	85,000	78,000	26	26 (2)	81,000	73,000	26	85

* Charpy V-notch at 70°F, except where noted.

(1) Charpy V-notch at -20°F.

(2) Charpy V-notch at 0°F.

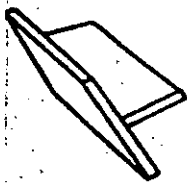
TABLE 6-12. Typical Current Ranges for Electrodes

Electrode Diameter (in.)	Current Range (amp)								
	Electrode Type								
	E6010, E6011 DC+	E6012	E6013	E6020	E6027	E7014	E7015, E7016	E7018	E7024, E7028
1/16	—	20 - 40	20 - 40	—	—	—	—	—	—
5/64	—	25 - 60	25 - 60	—	—	—	—	—	—
3/32	40 - 80	35 - 85	45 - 90	—	—	80 - 125	65 - 110	70 - 100	100 - 145*
1/8	75 - 125	80 - 140	80 - 130	100 - 150	125 - 185	110 - 160	100 - 150	115 - 165	140 - 190
5/32	110 - 170	110 - 190	105 - 180	130 - 190	160 - 240	150 - 210	140 - 200	150 - 220	180 - 250
3/16	140 - 215	140 - 240	150 - 230	175 - 250	210 - 300	200 - 275	180 - 255	200 - 275	230 - 305
7/32	170 - 250	200 - 320	210 - 300	225 - 310	250 - 350	260 - 340	240 - 320	260 - 340	275 - 365
1/4	210 - 320	250 - 400	250 - 350	275 - 375	300 - 420	330 - 415	300 - 390	315 - 400	335 - 430
5/16	275 - 425	300 - 500	320 - 430	340 - 450	375 - 475	390 - 500	375 - 475	375 - 470	400 - 525*

*These values do not apply to the E7028 classification.

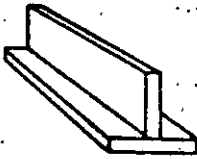
FILLET AND CORNER WELDS

Fillet welds over 10 to 12 in. in length on 3/16-in. or thicker plate



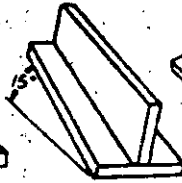
Flat

Fill
(E7024)†



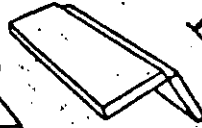
Horizontal

Fill
(E7024)†



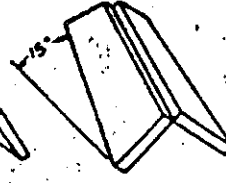
Inclined

Fill-freeze
(E7014)



Flat

Fill
(E7024)†



Inclined

Fill-freeze
(E7014)

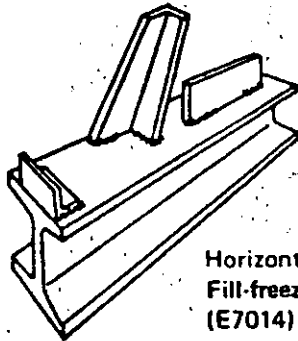


Vertical

3/16 to 5/8-in. plate
Freeze
(E6010, E6011)

Plate over 5/8-in.
Fill-freeze
(E7018)

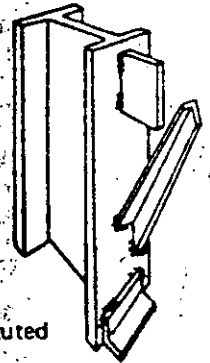
Fillet welds under 6 in. in length or having change in direction on 3/16 in. or thicker plate



Horizontal
Fill-freeze
(E7014)

Horizontal, Vertical, Overhead
3/16 to 5/8-in. plate
Freeze
(E6010, E6011)

Plate over 5/8 in.
Fill-freeze
(E7018)

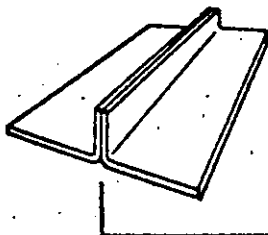
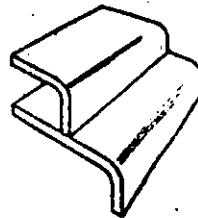


†E7028 may be substituted

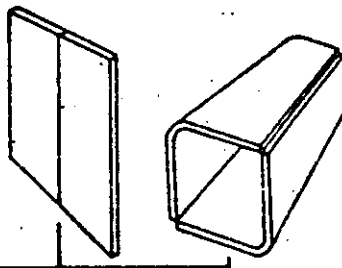
Fig. 6-15. Guide to selection of electrodes for fillet and corner welds.

SHEET METAL JOINTS

All positions
Follow
(E6012, DC; E6013, AC)



All positions
Freeze
(E6010, DC; E6011, AC)



Preserve Edge

Fuse Edge

All positions
Follow
(E6012, DC; E6013, AC)

All positions
Freeze
(E6010, DC; E6011, AC)

Fig. 6-16. Guide to selection of electrodes for sheet-metal welds.

base metal of poor weldability. On succeeding passes, use currents that provide best operating characteristics. Drag the electrode lightly or hold an arc of 1/8-in. or less. Do not use a long arc at any time, since E7018 electrodes rely principally on molten slag for shielding. Stringer beads or small weave passes are preferred to wide weave passes. When starting a new electrode, strike the arc ahead of the crater, move back into the crater, and then proceed in the normal direction. On AC, use currents about 10% higher than those used with DC. Govern travel speed by the desired bead size.

Vertical: Weld vertical-up with electrode sizes of 5/32-in. or less. Use a triangular weave for heavy single-pass welds. For multipass welds, first deposit a stringer bead by using a slight weave. Deposit additional layers with a side-to-side weave, hesitating at the sides long enough to fuse out any small slag pockets and to minimize undercut. Do not use a whip technique or take the electrode out of the molten pool. Travel slowly enough to maintain the shelf without causing metal to spill. Use currents in the lower portion of the range.

Overhead: Use electrodes of 5/32-in. or smaller. Deposit stringer beads by using a slight circular motion in the crater. Maintain a short arc. Motions should be slow and deliberate. Move fast enough to avoid spilling weld metal, but do not be alarmed if

TABLE 6-14. Procedures for Drying Low-Hydrogen Electrodes

Nature of Moisture Pickup	Drying Temperatures	
	E7018-28	E6018-X, E9018-X, E11018-X
Electrodes exposed to air for less than one week; no direct contact with water. Welds not subject to X-ray inspection.	300°F	300°F
Electrodes exposed to air for less than one week; no direct contact with water. Welds subject to X-ray inspection.	700°F	750°F
Electrodes have come in direct contact with water, or have been exposed to extremely humid conditions as indicated by core wire rusting at the holder end. Before redrying at 700 - 750F, predry electrodes in this condition at 180°F for 1 to 2 hours. This minimizes the tendency for coating cracks or oxidation of the alloys in the coating.	700°F	750°F

Note: One hour at the listed temperatures is satisfactory. Do not dry electrodes at higher temperatures or for more than 8 hours. Several hours at lower temperature are not equivalent to using the specified temperatures. Remove the electrodes from the can and spread them out in the furnace. Each electrode must reach the drying temperature. (Cardboard can liners char at about 350°F.)

some slag spills. Use currents in the lower portion of the range.

Redrying Low-Hydrogen Electrodes

Low-hydrogen electrodes must be dry if they are to perform properly. Electrodes in unopened,

TABLE 6-15. Characteristics of Mild-Steel Covered Electrodes*

AWS-ASTM Electrode Classification	Welding Category	General Characteristics
60,000-psi Minimum Tensile Strength		
E6010	Freeze†	Molten weld metal freezes quickly; suitable for welding in all positions with DC reverse-polarity power; has a low-deposition rate and deeply penetrating arc; can be used to weld all types of joints.
E6011	Freeze†	Similar to E6010, except can be used with AC as well as DC power.
E6012	Follow	Faster travel speed and smaller welds than E6010; AC or DC, straight-polarity power; penetration less than E6010. Primary use is for single-pass welding of thin-gage sheet metal in flat, horizontal, and vertical-down positions.
E6013	Follow	Similar to E6012, except can be used with DC (either polarity) or AC power.
E6027	Fill	Deposition rate high since covering contains about 50% iron powder; primary use is for multipass, deep-groove, and fillet welding in the flat position or horizontal fillets, using DC (either polarity) or AC power.
70,000-psi Minimum Tensile Strength		
E7014	Fill-freeze	Higher deposition rate than E6010, usable with DC (either polarity) or AC power; primary use is for inclined and short, horizontal fillet welds.
E7018	Fill-freeze	Suitable for welding low and medium-carbon steels (0.55% C max) in all positions and types of joints. Weld-metal quality and mechanical properties highest of all mild-steel electrodes, usable with DC reverse polarity or AC power.
E7024	Fill	Higher deposition rate than E7014, suitable for flat-position welding and horizontal fillets.
E7028	Fill	Similar to type E7018; used for welding horizontal and flat fillets and grooved butt fillet welds in flat position.

* E6020, E7015, and E7016 are not included because of their limited usage. Only electrodes up to 3/16-in. diameter can be used in all welding positions (flat, horizontal, vertical, and overhead).

† When used for welding sheet metal, these electrodes have follow-freeze characteristics.

38

037

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Flat
 Weld Quality Level: Commercial
 Steel Weldability: Good
 Welded From: One side

18 - 10 ga
 50% Minimum penetration

Plate Thickness (in.)	0.048 (18 ga)	0.060 (16 ga)	0.075 (14 ga)	0.105 (12 ga)	0.135 (10 ga)*
Pass	1	1	1	1	1
Electrode Class	E6010	E6010	E6010	E6010	E6010
Size	3/32	1/8	1/8	5/32	3/16
Current (amp) DC(+)	40†	70†	80	120	135
Arc Speed (in./min)	22 - 26	30 - 35	25 - 30	20 - 24	17 - 21
Electrode Req'd (lb/ft)	0.0244	0.0287	0.0262	0.0487	0.0695
Total Time (hr/ft of weld)	0.00833	0.00615	0.00727	0.00909	0.0105

* Use 1/16 in. gap and whip the electrode.

† DC(-)

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Flat
 Weld Quality Level: Commercial
 Steel Weldability: Good
 Welded From: One side

18 - 10 ga
 50% Minimum penetration

Plate Thickness (in.)	0.048 (18 ga)	0.060 (16 ga)	0.075 (14 ga)	0.105 (12 ga)	0.135 (10 ga)*
Pass	1	1	1	1	1
Electrode Class	E6011	E6011	E6011	E6011	E6011
Size	3/32	1/8	1/8	5/32	3/16
Current (amp) AC	50	100	105	130	145
Arc Speed (in./min)	20 - 24	28 - 33	26 - 31	24 - 29	22 - 27
Electrode Req'd (lb/ft)	0.0251	0.0326	0.0367	0.0527	0.0648
Total Time (hr/ft of weld)	0.00909	0.00656	0.00702	0.00755	0.00817

* Use 1/16 in. gap and whip the electrode.

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Vertical up
 Weld Quality Level: Code
 Steel Weldability: Good
 Welded From: One side

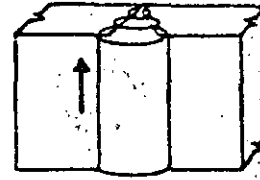
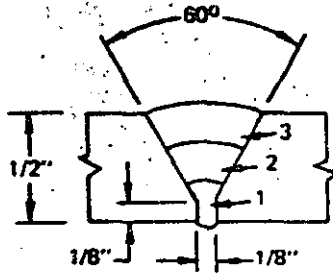


Plate Thickness (in.)	1/4	5/16	3/8	1/2
Pass	1 & 2	1 & 2	1 & 2	1 - 3
Electrode Class	E6010	E6010	E6010	E6010
Size	5/32	5/32	3/16	3/16
Current (amp) DC(+)	110	120	150	170
Arc Speed (in./min)*	5.2-5.8	3.8-4.2	4.8-5.3	3.8-4.2
Electrode Req'd (lb/ft)	0.323	0.440	0.586	0.990
Total Time (hr/ft of weld)	0.0901	0.118	0.130	0.152

* First pass only. Vary speed on succeeding passes to obtain proper weld size.

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Vertical up
 Weld Quality Level: Code
 Steel Weldability: Good
 Welded From: One side

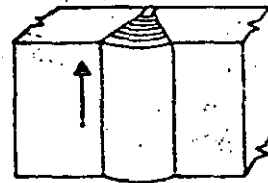
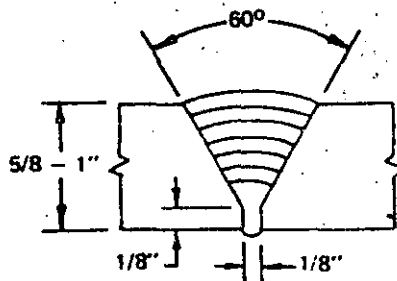


Plate Thickness (in.)	5/8	3/4	1
Pass	1 - 4	1 - 6	1 - 10
Electrode Class	E6010	E6010	E6010
Size	3/16	3/16	3/16
Current (amp) DC(+)	170	170	170
Arc Speed (in./min)*	3.8 - 4.2	3.8 - 4.2	3.8 - 4.2
Electrode Req'd (lb/ft)	1.48	2.08	3.56
Total Time (hr/ft of weld)	0.228	0.318	0.547

* First pass only. Vary speed on succeeding passes to obtain proper weld size.

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Horizontal
 Weld Quality Level: Code
 Steel Weldability: Fair
 Welded From: One side

Plate Thickness (in.)	3/8		1/2		5/8		3/4	
Pass	1	2-5	1	2-7	1	2-9	1	2-11
Electrode Class	E7018		E7018		E7018		E7018	
Size (in.)	3/16		3/16		3/16		3/16	
Current (amp) DC(+)	240		240		240		240	
Arc Speed (in./min)	4.5-5.5	8.5-9.5	4.5-5.5	7.5-8.5	4.5-5.5	6.7-7.4	5.5-6.5	6.2-6.8
Electrode Req'd (lb/ft)	0.867		1.35		1.75		2.42	
Total Time (hr/ft of weld)	0.118		0.182		0.270		0.345	

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Horizontal
 Weld Quality Level: Code
 Steel Weldability: Fair
 Welded From: One side

Plate Thickness (in.)		1		1-1/4		1-1/2	
Pass	1*	2-13	14-19†	2-17	18-24†	2-22	23-31†
Electrode Class	E7018	E7018		E7018		E7018	
Size (in.)	3/16	7/32	3/16	7/32	3/16	7/32	3/16
Current (amp) DC(+)	240	280	240	280	240	280	240
Arc Speed (in./min)	5-6	6.2-6.8	9.5-10.5	5.7-6.3	9.5-10.5	5.2-5.8	9.5-10.5
Electrode Req'd (lb/ft)		3.39	.994	4.82	1.23	6.40	1.60
Total Time (hr/ft of weld)		0.526		.714		1.00	

* First pass for all thicknesses
 † Cover passes.

41

Shielded Metal-Arc Procedures 6.2-33

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Overhead
 Weld Quality Level: Code
 Steel Weldability: Fair
 Welded From: One side

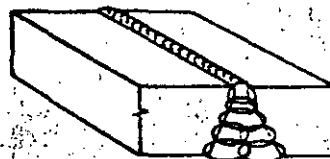
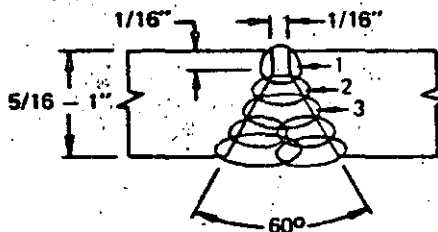


Plate Thickness (in.)	5/16		3/8		1/2		3/4		1	
Pass	1	2	1	2-3	1	2-5	1	2-9	1	2-13
Electrode Class	E6010	E7018	E6010	E7018	E6010	E7018	E6010	E7018	E6010	E7018
Size	1/8	5/32	1/8	5/32	1/8	5/32	1/8	5/32	1/8	5/32
Current (amp) DC(+)	110	170	110	170	110	170	110	170	110	170
Arc Speed (in./min)	4.3 - 4.7	3.4 - 3.8	4.3 - 4.7	3.3 - 3.7	4.3 - 4.7	3.6 - 4.0	4.3 - 4.7	4.3 - 4.7	4.3 - 4.7	3.6 - 4.0
Electrode Req'd (lb/ft)	0.155	0.327	0.155	0.671	0.155	0.918	0.155	2.08	0.155	3.70
Total Time (hr/ft of weld)	0.0999		0.158		0.202		0.399		0.575	

Split layers after third pass, as shown in sketch.

42

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Horizontal Weld Quality Level: Code Steel Weldability: Poor				
Weld Size, L (in.)	5/32	3/16	1/4	5/16
Plate Thickness (in.)	3/16	1/4	5/16	3/8
Pass	1	1	1	1
Electrode Class	E7018	E7018	E7018	E7018
Size	3/16	7/32	7/32	1/4
Current (amp) AC	240	275	275	350
Arc Speed (in./min)	12.5 - 13.5	11.0 - 12.0	8.5 - 9.5	6.5 - 7.5
Electrode Req'd (lb/ft)	0.111	0.140	0.203	0.335
Total Time (hr/ft of weld)	0.0154	0.0174	0.0222	0.0286

Preheat may be necessary depending on plate material.

SHIELDED METAL-ARC (MANUAL)

Position: Horizontal Weld Quality Level: Code Steel Weldability: Poor				
Weld Size, L (in.)	3/8	1/2	5/8	3/4
Plate Thickness (in.)	1/2	5/8	3/4	1
Pass	1 & 2	1 - 3	1 - 4	1 - 5
Electrode Class	E7018	E7018	E7018	E7018
Size	1/4	1/4	1/4	1/4
Current (amp) AC	350	350	350	350
Arc Speed (in./min)	9.5 - 11.5	9.5 - 10.5	8.0 - 9.0	7.0 - 8.0
Electrode Req'd (lb/ft)	0.480	0.785	1.18	1.62
Total Time (hr/ft of weld)	0.0390	0.0600	0.0940	0.133

Preheat may be necessary depending on plate material.

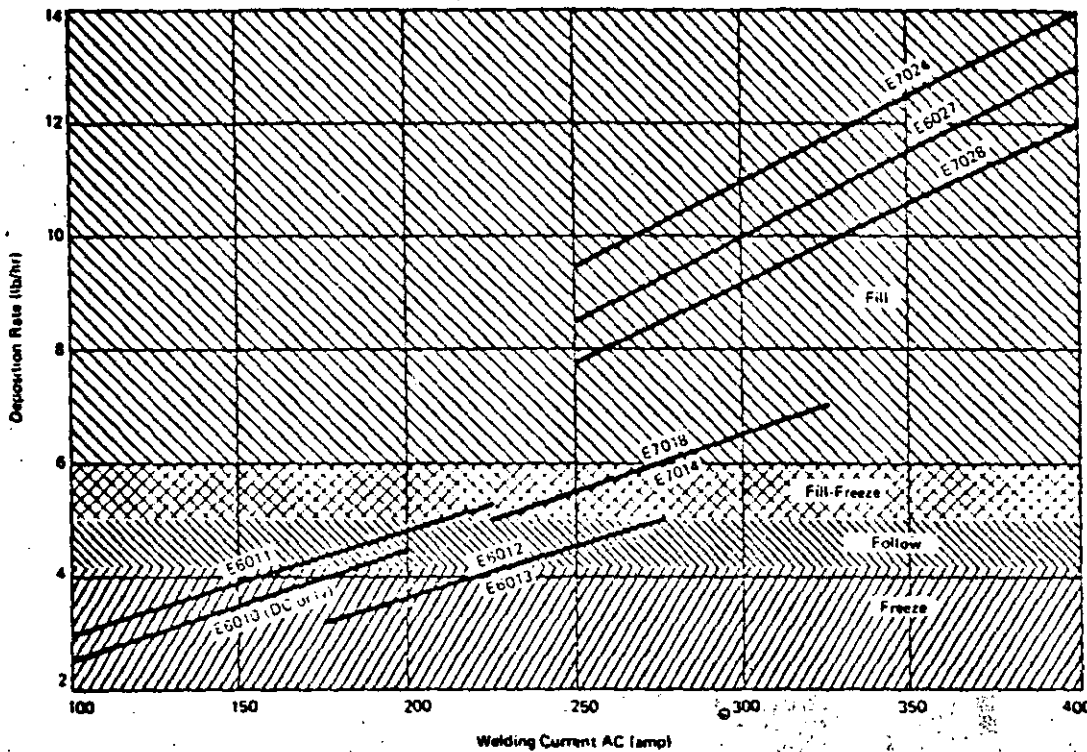


Fig. 6-21. Deposition rates for various mild-steel electrodes.

hermetically sealed containers remain dry indefinitely in good storage conditions. Opened cans should be stored in a cabinet at 250 to 300°F. Supplying weldors with electrodes twice a shift — at the start of the shift and at lunch, for example — minimizes the danger of moisture pickup. Return electrodes to the heated cabinet for overnight storage.

When containers are punctured or opened so that the electrode is exposed to the air for a few days, or when containers are stored under unusually wet conditions, low-hydrogen electrodes pick up moisture. The moisture, depending upon the amount absorbed, impairs weld quality in the following ways:

1. A small amount of moisture may cause internal porosity. Detection of this porosity requires X-ray inspection or destructive testing. If the base metal has high hardenability, even a small amount of moisture can contribute to underbead cracking.
2. A high amount of moisture causes visible external porosity in addition to internal porosity.

3. Severe moisture pickup can cause weld cracks or underbead cracking in addition to severe porosity.

Redrying completely restores ability to deposit quality welds. The proper redrying temperature depends upon the type of electrode and its condition. Drying procedures are listed in Table 6-14.

SUMMARY OF ELECTRODES FOR MILD STEEL

In the AWS specification A5.1-69 there are 12 different classifications of electrodes for welding mild steel. Each classification has different operating characteristics, and a summary of these characteristics is given in Table 6-15. The deposition rates for the electrodes in Table 6-15 are shown in Fig. 6-21.

ALLOY-STEEL ELECTRODES

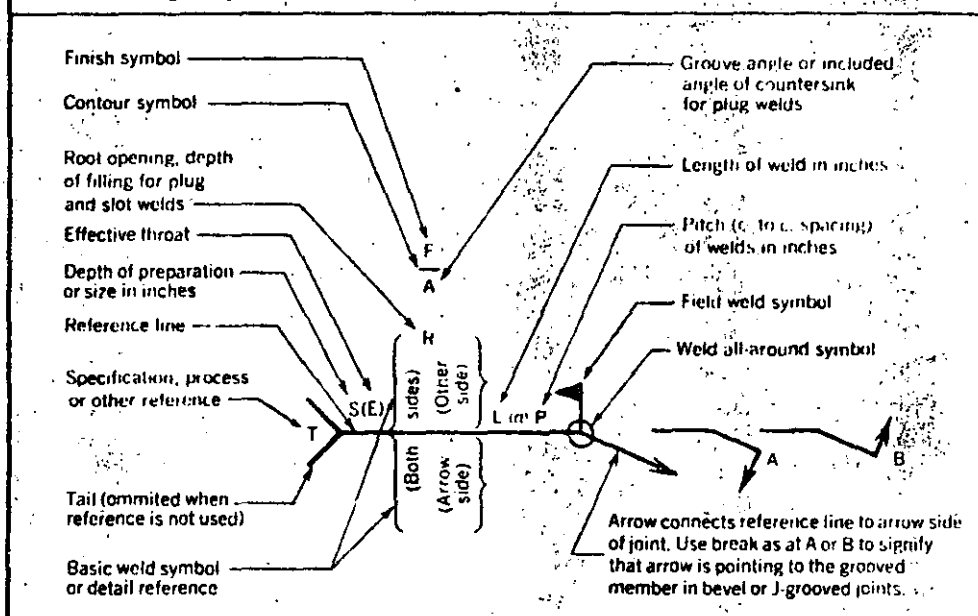
Alloy content of the weld deposit is not critically important in the welding of common grades of steel. As discussed in the immediately preceding portions of this section, electrode selection for these

45 WELDED JOINTS Standard symbols

BASIC WELD SYMBOLS									
BACK	FILLET	PLUG OR SLOT	GROOVE OR BUTT						
			SQUARE	V	BEVEL	U	J	FLARE V	FLARE BEVEL

SUPPLEMENTARY WELD SYMBOLS						
BACKING	SPACER	WELD ALL AROUND	FIELD WELD	CONTOUR		For other basic and supplementary weld symbols, see AWS A2.4-79
				FLUSH	CONVEX	

STANDARD LOCATION OF ELEMENTS OF A WELDING SYMBOL



Note:

Size, weld symbol, length of weld and spacing must read in that order from left to right along the reference line. Neither orientation of reference line nor location of the arrow alter this order.

The perpendicular leg of Δ , V , P , V weld symbols must be at left.

Arrow and Other Side welds are of the same size unless otherwise shown. Dimensions of fillet welds must be shown on both the Arrow Side and the Other Side Symbol.

The point of the field weld symbol must point toward the tail.

Symbols apply between abrupt changes in direction of welding unless governed by the "all around" symbol or otherwise dimensioned.

These symbols do not explicitly provide for the case that frequently occurs in structural work, where duplicate material (such as stiffeners) occurs on the far side of a web or gusset plate. The fabricating industry has adopted the convention that when the hatching of the detail material discloses the existence of a member on the far side as well as on the near side, the welding shown for the near side shall be duplicated on the far side.

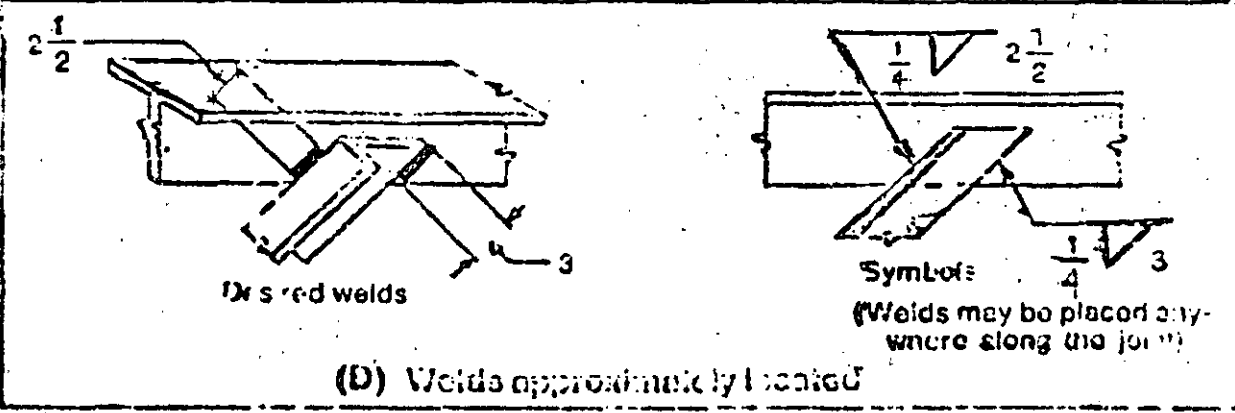
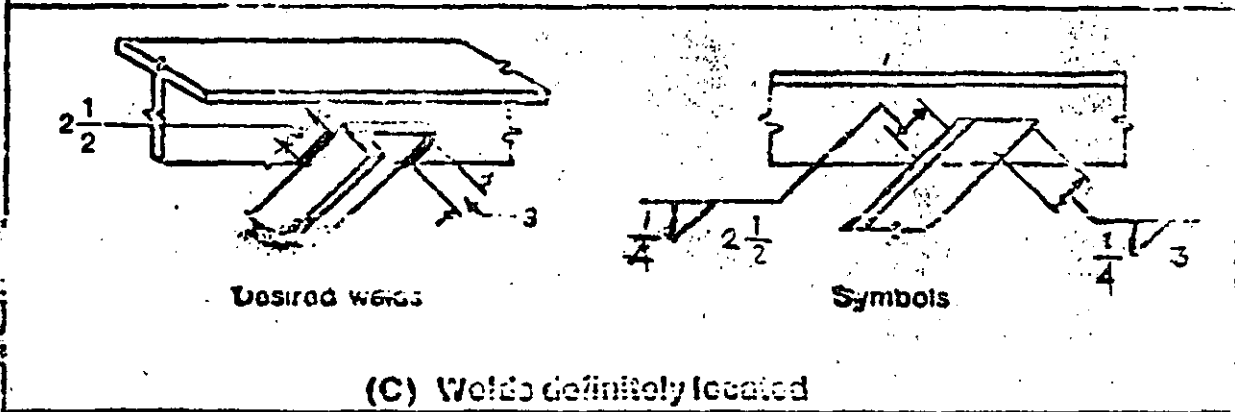
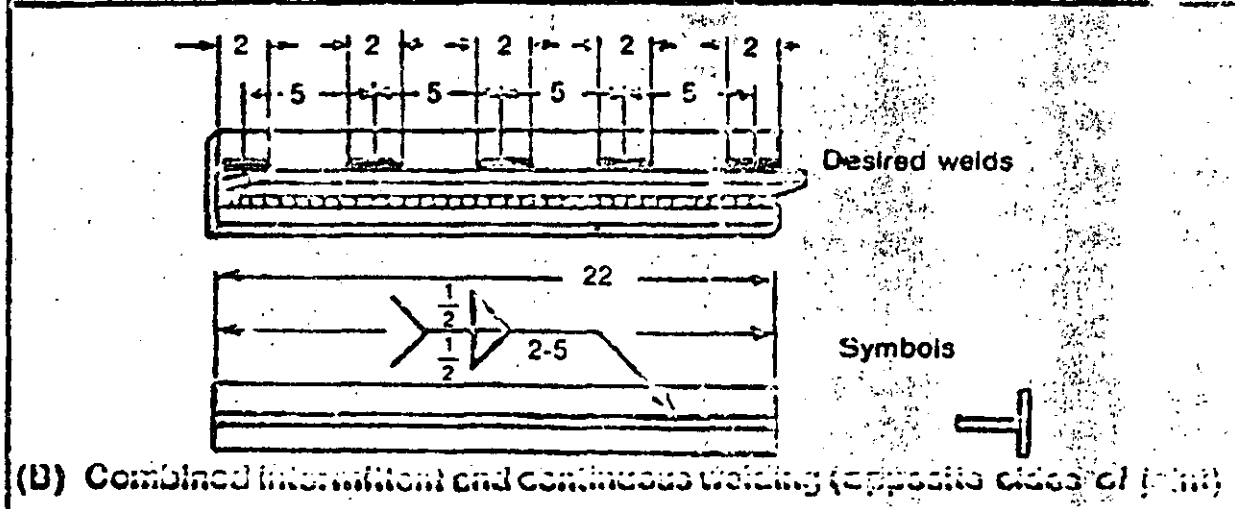
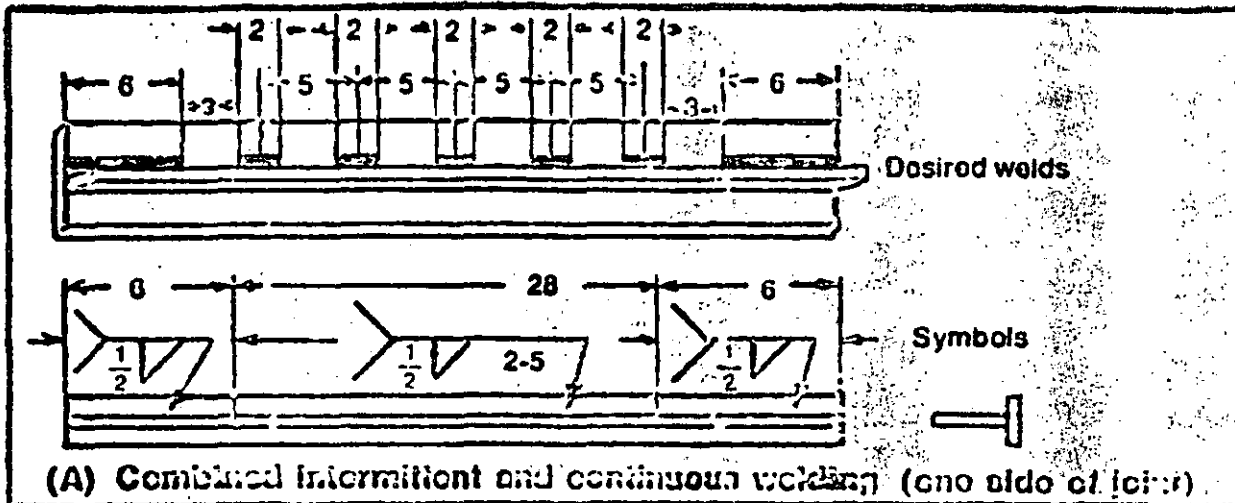


Fig. 7--Designation of location and extent of fillet welds.

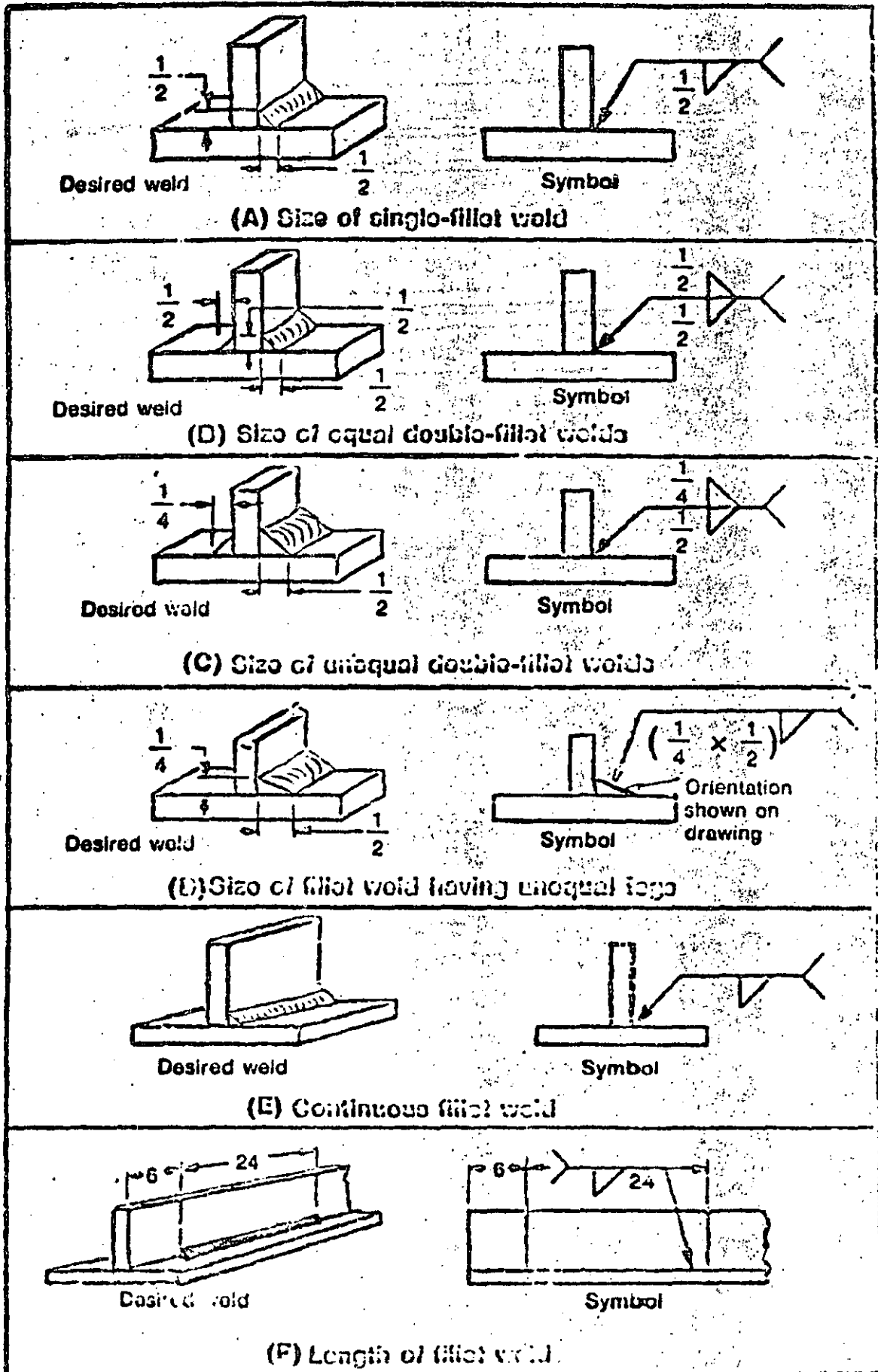


Fig. 13--Application of dimensions to fillet weld symbols.

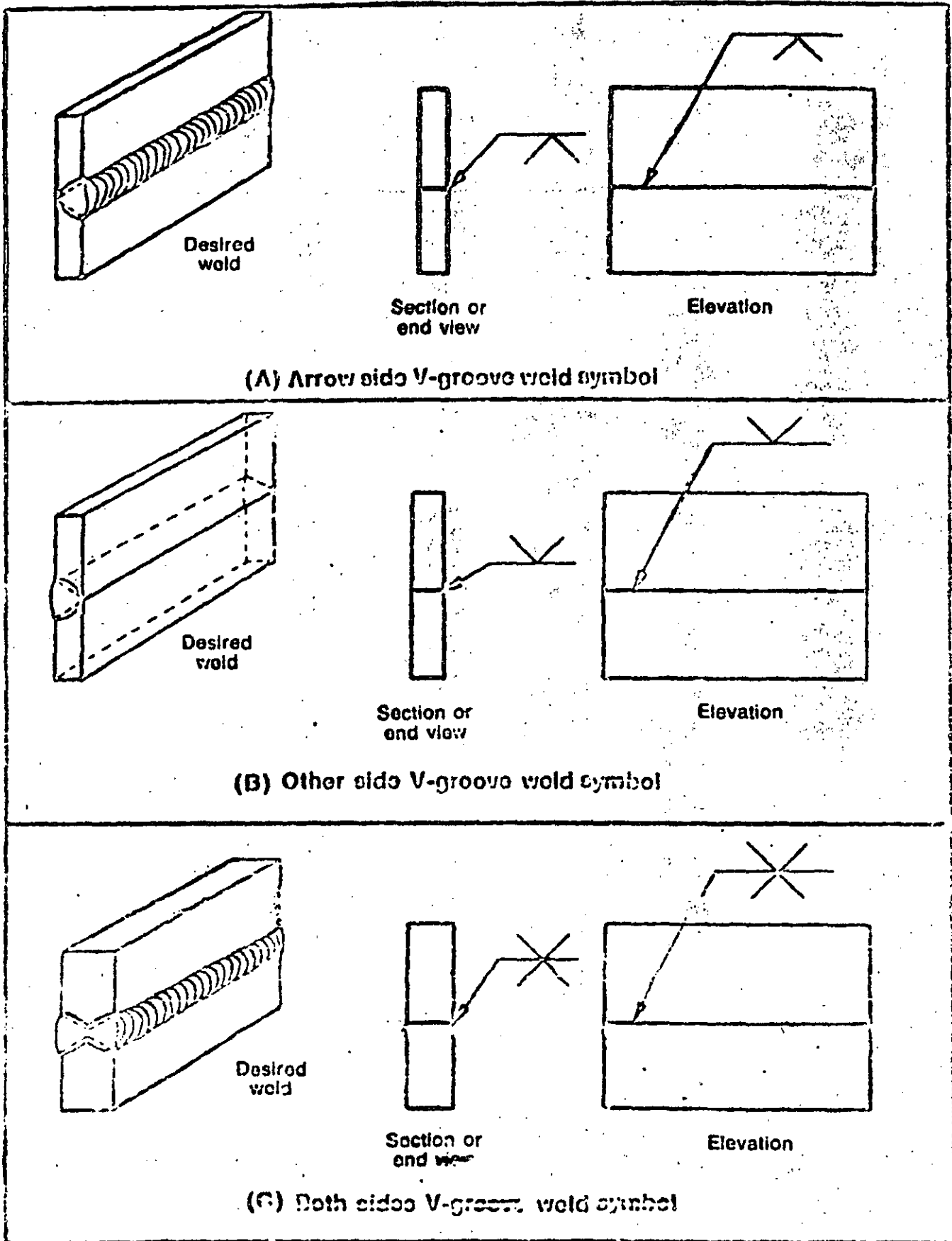


Fig. 5—Application of arrow side and other side convention.

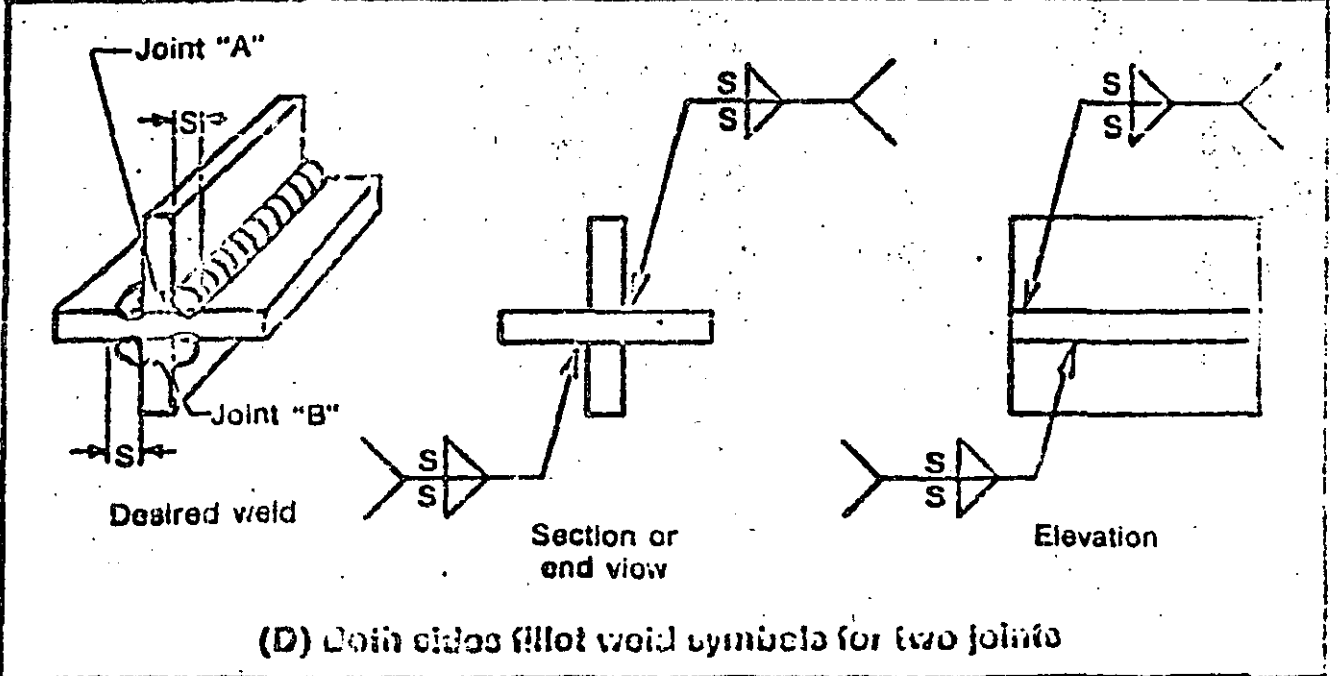
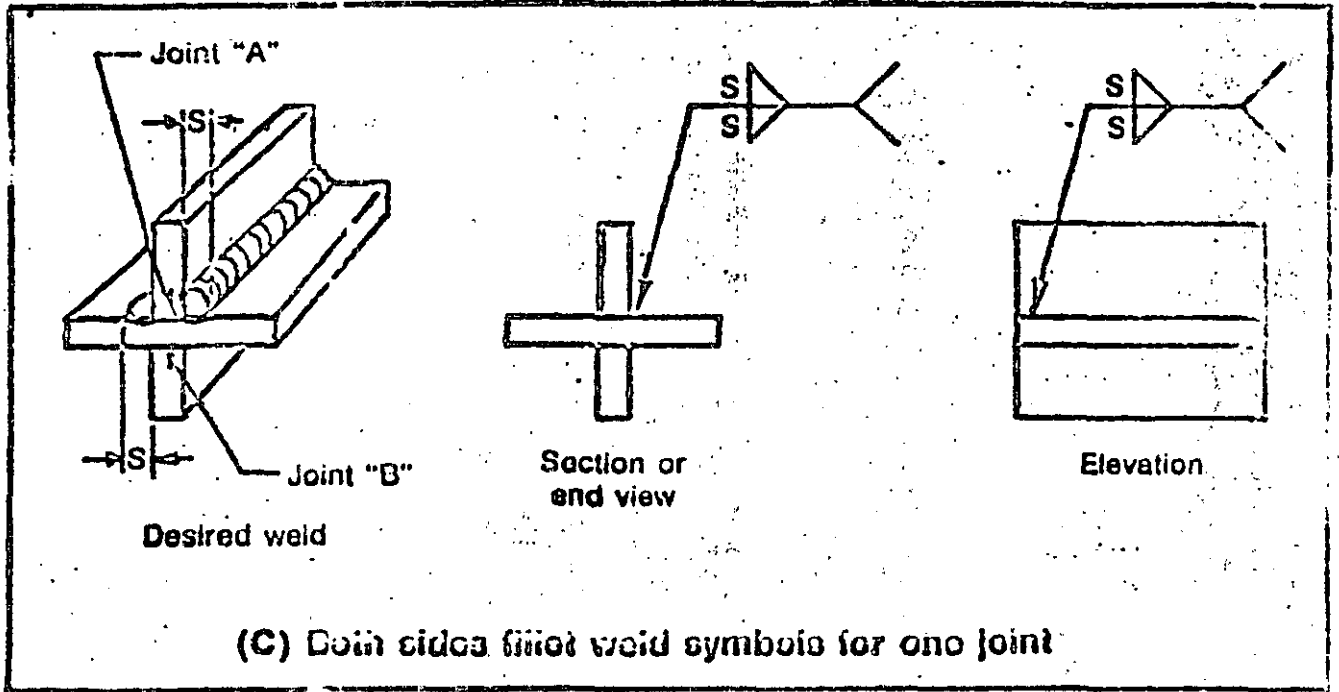


Fig. 15 (cont.)—Application of fillet weld symbols.

52/WELDING SYMBOLS

Note 1 - groove weld made before welding other side

Desired weld

Back weld

Symbol

(A) Use of back or backing weld symbol to indicate single-pass back weld

Note 1 - groove weld made before welding other side

Desired weld

Back weld

Symbol

(B) Use of back or backing weld symbol to indicate multiple pass back weld

Note 1 - groove weld made after welding other side

Desired weld

Backing weld

Symbol

(C) Use of back or backing weld symbol to indicate single pass backing weld

Note 1 - groove weld made after welding other side

Desired weld

Backing weld

Symbol

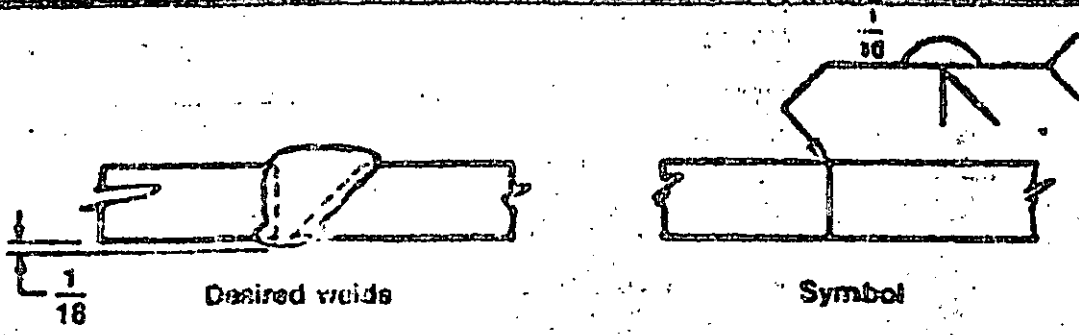
(D) Use of back or backing weld symbol to indicate multiple pass backing weld

Desired weld

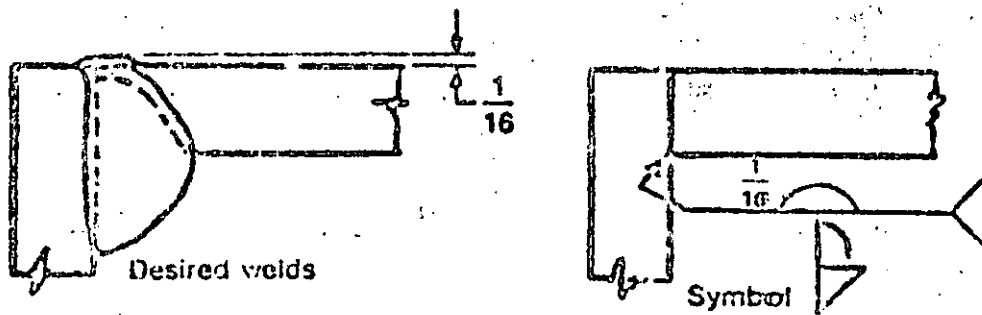
Symbol

(E) Use of back weld with groove

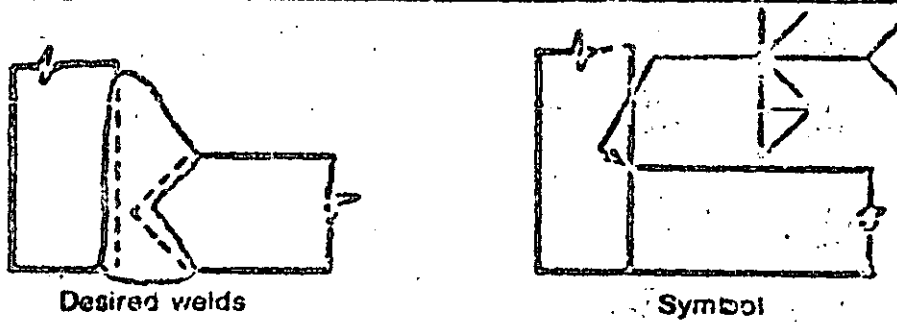
Fig. 35 - Application of back or backing weld symbol.



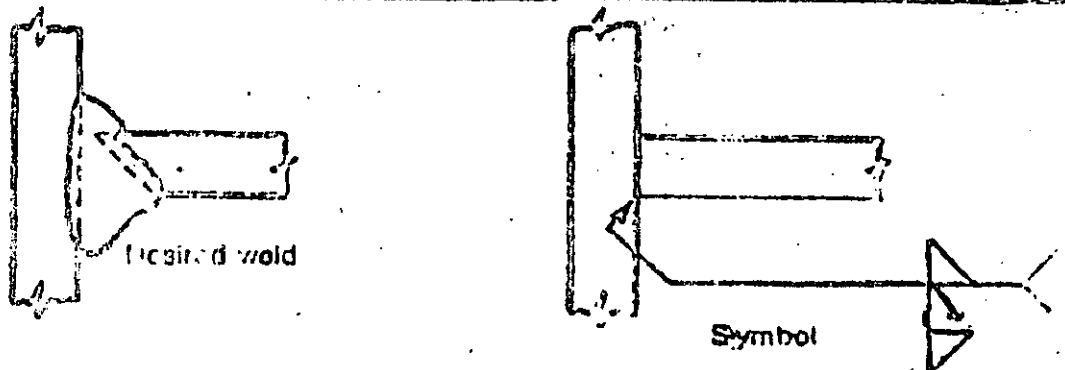
(A) Single-bevel-groove and back or backing weld symbols



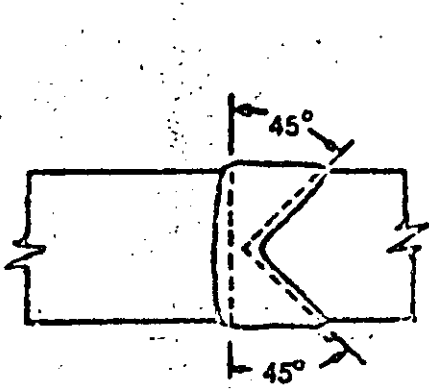
(B) Back or backing, single-J-groove and fillet weld symbols



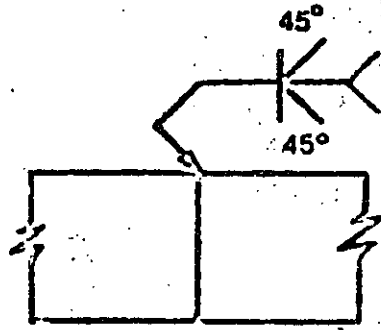
(C) Fillet and double-bevel-groove weld symbols



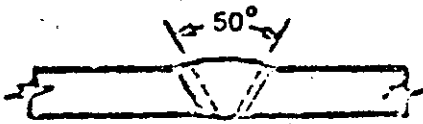
(D) Single-bevel-groove and double fillet weld symbols



Desired weld



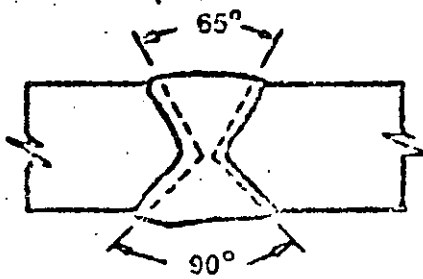
Symbol



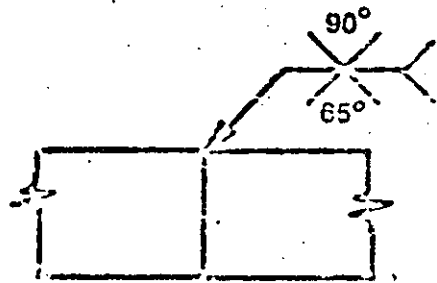
Desired weld



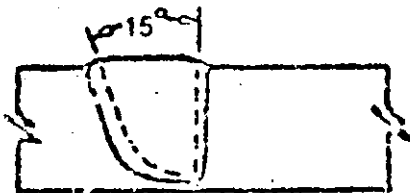
Symbol



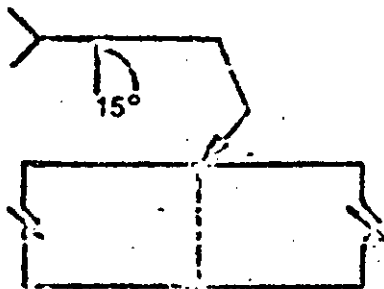
Desired weld



Symbol



Desired weld



Symbol

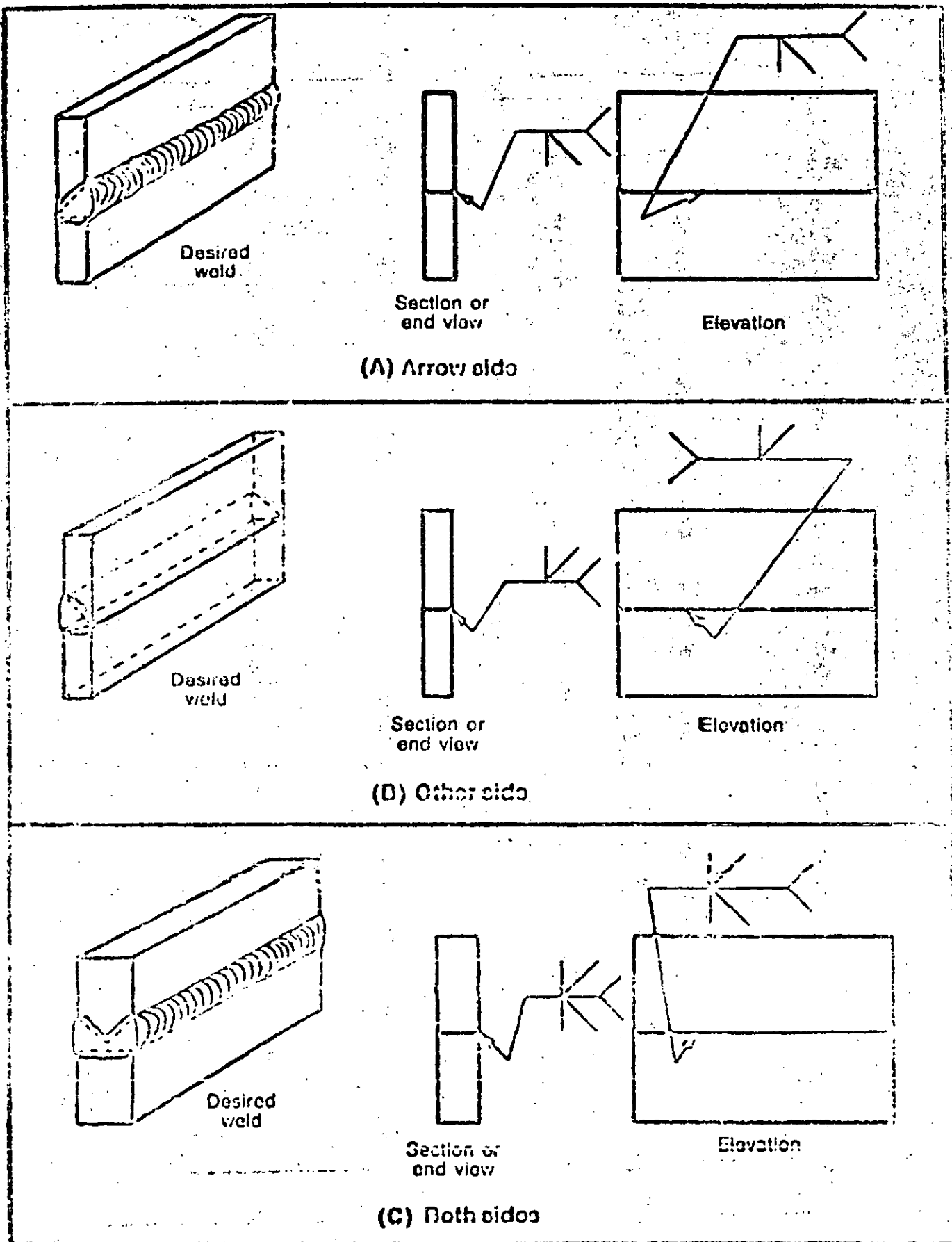


Fig. 9—Application of break in arrow of welding symbol (bevel-groove weld).

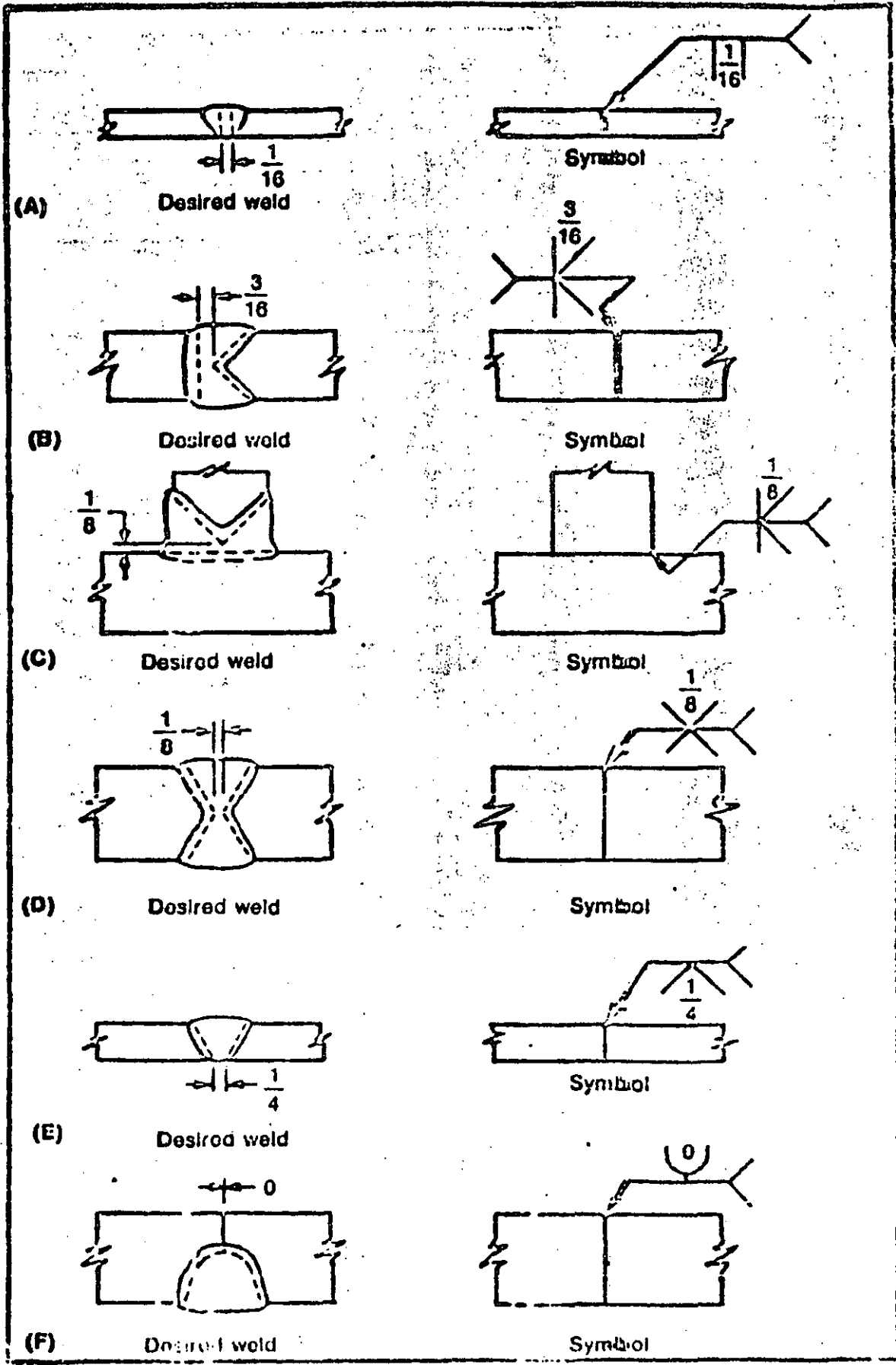


Fig. 12—Designation of root opening of groove welds.

46/WELDING SYMBOLS

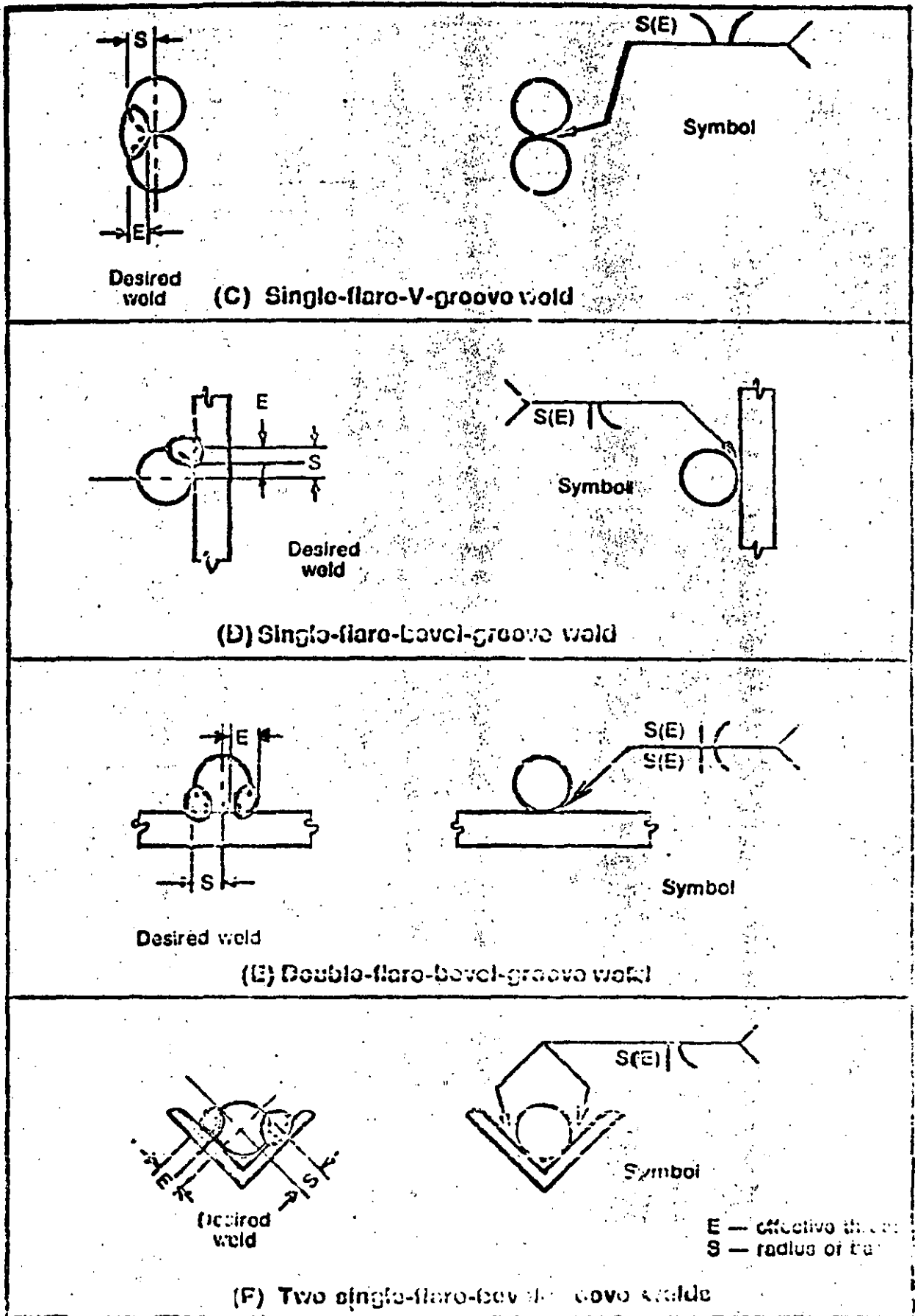


Fig. 31 (cont.) — Application of flare-bevel- and flare-V-groove weld symbols

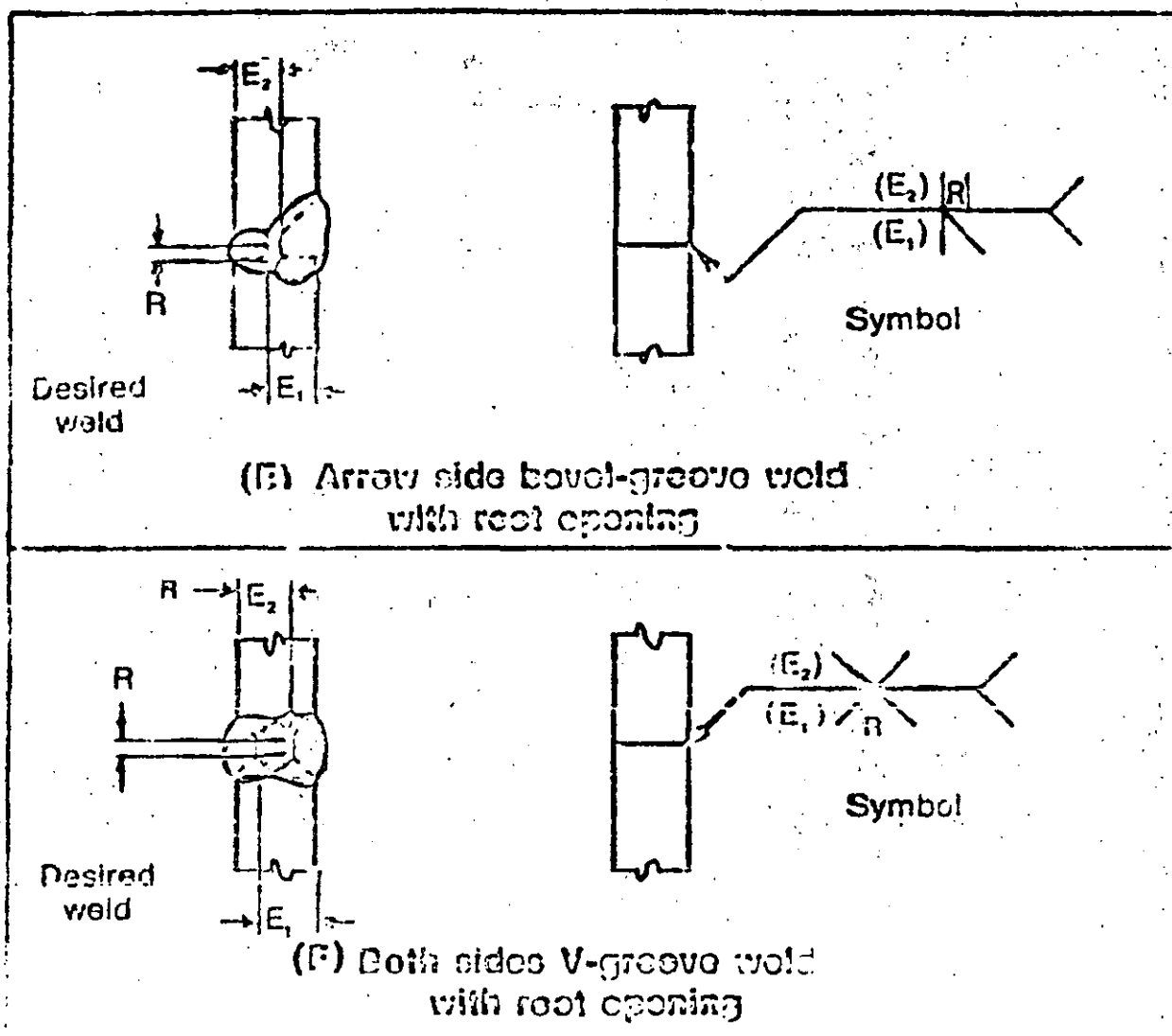


Fig. 26 (cont.)— Designation of effective throat of groove welds with specified joint preparation.

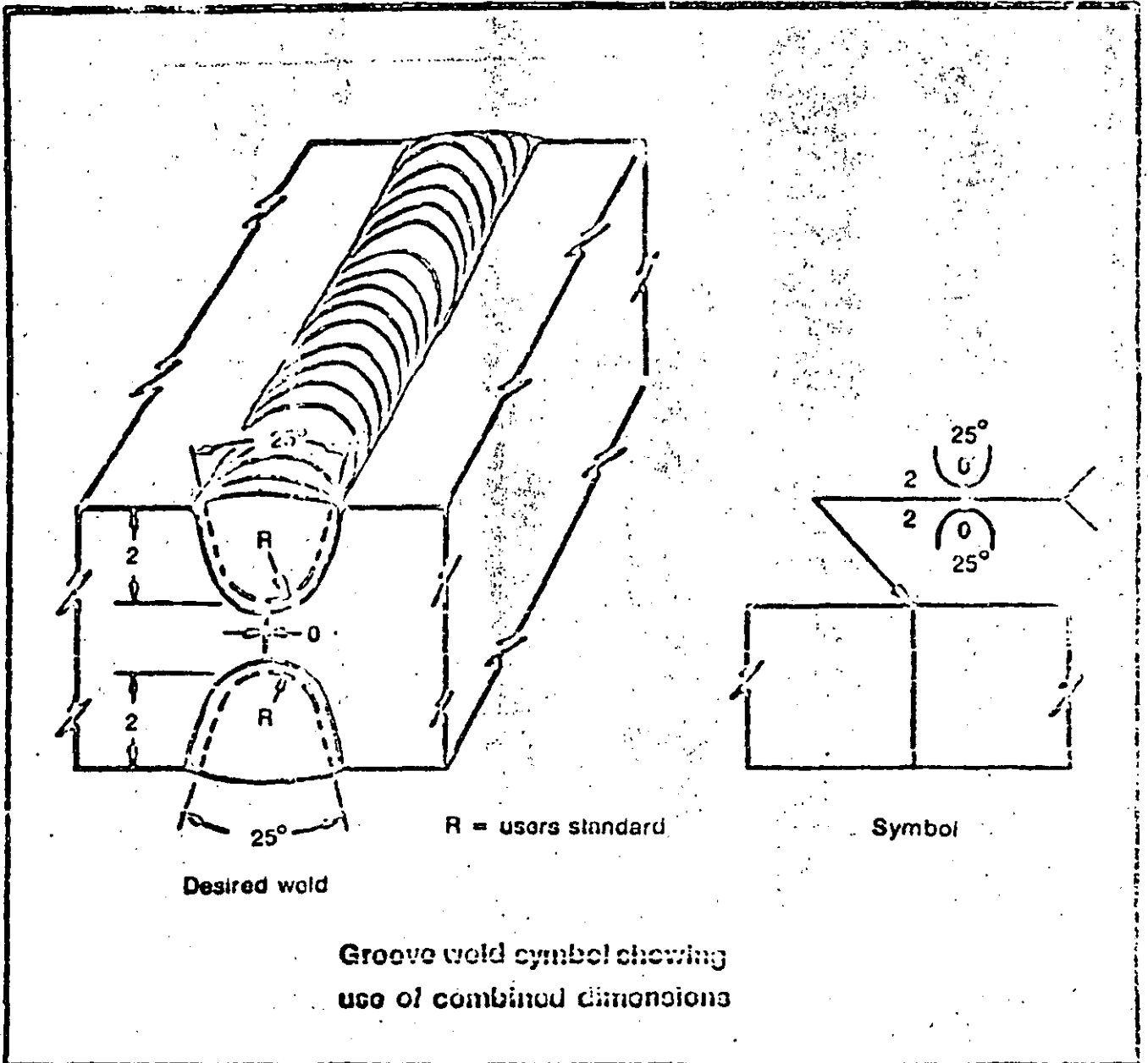


Fig. 24—Application of dimensions to groove weld symbols.

Weldability of Carbon and Low-Alloy Steels

Carbon and low-alloy steels are the work-horse materials for construction and transportation equipment and for industrial and consumer products of many types. They comprise over 90% of total steel production, and more carbon steel is used in product manufacture than all other metals combined.

Sections 6.1 through 6.7 discuss the weldability of these important materials and the various welding processes that are used for joining them. Selection and operational considerations for each process include details on electrodes, filler wires, welding techniques and procedures, process variables, qualification requirements, welding equipment, fixtures, and other necessary information for designers, welding engineers, and weldors.

Most steels can be welded, but satisfactory joints cannot be produced in all grades with equal ease. A metal is considered to have good weldability if it can be welded without excessive difficulty or the need for special and costly procedures and the weld joints are equal in all necessary respects to a similar piece of solid metal. Weldability varies with the grade, chemistry, and mechanical properties of the steel, and, when weld joining is to be a major factor in the attachment of steel parts, weldability should be given proper attention in specifying and ordering materials for the job.

STEEL SPECIFICATION

Several methods are used to identify and specify steels. These are based on chemistry, on mechanical properties, on an ability to meet a standard specification or industry-accepted practice, or on an ability to be fabricated into a certain type of product.

Specifying by Chemistry

A desired composition can be produced in one of three ways: to a maximum limit, to a minimum limit, or to an acceptable range.

For economical, high-speed welding of carbon-steel plate, the composition of the steel should be within the "preferred-analysis" ranges indicated in Table 6-1. If one or more elements varies from the

TABLE 6-1. Preferred Analyses for Steels To Be Arc-Welded

Element	Composition (%)	
	Preferred	High*
Carbon	0.06 to 0.25	0.35
Manganese	0.35 to 0.80	1.40
Silicon	0.10 or less	0.30
Sulfur	0.035 or less	0.05
Phosphorus	0.030 or less	0.04

* Additional care is required in welding of steels containing these amounts of the elements listed.

ranges shown, cost-increasing methods are usually required to produce good welding results. Thus, steels within these ranges should be used whenever extensive welding is to be done unless their properties do not meet service requirements. Published welding procedures generally apply to normal welding conditions and to the more common preferred-analysis mild steels. Low-hydrogen electrodes and processes will generally tolerate a wider range of the elements than shown in Table 6.1.

If the chemical specification of a steel falls outside of the preferred-analysis range, it is usually not necessary to use special welding procedures based on the extremes allowed by the specification. The chemistry of a specific heat, under average mill-production conditions, may be considerably below the top limits indicated in the specification. Thus, for maximum economy, welding procedures for any type of steel should be based on actual rather than allowed chemistry values. A mill test report* can be obtained that gives the analysis of a heat of steel. From this information, a welding procedure can be established that ensures production of quality welds at lowest possible cost.

Standard carbon and alloy steels are identified by AISI (American Iron and Steel Institute), SAE

*A mill test report is usually based on a ladle analysis and is an average for an entire heat. Most low-carbon steels are rimmed steels, widely used because of their excellent forming and deep-drawing properties. The analysis of a rimmed steel varies from the first ingot to the last ingot of a single heat and also from the top to the bottom of a single ingot. Thus, a mill test report is an average and should be interpreted as such.

Most of the hydrogen escapes through the weld into the air

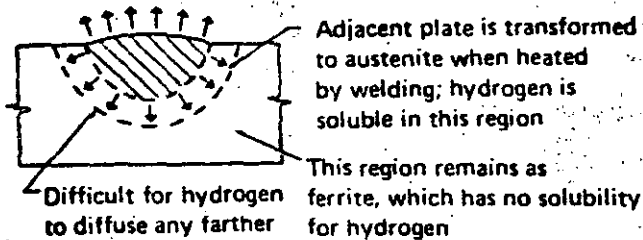


Fig. 6-3. Austenitic heat-affected zone of a weld has high solubility for hydrogen. Upon cooling, the hydrogen builds up pressure that can cause underbead cracking.

tensile strengths of 100,000 psi and higher. The discussions on specific steels include recommendations for welding these materials.

The second factor that promotes underbead cracking — the pickup and retention of hydrogen — is also influenced by the cooling rate from the welding temperature. During welding, some hydrogen — a decomposition product of moisture from the air, electrode coating, wire, flux, shielding gas, or the surface of the plate — can dissolve into the molten weld metal and from there into the extremely hot (but not molten) base metal. If cooling occurs slowly, the process reverses, and the hydrogen has sufficient time to escape through the weld into the air. But if cooling is rapid, some hydrogen may be trapped in the heat-affected zone next to the weld metal, as illustrated by Fig. 6-3. The hydrogen is absorbed and produces a condition of low ductility known as hydrogen embrittlement.

One theory suggests that the hydrogen produces a pressure, which — combined with shrinkage stresses and any hardening effect from the chemistry of the steel — causes tiny cracks in the metal immediately under the weld bead (Fig. 6-4). Similar cracks

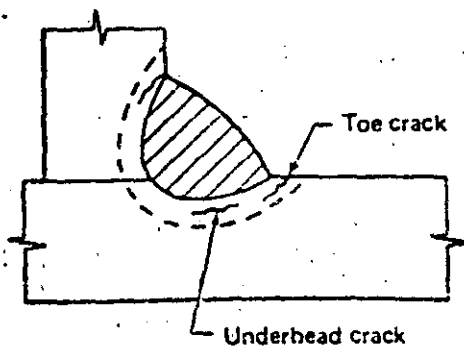


Fig. 6-4. Underbead cracking and toe cracks caused by hydrogen pickup in heat-affected zone of plate.

that appear on the plate surface adjacent to the weld are called "toe cracks."

Slower cooling (by welding slower, or by preheating) allows more of the hydrogen to escape and helps control the problem. In addition, the use of low-hydrogen welding materials eliminates the major source of hydrogen and usually eliminates underbead cracking.

Rapid cooling rates occur when the arc strikes on a cold plate — at the start of a weld with no previous weld bead to preheat the metal. The highest cooling rates occur on thick plate and in short tack welds. The effect of weld length on cooling rate can be illustrated by the time required to cool welds from 1600° to 200°F on a 3/4-in. steel plate:

2-1/2-in. weld	1.5 min
4-in. weld	5 min
9-in. weld	33 min

A 9-in.-long weld made on plate at 70°F has about the same cooling rate as a 3-in. weld on a plate that has been preheated to 300°F.

Welds with large cross sections require greater heat input than smaller ones. High welding current and slow travel rates reduce the rate of cooling and decrease the likelihood of cracking.

The Effects of Section Thickness

In a steel mill, billets are rolled into plates or shapes while red hot. The rolled members are then placed on finishing tables to cool. Because a thin plate has more surface area in proportion to its mass than a thick plate, it loses heat faster (by radiation) and cools more rapidly.

If a thick plate has the same chemistry as a thin one, its slower cooling rate results in lower tensile and yield strength, lower hardness, and higher elongation. In very thick plates, the cooling rate may be so low that the properties of the steel may not meet minimum specifications. Thus, to meet specified yield-strength levels, the mill increases the carbon or alloy content of the steels that are to be rolled into thick sections.

In welding, cooling rates of thin and thick plates are just the opposite. Because of the larger mass of plate, the weld area in a thick plate cools more rapidly than the weld area in a thin one. The heat input at the weld area is transferred, by conduction, to the large mass of relatively cool steel, thus cooling the weld area relatively rapidly. (Heat is transferred more rapidly by conduction than by radiation.) The thin plate has less mass to absorb the heat, and it cools at a slower rate. The faster cooling

61

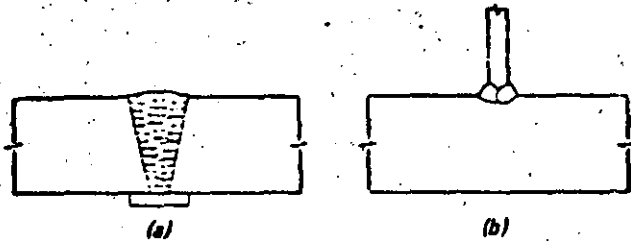


Fig. 6-5. A groove-welded butt joint in thick plate (a) requires a higher preheat, because of joint restraint, than a fillet-welded joint of a thin member and a thick plate (b). See Section 2.3 for the minimum size weld required by AWS.

of the thicker plate produces higher tensile and yield strengths, higher hardness, and lower elongation.

Welds in structural-steel shapes and plate under 1/2-in. thick have less tendency toward cracking than welds in thicker plate. In addition to the favorable (slower) cooling rate of thinner members, two other factors minimize causes of cracking:

1. Thinner plate weldments usually have a good ratio (high) of weld-throat-to-plate thickness.
2. Because they are less rigid, thinner plates can flex more as the weld cools, thus reducing restraint on the weld metal.

Thicker plates and rolled sections do not have these advantages. Because a weld cools faster on a thick member, and because the thick member probably has a higher carbon or alloy content, welds on a thick section have higher strength and hardness but lower ductility than similar welds on thin plate. If these properties are unacceptable, preheating (especially for the more critical root pass) may be necessary to reduce the cooling rate. (See Section 3.3 for a discussion of preheating.)

Because it increases cost, preheating should be used only when needed. For example, a thin web to be joined to a thick flange plate by fillet welds may not require as much preheat as two highly restrained

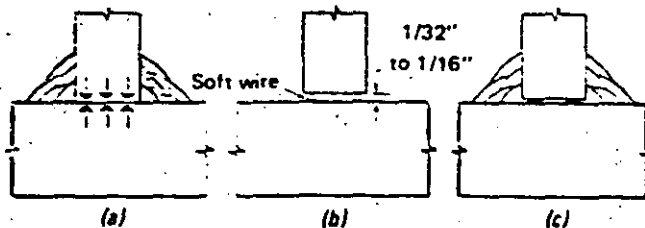


Fig. 6-6. In a restrained joint in thick plates (a), all shrinkage stress must be taken up in the weld. Separating the plates with soft wires (b) allows the plates to move slightly during cooling. The wires flatten (c) and remove most of the stress from the weld metal.

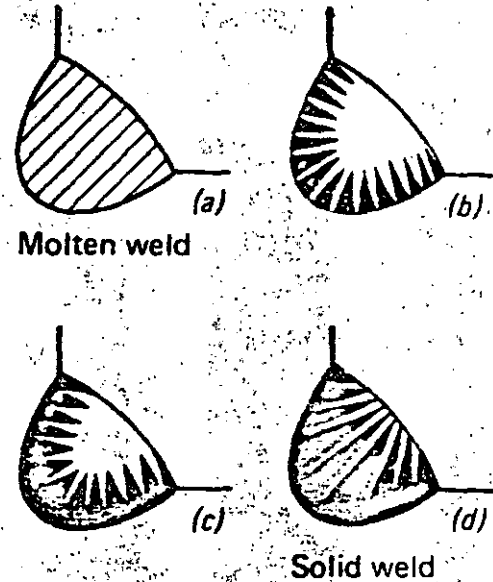


Fig. 6-7. A molten fillet weld (a) starts to solidify along the sides next to the plate (b). Solidification proceeds as shown in (c) and (d).

thick plates joined by a multiple-pass butt weld (Fig. 6-5).

The Effect of Joint Restraint

If metal-to-metal contact exists between thick plates prior to welding, the plates cannot move — the joint is restrained. As the weld cools and contracts, all shrinkage stress must be taken up in the weld, as illustrated in Fig. 6-6(a). This restraint may cause the weld to crack, especially in the first pass on the second side of the plate.

Joint restraint can be minimized by providing a space of 1/32 to 1/16 in. between the two members to allow movement during cooling. Such spaces or gaps can be incorporated by several simple means:

1. Soft steel wire spacers may be placed between the plates, as in Fig. 6-6(b). The wire flattens out as the weld shrinks, as shown in Fig. 6-6(c). (Copper wire should not be used because it may contaminate the weld metal).
2. Rough flame-cut edges on the plate. The peaks of the cut edge keep the plates apart, yet can deform and flatten out as the weld shrinks.
3. Upsetting the edge of the plate with a heavy center punch. Results are similar to those of the flame-cut edge.

Provision for a space between thick plates to be welded is particularly important for fillet welds.

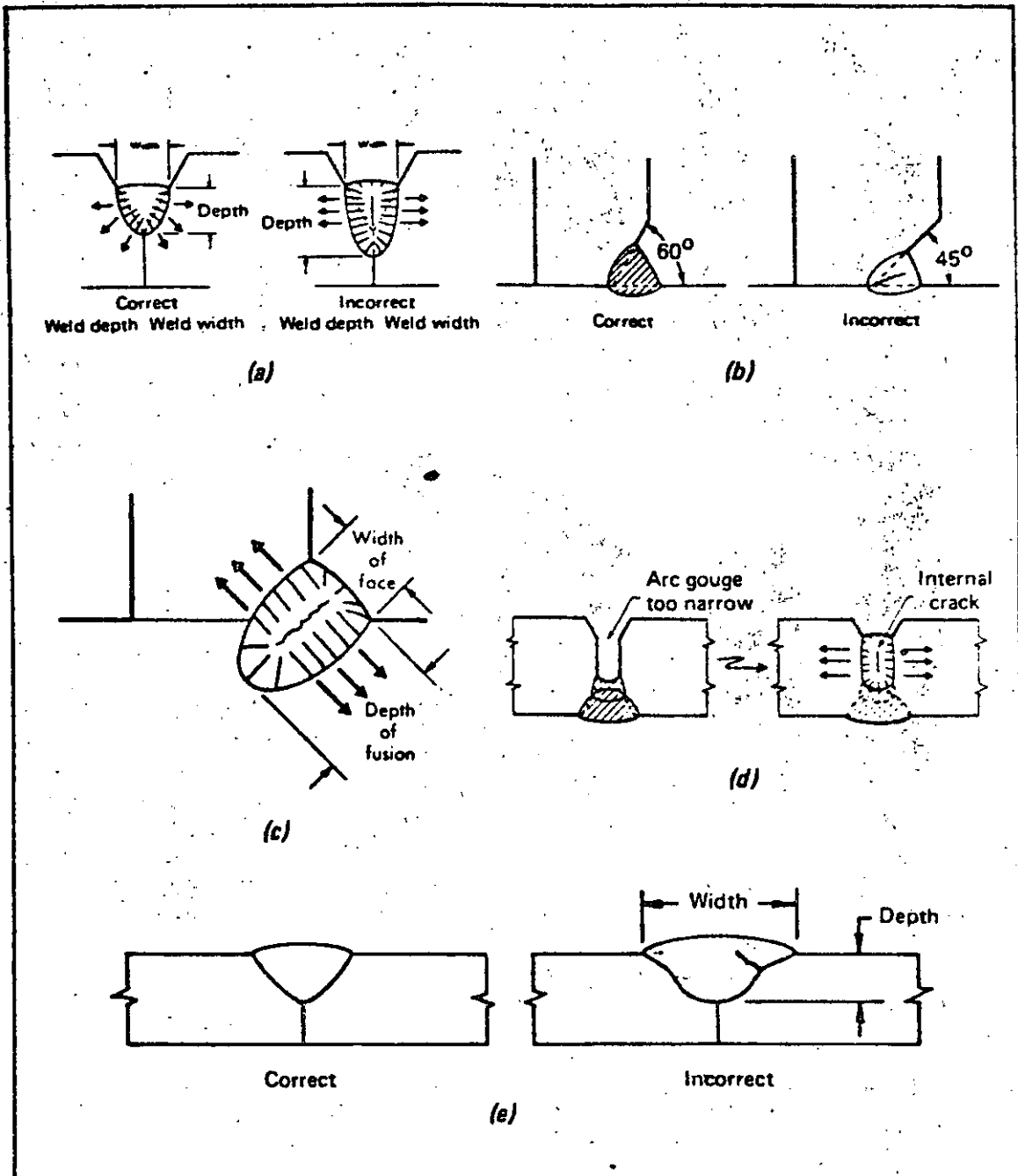


Fig. 6-12. Internal cracking can occur when weld penetration is greater than width. Correct and incorrect proportions are shown in (a), (b), and (c). Arc-gouging a groove too narrow for its depth can cause a similar internal crack (d). Cracks can also occur when depth is too shallow (e). Width of a weld should not exceed twice its depth.

ing as it does in a fillet weld. Increasing the throat dimension of the root pass, as in Fig. 6-10(b), helps to prevent cracking. Electrodes and procedures should be used that produce a convex bead shape. A low-hydrogen process usually reduces cracking tendencies; if not, preheating may be required.

Centerline cracking can also occur in subsequent passes of a multiple-pass weld if the passes are exces-

sively wide or concave. This can be corrected by putting down narrower, slightly convex beads, making the weld two or more beads wide, as in Fig. 6-11.

Width/Depth Ratio: Cracks caused by joint restraint or material chemistry usually appear at the face of the weld. In some situations, however, internal cracks occur that do not reach the surface.

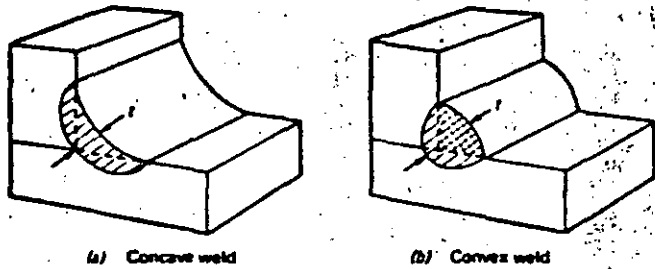


Fig. 6-8. The leg size and the surface of a concave fillet weld (a) may be larger than that of a convex bead (b), but its throat, t , may be considerably smaller.

Fillet Welds: A molten fillet weld starts to solidify, or freeze, along the sides of the joint, as in Fig. 6-7, because the heat is conducted to the adjacent plate, which is at a much lower temperature. Freezing progresses inward until the entire weld is solid. The last material to freeze is that at the center, near the surface of the weld.

Although a concave fillet weld may appear to be larger than a convex weld (Fig. 6-8), it may have less penetration into the welded plates and a smaller throat than the convex bead. Thus the convex weld may be the stronger of the two, even though it appears to be smaller.

In the past, the concave weld has been preferred by designers because of the smoother stress flow it offers to resist a load on the joint. Experience has shown, however, that single-pass concave fillet welds have a greater tendency to crack during cooling than do convex welds. This disadvantage usually outweighs the effect of improved stress distribution, especially in steels that require special welding procedures.

When a concave bead cools and shrinks, the outer surface is in tension and may crack. A convex bead has considerably reduced shrinkage stresses in the surface area, and the possibility of cracking during cooling is slight. For multiple-pass fillet welds only the first pass need be convex.

When design conditions require concave welds

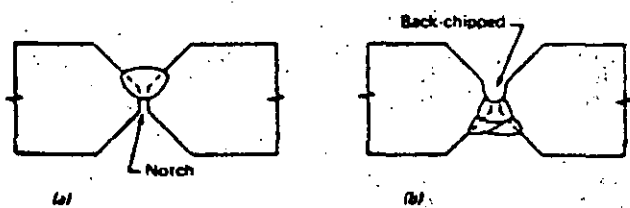


Fig. 6-9. The root pass of a double V joint is susceptible to cracking because of the notch effect (a). On high-quality work, the notch is minimized by backchipping (b).

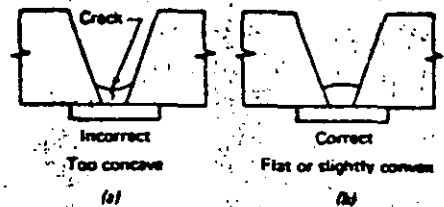


Fig. 6-10. A concave root pass (a) may crack because tensile stresses exceed the strength of the weld metal. A slightly convex root-pass bead (b) helps prevent cracking.

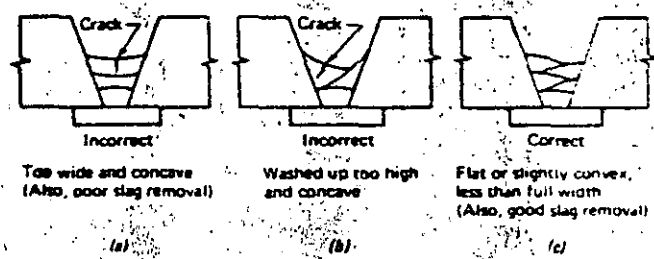


Fig. 6-11. Wide, concave passes (a and b) in a multiple-pass weld may crack. Slightly convex beads (c) are recommended.

for smooth flow of stresses in thick plate, the first bead (usually three or more passes are required) should be slightly convex. The others are then built up to the required shape.

Groove Welds: The root pass of a groove weld in heavy plate usually requires special welding procedures. For example, the root pass on the first side of a double-V joint is susceptible to cracking because of the notch, as illustrated in Fig. 6-9(a), which is a crack starter. On high-quality work, this notch is backchipped, as in Fig. 6-9(b), to:

1. Remove slag or oxides from the bottom of the groove.
2. Remove any small cracks that may have occurred in the root bead.
3. Widen the groove at the bottom so that the first bead of the second side is large enough to resist the shrinkage that it must withstand due to the rigidity of the joint.

The weld metal tends to shrink in all directions as it cools, and restraint from the heavy plates produces tensile stresses within the weld. The metal yields plastically while hot to accommodate the stresses; if the internal stresses exceed the strength of the weld, it cracks, usually along the centerline.

The problem is greater if the plate material has a higher carbon content than the welding electrode. If this is the case, the weld metal usually picks up additional carbon through admixture with the base metal. Under such conditions, the root bead is usually less ductile than subsequent beads.

A concave root bead in a groove weld, as shown in Fig. 6-10(a), has the same tendency toward crack-

and arc-gouging a groove too narrow for its depth on the second-pass side of a double-V groove weld, can cause the internal crack shown in Fig. 6-12(d).

Internal cracks are serious because they cannot be detected by visual inspection methods. But they can be eliminated if preventive measures are used. Penetration and volume of weld metal deposited in each pass can be controlled by regulating welding speed and current and by using a joint design which establishes reasonable depth-of-fusion requirements. Recommended ratios of width of each individual bead to depth of fusion are between 1.2 to 1 and 2 to 1.

A different type of internal crack occurs in submerged-arc welding when the width-to-depth ratio is too large. Cracks in these so-called "hat-shaped" welds are especially dangerous because radiographic inspection may not detect them. The width-to-depth ratio of any individual bead should not exceed 2:1.

Lamellar cracking or tearing is illustrated in Fig. 6-13. In (a), the shrinkage forces on the upright member are perpendicular to the direction in which the plate was rolled at the steel mill. The inclusions within the plate are strung out in the direction of rolling. If the shrinkage stress should become high enough, lamellar tear might occur by the progressive cracking from one inclusion to the next. A way to prevent this is illustrated in Fig. 6-13(b). Here the bevel has been made in the upright plate. The weld now cuts across the inclusions, and the shrinkage forces are distributed, rather than applied to a single plane of inclusions.

Observations on Factors Contributing to Cracking

Two articles^{1, 2} appearing in the *Welding Journal* in 1964 summarize several of the factors confirmed by research as contributory to weld cracking:

1. The contraction forces of multiple-pass welds tend to cause separations in the base metal and they generally increase with the strength and/or hardenability of the filler metal and base metals. Therefore, softer weld metal would tend to decrease not only weld metal cracks but also heat-affected zone cracks and lamellar tearing.
2. The susceptibility to delayed cracking is proportional to the hydrogen content of the welding atmosphere.

¹ "Weld Cracking Under Hindered Contraction: Comparison of Welding Processes." Travis, Barry, Moffat, and Adams, MIT, *Welding Journal*, November, 1964.

² "Delayed Cracking in Steel Weldments." Interrante and Stout, *Welding Journal*, April, 1964.

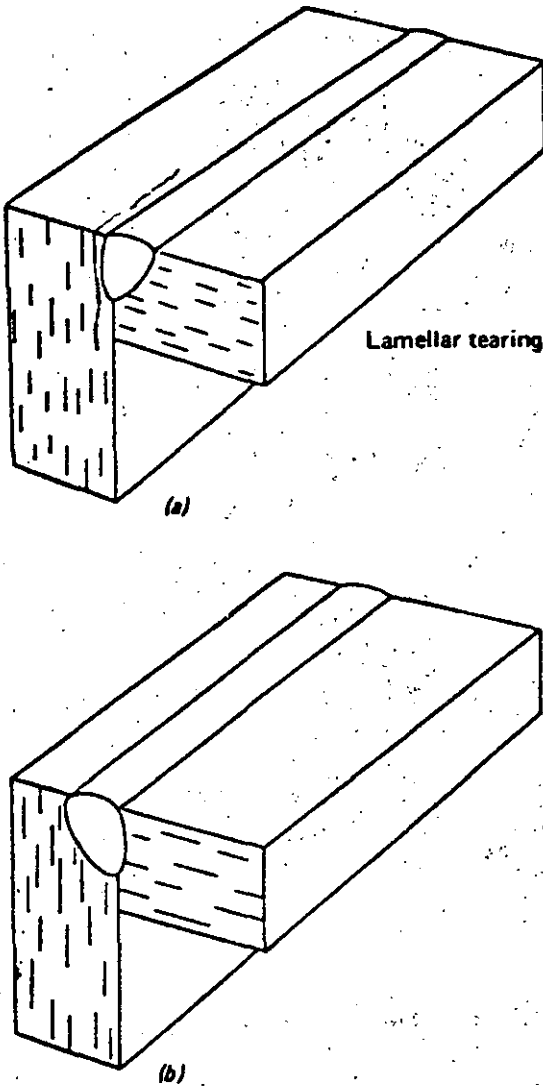


Fig. 6-13. Lamellar tearing (a) and a suggested solution (b).

These are usually caused by improper joint design (narrow, deep grooves or fillets) or by misuse of a welding process that can achieve deep penetration.

If the depth of fusion is much greater than the width of the weld face, the surface of the weld may freeze before the center does. When this happens, the shrinkage forces act on the almost-frozen center (the strength of which is lower than that of the frozen surface) and can cause a crack that does not extend to the surface. Figure 6-12(a) is illustrative.

Internal cracks can also be caused by improper joint design or preparation. Results of combining thick plate, a deep-penetrating welding process, and a 45° included angle are shown in Fig. 6-12(b). A similar result on a fillet weld made with deep penetration is shown in Fig. 6-12(c). A too-small bevel,

X. SOLDADURA DE VARILLAS

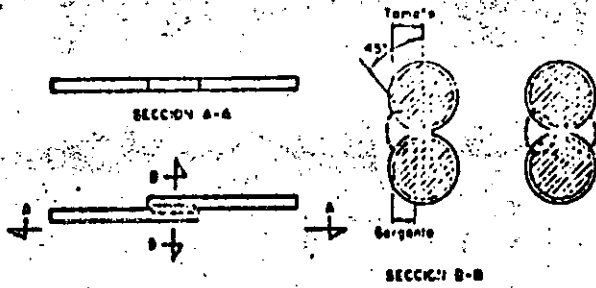


FIG 1 UNION DE BARRAS TRASLAPADAS

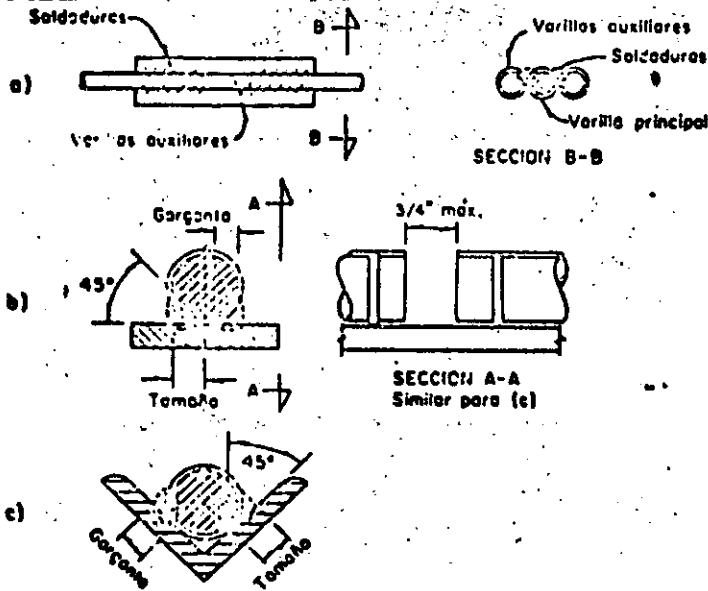
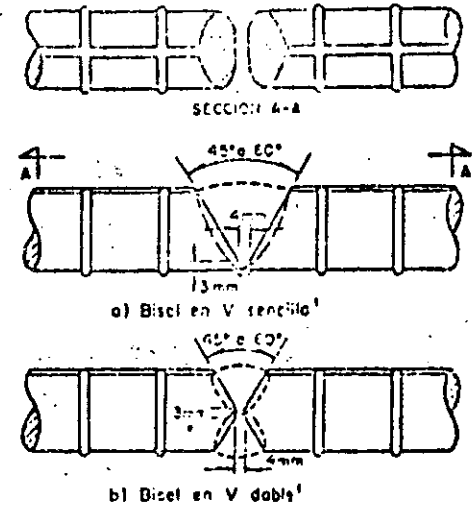
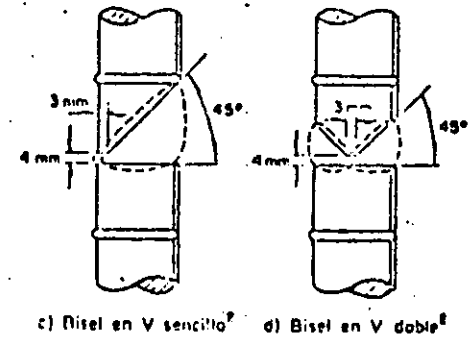


FIG 2 UNIONES EFECTUADAS CON ELEMENTOS DE RESPALDO



Preparación empleada normalmente para barras en posición horizontal



Preparación empleada normalmente para barras en posición vertical

FIG 3 PREPARACION DE LOS EXTREMOS DE LAS BARRAS

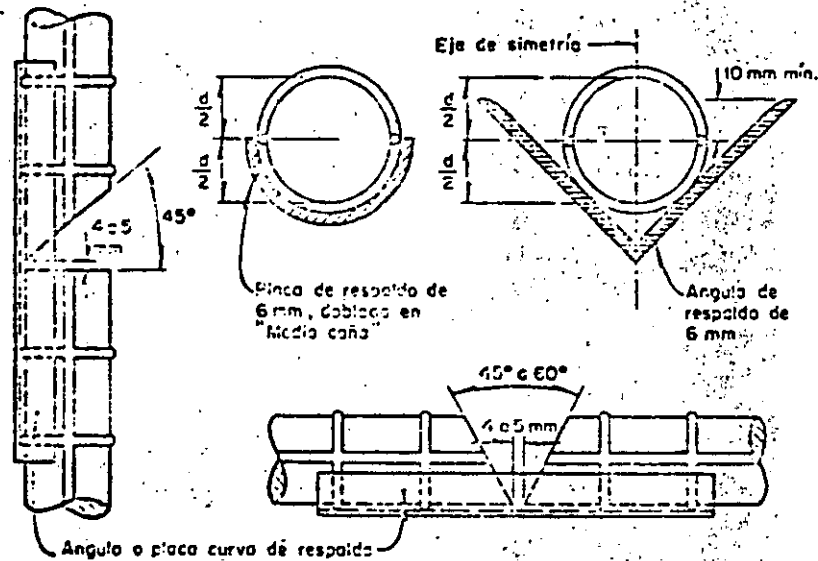
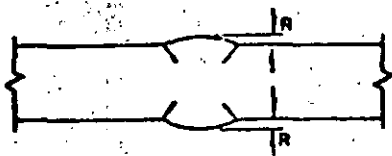


FIG 7 JUNTAS CON PLACA O ANGULO DE RESPALDO.

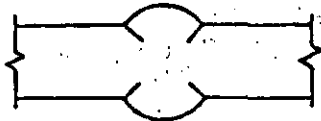


El refuerzo R no debe ser mayor de 3 mm

PERFIL ACEPTABLE



Garganta insuficiente



Convexidad excesiva



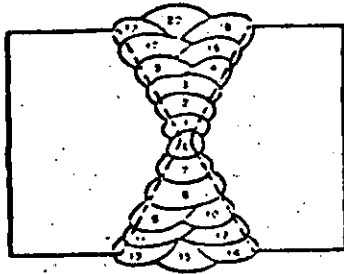
Socavación excesiva



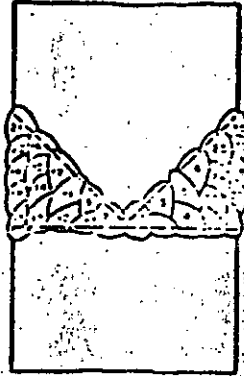
Treslope

FIG 4 PERFILES INACEPTABLES

1.263



a) Varillas en posición horizontal



b) Varillas en posición vertical

FIG 5 SECUENCIA PARA LA COLOCACION DE LOS CORDONES DE SOLDADURA

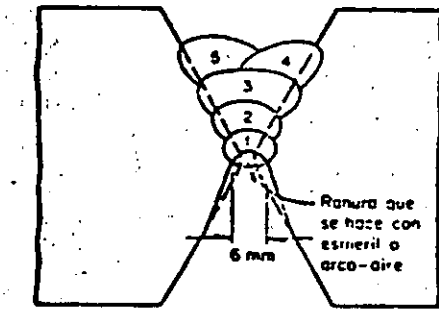


FIG 6 PREPARACION DE LA RAIZ DE LA JUNTA ANTES DE EMPEZAR A SOLDAR POR EL SEGUNDO LADO

TABLA 1. TEMPERATURAS MINIMAS DE PRECALENTAMIENTO

Designación	Tipo de la junta	Composición química, % C, Mn, Si	Grado	Diámetro de la varilla	Espesor de la placa	Temperatura mínima, en grados centígrados		Forma de distribución al inicio del proceso de fusión de la junta	
						Máx. de la varilla	Elm. de la		
DGM 66-1974	Varillas con y sin de líneas con y sin de líneas para el tiempo de soldadura	0.03 en el caso de soldadura por arco eléctrico	30	3000	3000	2, 3, 3, 3 4, 5, 6 7 8 9 10 11, 12	11 12 11 10 9 8 7	600	
			42	4300	4300	2, 3, 3, 3, 4, 5, 6 7, 8, 9, 10, 11, 12	9 8 7		600
			52	4000	4300	2, 3, 3, 3 4, 5, 6 7, 8, 9, 10 11, 12	8 8 7 5			6100
DGM 66-1974	Varillas con y sin de líneas de soldadura por arco eléctrico		30	3600	2500	2, 3, 3, 3 4, 5, 6 7 8 9, 10, 11, 12	6 7 6 5 5	670	
			42	4300	4200	2, 3, 3, 3 4, 5, 6 7 8 9, 10, 11, 12	6 6 5 4, 5 4, 5		680
DGM 63-1974	Varillas con y sin de líneas de soldadura por arco eléctrico		30	3000	3000	2, 3, 3, 3 4, 5, 6 7 8 9 10 11, 12	11 12 11 10 9 8 7	640	
			42	4300	4200	2, 3, 3, 3 4, 5, 6 7 8 9 10 11, 12	8 8 7 7 7 7 7		680
DGM 63-1974	Varillas con y sin de líneas de soldadura por arco eléctrico	En el caso de soldadura por arco eléctrico 0.03 para el caso de soldadura por arco eléctrico 0.03 para el caso de soldadura por arco eléctrico	42	5200	4200		8	680	
			50	6000	5000		8		690
			60	7000	6000		8			6110

TABLA 2. TEMPERATURAS MINIMAS DE PRECALENTAMIENTO (1)

CONTENIDO de C y Mn, en porcentaje	ELECTRODO (2)	TRATAMIENTO TERMICO REQUERIDO
C, hasta 0.30 Mn, hasta 0.60	Cualquiera	No se requiere precalentamiento, excepto cuando la temperatura de las barras es menor de -10°C; en ese caso, se precalentarán a 40°C.
C de 0.31 a 0.35 Mn, hasta 0.90	Cualquiera	Las varillas se precalentarán a 40°C.
	De bajo contenido de hidrógeno	No se requiere precalentamiento, excepto cuando la temperatura de las barras es menor de -10°C; en ese caso, se precalentarán a 40°C.
C, de 0.36 a 0.40 Mn, hasta 1.30	De bajo contenido de hidrógeno	Las varillas se precalentarán a 95°C.
C, de 0.41 a 0.50 Mn, hasta 1.30	De bajo contenido de hidrógeno	Las varillas se precalentarán a 200°C.

(1) Estas temperaturas mínimas deben conservarse durante todo el proceso de colocación de la soldadura, es decir, el metal de aportación ya depositado y el metal base adyacente deben estar a una temperatura no menor que la indicada al iniciar la colocación de cordones sucesivos.

(2) La resistencia del electrodo se fijará de acuerdo con la tabla 1. La longitud de la zona precalentada será de tres (3) diámetros a cada lado de la junta, como mínimo.

CINCO PUNTOS EN LOS QUE HAY QUE FIJAR LA ATENCION PARA ASEGURAR UNA BUENA CALIDAD DE LA SOLDADURA.

1) SELECCION DEL PROCESO DE UNA SOLDADURA.

- A) SOLDADURA DE OPERACION MANUAL
- B) SOLDADURA SEMI AUTOMATICA
- C) SOLDADURA AUTOMATICA

2) PREPARACION DE LAS JUNTAS.

3) ESTUDIO EN DETALLE DEL PROCEDIMIENTO.

- A) IDENTIFICACION DE LA JUNTA
- B) DETALLES Y TOLERANCIA DE LA JUNTA
- C) IDENTIFICACION DEL PROCEDIMIENTO
- D) TIPO Y TAMAÑO DEL ELECTRODO
- E) TIPO DE FUNDENTE (CUANDO SE REQUIERE)
- F) CORRIENTE Y VOLTAJE
- G) PRECALENTAMIENTO
- H) SECUENCIA DE PASES
- I) COMENTARIOS O INDICACIONES ADICIONALES

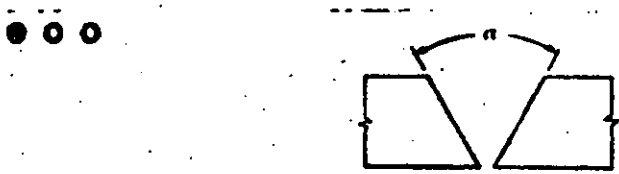
4) PERSONAL (CALIFICACION Y SELECCION)

5) PRUEBAS PREVIAS.

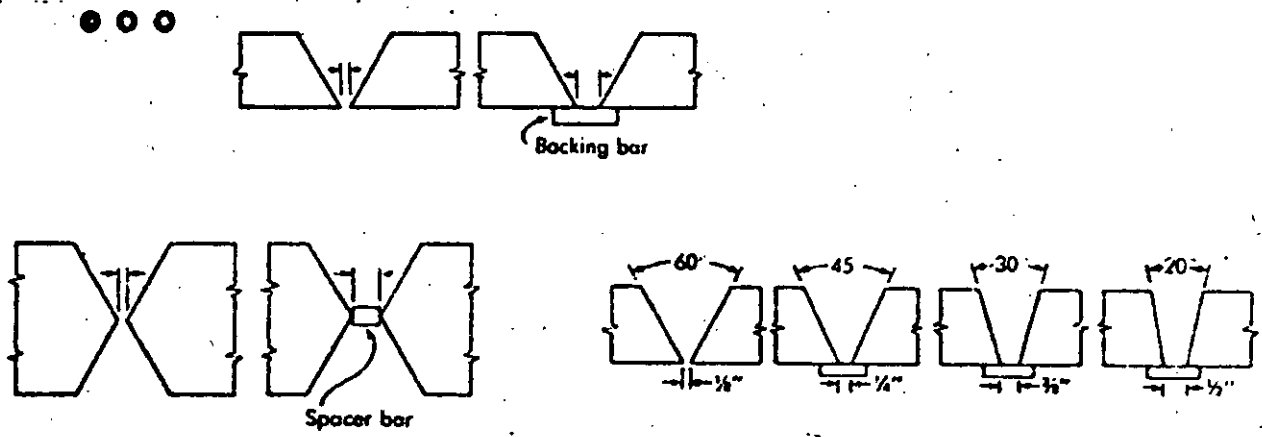
LISTA DE DETALLES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE UNA SOLDADURA.

REVISIÓN ANTES DE LA SOLDADURA	●	●	●
REVISIÓN DURANTE LA SOLDADURA	○	○	○
REVISIÓN DESPUÉS DE LA SOLDADURA	○	○	○

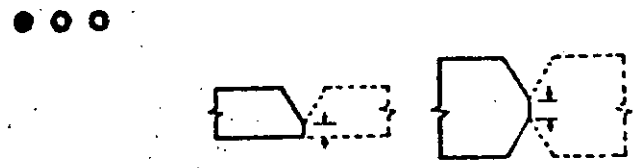
1) ANGLULO DE LA PREPARACION



2) ABERTURA DE LA RAIZ.



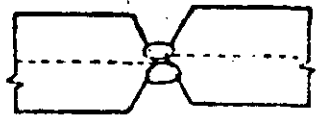
3) PERFIL DE LA RAIZ.



(a) Too small root face; burn-through
 (b) Too large root face; lack of penetration
 (c) Proper root face; proper penetration

4) ALINEAMIENTO DE LAS PLACAS

• • •



5) LIMPIEZA DE LA JUNTA

• • •

6) TIPO Y TAMAÑO DE ELECTRODO

• • •

7) INTENSIDAD Y POLARIDAD DE LA CORRIENTE

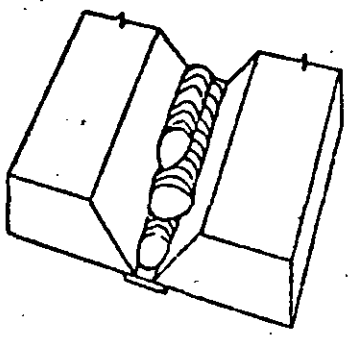
• • •

8) PUNTOS DE SOLDADURA.

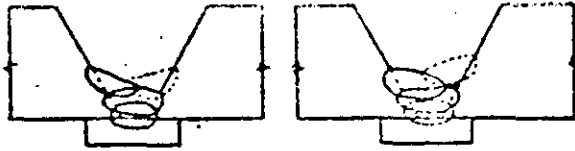
• • •

9) FUSION ADECUADA

• • •



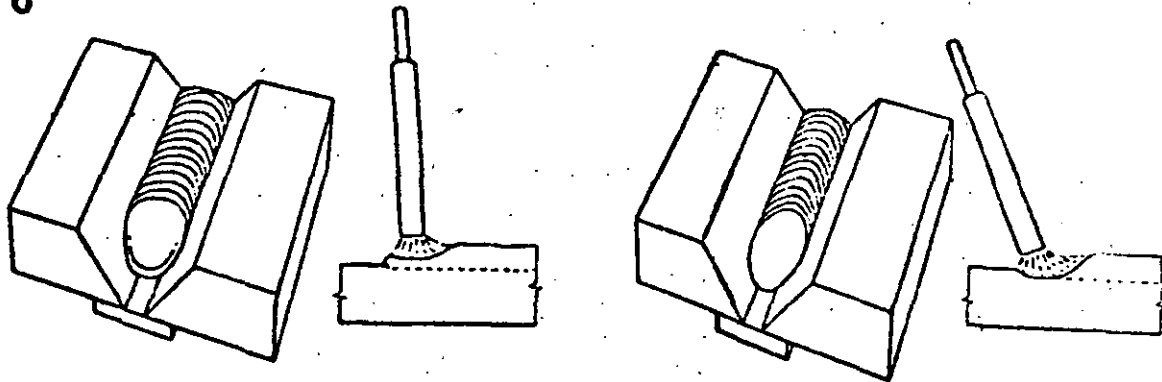
10) PRECALENTAMIENTO



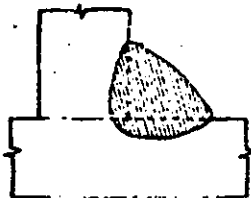
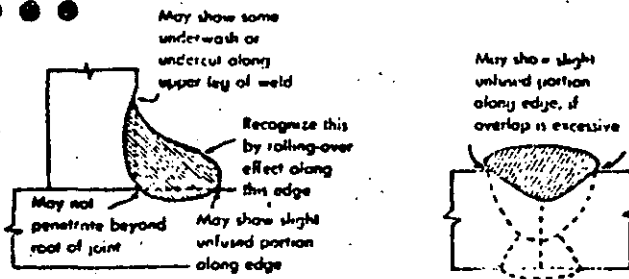
(a) No problem for next pass to fuse properly into side of joint and weld

(b) Not enough room left between side of joint and last pass; will not fuse properly, may trap slag

12) VELOCIDAD CORRECTA DE MOVIMIENTO DEL ELECTRODO



13) AUSENCIA DE SOLAPADURAS (OVERLAP)



No overlap

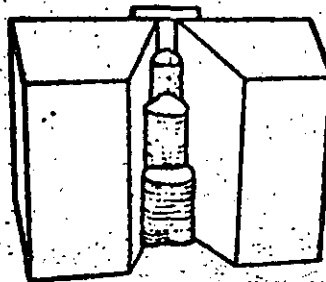


No overlap

14) INCLINACION DEL CRATER EN SOLDADURAS VERTICALES

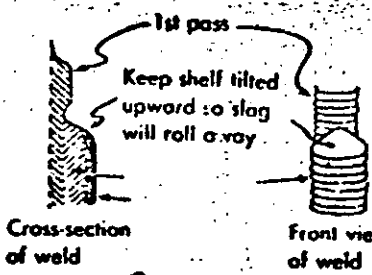


071



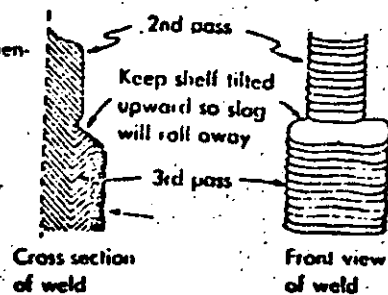
Spend enough time at middle of weld so extra weld metal here will keep shelf tilted upward

Weaving technique

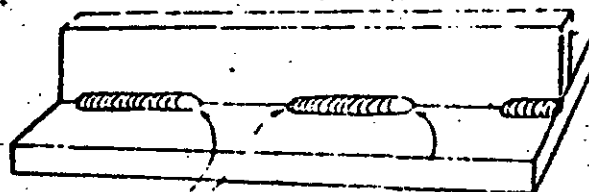
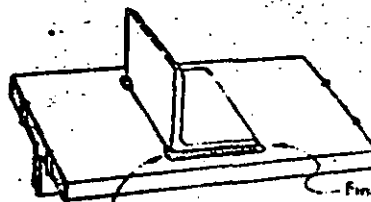


Hold rod momentarily at sides; will build up weld to full size and will provide proper weld shape

Weaving technique



15) RELLENO DE CRATERES

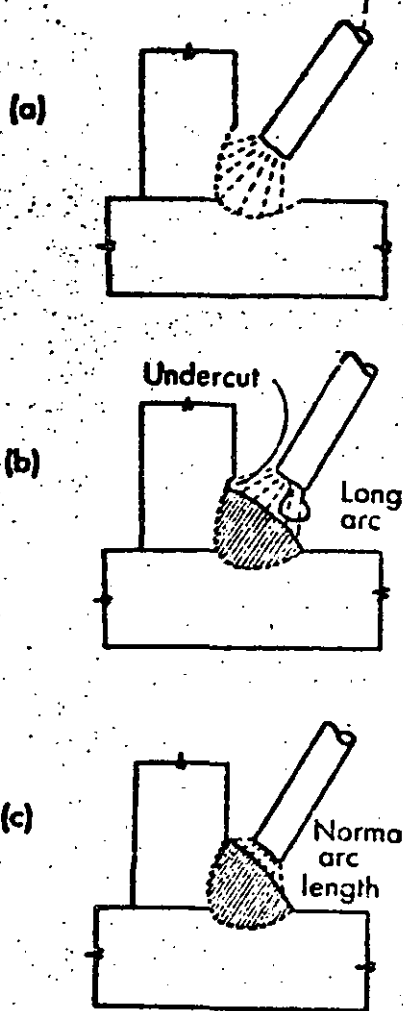


Notch effect of crater is no worse than that at start of weld

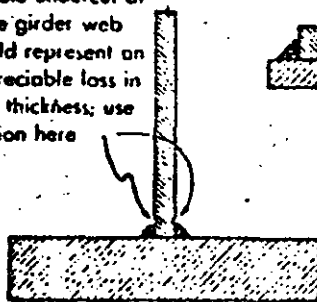
Building craters up to full strength does not reduce its notch effect at end of weld

18) AUSENCIA DE SOCAVACIONES

072

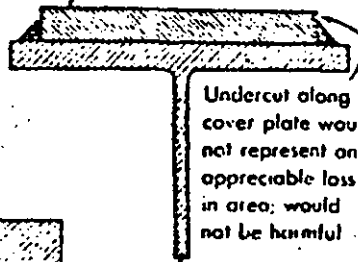


Double undercut of plate girder web would represent an appreciable loss in web thickness; use caution here



RANGE OF R GIRDER

Cover R of rolled beam

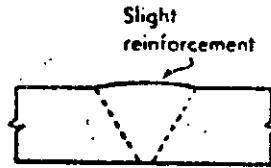


Undercut along cover plate would not represent any appreciable loss in area; would not be harmful

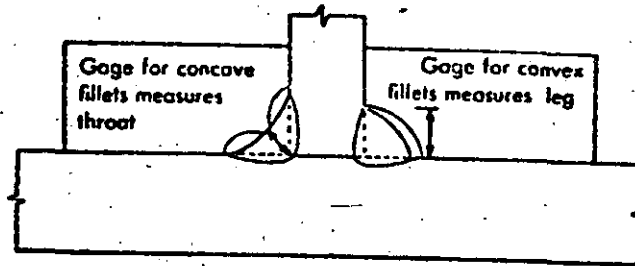
17) REFUERZO ADECUADO EN SOLDADURAS A TOPE



073



18) TAMAÑO CORRECTO DE SOLDADURAS DE FILETE.



19) AUSENCIA DE GRIETAS



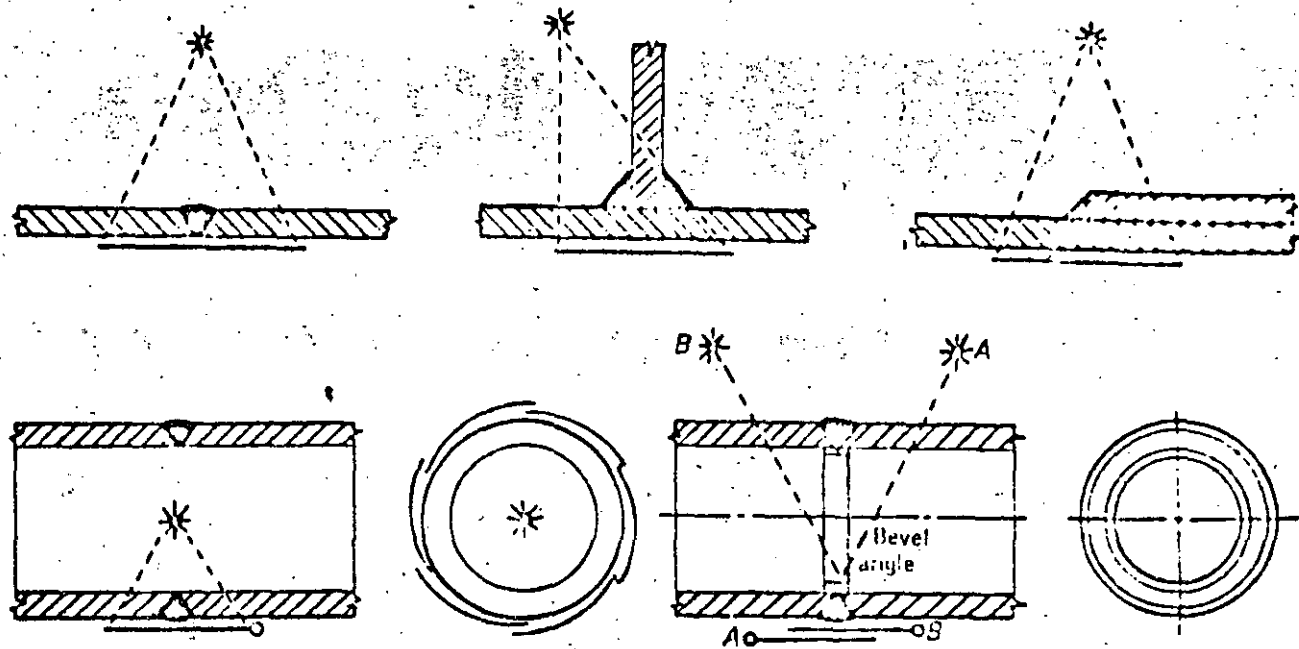


Fig. 11-18. Typical arrangements of X-ray source and film in radiography of welds. The angle of exposure and the geometry of the weld influence interpretation of the negative. Note that multiple exposure may be necessary for pipe welds. Of the several welds shown above, fillet welds are the most difficult to x-ray and the most difficult to interpret.

79

074

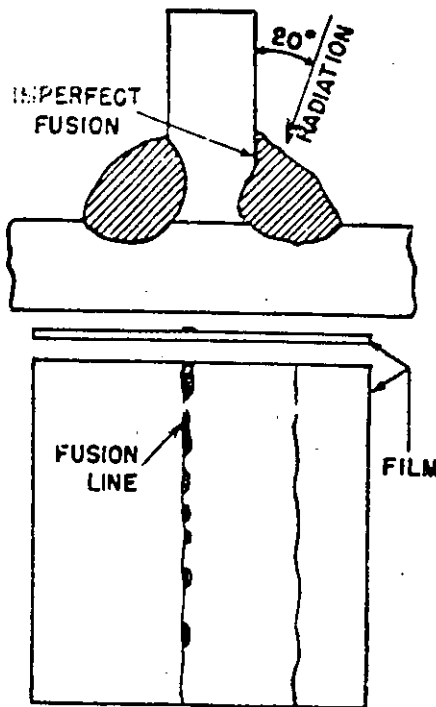
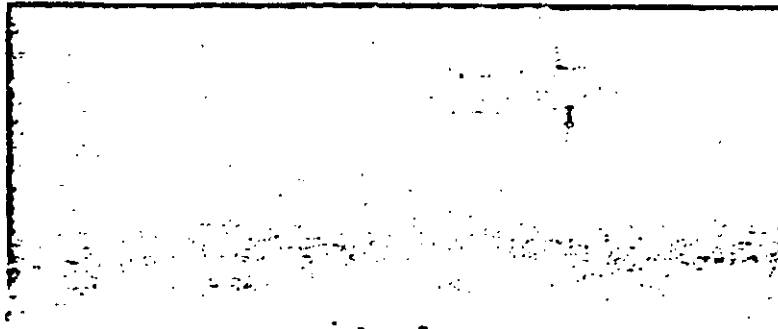


Fig. 90—Lack of Fusion

Illustrating lack of fusion at interface of a fillet weld as seen on a radiograph and as it actually appears (diagrammatically).

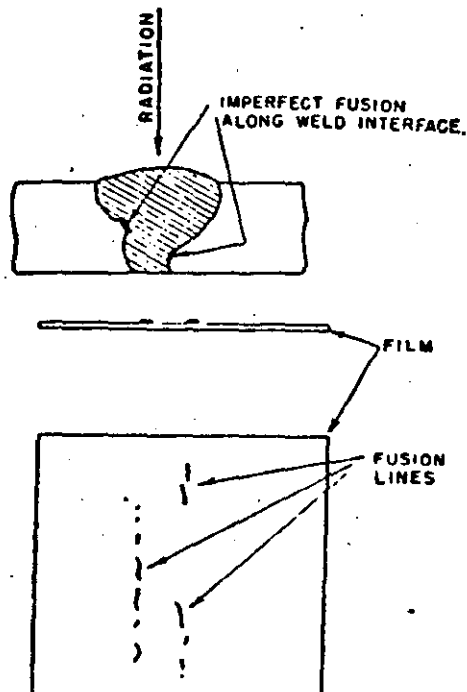
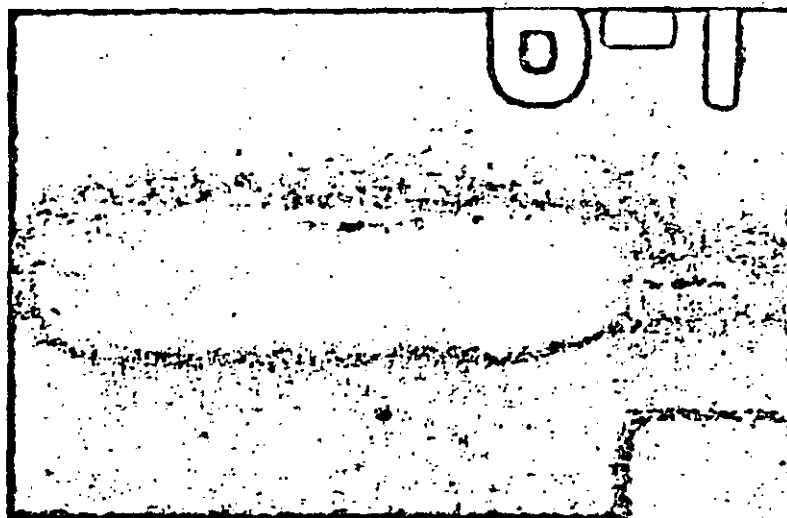
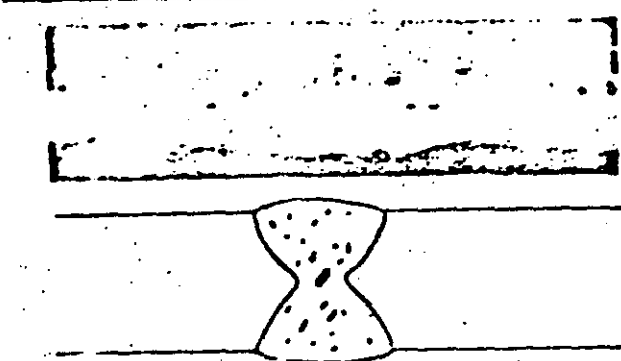


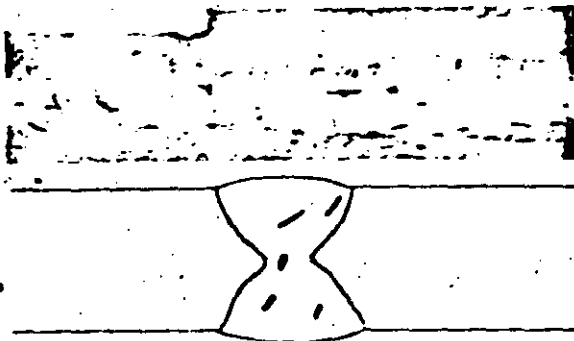
Fig. 91—Lack of Fusion

Illustrating the presence of lack of fusion at the interface of a groove weld as seen on a radiograph and as it actually appears (diagrammatically).

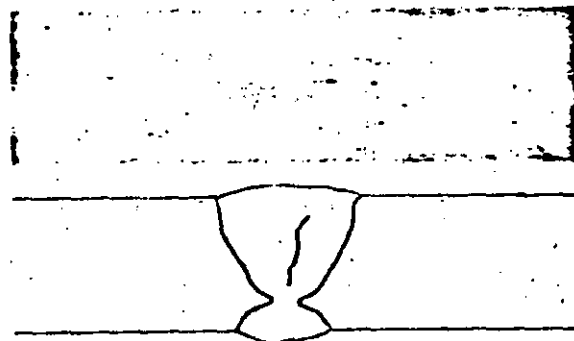
TABLE 11-3. Radiographs of Weld Defects



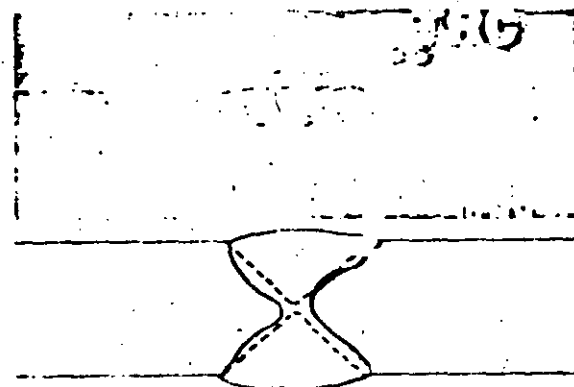
Porosity is shown as rounded shadows of varying size and density, occurring singly, in clusters, or randomly scattered.



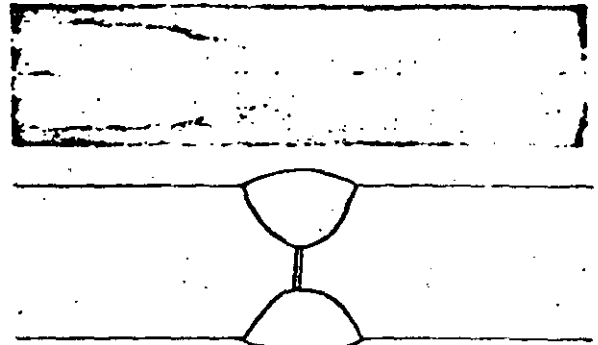
Nonmetallic Inclusions are usually indicated by elongated shadows of irregular shape, occurring singly, in a linear distribution, or scattered randomly.



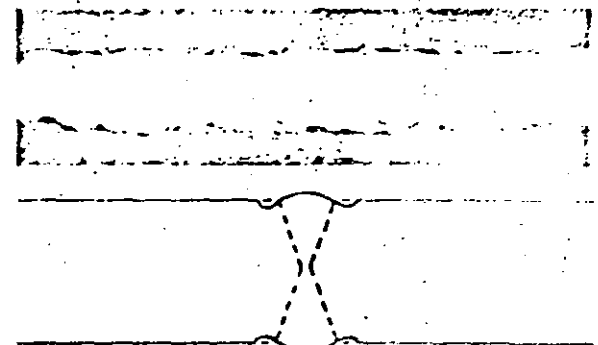
Cracks appear as fine, dark lines, which may be straight or wandering.



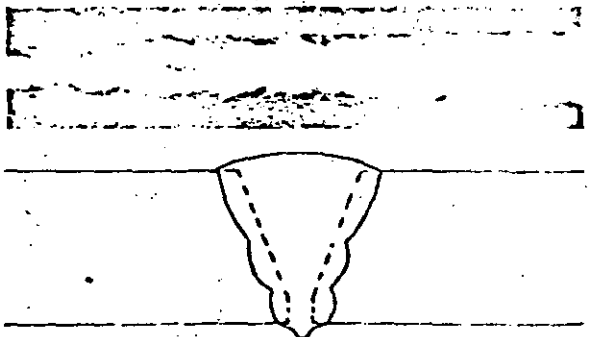
Incomplete Fusion gives dark shadows, usually of elongated shape.



Incomplete Root Penetration is usually indicated as a straight, dark, continuous or intermittent line, often at the center of the weld.



Undercutting shows up as a dark, linear shadow of wavy contour, occurring adjacent to the edge of the weld. This defect is usually detected visually, but its correct identification on the radiograph is needed to prevent misinterpretation as another type of defect.



Splices and Burnthrough give individual light circular indications or darkened areas of elongated or rounded contour that may be surrounded by light rings.

33

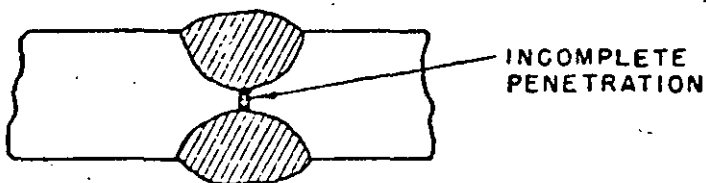
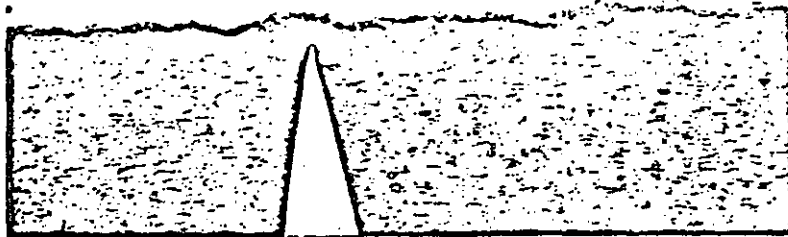
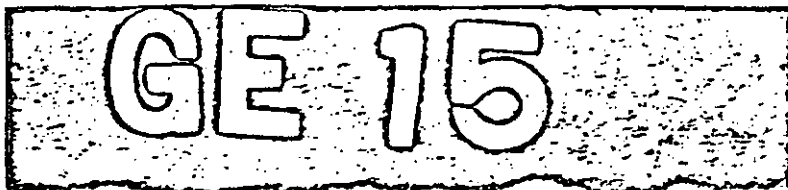


Fig. 89—Incomplete Penetration

Illustrating the presence of incomplete penetration at the root of a groove weld as it appears on a radiograph and as it actually appears (diagrammatically).



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CONEXIONES ATORNILLADAS

ING. JOSÉ LUIS SÁNCHEZ MARTÍNEZ

OCTUBRE, 1985

C N E X I O N E S A T O R N I L L A D A S

CONEXIONES ATORNILLADAS EN ESTRUCTURAS DE ACERO

La mayor parte de las especificaciones relativas a estructuras de acero reconocen como medios de unión entre sus elementos, a los remaches, los tornillos y la soldadura.

Desde hace años, los primeros han caído en desuso y se puede decir que actualmente han desaparecido ya en la práctica. Esto se ha debido al uso creciente de la soldadura y a la aparición de los tornillos de alta resistencia que sustituyen con ventaja a los remaches.

Se utilizan dos tipos de tornillos, los llamados comunes y los de alta resistencia.

Se designan, con el nombre que les dan las normas del ASTM para especificar sus características químicas y mecánicas, los primeros como tornillos A307 y los de alta resistencia como tornillos A325 ó A490.

TORNILLOS COMUNES (A 307)

Son, históricamente, el primer medio de unión utilizado en estructuras de acero; en la actualidad tienen una aplicación estructural muy limitada ya que su resistencia es reducida y no se recomiendan cuando pueden esperarse cambios de signo en los esfuerzos de las piezas que conectan o cuando se esperen cargas dinámicas.

En este sentido, las especificaciones del AISC fijan una serie de casos concretos en que los tornillos A-307 no deben usarse.

No se usarán para uniones entre tramos de columnas en estructuras esbeltas:

- a) Que tengan una altura de más de 60 m
- b) Que tengan una altura entre 30 y 60 m cuando la base es menor del 40% de la altura.
- c) Que tengan una altura cualquiera si la base mide menos del 25% de la altura.

No se usará en estructuras que deban soportar trabes grua.

No se usarán donde halla máquinas o alguna carga viva que produzca impacto o reversión de esfuerzos.

Sin embargo, en estructuras ligeras en que los problemas mencionados no aparecen, así como en conexiones de elementos secundarios tales como largueros de techo, consti-
tuyen una buena solución pues son económicos y su manejo y colocación es muy simple.

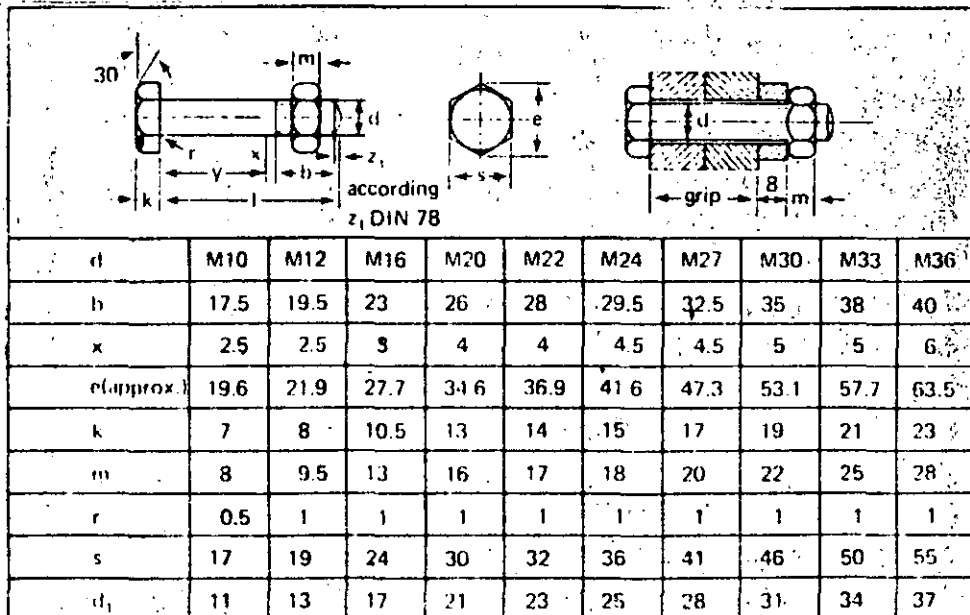


Figure 3.1 Unfinished Hexagonal Bolts A307, DIN 7990 (Dimensions in mm). (From *Stahlbau*, Deutsches Stahlbau Verband, Cologne, 1957, p. 15).

TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIAA 325A 490

Basan su capacidad en el hecho de que pueden ser sometidos a una gran fuerza de tensión controlada que aprieta firmemente los elementos de la conexión.

Las ventajas de este apriete firme se conocen desde hace tiempo, pero su aplicación práctica en estructuras proviene de 1951 en que se publicaron las primeras normas para regir su utilización. Desde entonces los tornillos de alta resistencia se han venido utilizando en forma creciente en EE.UU. y en la última década, también en México.

A partir de 1951, las normas relativas a estos tornillos se han modificado varias veces para poder incluir los resultados de las investigaciones que, en forma casi continua, se han venido realizando en torno a ellos.

Los primeros tornillos de alta resistencia que se desarrollaron y aun los más comunmente usados son los A-325; posteriormente y con objeto de contar con capacidades aún mayores, se desarrollaron los A-490, ambos se obtienen de aceros al carbón tratados térmicamente.

Los tornillos A-325 se marcan, para distinguirlos, con la leyenda: A-325 y tres líneas radiales en su cabeza; la tuerca tiene tres marcas espaciadas 120°.

Los tornillos A-490 se marcan con su nombre en la cabeza y con la leyenda 2H ó DH en la tuerca.

Las últimas normas reconocen 3 tipos distintos de tornillos A325; los tornillos tipo 1 son los originales y cuando se solicitan simplemente tornillos A325 son los que se suministran. Son los más utilizados.

Los tornillos tipo 2 (A325) se fabrican con acero martensítico de bajo carbono, para distinguirlos se marcan con líneas radiales a 60° en vez de 120° como los tipo 1.

Los tornillos A325 tipo 3 se caracterizan por tener una alta resistencia a la corrosión, suelen usarse con aceros de características similares a ellos. Se marcan con la leyenda A325 subrayada, la tuerca se marca con el número 3.

En México los únicos usados en forma extensa han sido los tipo 1.

Inicialmente los tornillos de alta resistencia consistían en un tornillo, una tuerca, y dos rondanas; actualmente las dimensiones de la cabeza y de la tuerca se han diseñado de tal forma que se puede, en muchos casos, prescindir totalmente de las rondanas y usar en los demás, una sola.

CARACTERISTICAS QUIMICAS Y MECANICAS.

La composición química de los tornillos de alta resistencia, junto con el tratamiento térmico a que son sometidos,

5-220 • Specification for Structural Joints (1/26/78)

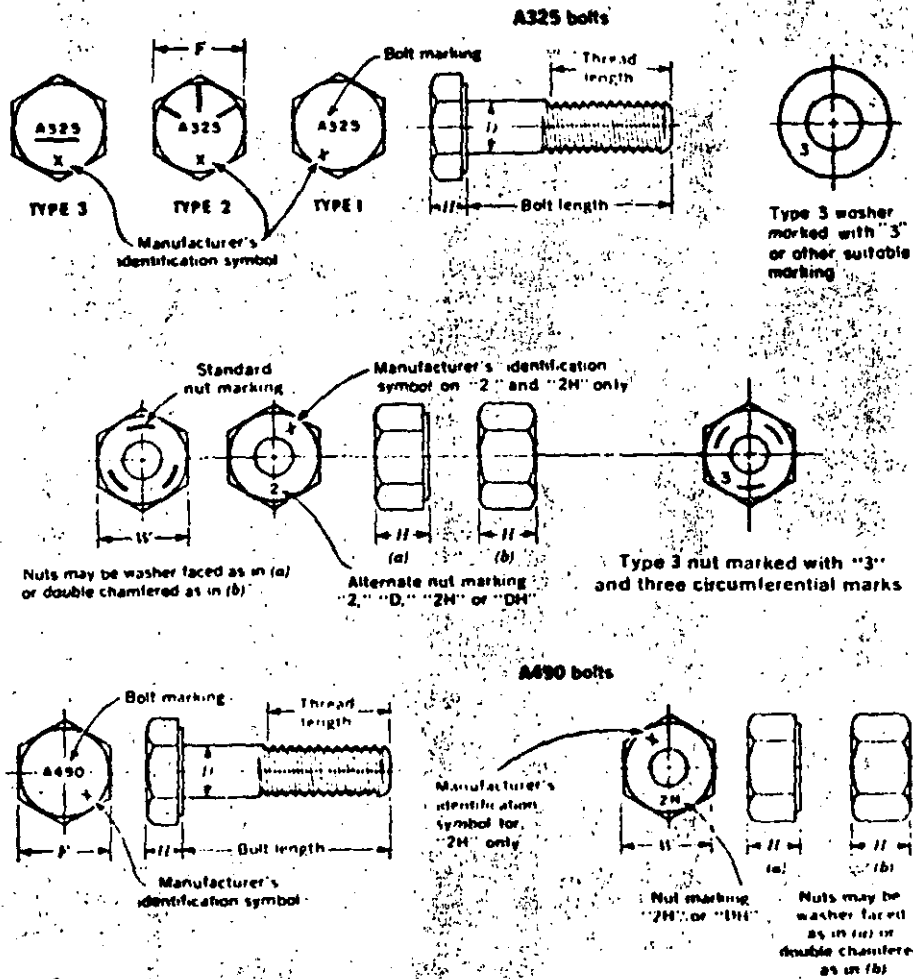


Fig. 1

Table 1 Washer Dimensions,* Inches

Nominal Bolt Size <i>D</i>	Circular Washers				Square or Rectangular Beveled Washers for American Standard Beams and Channels ¹		
	Nominal Outside Diameter	Nominal Diameter of Hole	Thickness		Minimum Side Dimension	Mean Thickness	Slope or Taper in Thickness
1/2	1 1/16	1 1/32	0.097	0.177	1 1/4	5/16	1:6
3/8	1 1/16	1 1/16	0.122	0.177	1 1/4	5/16	1:6
1/4	1 1/32	1 1/16	0.122	0.177	1 1/4	5/16	1:6
3/8	1 1/4	1 1/16	0.136	0.177	1 1/4	5/16	1:6
1	2	1 1/4	0.136	0.177	1 1/4	5/16	1:6
1 1/8	2 1/4	1 1/2	0.136	0.177	2 1/4	5/16	1:6
1 1/4	2 3/4	1 3/4	0.136	0.177	2 3/4	5/16	1:6
1 3/8	2 3/4	1 3/4	0.136	0.177	2 3/4	5/16	1:6
1 1/2	3	1 3/4	0.136	0.177	2 3/4	5/16	1:6

* Tolerances:
 Nominal diameter of hole..... -0; +1/32
 Nominal outside dimensions..... -1/32; +1/32
 Flatness: max. deviation from straight edge placed on "cut" side shall not exceed..... 0.01
 Burr shall not project above immediately adjacent washer surface more than..... 0.01

les proporciona sus características de resistencia; el contenido de carbono y de manganeso es la variable más significativa en los tornillos A325. En los A490 el contenido de carbono se fija y el elemento de aleación se deja abierto para poder proporcionar por distintos caminos las propiedades mecánicas requeridas.

Aunque, cuando es posible, los tornillos deben someterse a una prueba de tensión para probar su resistencia; a menudo son demasiado cortos para que la prueba directa de tensión se pueda realizar, se recurre entonces a controlar la resistencia, indirectamente, a través de una prueba de dureza.

Se realizan con ese fin las pruebas Brinell ó Rockwell.

Table 5

Nominal Bolt Size, Inches //	Bolt Dimensions, Inches Heavy Hex Structural Bolts			Nut Dimensions, Inches Heavy Hex Nuts	
	Width across flats F	Height, //	Thread length	Width across flats W	Height, //
1/2	7/8	5/16	1	7/8	31/64
3/4	1 1/16	29/64	1 1/4	1 1/16	39/64
3/4	1 1/4	19/32	1 3/8	1 1/4	47/64
7/8	1 7/16	35/64	1 1/2	1 7/16	55/64
1	1 3/8	39/64	1 3/4	1 3/8	63/64
1 1/8	1 13/16	1 1/16	2	1 13/16	1 7/64
1 1/4	2	23/32	2	2	1 1/32
1 1/2	2 3/16	2 7/32	2 1/4	2 3/16	1 11/32
1 1/2	2 3/8	1 5/16	2 1/4	2 3/8	1 15/32

TABLE 1 Chemical Requirements for Types 1 and 2 Bolts, Nuts, and Washers

Element	Composition, percent				
	Type 1 Bolts	Type 2 Bolts ¹	Nuts	Washers	
				Quenched and Tempered	Carburized
Carbon:					
Heat analysis	0.30 min	0.15 to 0.23	...	...	*
Product analysis	0.27 min	0.13 to 0.25	...	...	...
Manganese, min:					
Heat analysis	0.50	0.70	...	...	1.00 max
Product analysis	0.47	0.57	...	...	1.00 max
Phosphorus, max:					
Heat analysis	0.040	0.040	0.120	0.040	0.040
Product analysis	0.048	0.048	0.128	0.050	0.050
Sulfur, max:					
Heat analysis	0.050	0.050	0.23	0.050	0.050
Product analysis	0.058	0.058	...	0.060	0.060
Boron, min:					
Heat analysis	...	0.0005	...	...	...
Product analysis	...	0.0005	...	...	...

¹Type 2 bolts shall be fully killed, fine grain steel

*The stock used for manufacture of carburized washers shall not contain over 0.25 percent carbon.

ESPECIFICACIONES

ASTM

TABLE 2 Chemical Requirements for Type 3 Bolts, Nuts, and Washers

Element	Composition, percent						
	Type 3 Bolts ^a					Type 3 Nuts ^a	Type 3 Washers ^a
	A	B	C	D	E		
Carbon:							
Heat analysis	0.33-0.40	0.33-0.48	0.15-0.25	0.15-0.25	0.20-0.25		
Product analysis	0.31-0.42	0.36-0.50	0.14-0.26	0.14-0.26	0.18-0.27		
Manganese:							
Heat analysis	0.90-1.20	0.70-0.90	0.20-1.35	0.40-1.20	0.60-1.00		
Product analysis	0.86-1.24	0.67-0.83	0.76-1.39	0.36-1.24	0.56-1.01		
Phosphorus:							
Heat analysis	0.040 max	0.06-0.12	0.035 max	0.040 max	0.040 max	0.07-0.15	0.040 max
Product analysis	0.045 max	0.06-0.125	0.040 max	0.045 max	0.045 max	0.07-0.155	0.045 max
Sulfur:							
Heat analysis	0.050 max	0.050 max	0.040 max	0.050 max	0.040 max	0.050 max	0.050 max
Product analysis	0.050 max	0.055 max	0.045 max	0.055 max	0.045 max	0.055 max	0.055 max
Silicon:							
Heat analysis	0.15-0.30	0.30-0.50	0.15-0.30	0.25-0.50	0.15-0.30	0.20-0.90	0.15-0.30
Product analysis	0.13-0.32	0.25-0.55	0.13-0.32	0.20-0.55	0.13-0.32	0.15-0.95	0.13-0.32
Copper:							
Heat analysis	0.25-0.45	0.20-0.40	0.20-0.50	0.30-0.50	0.30-0.60	0.25-0.55	0.25-0.45
Product analysis	0.22-0.48	0.17-0.43	0.17-0.53	0.27-0.53	0.27-0.63	0.22-0.58	0.22-0.48
Nickel:							
Heat analysis	0.25-0.45	0.50-0.80	0.25-0.50	0.50-0.80	0.30-0.60	1.00 max	0.25-0.45
Product analysis	0.22-0.48	0.47-0.83	0.22-0.53	0.47-0.80	0.27-0.63	1.03 max	0.22-0.48
Chromium:							
Heat analysis	0.45-0.65	0.50-0.75	0.30-0.50	0.50-0.75	0.60-0.90	0.30-1.25	0.45-0.65
Product analysis	0.42-0.68	0.47-0.83	0.27-0.53	0.45-1.05	0.55-0.95	0.25-1.30	0.42-0.68
Vanadium:							
Heat analysis			0.020 min				
Product analysis			0.010 min				
Molybdenum:							
Heat analysis		0.06 max		0.10 max			
Product analysis		0.07 max		0.11 max			
Titanium:							
Heat analysis				0.05 max			
Product analysis							

A, B, C, D, and E are classes of material used for Type 3 bolts. Selection of a class shall be at the option of the bolt manufacturer. Nuts or washers may also be made of any of the above listed bolt material classes. Selection of the class shall be at the option of the manufacturer.

TABLE 3 Hardness Requirements for Bolts

Bolt Size in.	Hardness Number			
	Brinell		Rockwell C	
	Min	Max	Min	Max
1/2 to 1 inch	211	331	23	35
1 1/8 to 1 1/2 inch	223	293	19	31

FOR NUTS

A 490

TABLE 1 Chemical Requirements

Element	Ladle Analysis, percent	Check Analysis, percent
Carbon		
For sizes through 1½ in.	0.30 to 0.48	0.28 to 0.50
For size 1½ in.	0.35 to 0.53	0.33 to 0.55
Phosphorus, max	0.040	0.045
Sulfur, max	0.040	0.045

TABLE 2 Hardness Requirements for Bolts

Bolt Size, in.	Hardness Number.			
	Brinell		Rockwell C	
	min	max	min	max
½ to 1½ in., incl	302	341	32	36

ESPECIFICACIONES
ASTM

COMPORTAMIENTO DE JUNTAS CON TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA

El comportamiento de una junta con tornillos de alta resistencia se puede visualizar mediante la observación de los resultados de una prueba carga-deformación en un espécimen típico.

Se define una zona de comportamiento lineal (zona I) que — termina en el instante en que se produce un deslizamiento de los tornillos con carga prácticamente constante (zona II) y que está controlado por el diámetro del agujero, al hacer contacto con sus bordes, el tornillo toma nuevamente carga y se reinicia un comportamiento nuevamente lineal (zona III); esta zona termina al iniciarse el comportamiento inelástico (zona IV) que termina con la falla de la junta.

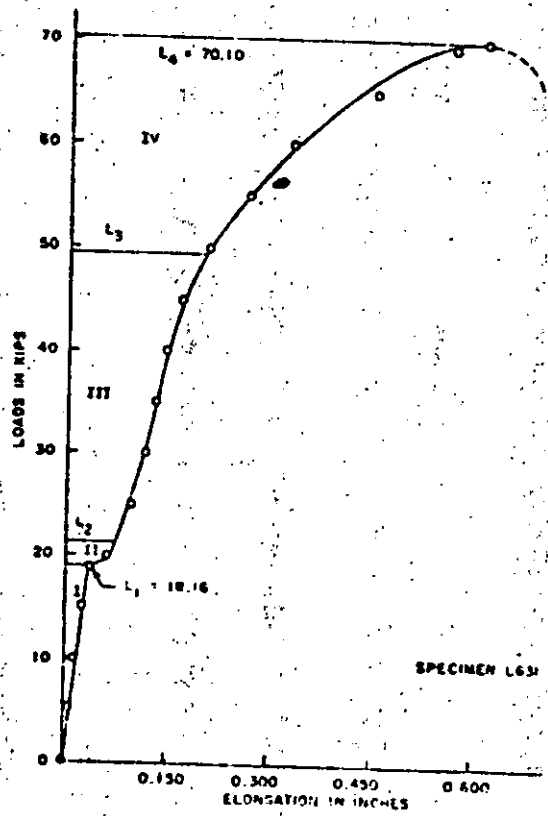


FIG. 6.—TYPICAL LOAD-JOINT ELONGATION RELATIONSHIP FOR SPECIMENS

Shoemaker
ASCE

Teniendo en cuenta el comportamiento mencionado se distinguen dos tipos de juntas con tornillos de alta resistencia: las juntas de fricción y las juntas de aplastamiento.

Las primeras se caracterizan por que la transmisión de las fuerzas que actúan en la conexión se logra únicamente por la fricción que se desarrolla entre los elementos que la constituyen.

En estas juntas el deslizamiento entre las piezas que se unen no es aceptable, se considera que el deslizamiento equivaldría a la falla, si bien, los coeficientes de seguridad contra el deslizamiento se aceptan pequeños pues las consecuencias de su ocurrencia no son graves.

La magnitud de la fricción depende de la fuerza de tensión en el tornillo y de las características de la superficie de los elementos que se ~~conectan~~ ^{conectan}.

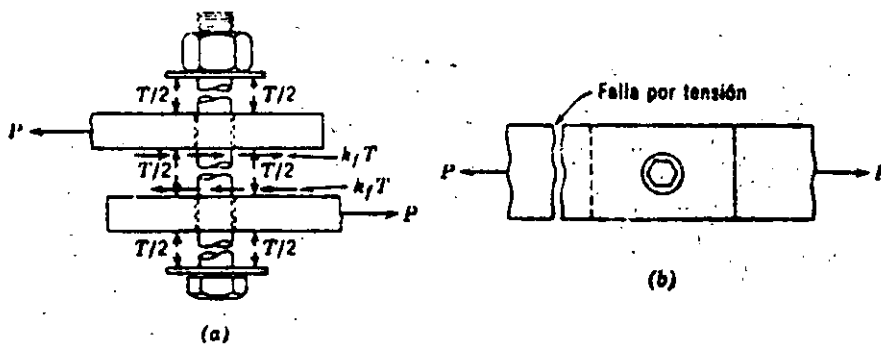


Fig. 5-15 Tornillo de alta resistencia. (a) Transmisión de carga por fricción. y (b) Falla fuera de la sección neta.

Bresler p. 160

Aunque es claro que en juntas de fricción los tornillos no trabajan a esfuerzo cortante, tradicionalmente se ha venido estableciendo un esfuerzo cortante permisible ficticio. Para la determinación del número de tornillos que se requieren en una junta, esto ha permitido tratar el diseño de juntas con tornillos de fricción con los mismos criterios con que durante mucho tiempo, se han proporcionado las juntas remachadas.

Las conexiones de fricción se especifican como necesarias en todos aquellos casos en que se esperan inversiones de esfuerzos y en los que en condiciones de trabajo, el deslizamiento se considera indeseable.

Hay ocasiones en que la inversión de esfuerzos no ocurre y en que, al colocar los tornillos, la carga muerta los presiona contra los lados del agujero, entonces el trabajo de la junta puede ser por aplastamiento y por cortante y se presentan entonces las conexiones llamadas de aplastamiento.

Si bien, también en estas juntas, la tensión en el tornillo, que es la misma que en juntas de fricción, produce una fricción que probablemente podría tomar las cargas de trabajo, esta en realidad no se requiere. En estas juntas se puede sacar ventaja de la resistencia de los tornillos,

sobre todo si se logra que la rosca se encuentre fuera de los planos de corte. Con el fin de lograr ésto en lo posible, los tornillos de alta resistencia tienen una rosca bastante corta.

En estructuras para puentes los tornillos en juntas de aplastamiento se limitan a piezas que sólo trabajan a compresión; a miembros secundarios, se exige además que en todos los casos la rosca se excluya de los planos de corte.

5.12 • Specification for Structural Joints (1/26/78)

Table 2 Allowable Working Stresses for Fasteners,^a ksi

Load Condition	Hole Type	ASTM A325 Bolts	ASTM A490 Bolts
Applied Tension ^b	Standard, oversize, or slotted	44.0	54.0
Shear: Friction-Type Connection	Standard	17.5 ^c	22.0 ^c
	Oversize	15.0 ^c	19.0 ^c
	Short slotted	15.0 ^c	19.0 ^c
	Long slotted	12.5 ^c	16.0 ^c
Shear: Bearing-Type Connection: Threads in any shear plane No threads in shear plane	Standard or slotted	21.0 ^d	28.0 ^d
	Standard or slotted	30.0 ^d	40.0 ^d
Bearing ^e	Standard, oversize, or slotted	$\frac{LF_u}{2d}$ or $1.5F_u$ (whichever is smaller)	

^a The tabulated stresses, except for bearing stress, apply to the nominal area of bolts used in any grade of steel.

^b For allowable working stresses when bolts are subjected to fatigue loading in tension, see subsection 4(b).

^c Applicable for contact surfaces with clean mill scale Class A surface, subsection 3(c). When the designer has specified special treatment of the contact surfaces in a friction-type connection, values in Table 2 may be substituted.

^d In bearing-type connections whose length between extreme fasteners, measured parallel to the line of an axial force exceeds 50 inches, tabulated values shall be reduced by 20%.

^e L is the distance in inches measured in the line of force from the center line of a bolt to the nearest edge of an adjacent bolt or to the end of the connected part toward which the force is directed; d is the diameter of the bolt; and F_u is the lowest specified minimum tensile strength of the connected parts.

Para mantener la fricción es necesario que las superficies estén libres de todo elemento que la disminuya, se prohíbe por ello, que haya aceite, pintura, óxido suelto, etc. Dada la importancia de este hecho, las últimas normas reconocen nueve condiciones distintas en que se pueden encontrar las superficies de la junta y asocian a cada una de ellas un esfuerzo permisible diferente, reconociendo las diferencias existentes en el coeficiente de fricción.

ASTM A325 or A390 Bolts • 5 213

Table 2a Allowable Working Stresses,* ksi, Based Upon Surface Condition of Bolted Parts, for Friction-Type Shear Connections

Surface Condition of Bolted Parts	Orientation of Bolted Parts					
	Standard Bolts		High-Strength Bolts		Low-Strength Bolts	
	A193	A190	A191	A190	A193	A190
A Clean mill scale	17.5	22.0	15.0	19.0	12.5	16.0
B Blast-cleaned carbon and low alloy steel	27.5	31.5	23.5	29.5	19.5	23.0
C Blast-cleaned, quenched and tempered steel	19.0	23.5	16.0	20.0	13.5	16.5
D Hot dip galvanized and roughened ^b	21.5	27.0	18.5	23.0	15.0	19.0
E Blast-cleaned, organic zinc rich paint	21.0	26.0	18.0	22.0	14.5	18.0
F Blast-cleaned, inorganic zinc rich paint	29.5	37.0	25.0	31.5	20.5	26.0
G Blast-cleaned, metallized with zinc	29.5	37.0	25.0	31.5	20.5	26.0
H Blast-cleaned, metallized with aluminum	30.0	37.5	25.5	32.0	21.0	26.5
I Vinyl wash	16.5	20.5	14.0	17.5	11.5	14.5

* Values from this table are applicable only when they do not exceed the lowest applicable allowable working stresses for bearing-type connections, taking into account the position of threads relative to shear planes, and, if required, the 20% reduction due to joint length. (See Table 2.)

^b These values are recommended if the actual stresses due to sustained loading (e.g., gravity) exceed 1/2 the allowable working stresses, and slip into bearing would be seriously detrimental, because creep-like slip may occur at higher sustained stresses.

INSTALACION

Sea en juntas de fricción o en juntas de aplastamiento, los tornillos de alta resistencia deben colocarse de modo que queden sometidos a una fuerza mínima de tensión especificada.

Esta fuerza es de aproximadamente el 70% de la resistencia a tensión del tornillo, se denomina carga de prueba y es normalmente algo menor al límite de proporcionalidad del tornillo.

La tensión especificada se puede dar haciendo uso de un indicador directo de tensión o usando cualquiera de otros métodos que también se especifican en las normas y que se basan en el hecho de que la tensión en el tornillo se puede relacionar con dos cantidades observables, el alargamiento del tornillo y el giro de la tuerca.

El primero de estos métodos consigue la tensión usando llaves calibradas, el segundo dando un giro especificado a la tuerca.

TABLE 1.23.5
MINIMUM BOLT TENSION, KIPS*

Bolt Size, Inches	A325 Bolts	A490 Bolts
1/2	12	15
5/8	19	24
3/4	28	35
7/8	39	49
1	51	64
1 1/8	56	80
1 1/4	71	102
1 3/8	85	121
1 1/2	103	118

* Equal to 0.70 of specified minimum tensile strengths of bolts, rounded off to nearest kip.

ESPECIFICACION

AISC

METODO DE LLAVES CALIBRADAS

Implica el ajuste frecuente de la llave con un dispositivo capaz de medir la tensión en tornillos típicos de la conexión, ya que el ajuste pierde precisión con facilidad por que las condiciones de distintas juntas son muy diferentes entre si; se especifica que la calibración se realice una vez por cada día de trabajo y por cada diámetro o lote de tornillo que se utilice, aún en el caso de que se aprieten juntas similares.

Se exige también, cuando se usa este método, que se coloque una rondana bajo la parte del tronillo que se accione con la llave, con objeto de minimizar las irregularidades en la tensión producida que, inevitablemente, existen al utilizar este procedimiento.

RIVETS AND THREADED FASTENERS

Erection clearances

BOLT IMPACT WRENCHES

MINIMUM CLEARANCES

EXTENSION BAR
*Available in lengths 6 1/2" to 1'-3"

UNIVERSAL JOINT
(for bolts up to 1")

20° for 3/4"
15° for 7/8", 1"

	Size	C	D	Sockets		Min. Clear.	
				A	B	E	F
Light Wrenches	3/8 to 1	1-1 1/4 to 1-2	2 1/8	2 3/8	1 3/4	1 1/8	1 1/4
				3	2 1/4	1 1/2	1 3/8
				3 1/4	2 1/2	1 1/4	1 3/8
				3 1/2	2 5/8	1 1/4	1 3/8
				3 3/4	2 7/8	1 1/4	1 3/8
Heavy Wrenches	1 to 1 1/2	1-2 3/4 to 1-5 1/4	2 1/2	4	3 3/8	1 1/2	1 3/4
				4 1/2	3 1/2	1 1/2	1 3/4
				4 3/4	3 3/4	1 1/2	1 3/4
				4 3/8	4 1/4	2 1/8	2 1/4
				4 3/4	4 1/4	2 1/8	2 1/4

RIVET GUNS

STANDARD OPEN HANDLE

INVERTED HANDLE

	Rivet Size	D	Standard		Inverted	
			L	C	L	C
Light Hammer	3/8, 1/4, 7/8	2 1/2	1-5 1/2 to 1-9 1/2	1-9 to 2-2	1-2 to 1-3 3/4	1-5 to 1-7
Medium Hammer	3/4 to 1 1/8	2 1/2	1-10 1/4 to 1-11 1/2	2-2 to 2-4	1-5 1/2 to 1-8 1/4	1-9 to 1-10 1/2
Heavy Hammer	1 1/2	2 1/2	2-2 1/2	2-7	...	...

METODO DEL GIRO DE LA TUERCA

Este procedimiento requiere un control de la colocación de los tornillos más simples que el anterior y es por ello, más utilizado.

Consiste en términos generales, en apretar, en una primera etapa, todos los tornillos con una llave normal de tuercas hasta el esfuerzo máximo de un hombre y enseguida, dar a la tuerca 1/2 vuelta adicional; excepcionalmente, el giro debe ser mayor (ver tabla 4).

Ha sido posible determinar experimentalmente la relación que existe entre la rotación de la tuerca y el alargamiento y la tensión en el tornillo, con ese fin se han realizado una cantidad importante de pruebas, en ellas se ha observado que la resistencia a tensión en un tornillo es menor cuando esta tensión se da girando la tuerca que cuando se da en forma directa, esta es la razón de que la carga de prueba se fije sólo en un 70% de la resistencia a tensión directa.

and...
 - ...
 - ...
 - ...

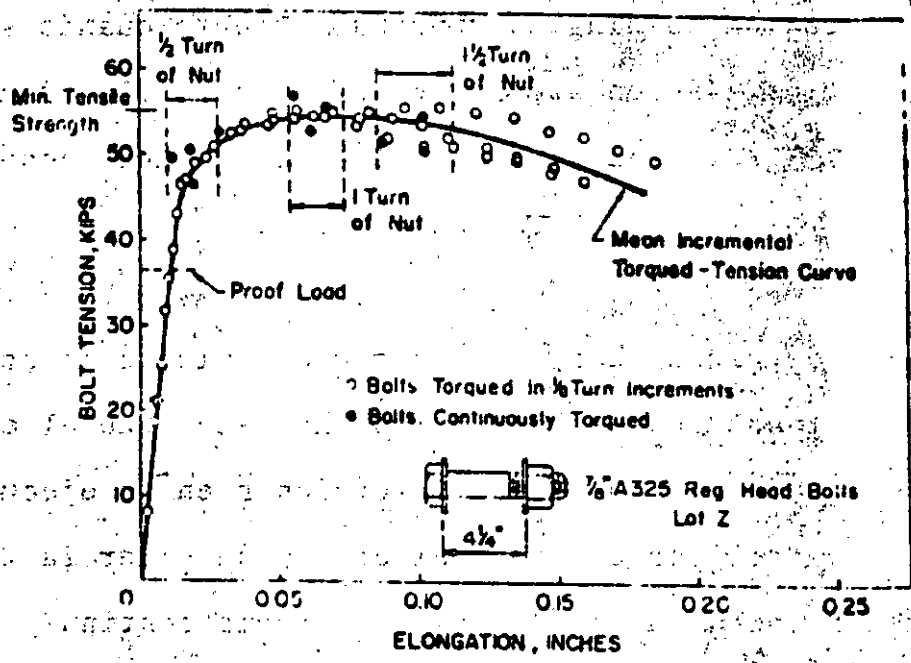


FIG. 5. COMPARISON OF CONTINUOUSLY AND INCREMENTALLY TORQUED BOLTS

Summary
Nov.

Se observa que una vez dado el primer tercio de vuelta hay una reserva importante de deformación posible adicional - hasta la falla, esto hace que el método no sea muy sensible a errores relativos al apriete que debe tener el tornillo - en la primera etapa, al iniciarse la media vuelta pedida. Debido a ésto, cuando se utiliza este método, no se requiere la colocación de ninguna rondana, excepto cuando se usan tornillos A490 en ^{aceros} ~~aceros~~ con esfuerzo de fluencia inferior a 2800 Kg/cm², caso en que se necesita una rondana, - cualquiera que sea el método de apriete.

Con objeto de garantizar el buen comportamiento de conexiones apretadas con este método se ha estudiado el efecto de una serie de variables que intervienen en su ejecución. Se ha estudiado, por ejemplo, el efecto de girar la tuerca en pequeños incrementos en vez de en forma continua, el efecto de la longitud del agarre y la posición relativa de tuerca y rosca. Se ha investigado, así mismo, la posibilidad del reuso de tornillos colocados con este método.

5-196 • Specification for Structural Joints

Table 4 Nut Rotation^a from Snug Tight Condition

Disposition of Outer Faces of Bolted Parts		
Both faces normal to bolt axis, or one face normal to axis and other face sloped not more than 1:20 (bevel washer not used)		Both faces sloped not more than 1:20 from normal to bolt axis (bevel washers not used)
Bolt length ^b not exceeding 8 diameters or 8 inches	Bolt length ^b exceeding 8 diameters or 8 inches	For all length of bolts
1/2 turn	3/4 turn	1/4 turn

^a Nut rotation is rotation relative to bolt regardless of the element (nut or bolt) being turned. Tolerance on rotation: 30° over or under.
 For coarse thread heavy hex structural bolts of all sizes and length and heavy hex semi-finished nuts.
^b Bolt length is measured from underside of head to extreme end of point.

Una recomendación práctica para lograr un buen apriete general de la junta consiste en iniciarlo en los tornillos localizados en la parte más rígida de la unión y avanzar hacia los extremos libres. Durante el apriete la parte que no se gira, cabeza o tuerca se sostendrá con una llave.

OTROS TOPICOS RELATIVOS A TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA

AGUJEROS.- Durante bastante tiempo sólo se aceptaron agujeros exactamente $1/16''$ mayores que el diámetro del tornillo, sin embargo, la necesidad de facilitar las condiciones de montaje de las estructuras atornilladas indujo a que se realizaran una extensa serie de pruebas para demostrar la posibilidad de utilizar agujeros con diámetros algo mayores sin detrimento de la resistencia.

El resultado de esas investigaciones ha conducido a que se acepten agujeros mayores aunque en este caso se requiere colocar una rondana en el lado exterior de la junta.

En juntas de aplastamiento sólo se permiten agujeros ovalados, el lado alargado normal a la dirección de los esfuerzos.

Table 7 Oversize and Slotted Holes

Nominal Bolt Size, Inches	Maximum Hole Size (Nominal), Inches		
	Oversize Holes	Short Slotted Holes	Long Slotted Holes
$5/8$	$17/16$	$17/16 \times 7/8$	$17/16 \times 17/16$
$3/4$	$17/16$	$17/16 \times 1$	$17/16 \times 17/8$
$7/8$	$17/16$	$17/16 \times 17/8$	$17/16 \times 27/16$
1	$17/16$	$17/16 \times 17/8$	$17/16 \times 27/8$
$1 1/8$	$17/16$	$17/16 \times 17/8$	$17/16 \times 27/8$
$1 1/4$	$17/16$	$17/16 \times 17/8$	$17/16 \times 37/8$
$1 3/8$	$17/16$	$17/16 \times 17/8$	$17/16 \times 37/8$
$1 1/2$	$17/16$	$17/16 \times 17/8$	$17/16 \times 37/8$

DETERMINACION DE LA LONGITUD DE LOS TORNILLOS

Debe añadirse al agarre (espesor de todo el material conectado) ciertas distancias especificadas con objeto de garantizar la colocación correcta de los tornillos teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación.

Estas distancias estan dadas en la tabla 6.

Adicionalmente, por cada rondana plana se debe considerar una longitud adicional de $5/32$ " y por cada una tipo cuña $5/16$ ". La longitud así obtenida se cierra al cuarto de pulgada superior más próximo.

Por lo que se refiere a la ejecución de los agujeros las normas recomiendan que cuando el espesor del material no es mayor que el diámetro del tornillo más $1/8$ " se pueden punzonar, en caso contrario deben ser taladrados o subpunzonados y rimados.

Table 6

Nominal Bolt Size, Inches	To Determine Required Bolt Length Add to Grip, in Inches
$1/2$	$1/16$
$3/8$	$3/16$
$1/2$	$1/2$
1	$1/4$
$1 1/4$	$1 1/2$
$1 1/2$	$1 3/4$
$1 3/4$	$1 3/4$
2	$1 3/4$

GALVANIZADO

Otro avance importante respecto a criterios anteriores lo marca el hecho de que se permita ahora galvanizarlos tornillos A325; tras una amplia serie de pruebas que han de-

mostrado un comportamiento adecuado aún teniendo en cuenta posibles efectos de fatiga.

No ha ocurrido lo mismo con los tornillos A490 cuyo galvanizado no se permite.

En juntas de fricción, se permite también el galvanizado de la estructura siempre que se trate la zona de la conexión con cepillo de alambre o chorro de arena para garantizar la fricción adecuada. Debe cuidarse por supuesto, no dañar el galvanizado.

REFERENCIAS

1. Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings, AISC, 1978
2. Specifications for structural joints using ASTM A325 or A490 bolts, AISC, 1978.
3. Standard Specifications for high-strength bolts, ASTM, 1971
4. Structural Steel Design, Tall, 1974
5. Diseño de Estructuras de Acero, Bresler, 1978
6. Steel Design for Structural Engineers, Bogdan O. Kujhanovic, Nicholas Willems, 1977
7. Calibration of A325 Bolts, John L. Rumpf: John W. Fisher. ASCE, 1963.
8. Bolted Connections with varied hole diameters; Shoukry, ASCE, 1970



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

ALGUNAS CAUSAS DE FALLA EN ESTRUCTURAS DE ACERO

ING. JOSÉ LUIS SÁNCHEZ MARTÍNEZ

OCTUBRE, 1985

ALGUNAS CAUSAS DE FALLA EN ESTRUCTURAS DE ACERO

1.- Pandeo -

Contraventos

2.- Conexiones -

Detalle -

3.- Falla Frágil -

Supervisión -

4.- Fatiga -

Inspección -

5.- Vibración -

Aislamiento -

6.- Corrosión -

Mantenimiento -

7.- Fuego -

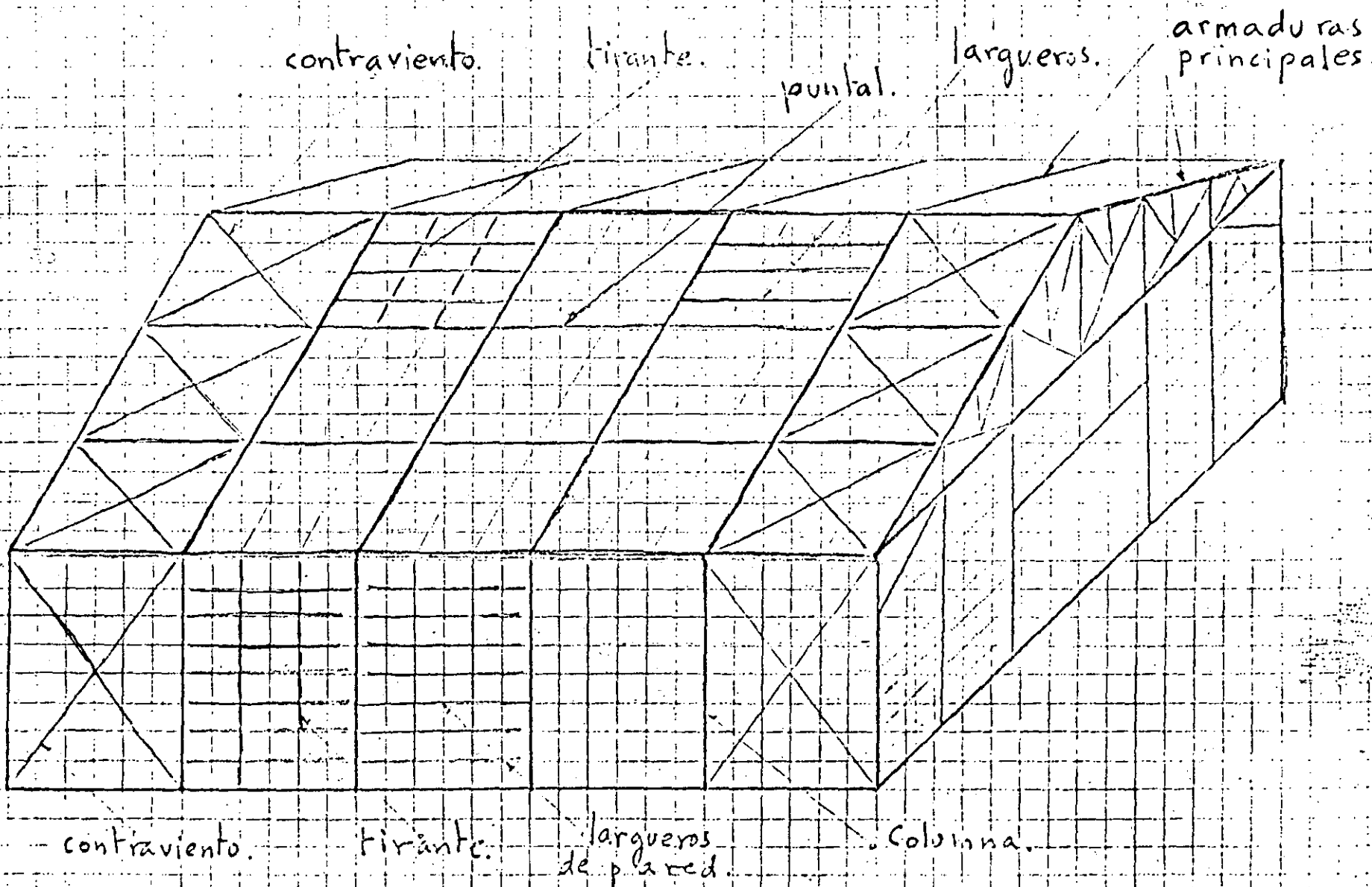
Protección -

PANDEO

002

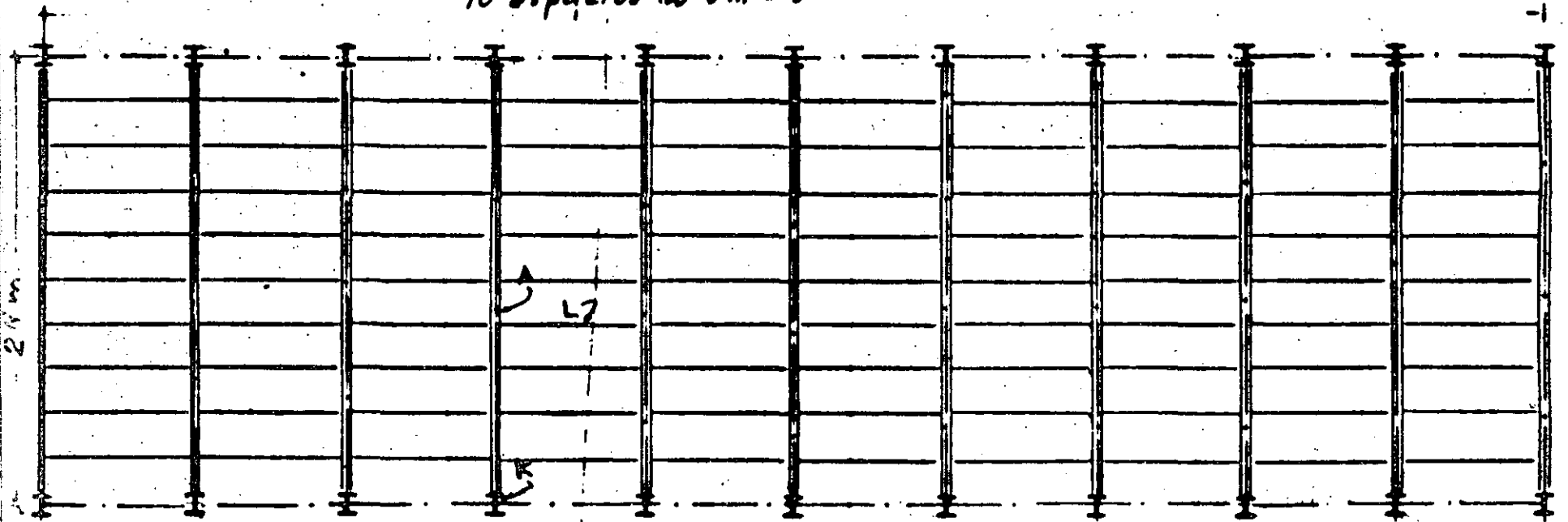
Probablemente la causa que con mayor frecuencia ha provocado la falla de estructuras metálicas es el pandeo de alguno de sus elementos o de la construcción en conjunto. Las secciones cada vez más esbeltas que se utilizan contribuyen a este problema que, si bien ha ocurrido con frecuencia en estructuras de edificios ya terminados y funcionando, se ha presentado aún más a menudo durante el proceso de construcción de las obras. Es un problema que debe tenerse siempre en mente, considerando que es indispensable en toda etapa constructiva un sistema de contraventeo para que las piezas de la estructura trabajen en forma conjunta con las hipótesis supuestas para su dimensionamiento.

La palabra clave en relación con este tipo de falla es entonces CONTRAVENTEO



ELEMENTOS de una NAVE INDUSTRIAL

10 espacios @ 8m = 80m.



PLANTA

Distribución de columnas, armaduras y largueros.-

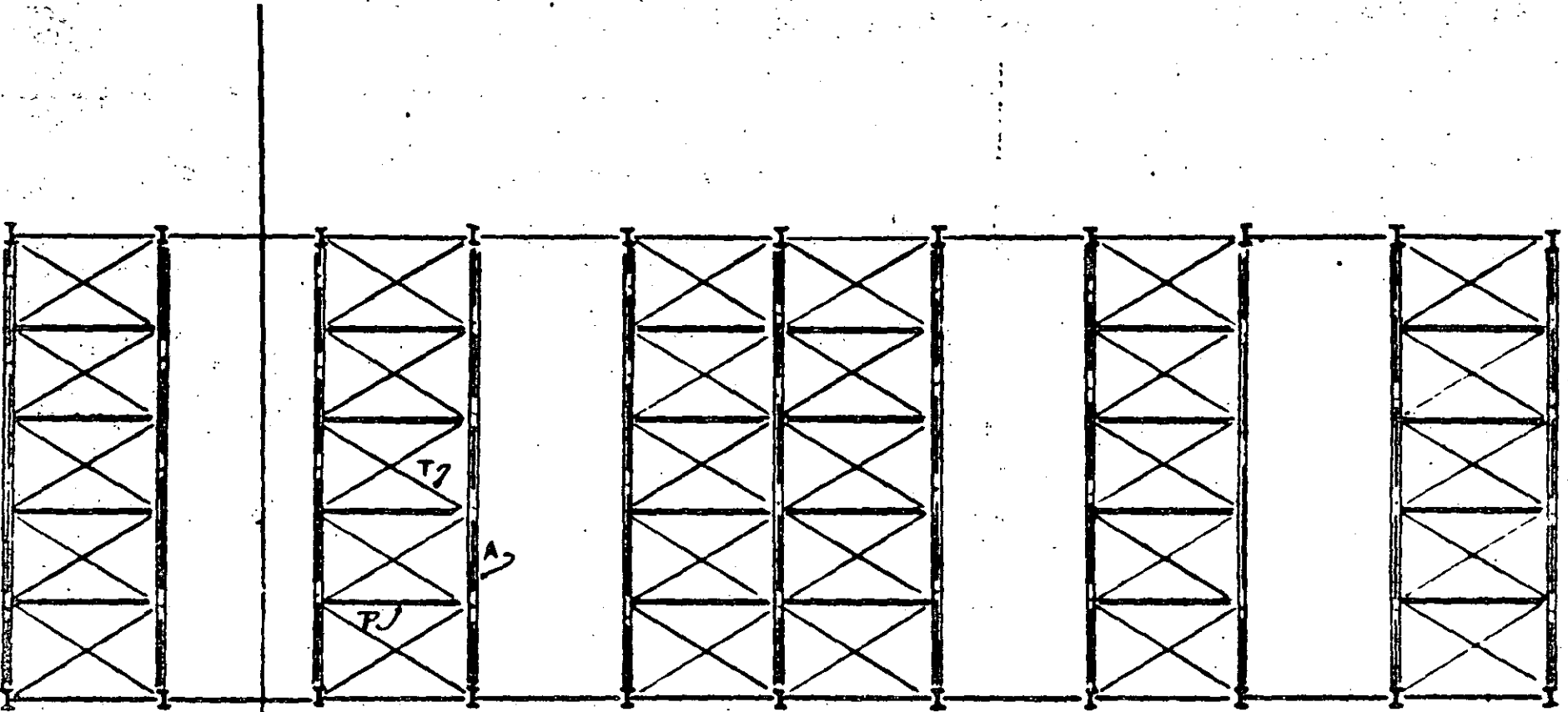
A: Armaduras.
K: Columnas.
L: Largueros.
D-7

D-7

D-7

4

FIG. 1

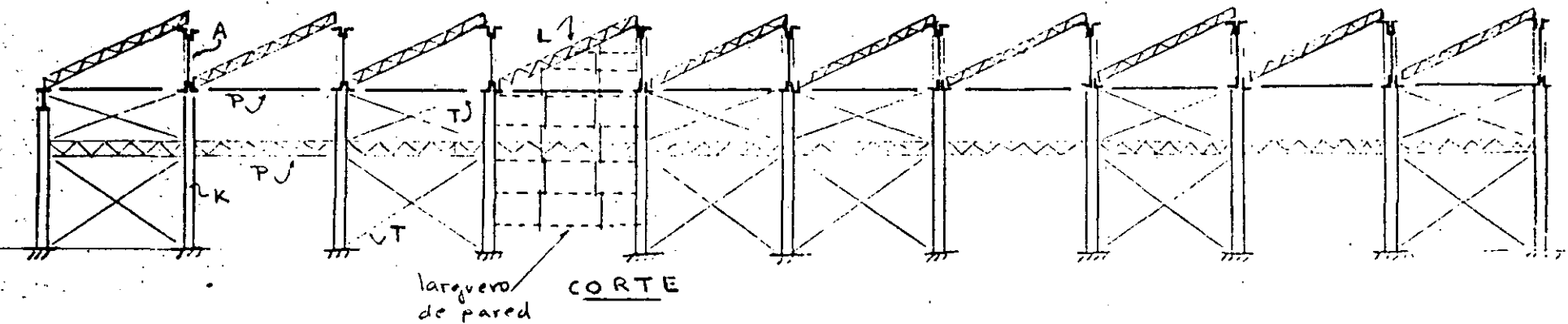


Distribución de contraventeo en cuerda inferior.-

P: Puntales.
 T: Tirantes.
 A: Armaduras.

U-5

D=7



Colocación de largueros, columnas y estructura de paredes laterales

- L: largueros
 - A: armaduras
 - K: columnas
 - T: tirantes
 - P: puntales
- } estructura de pared lateral.

Los defectos en las uniones entre los elementos de una estructura o de esta con sus apoyos han sido causa de frecuentes fallas en construcciones metálicas.

Estos defectos en gran cantidad de casos se han debido a la omisión en planos y especificaciones de los detalles necesarios para construir las juntas y a la falta de los planos de fabricación y montaje que a partir de esos detalles deben elaborarse.

En otras ocasiones el comportamiento inadecuado de la estructura se ha debido a la falta de congruencia entre las hipótesis de cálculo y las características de las conexiones que se proporcionan realmente en la obra, problema que se hace patente, muy a menudo, solo en los casos en que la estructura se ve sometida a las solicitaciones máximas de diseño que, en nuestro medio, son muchas veces, acciones accidentales debidas a movimientos sísmicos. La inseguridad latente en construcciones en estas condiciones es clara.

La palabra clave asociada a este tipo de falta podría ser DETALLE

FALLA FRAGIL

08

Bajo determinadas circunstancias una estructura puede fallar en forma repentina, sin muestras de deformación previa y a esfuerzos mucho más bajos a los que, en teoría, deberían producir la falla.

Esto ocurre normalmente en materiales frágiles, a bajas temperaturas y en presencia de muescas, grietas, soldaduras mal ejecutadas u otros defectos del mismo tipo en los que la falla invariablemente se inicia.

Aunque en estructuras para edificios, en nuestro medio, tal tipo de falla es, afortunadamente rara, si se ha observado en puentes, tanques de almacenamiento, torres, barcos y estructuras similares.

La localización de defectos en etapas previas al funcionamiento de la estructura implican la necesidad de una adecuada SUPERVISION

Algunos factores que influyen en la resistencia a falla frágil

- Presencia de muescas.
- Temperatura de servicio.
- Estado de Esfuerzos.
- Espesor.
- Composición química.

La prueba de impacto de Charpy se ha utilizado para visualizar las características de la fractura de un material en relación con la temperatura a que se encuentra.

15.3]

FRACTURE CRITERIA

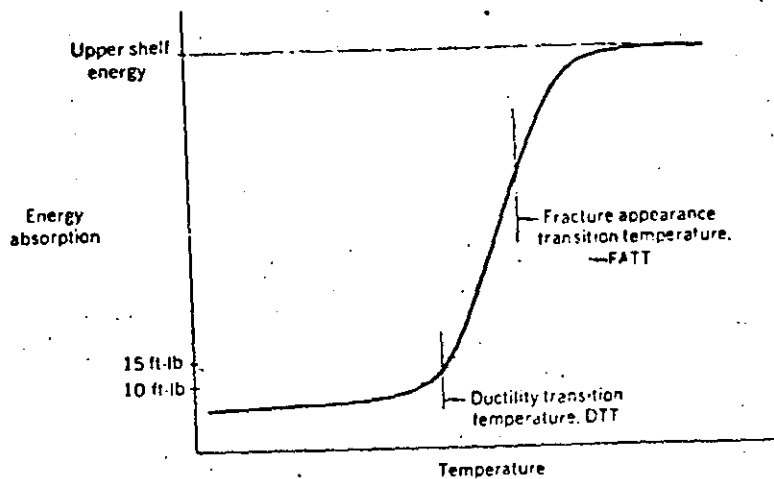


Fig. 15.3 Charpy V-notch test.

BRITTLE FRACTURE

Table 15.2 Factors Affecting Charpy Impact Curve

Factor	Ductility Transition Temperature	Upper Shelf Energy
Increase content of		
Carbon	Increase	Decrease
Manganese	Decrease	Increase
Nickel	Decrease	Increase
Phosphorus	Increase	•
Sulfur	Increase	•
Increase		
Grain size	Increase	•
Thickness	Increase	Decrease
Finishing Temp.	Increase	•
Cooling rate	Decrease	•
Strain aging	Increase	Decrease
Neutron irradiation	Increase	Decrease

• Little change.

Para minimizar la posibilidad de una falla frágil deben seguirse las indicaciones que siguen:

- 1.- Eliminar concentraciones severas de esfuerzos.
- 2.- Eliminar en lo posible muescas o grietas o tomar medidas para impedir su propagación.
- 3.- Eliminar detalles de soldadura que restrinjan en forma severa la deformación plástica de la sección.
- 4.- Eliminar el enfriamiento rápido de la sección o precalentar.
- 5.- Soldar con electrodos de bajo hidrógeno.
- 6.- Eliminar puntos de soldadura y evitar que se cebe el arco contra el material.

FATIGA

Si una estructura se sujeta a cargas que varían cíclicamente puede fallar después de un número más o menos grande de aplicaciones de carga aun bajo esfuerzos muy inferiores a los correspondientes al límite de fluencia del material.

La falla por fatiga se presenta en tres etapas:

- 1.- Se inicia una grieta microscópica.
- 2.- Se propaga la grieta hasta su tamaño crítico.
- 3.- Se excede la resistencia del elemento agrietado y se produce la falla.

Aunque no se han desarrollado métodos analítico-teóricos para predecir la resistencia por fatiga de una estructura si se han realizado una gran cantidad de experimentos que ha permitido dar recomendaciones de diseño.

En todo caso es conveniente revisar periódicamente con cuidado la construcción reparando defectos tales como muescas, grietas, corrosión y lugares de concentración de esfuerzos en que pudiera iniciarse la falla.

Un criterio simple para considerar la fatiga en el diseño se presenta en un apéndice de las normas del AISC. Supervisión implica detectar

VIBRACIONES

Una estructura falla cuando deja de servir a los fines a que fue destinada.

Una vibración excesiva es, en este sentido, una falla y deben, por lo tanto, tomarse medidas durante el diseño para prevenirlas, así como establecerse criterios para controlarlas si llegan a presentarse.

La magnitud de la vibración depende de las características de la estructura y de las de la acción que la provoca.

En edificios en que la acción principal es el movimiento de personas se recomienda dar rigidez a la estructura de tal modo que las trabes o losas del sistema de piso no tengan un peralte menor que el claro entre 20. Cuando la carga es debida a equipos o máquinas la solución es, a menudo, aislarlos.

La rigidez es lo que normalmente se puede controlar en este caso. RIGIDEZ es por ello la palabra que junto con AISLAMIENTO definen este problema.

CORROSION

La mayor parte de los metales al exponerse al medio ambiente sin protección reaccionan con los elementos de ese ambiente dando lugar al fenómeno de corrosión. El producto de la corrosión se deposita sobre el material y este reduce su espesor.

En algunos metales el primer producto de la oxidación actúa como una capa protectora que impide que la corrosión continúe. Este es el caso del cromo, el níquel y el aluminio.

No ocurre lo mismo con el acero en que la corrosión puede continuar en forma indefinida.

Aunque la corrosión se puede presentar en seco, a temperatura normal es de mayor importancia la llamada corrosión húmeda que se presenta en presencia de un líquido, normalmente agua, que actúa como electrolito en el proceso electroquímico implicado en el proceso de corrosión.

Protección contra la corrosión.-

La composición química del acero es de gran importancia en relación con la corrosión, elementos de aleación pueden proteger en forma muy eficiente al acero, un acero con cobre, níquel o cromo tiene una resistencia a la corrosión de más de 4 veces que la del acero común.

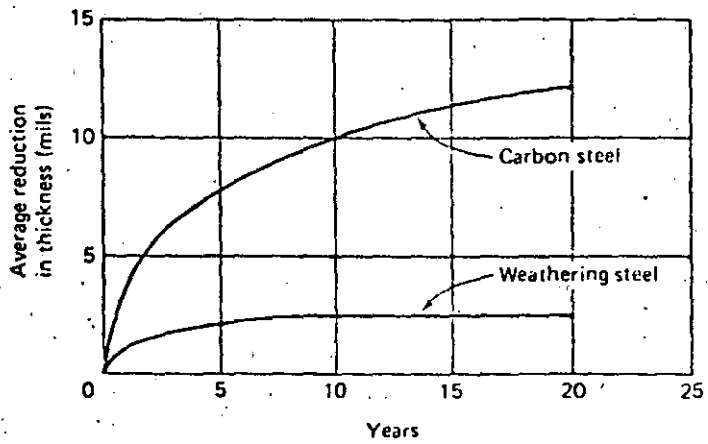


Figure 2.38 Comparison between the Anticorrosion Behavior of Carbon and Weathering Steel.

Los aceros resistentes a la corrosión son caros y es por ello que se recurre a otros procedimientos para protegerlos, se utilizan pinturas o compuestos asfálticos que los aíslan o bien se protegen con una capa de zinc en el proceso llamado galvanizado.

La corrosión resulta enormemente acelerada por la presencia de corrientes eléctricas parásitas y por el contacto entre metales de distinto potencial eléctrico en presencia de humedad.

La corrosión ha ocasionado fallas, sobre todo en piezas sometidas a esfuerzos importantes.

Una gran cantidad de fallas en estructuras de concreto pretensado se han debido a la corrosión de los alambres de pretensado sobre todo en piezas trabajadas a tensión en donde el agrietamiento del concreto permite el ataque de los alambres.

MANTENIMIENTO es en todos los casos la clave contra los efectos nocivos de la corrosión.

FUEGO

Los edificios de acero cuyas condiciones externas e internas no permitan que en caso de incendio se alcancen grandes temperaturas (400° aprox.) no requieren en general ninguna protección y pueden considerarse resistentes al fuego.

Para temperaturas grandes el acero debe aislarse térmicamente con materiales resistentes al fuego.

Para juzgar el efecto que la acción del fuego ha tenido sobre elementos estructurales de acero es necesario someterlos a una revisión cuidadosa sobre todo en las conexiones en donde podrían presentarse aprietamientos o rotura de conectores.

Cuando el material no presenta evidencias de daños importantes debido al efecto de grandes temperatura o a enfriamientos bruscos puede repararse enderezando partes deformadas localmente sin necesidad de recurrir a otras medidas.

Si la temperatura ha sido muy elevada o el enfriamiento muy brusco normalmente se presentan deformaciones tan importantes que el enderezado se hace impracticable y es necesario reemplazar el material afectado.

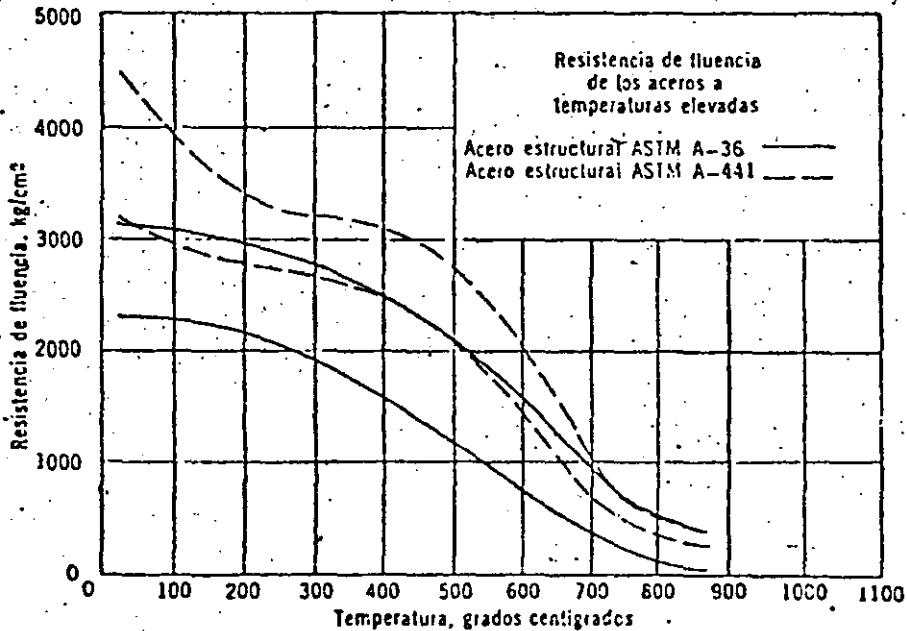
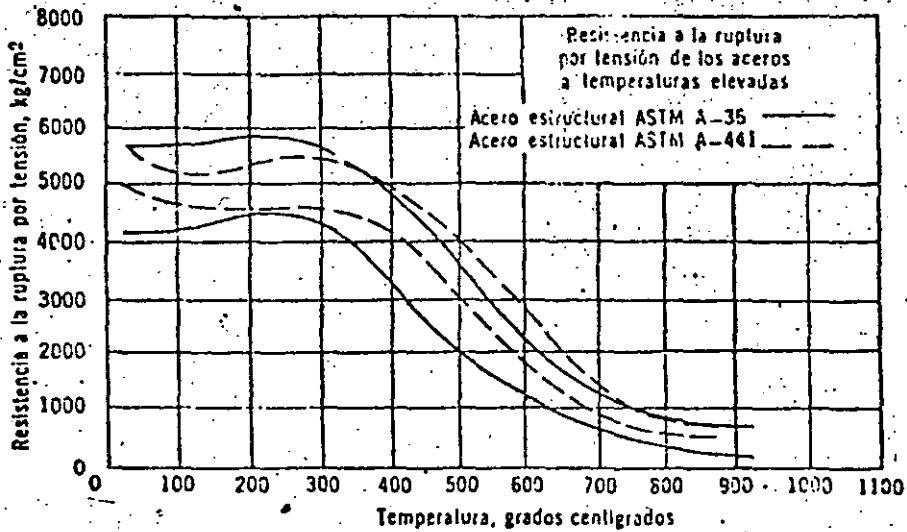


Fig. 2-1 Resistencia de tensión y de fluencia a temperaturas elevadas (Cortesía de la Applied Research Laboratory, United States Steel Corp.)



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

ACERO PARA ESTRUCTURAS

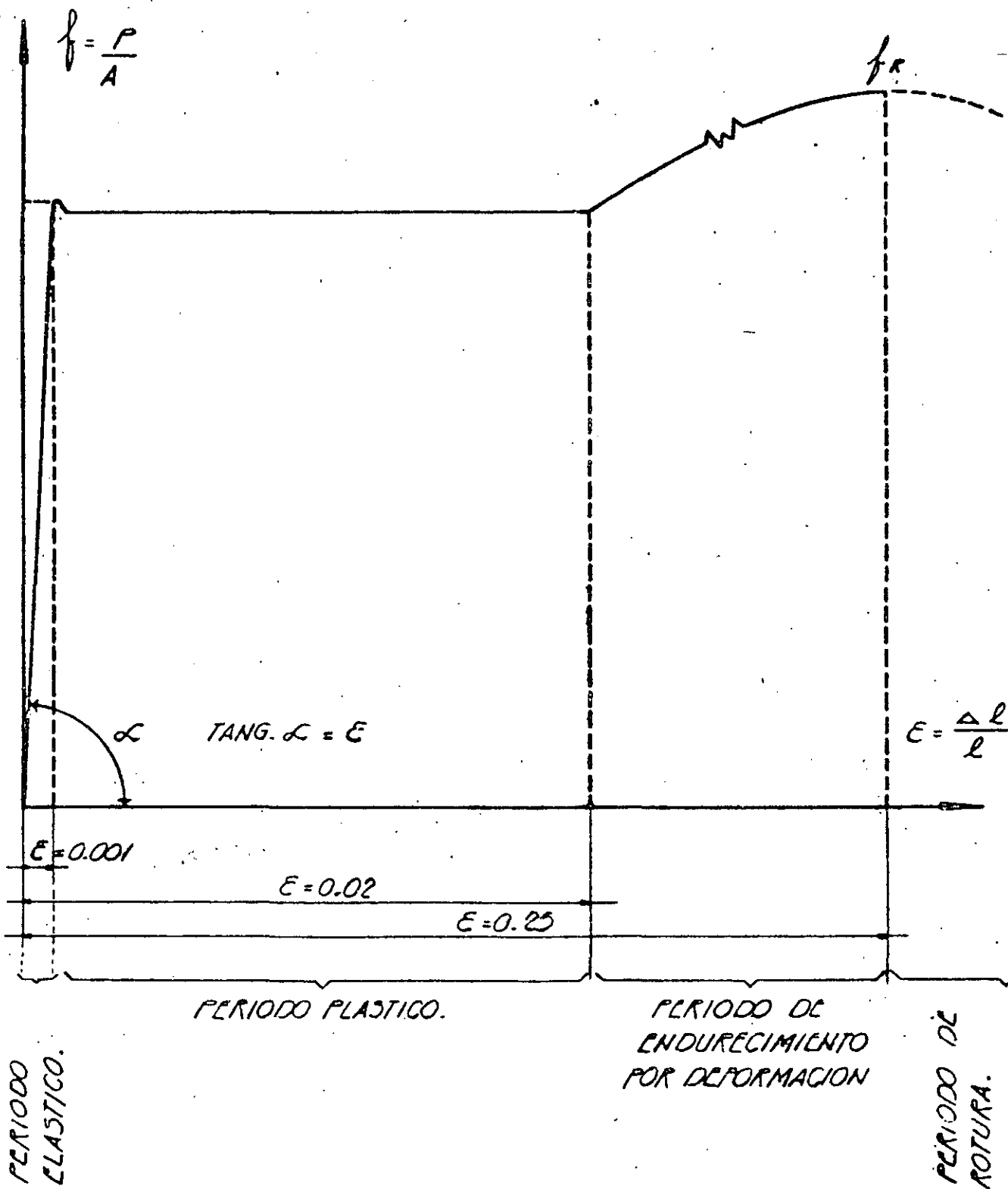
ING. JOSÉ LUIS SÁNCHEZ MARTÍNEZ

OCTUBRE, 1985

ACERO PARA ESTRUCTURAS

I.- PROPIEDADES MECANICAS INDICE.

- a)Esfuerzo en el límite de fluencia: F_y
- b)Esfuerzo en el límite elástico: F_{le} .
- c)Esfuerzo de ruptura: F_r .
- d)Módulo de elasticidad: E .
- e)Zonas de comportamiento elástico y plástico.
- f)Ductilidad.
- g)Por ciento de alargamiento: $\Delta l/l$



II.- ACEROS USUALES EN ESTRUCTURAS

A7 en desaparición

A36 el más utilizado

A242 alta resistencia, baja aleación, resistente
a la corrosión.

- a) Propiedades mecánicas
- b) Características químicas
- c) Productos más usuales

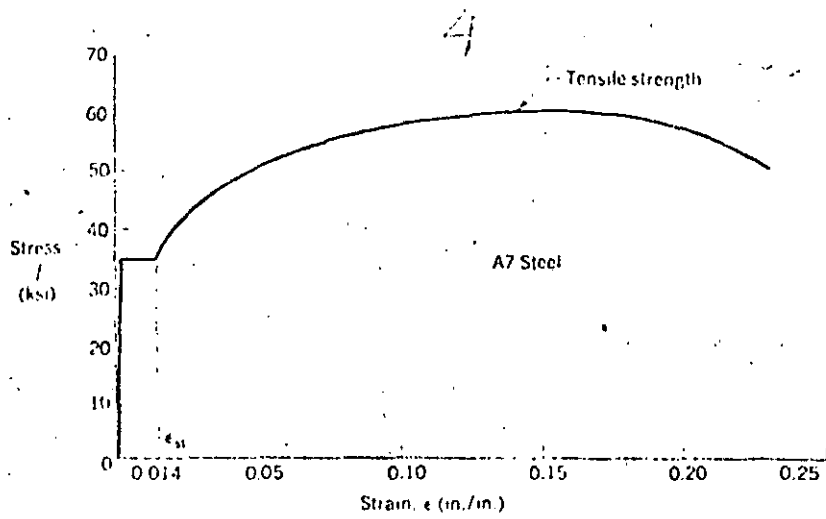


Fig. 2.1 Complete Tensile Stress-Strain Diagram for Structural Carbon Steel

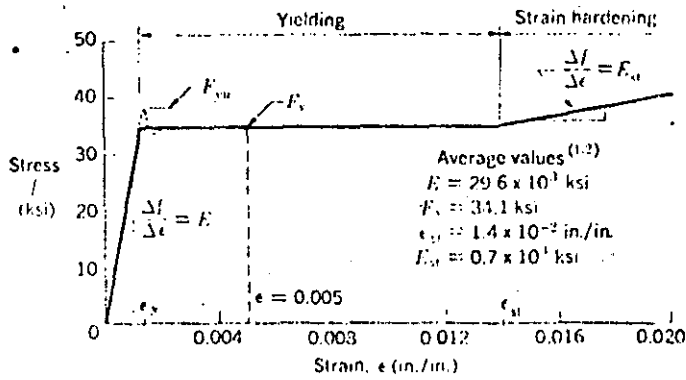


Fig. 2.2 Portion of Stress-Strain Diagram for A7 Steel

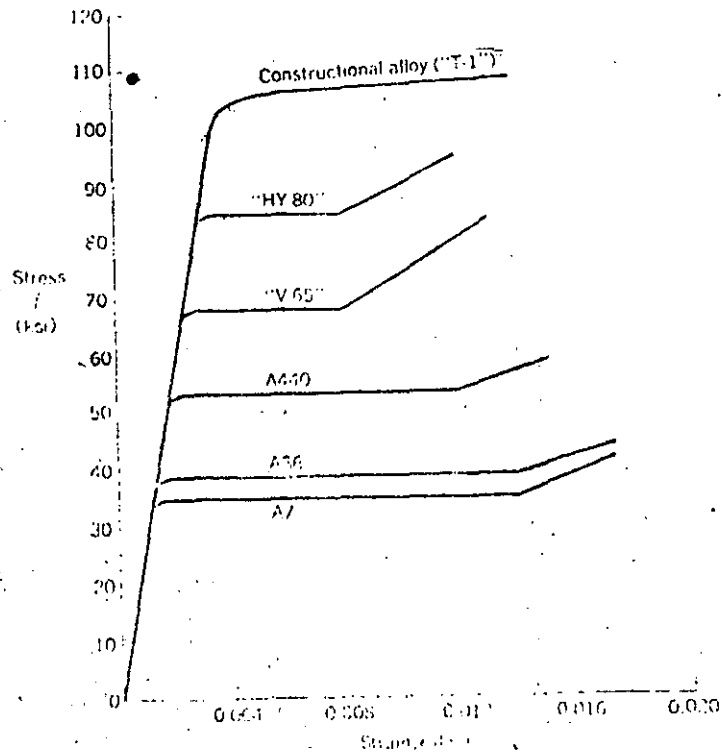


Fig. 2.12 Stress-Strain Curves for Various Steels

DESIGNACION A.S.T.M. A-283

GRADO	Límite Elástico mínimo aparente		Esfuerzo Unitario a la rotura		Alargamiento mínimo en probeta de 8"
	Kg/cm.2	lbs/pulg.2	Kg/cm.2	lbs/pulg.2	
A	1690	24000	3180/3870	45/55000	27 %
B	1900	27000	3515/4220	50/60000	25 %
C	2100	30000	3870/4570	55/65000	23 %
D	2300	33000	4220/5060	60/72000	21 %

DESIGNACION A.S.T.M. A-201

GRADO	Límite Elástico mínimo aparente		Esfuerzo Unitario a la rotura		Alargamiento mínimo en probeta de 8"
	Kg/cm.2	lbs/pulg.2	Kg/cm.2	lbs/pulg.2	
A	2100	30000	3880/4570	55/65000	25 %
B	2250	32000	4220/5060	60/72000	22 %

DESIGNACION A.S.T.M. A-212

GRADO	Límite Elástico mínimo aparente		Esfuerzo Unitario a la rotura		Alargamiento mínimo en probeta de 8"
	Kg/cm.2	lbs/pulg.2	Kg/cm.2	lbs/pulg.2	
A	2460	35000	4570/5410	65/77000	21 %
B	2670	38000	4920/5976	70/85000	19 %

DESIGNACION A.S.T.M. A-285

GRADO	Límite Elástico mínimo aparente		Esfuerzo Unitario a la rotura		Alargamiento mínimo en probeta de 8"
	Kg/cm.2	lbs/pulg.2	Kg/cm.2	lbs/pulg.2	
A	1680	24000	3180/3870	45/55000	29 %
B	1900	27000	3515/4220	50/60000	27 %
C	2100	30000	3870/4570	55/65000	25 %

DESIGNACION A.S.T.M. A-299

Acero al carbon, Manganeso y Silicio de Alta resistencia

ESPESOR	Límite Elástico mínimo aparente		Esfuerzo unitario a la rotura		Alargamiento mínimo en probeta de 8"
	Kg/cm.2	lbs/pulg.2	Kg/cm.2	lbs/pulg.2	
Hasta 25 mm (1")	2950	42000	5270/6330	75/90000	18 %
25.1 a 51 mm (2")	2800	40000	5170/6330	75/90000	18 %

1.1 ESPECIFICACIONES ASTM

A continuación, se enumeran los aceros más comúnmente empleados en nuestro País dentro de estas especificaciones, así como las características físicas en las que se basan los esfuerzos para diseñar estructuras, tanques, calderas, barcos, etc.

DESIGNACION A.S.T.M. A-7

GRADO	Límite Elástico mínimo aparente		Esfuerzo unitario a la rotura		Alargamiento mínimo en probeta de 8"
	Kg/cm.2	lbs/pul.2	Kg/cm.2	lbs/pul.2	
A	2320	33000	4220	60000	21 %
B			5060	72000	

DESIGNACION A.S.T.M. A-36

GRADO	Límite Elástico mínimo aparente		Esfuerzo Unitario a la rotura		Alargamiento mínimo en probeta de 8"
	Kg/cm.2	lbs/pul.2	Kg/cm.2	lbs/pul.2	
A	2531	36000	4220	60000	20 %
B			5675	81000	

DESIGNACION A.S.T.M. A-131

GRADO	Límite Elástico mínimo aparente		Esfuerzo Unitario a la rotura		Alargamiento mínimo en probeta de 8"
	Kg/cm.2	lbs/pulg.2	Kg/cm.2	lbs/pulg.2	
Estructural	2250	32000	4070/5000	58/71000	21 %
Remaches	2100	30000	3860/4570	55/65000	23 %

DESIGNACION A.S.T.M. A-242 Acero Bajo Aleación Alta resistencia

Espesor mm	pulg.	Límite Elástico mínimo aparente		Esfuerzo Unitario a la rotura		Alargamiento mínimo en probeta de 8"
		Kg/cm.2	lbs/pul.2	Kg/cm.2	lbs/pul.2	
4.75 a 19.0	3/16 a 3/4	3510	50000	4920	70000	18 %
19.1 a 38	3/4 a 1 1/2	3720	46000	4710	67000	18 %
38.1 a 100	1 1/2 a 4	2950	42000	4430	63000	16 %

TABLE 1 Material Specifications

Material	ASTM Designation*
Plate to be bent or formed cold	A 283, Grade C*
Steel rivets	A 502, Grade 1*
Bolts and nuts	A 307, A 325
Cast steel	A 27, Grade 65-35*
Forgings (carbon steel)	A 235, Class E
Hot-rolled sheets	A 570, Grade D
Hot-rolled strip	A 570, Grade D
Cold-formed tubing	A 500, Grade B
Hot-formed tubing	A 501

* These designations refer to the following specifications of the American Society for Testing and Materials:
 A 283, Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plate of Structural Quality,¹
 A 502, Steel Structural Rivets,²
 A 307, Low-Carbon Steel Externally and Internally Threaded Standard Fasteners,³
 A 325, High Strength Bolts for Structural Steel Joints Including Suitable Nuts and Plain Hardened Washers,³
 A 27, Mild- to Medium-Strength Carbon-Steel Castings for General Application,⁴
 A 235, Carbon Steel Forgings for General Industrial Use,⁵
 A 570, Hot-Rolled Carbon Steel Sheets and Strip, Structural Quality,⁶
 A 500, Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes,⁷ and
 A 501, Hot-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing.⁸
 * These have lower yield point than A 36 steel.

¹ Annual Book of ASTM Standards, Part 2.

TABLE 2 Chemical Requirements

Product	Shapes*	Plates					Bars			
		To ¼ (19), incl.	Over ¼ to 1½ (19 to 38), incl.	Over 1½ to 2½ (38 to 64), incl.	Over 2½ to 4 (64 to 102), incl.	Over 4 (102)	To ¾ (19), incl.	Over ¾ to 1½ (19 to 38), incl.	Over 1½ to 4 (102), incl.	Over 4 (102)
Carbon, max, percent	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29
Manganese, percent	...	...	0.80	0.80	0.85	0.85	...	0.60	0.60	0.60
			1.20	1.20	1.20	1.20		0.90	0.90	0.90
Phosphorus, max, percent	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max, percent	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, percent	...	...	...	0.15	0.15	0.15	...	...	...	...
				0.30	0.30	0.30				
Copper, min, percent, when copper steel is specified	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

* Manganese content of 0.85-1.35% and silicon content of 0.15-0.30% is required for shapes over 426 lb/ft.

the specified thickness or diameter below $\frac{3}{16}$ in.

being bent cold through 180 deg without cracking on the outside of the bent portion to an inside diameter which shall have a relation to the thickness of the specimen as prescribed as Table 3.

6. Bend Test Requirements

6.1 The bend test specimens shall stand

TABLE 1 Chemical Requirements (Heat Analysis)

Element	Composition, %	
	Type 1	Type 2
Carbon, max	0.15	0.20
Manganese, max	1.00	1.35
Phosphorus, max	0.15	0.04
Sulfur, max	0.05	0.05
Copper, min	0.20	0.20*

* If chromium and silicon contents are each 0.50 min, then the copper 0.20 min requirement does not apply.

TABLE 2 Tensile Requirements

	Plates and Bars			Structural Shapes		
	For Thicknesses $\frac{3}{4}$ in. (19.1 mm), and under	For Thicknesses over $\frac{3}{4}$ to 1 1/2 in. (19.1 to 38.1 mm), incl.	For Thicknesses over 1 1/2 to 4 in. (38.1 to 101.6 mm), incl.	Groups 1 and 2	Group 3	Groups 4 and 5
Tensile strength, min, psi (MPa)	70 000 (480)	67 000 (460)	63 000 (435)	70 000 (480)	67 000 (460)	63 000 (435)
Yield point, min, psi (MPa)	50 000 (345)	46 000 (315)	42 000 (290)	50 000 (345)	46 000 (315)	42 000 (290)
Elongation in 8 in. or 200 mm, min, %	18*	18*	18*	18*	18	18
Elongation in 2 in. or 50 mm, min, %	...	21	21	...	...	21*

* See 5.2

* For wide flange shapes over 426 lb/ft elongation in 2 in. or 50 mm of 18% minimum applies.

* Elongation not required to be determined for floor plate.

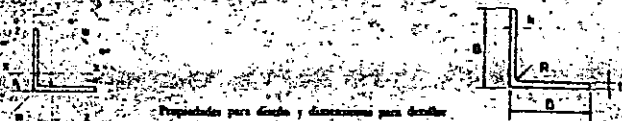
TABLE 3 Bend Test Requirements

Thickness of Material, in. (mm)	Ratio of Bend Diameter to Thickness of Specimen
To $\frac{3}{4}$ (19.1), incl	1
Over $\frac{3}{4}$ to 1 (19.1 to 25.4), incl	1 1/2
Over 1 to 1 1/2 (25.4 to 38.1), incl	2
Over 1 1/2 to 2 (38.1 to 50.8), incl	2 1/2
Over 2 to 4 (50.8 to 101.6), incl	3

By publication of this standard no position is taken with respect to the validity of any patent rights in connection therewith, and the American Society for Testing and Materials does not undertake to insure anyone utilizing the standard against liability for infringement of any Letters Patent nor assume any such liability.

ANGULOS PERFIL ESTANDAR DE LADOS IGUALES

APS

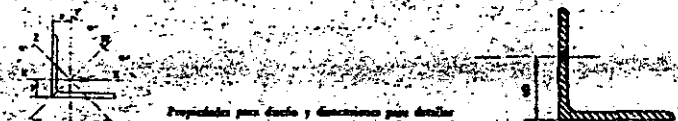


Propiedades para diseño y dimensiones para detalles

PERFIL	ESPASES d		Pesa	A		B		EJE X-X y Y-Y		
	mm	INCH		mm	INCH	mm	INCH	mm	INCH	mm
3/4	12	1/2	0.81	111	12	6.37	0.21	0.38	0.38	
	15	1/4	1.25	171	13	6.38	0.2	0.5	0.66	
7/8	12	1/4	1.04	112	12	6.35	0.19	0.66	0.66	
	15	3/16	1.49	191	17	6.79	0.54	0.66	0.74	
1	12	1/4	1.19	132	12	6.92	0.51	0.79	0.76	
	15	3/16	1.73	221	17	1.25	0.72	0.76	0.81	
	18	1/4	2.22	280	12	1.54	0.82	0.74	0.76	
1 1/4	12	1/4	1.50	193	17	1.83	0.80	0.97	0.89	
	15	3/16	2.20	279	17	2.54	1.18	0.97	0.97	
1 1/2	12	1/4	1.63	214	17	1.83	0.80	0.97	0.89	
	15	3/16	2.48	314	17	2.79	1.49	0.94	1.02	
1 1/2	12	1/4	1.83	244	17	2.25	1.18	1.17	1.07	
	15	3/16	2.68	344	17	3.20	1.64	1.17	1.12	
	18	1/4	3.48	444	17	4.15	2.20	1.14	1.14	
1 3/4	12	1/4	2.03	274	17	2.65	1.44	1.40	1.22	
	15	3/16	3.15	394	17	3.79	2.29	1.37	1.30	
	18	1/4	4.12	520	17	4.71	3.15	1.35	1.35	
2	12	1/4	2.46	310	17	3.34	1.64	1.40	1.22	
	15	3/16	3.61	441	17	4.57	2.37	1.37	1.30	
	18	1/4	4.75	585	17	5.57	3.11	1.35	1.35	
2 1/2	12	1/4	3.46	411	17	4.79	2.29	1.37	1.30	
	15	3/16	5.33	574	17	6.37	3.11	1.35	1.35	
	18	1/4	6.99	777	17	8.14	3.94	1.30	1.30	
2 1/2	12	1/4	4.61	511	17	6.00	2.94	1.30	1.25	
	15	3/16	6.80	700	17	8.20	3.94	1.30	1.25	
	18	1/4	9.00	900	17	10.40	4.94	1.25	1.25	
3	12	1/4	5.87	611	17	7.40	3.94	1.25	1.25	
	15	3/16	8.74	844	17	10.40	4.94	1.25	1.25	
	18	1/4	11.61	1100	17	13.40	5.94	1.25	1.25	

ANGULOS PERFIL ESTANDAR DE LADOS IGUALES

APS



Propiedades para diseño y dimensiones para detalles

PERFIL	EJE W-W		EJE X-X		GRAMIN	Dimensiones de		Espesor de
	mm	INCH	mm	INCH		mm	INCH	
3/4	12	1/2	0.81	111	11	6.3	1/4	25
	15	1/4	1.25	171	11	6.3	1/4	25
7/8	12	1/4	1.04	112	11	6.3	1/4	25
	15	3/16	1.49	191	12	6.3	1/4	25
1	12	1/4	1.19	132	11	6.3	1/4	25
	15	3/16	1.73	221	11	6.3	1/4	25
	18	1/4	2.22	280	11	6.3	1/4	25
1 1/4	12	1/4	1.50	193	11	6.3	1/4	25
	15	3/16	2.20	279	11	6.3	1/4	25
1 1/2	12	1/4	1.63	214	11	6.3	1/4	25
	15	3/16	2.48	314	11	6.3	1/4	25
1 1/2	12	1/4	1.83	244	11	6.3	1/4	25
	15	3/16	2.68	344	11	6.3	1/4	25
	18	1/4	3.48	444	11	6.3	1/4	25
1 3/4	12	1/4	2.03	274	11	6.3	1/4	25
	15	3/16	3.15	394	11	6.3	1/4	25
	18	1/4	4.12	520	11	6.3	1/4	25
2	12	1/4	2.46	310	11	6.3	1/4	25
	15	3/16	3.61	441	11	6.3	1/4	25
	18	1/4	4.75	585	11	6.3	1/4	25
2 1/2	12	1/4	3.46	411	11	6.3	1/4	25
	15	3/16	5.33	574	11	6.3	1/4	25
	18	1/4	6.99	777	11	6.3	1/4	25
2 1/2	12	1/4	4.61	511	11	6.3	1/4	25
	15	3/16	6.80	700	11	6.3	1/4	25
	18	1/4	9.00	900	11	6.3	1/4	25
3	12	1/4	5.87	611	11	6.3	1/4	25
	15	3/16	8.74	844	11	6.3	1/4	25
	18	1/4	11.61	1100	11	6.3	1/4	25

ANGULOS PERFIL ESTANDAR DE LADOS IGUALES



ANGULOS PERFIL STANDARD DE LADOS IGUALES



Propiedades para diseño y dimensiones para detalles

PERFIL	ESPESOR t		R	A		B		C		Z	I	S
	mm	Inch		mm	Inch	mm	Inch	mm	Inch			
3	6.3	1/4	7.29	9.29	7.9	51.60	9.30	2.34	2.15			
	7.9	5/16	9.08	11.08	7.9	62.90	11.60	2.34	2.21			
	9.5	3/8	10.72	13.61	7.9	73.20	13.60	2.31	2.26			
	11.1	7/16	12.35	15.66	7.9	82.80	15.60	2.31	2.31			
4	12.7	1/2	13.99	17.74	7.9	92.40	17.50	2.24	2.36			
	15.9	5/8	17.11	21.68	7.9	109.10	21.30	2.24	2.49			
	6.3	1/4	9.82	12.52	9.5	124.96	17.20	1.18	2.77			
	7.9	5/16	12.20	15.46	9.5	154.46	21.10	1.15	2.84			
5	9.5	3/8	14.54	18.45	9.5	181.55	24.90	1.12	2.89			
	11.1	7/16	16.92	21.35	9.5	206.90	28.70	1.12	2.94			
	12.7	1/2	19.05	24.19	9.5	231.40	32.30	1.10	2.99			
	15.9	5/8	23.36	29.74	9.5	277.20	39.30	1.05	3.12			
6	19.0	3/4	27.53	35.10	9.5	317.40	46.00	1.02	3.22			
	9.5	3/8	18.30	23.29	12.7	363.8	39.7	3.96	3.53			
	11.1	7/16	21.28	26.97	12.7	417.1	45.7	3.94	3.58			
	12.7	1/2	24.11	30.65	12.7	468.3	51.6	3.91	3.63			
7	15.9	5/8	29.76	37.81	12.7	565.3	63.3	3.86	3.76			
	19.0	3/4	35.12	44.77	12.7	655.2	74.2	3.81	3.86			
	9.5	3/8	22.17	28.13	12.7	660.6	57.8	4.78	4.16			
	11.1	7/16	25.60	32.65	12.7	735.9	66.7	4.75	4.22			
8	12.7	1/2	29.17	37.10	12.7	828.7	75.5	4.72	4.27			
	14.3	9/16	32.59	41.48	12.7	918.6	84.2	4.70	4.34			
	15.9	5/8	36.01	45.87	12.7	1005.6	92.8	4.67	4.39			
	19.0	3/4	42.71	54.15	12.7	1171.7	109.1	4.65	4.52			
9	22.2	7/8	49.26	62.77	12.7	1328.6	125.0	4.60	4.62			
	25.4	1	55.66	70.97	12.7	1476.0	140.0	4.57	4.72			

ANGULOS PERFIL ESTANDAR DE LADOS IGUALES



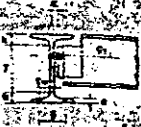
ANGULOS PERFIL STANDARD DE LADOS IGUALES



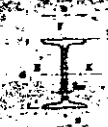
Propiedades para diseño y dimensiones para detalles

PERFIL	ESPESOR t		R	A		B		C		Z	I	S	GRAMA	Momento de Inercia	Sección Modificada	Capacidad
	mm	Inch		mm	Inch	mm	Inch	mm	Inch							
10	7.66	1/4	2.94	5.38	20.39	6.86	1.49	2.97	6	22.2	7.8	75				
	9.69	18.02	2.92	5.38	21.97	8.21	1.47	3.04	6	22.2	7.8	75				
	11.29	20.96	2.89	5.38	23.55	9.41	1.47	3.14	6	22.2	7.8	75				
	12.89	23.82	2.87	5.38	33.71	10.34	1.47	3.28	6	22.2	7.8	75				
11	14.26	26.53	2.84	5.38	38.29	11.53	1.47	3.32	6	22.2	7.8	75				
	15.816	29.39	2.82	5.38	42.45	12.05	1.47	3.32	6	22.2	7.8	75				
	19.09	26.72	3.96	7.18	48.10	12.30	2.03	3.91	6	22.2	7.8	75				
	219.33	33.33	3.91	7.18	61.60	15.36	2.03	4.03	6	22.2	7.8	75				
12	283.03	39.41	3.91	7.18	73.25	18.17	1.98	4.05	6	22.2	7.8	75				
	322.99	44.98	3.88	7.18	83.66	20.15	1.98	4.25	6	22.2	7.8	75				
	361.28	50.31	3.86	7.18	94.48	22.44	1.98	4.28	6	22.2	7.8	75				
	433.71	60.40	3.81	7.18	115.71	26.35	1.98	4.39	6	22.2	7.8	75				
13	497.39	69.27	3.75	7.18	136.10	29.97	1.98	4.54	6	22.2	7.8	75				
	579.6	64.6	4.99	8.96	148.0	29.8	2.52	4.97	70	25.4	1	90				
	662.9	74.0	4.96	8.96	171.1	33.8	2.52	5.05	70	25.4	1	90				
	746.5	83.3	4.94	8.96	190.1	37.2	2.49	5.12	70	25.4	1	90				
14	897.3	100.5	4.87	8.96	233.3	43.9	2.48	5.31	70	25.4	1	90				
	1035.5	115.6	4.82	8.96	275.3	50.5	2.48	5.45	70	25.4	1	90				
	1018.6	94.6	6.02	10.76	262.6	44.7	3.05	5.83	90	25.4	1	90				
	1173.5	109.0	5.99	10.76	298.3	50.1	3.02	5.96	90	25.4	1	90				
15	1326.1	123.3	5.97	10.76	331.3	54.9	2.99	6.03	90	25.4	1	90				
	1464.6	136.0	5.94	10.76	372.6	60.8	2.99	6.17	90	25.4	1	90				
	1604.8	149.2	5.92	10.76	406.4	65.6	2.98	6.29	90	25.4	1	90				
	1859.2	172.7	5.85	10.76	484.2	75.9	2.98	6.38	90	25.4	1	90				
16	2101.8	196.2	5.79	10.76	555.4	85.1	2.97	6.52	90	25.4	1	90				
	2327.8	203.3	5.73	10.76	624.2	93.7	2.96	6.66	90	25.4	1	90				

VIGAS I PERFIL ESTANDAR
IPS
DIMENSIONES PARA DETALLAR



VIGAS I PERFIL ESTANDAR
IPS
PROPIEDADES PARA DISEÑO



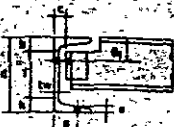
PERFIL	PESO Lb/ft	PESALTE mm	PATIN			SERVIDOR			DIMENSIONES				GRANDEZAS				CANTIDAD EN PULG.
			ANCHO b	EQUIDISTANCIA d	PUNTO e	ANCHO a	ALTO g	ALTO h	ALTO d	ALTO e	ALTO f	ALTO g	ALTO h	ALTO i	ALTO j		
3	8.45	76	60	6	4	25	48	14	33	5	36	6	93				
76.2	11.16	76	64	6	10	28	48	14	33	7	36	6	93				
4	11.46	102	68	8	5	32	70	16	51	5	38	8	127				
101.6	14.14	102	71	8	8	32	70	16	51	6	38	9	127				
5	14.88	127	76	8	6	35	91	18	51	5	40	8	127				
127.0	21.95	127	83	8	13	35	91	18	51	8	40	8	127				
6	18.60	152	83	10	6	39	114	19	51	5	44	10	152				
152.4	25.67	152	92	10	13	39	114	19	51	8	44	10	152				
7	22.77	178	92	10	6	44	136	21	57	5	57	10	152				
177.8	29.76	178	98	10	11	44	136	21	57	8	57	10	152				
8	27.34	203	102	11	8	48	159	22	57	6	57	11	180				
203.2	34.23	203	105	11	11	48	159	22	57	8	57	11	180				
10	37.50	254	118	13	8	55	204	25	64	6	60	13	198				
294	52.09	254	127	13	16	55	204	25	64	10	60	13	198				
12	47.33	305	127	14	10	60	217	29	64	7	60	14	198				
365	62.09	305	135	14	11	60	217	29	64	7	60	14	198				

PERFIL	PESO Lb/ft	AREA cm ²	PESALTE mm	PATIN			SERVIDOR			d	RIG X-X			RIG Y-Y		
				ANCHO b	EQUIDISTANCIA d	PUNTO e	ANCHO a	ALTO g	ALTO h		ALTO i	ALTO j	ALTO k	ALTO l		
3	8.45	10.58	76.2	59.11	6.60	4.32	1.95	104.1	27.4	3.11	79.3	64	1.5			
76.2	11.16	14.00	76.2	62.73	6.60	3.26	1.81	129.7	32.7	2.99	214	77	1.52			
4	11.46	14.26	101.6	67.26	7.44	4.83	2.82	202.7	40.2	4.17	32.0	93	1.50			
101.6	14.14	17.81	101.6	71.82	7.44	4.78	1.92	228.9	54.9	3.96	37.9	102	1.67			
5	14.88	18.52	127.0	76.20	6.23	5.33	2.03	262.6	70.3	5.21	46.9	131	1.65			
127.0	21.95	27.68	127.0	81.17	6.23	5.25	1.84	288.3	90.3	4.75	228	163	1.60			
6	18.60	23.29	152.4	84.28	6.27	5.53	1.98	322.4	118.0	6.25	74.9	177	1.79			
152.4	25.67	32.39	152.4	90.59	6.27	5.51	1.85	348.2	142.0	5.79	93.7	212	1.71			
7	22.77	28.58	177.8	92.26	6.36	6.35	1.81	386.3	165.3	7.2	112.3	242	1.80			
177.8	29.76	37.61	177.8	98.64	6.36	6.13	1.82	414.8	186.6	6.57	128.9	263	1.85			
8	27.34	34.45	203.2	101.60	6.38	6.36	1.86	438.4	210.0	6.59	139.2	311	1.84			
203.2	34.23	43.29	203.2	105.06	6.38	6.29	1.78	472.2	236.0	7.19	154.1	343	2.06			
10	37.50	47.51	254.0	118.36	6.47	7.07	1.72	527.7	300.3	8.14	207.2	409	2.46			
294	52.09	65.94	254.0	125.97	6.47	6.98	1.62	568.7	375	7.64	233.5	504	2.33			
12	47.33	59.74	304.8	127.00	6.52	6.59	1.71	582.1	389	8.27	246	423	2.57			
365	62.09	85.94	304.8	133.69	6.52	6.52	1.71	628.6	474	8.91	276	463	2.52			

CANALES PERFIL ESTANDAR

CPS

DIMENSIONES PARA DETALLAR



PERFIL	PESO	PATIN		ESPESOR		DIMENSIONES						CANTIDAD	Módulo	
		Superior	Inferior	Superior	Inferior	A	B	C	D	E	F			
3	6.30	35	7	4	32	44	16	38	6	24	6	10	3	10
	7.44	38	7	7	31	44	16	38	11	25	6	10		
	8.50	41	7	9	32	44	16	38	11	25	8	10		
4	8.04	40	8	5	33	70	18	51	7	23	6	13	4	13
	10.79	44	8	8	36	70	16	51	10	23	8	16		
5	9.57	44	8	5	39	91	18	51	7	25	8	16	5	16
	13.39	48	8	8	40	91	18	51	10	29	8	16		
6	12.28	49	9	5	44	114	19	57	7	29	8	16	6	16
	15.63	52	9	8	44	114	19	57	10	29	10	16		
	19.35	55	9	11	44	114	19	57	13	33	8	16		
7	14.58	53	9	5	48	136	21	57	7	32	10	16	7	16
	18.23	56	9	8	48	136	21	57	10	32	10	16		
	21.95	58	9	11	47	136	21	57	13	32	10	16		
8	17.11	57	10	6	51	161	21	57	8	35	10	19	8	19
	20.6	60	10	8	52	161	21	57	10	35	10	19		
	27.90	64	10	12	52	161	21	57	14	38	10	19		
10	22.76	66	11	6	60	210	22	97	16	38	11	19	10	19
	37.20	73	11	13	60	210	22	97	19	40	11	19		
	44.64	73	11	17	60	210	22	97	24	40	11	19		
2	30.60	75	13	7	68	254	25.5	93	16	50	13	19	2	19
	37.20	77	13	10	67	254	25.5	93	19	50	13	19		
	44.64	81	13	13	68	254	25.5	93	22	50	13	19		

CANALES PERFIL ESTANDAR

CPS

PROPIEDADES PARA DISEÑO

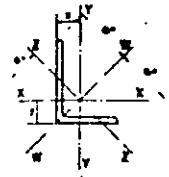


PERFIL	PESO	AREA	PATIN		ESPESOR		PROPIEDADES PARA DISEÑO					
			Superior	Inferior	Superior	Inferior	1	2	3	4	5	6
3	6.30	7.28	5.81	6.83	4.32	66.6	17.3	2.89	8.32	1.44	1.84	1.12
	7.44	8.42	6.83	6.83	4.32	74.9	19.7	2.62	10.41	1.95	1.64	1.12
	8.50	11.29	10.54	6.89	9.04	87.4	22.9	2.78	12.90	4.42	1.87	1.17
4	8.04	10.08	6.13	7.52	4.57	152.2	31.1	1.98	18.32	4.75	1.54	1.17
	10.79	11.68	6.89	7.52	4.11	187.3	36.9	1.76	18.31	5.74	1.17	1.17
5	9.57	12.58	44.65	4.13	4.13	308.0	48.5	4.95	17.98	4.23	1.27	1.24
	13.39	16.97	67.81	4.13	8.26	366.3	57.7	4.63	26.64	7.17	1.31	1.22
6	12.28	15.42	48.77	4.71	5.08	541.1	71.0	5.94	28.14	8.19	1.37	1.32
	15.63	17.81	51.69	4.71	7.98	628.5	82.5	5.64	38.21	9.34	1.35	1.27
	19.35	24.38	54.79	4.71	11.10	720.1	94.5	5.41	48.79	10.65	1.35	1.32
7	14.58	18.39	53.09	9.38	5.33	878.2	98.8	6.94	46.75	10.32	1.50	1.40
	18.23	21.19	55.73	9.38	7.98	1031.1	112.8	6.58	49.95	11.63	1.47	1.35
	21.95	27.89	58.39	9.38	10.64	1127.9	128.9	6.38	53.27	12.95	1.45	1.35
8	17.11	21.68	57.40	9.91	5.59	1344.4	132.3	7.57	54.11	12.95	1.60	1.49
	20.6	23.94	59.51	9.91	7.70	1490.1	146.6	7.59	62.43	14.09	1.57	1.47
	27.90	31.43	64.19	9.91	12.17	1818.9	178.9	7.36	81.25	16.59	1.52	1.45
10	22.76	24.97	66.04	11.07	6.10	2305.4	221.2	9.13	94.90	17.01	1.81	1.61
	37.20	47.42	75.30	11.07	13.36	3796.0	298.2	8.94	139.85	24.25	1.72	1.57
	44.64	56.90	77.04	11.07	17.09	4287.2	359.2	8.49	183.99	27.04	1.70	1.55
2	30.60	39.29	74.73	12.72	7.16	5369.4	352.3	11.71	161.50	28.35	2.03	1.77
	37.20	47.43	77.39	12.72	9.83	5993.7	394.9	11.25	188.05	30.81	1.98	1.71
	44.64	56.90	80.52	12.72	12.95	6742.9	442.9	10.39	213.94	33.76	1.94	1.71

DIMENSIONES Y PESOS.



ANGULOS PERFIL ESTANDAR DE LADOS DESIGUALES APS



PROPIEDADES PARA DISEÑO
DIMENSIONES PARA DETALLAR

PERFIL	Espesor t		Peso	A	R	EJE x-x				EJE y-y				EJE z-z
	mm	pulg.				I	r	S	y	I	r	S	x		r mlt.
4x3 101.6 x 76.2	6.3	1/4	8.63	10.90	9.5	115.3	3.25	16.39	3.15	56.6	2.26	9.83	1.88	1.65
	7.9	5/16	10.72	13.48	9.5	140.7	3.23	20.16	3.20	68.7	2.25	11.96	1.93	1.65
	9.5	3/8	12.65	16.00	9.5	164.8	3.20	23.93	3.25	79.9	2.23	14.26	1.98	1.62
	11.1	7/16	14.58	18.51	9.5	188.1	3.18	27.53	3.30	90.7	2.21	16.22	2.03	1.62
	12.7	1/2	16.52	20.96	9.5	210.2	3.16	30.97	3.88	100.7	2.19	18.36	2.11	1.62
15.9	5/8	20.24	25.67	9.5	251.0	3.12	37.69	3.48	119.5	2.15	22.13	2.21	1.62	
19.0	3/4	23.81	30.26	9.5	288.4	3.09	43.91	3.60	136.5	2.12	25.73	2.34	1.62	
6x4 152.4 x 101.6	7.9	5/16	15.19	19.44	12.7	472.7	4.93	45.58	4.87	173.1	2.98	22.10	2.33	2.24
	9.5	3/8	18.31	23.29	12.7	560.6	4.91	54.40	4.93	203.9	2.96	26.22	2.39	2.23
	11.1	7/16	21.28	26.97	12.7	643.5	4.88	62.76	4.98	233.1	2.94	30.31	2.44	2.21
	12.7	1/2	24.11	30.65	12.7	723.8	4.86	70.96	5.05	261.0	2.92	34.08	2.51	2.21
	15.9	5/8	29.76	37.81	12.7	877.0	4.82	87.02	5.16	313.0	2.88	41.62	2.62	2.18
	19.0	3/4	35.12	44.77	12.7	1020.2	4.77	102.42	5.28	361.3	2.84	48.67	2.74	2.18
22.2	7/8	40.48	51.48	12.7	1154.2	4.73	117.17	5.38	405.8	2.80	55.55	2.84	2.18	

NOTA: Los gramiles y diámetros máximos de agujero deberán tomarse para cada lado como ángulos de los lados iguales.

PLACA		
ESPESOR		PESO
mm	pulgadas	kg/m2
5	3/16	37.4
6	1/4	49.8
8	5/16	62.2
10	3/8	74.7
11	7/16	87.1
13	1/2	99.6
14	9/16	112.0
16	5/8	124.5
17	11/16	137.0
19	3/4	149.4
22	7/8	174.3
25	1	199.2
29	1 1/8	224.1
32	1 1/4	249.0
35	1 3/8	274.0
38	1 1/2	298.9
44	1 3/4	348.6
51	2	393.4

LAMINA		
Cobres No.	Espesor mm	Peso kg/m2
10	3.42	27.5
11	3.04	24.0
12	2.66	21.4
13	2.28	18.3
14	1.90	14.3
15	1.71	13.7
16	1.52	12.2
17	1.37	11.0
18	1.21	9.8
19	1.06	8.5
20	0.91	7.3
21	0.84	6.7
22	0.76	6.1
23	0.68	5.5
24	0.61	4.9
25	0.53	4.3
26	0.46	3.7

LAMINA		
Cobres No.	Espesor mm	Peso kg/m2
7	4.55	35.4
8	4.18	33.6
9	3.80	30.5

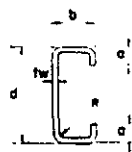
CANALES DE LAMINA DOBLADA

CANAL PERFIL LIGERO DOS PATINES ATIESADOS

FORMADO EN FRIO

C.P.L. 2

DIMENSIONES PARA DETALLAR



PERFIL	Calibre	Espesor mm	Peso Kg/m	Area cm ²	d mm	b mm	a mm	R mm
12-3 1/2	10	3.42	13.74	17.39	304.8	88.9	25.4	4.8
	12	2.66	10.66	13.49	304.8	88.9	22.9	4.8
10-3 1/2	10	3.42	12.37	15.65	254.0	88.9	25.4	4.8
	12	2.66	9.59	12.14	254.0	88.9	22.9	4.8
	14	1.90	6.82	8.63	254.0	88.9	17.8	2.4
9-3 1/4	10	3.42	11.34	14.35	228.6	82.6	25.4	4.8
	12	2.66	8.68	10.99	228.6	82.6	20.3	4.8
	14	1.90	6.24	7.90	228.6	82.6	17.8	2.4
	16	1.52	4.96	6.27	228.6	82.6	15.2	2.4
8-3	10	3.42	10.17	12.88	203.2	76.2	22.9	4.8
	12	2.66	7.88	9.98	203.2	76.2	20.3	4.8
	14	1.90	5.67	7.18	203.2	76.2	17.8	2.4
	16	1.52	4.50	5.69	203.2	76.2	15.2	2.4
7-2 3/4	10	3.42	9.01	11.40	177.8	69.9	20.3	4.8
	12	2.66	7.08	8.96	177.8	69.9	20.3	4.8
	14	1.90	5.10	6.46	177.8	69.9	17.8	2.4
	16	1.52	4.04	5.11	177.8	69.9	15.2	2.4
6-2 1/2	10	3.42	7.84	9.92	152.4	63.5	17.8	4.8
	12	2.66	6.17	7.82	152.4	63.5	17.8	4.8
	14	1.90	4.53	5.73	152.4	63.5	17.8	2.4
	16	1.52	3.58	4.51	152.4	63.5	15.2	2.4
5-2	10	3.42	6.47	8.19	127.0	50.8	17.8	4.8
	12	2.66	5.11	6.46	127.0	50.8	17.8	4.8
	14	1.90	3.69	4.67	127.0	50.8	15.2	2.4
	16	1.52	2.91	3.69	127.0	50.8	12.7	2.4
	18	1.21	2.31	2.95	127.0	50.8	12.7	2.4
4-2	10	3.42	5.78	7.32	101.6	50.8	17.8	4.8
	12	2.66	4.57	5.79	101.6	50.8	17.8	4.8
	14	1.90	3.31	4.18	101.6	50.8	15.2	2.4
	16	1.52	2.61	3.30	101.6	50.8	12.7	2.4
	18	1.21	2.09	2.65	101.6	50.8	12.7	2.4
3 1/2-2	10	3.42	5.44	6.88	88.9	50.8	17.8	4.8
	12	2.66	4.31	5.45	88.9	50.8	17.8	4.8
	14	1.90	3.12	3.94	88.9	50.8	15.2	2.4
	16	1.52	2.45	3.11	88.9	50.8	12.7	2.4
	18	1.21	1.97	2.49	88.9	50.8	12.7	2.4
3-1 3/4	12	2.66	3.77	4.78	76.2	44.5	17.8	4.8
	14	1.90	2.66	3.47	76.2	44.5	12.7	2.4
	16	1.52	2.15	2.72	76.2	44.5	12.7	2.4
	18	1.21	1.68	2.12	76.2	44.5	10.2	2.4

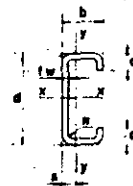
CANALES DE LAMINA DOBLADA

CANAL PERFIL LIGERO DOS PATINES ATIESADOS

FORMADO EN FRIO

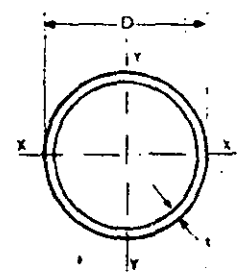
C.P.L. 2

PROPIEDADES PARA DISEÑO



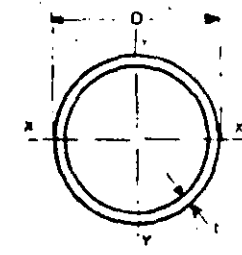
PERFIL	S _x EFFECTIVO F _x =2310 Kg/cm ⁴	EJE X-X				EJE Y-Y				FACTOR COR. Q F _{cor} =1.10 Kg/cm ²
		I _x cm ⁴	S _x cm ³	r _x cm	I _y cm ⁴	S _y cm ³	r _y cm	x cm	m cm	
12	153.10	2333.24	153.10	11.58	104.52	25.00	3.08	2.31	3.59	0.70
	118.07	1820.11	118.07	11.61	126.59	19.05	3.06	2.24	3.57	0.64
10	119.27	1514.78	119.27	9.94	155.00	24.44	3.15	2.55	3.82	0.77
	92.05	1183.61	92.20	9.87	119.41	18.62	3.14	2.48	3.80	0.70
	60.53	890.22	66.95	9.93	82.83	12.67	3.10	2.35	3.63	0.56
9	98.69	1128.07	98.69	8.86	124.91	21.51	2.95	2.45	3.63	0.80
	75.88	870.54	76.16	8.90	91.84	15.44	2.89	2.31	3.53	0.73
	51.26	634.98	55.55	8.96	66.86	11.14	2.91	2.26	3.44	0.60
	38.28	505.05	44.19	8.97	51.69	8.51	2.87	2.18	3.38	0.52
8	78.87	801.37	78.87	7.89	94.13	17.66	2.70	2.29	3.36	0.83
	61.71	626.99	61.71	7.93	72.33	13.38	2.69	2.22	3.33	0.77
	42.54	458.63	45.14	7.99	52.83	9.68	2.71	2.16	3.25	0.65
	31.86	364.86	35.91	8.01	40.80	7.37	2.68	2.09	3.18	0.56
7	61.28	544.78	61.28	6.91	68.89	14.17	2.46	2.13	3.10	0.87
	48.75	433.57	48.75	6.95	55.83	11.48	2.50	2.13	3.15	0.81
	34.43	318.17	35.79	7.02	40.95	8.33	2.52	2.07	3.05	0.70
	25.91	254.23	28.48	7.04	31.60	6.33	2.49	2.00	3.00	0.61
	19.42	166.50	21.85	6.06	23.73	5.34	2.29	1.91	2.81	0.67
6	45.86	349.47	45.86	5.93	48.45	11.05	2.21	1.97	2.84	0.92
	36.61	278.93	36.61	5.97	39.47	9.00	2.25	1.97	2.89	0.86
	26.91	209.02	27.43	6.04	30.77	7.05	2.32	1.98	2.87	0.76
	20.42	166.50	21.85	6.06	23.73	5.34	2.29	1.91	2.81	0.67
	15.04	111.11	15.04	6.06	16.66	4.00	2.29	1.91	2.81	0.67
5	30.65	194.62	30.65	4.88	25.93	7.53	1.78	1.64	2.42	0.96
	24.60	156.19	24.60	4.92	21.32	6.19	1.82	1.63	2.38	0.91
	18.28	116.16	18.28	4.99	15.79	4.51	1.84	1.58	2.31	0.81
	14.33	92.45	14.56	5.01	12.11	3.39	1.81	1.51	2.24	0.74
	11.04	74.53	11.74	5.02	9.87	2.76	1.83	1.51	2.26	0.67
4	22.52	114.38	22.52	3.95	23.52	7.19	1.71	1.81	2.49	1.00
	18.15	92.18	18.15	3.99	19.37	5.92	1.83	1.81	2.53	0.97
	13.60	69.09	13.60	4.06	14.51	4.36	1.86	1.75	2.43	0.88
	10.68	55.21	10.87	4.09	11.15	3.28	1.84	1.68	2.39	0.82
	8.21	44.58	8.78	4.11	9.10	2.67	1.85	1.68	2.39	0.73
3 1/2	18.74	84.29	18.74	3.48	22.06	6.97	1.79	1.91	2.58	1.00
	15.14	67.31	15.14	3.51	18.19	5.75	1.83	1.91	2.62	0.99
	11.42	50.75	11.42	3.54	13.74	4.26	1.87	1.85	2.51	0.92
	8.98	40.65	9.15	3.62	10.58	3.20	1.85	1.77	2.45	0.82
	6.89	32.96	7.39	3.63	8.63	2.61	1.86	1.78	2.47	0.77
3	11.10	42.31	11.10	2.88	12.25	4.54	1.60	1.75	2.38	1.00
	8.33	31.72	8.33	3.07	8.72	3.08	1.61	1.61	2.19	0.95
	6.80	25.94	6.81	3.08	7.22	2.55	1.63	1.62	2.21	0.91
	5.22	20.58	5.40	3.11	5.45	1.87	1.60	1.54	2.15	0.83

VII.3.- PROPIEDADES DE TUBOS DE ACERO



Diámetro Nominal Pulg. mm	Diám. Ext. D mm	Diám. Interior mm	Espesor t mm	Peso kg/m	Area cm²	Momento de Inercia cm⁴	Modulo de Sección cm³	Radio de Giro cm	Nº de Cedula
1½ 38	48	41	3.7	4.0	5.2	12.9	5.3	1.6	40
	48	38	5.1	5.4	6.9	16.3	6.7	1.5	80
	48	34	7.1	7.2	9.2	20.1	8.3	1.5	160
2 51	60	53	3.9	5.4	6.9	27.7	9.2	2.0	40
	60	49	5.5	7.5	9.5	36.1	12.0	1.9	80
	60	48	8.7	11.1	14.1	48.4	16.0	1.9	160
2½ 64	73	63	5.2	8.6	11.0	63.7	17.4	2.4	40
	73	59	7.0	11.4	14.5	80.1	21.9	2.3	80
	73	54	9.5	14.9	19.0	97.9	26.8	2.3	160
3 76	89	78	5.5	11.3	14.4	126	28.3	3.0	40
	89	74	7.6	15.3	19.5	162	36.5	2.9	80
	89	67	11.1	21.3	27.2	210	47.2	2.8	160
3½ 89	102	90	5.7	13.6	17.4	199	39.2	3.4	40
	102	85	8.1	18.6	23.8	261	51.5	3.3	80
4 102	114	102	6.0	16.1	20.6	301	52.7	3.8	40
	114	97	8.5	22.3	28.5	400	70.0	3.8	80
	114	92	11.1	28.3	36.1	485	84.8	3.7	120
	114	87	13.5	33.6	42.9	552	96.7	3.6	160
5 127	141	128	6.6	21.8	27.8	631	89.3	4.8	40
	141	122	9.5	30.9	39.5	860	121.8	4.7	80
	141	116	12.7	40.3	51.5	1071	151.6	4.6	120
	141	110	15.9	49.0	62.6	1250	177.0	4.5	160
	141	102	18.8	57.7	73.1	1400	196.0	4.4	200
6 152	168	154	7.1	28.2	36.0	1171	133.3	5.7	40
	168	146	11.0	42.5	54.3	1685	200.2	5.6	80
	168	140	14.3	54.2	69.2	2077	247	5.5	120
	168	132	18.3	67.4	86.1	2455	292	5.3	160
	168	124	22.3	80.6	102.0	2800	330.0	5.2	200
8 203	219	206	6.3	33.3	42.5	2402	219	7.5	20
	219	205	7.0	36.8	47.0	2635	241	7.5	30
	219	203	8.1	42.5	54.3	3018	276	7.5	40
	219	198	10.3	53.1	67.8	3696	338	7.4	60
	219	194	12.7	64.6	82.5	4400	402	7.3	80
	219	189	15.0	75.7	96.7	5053	461	7.2	100
	219	183	18.0	90.3	115.3	5852	534	7.1	120
	219	178	20.6	100.9	128.8	6402	585	7.1	140
	219	173	23.0	111.2	142.0	6905	631	7.0	160
	219	164	25.4	125.0	157.0	7400	670.0	6.9	200
10 254	273	260	6.3	42.1	53.8	4728	346	9.4	20
	273	257	7.8	50.9	65.0	5719	419	9.4	30
	273	255	9.3	60.2	76.9	6689	490	9.3	40
	273	248	12.7	81.5	104.1	8824	646	9.2	60
	273	243	15.1	95.8	122.3	10194	747	9.1	80
	273	237	18.2	114.6	146.3	11913	873	9.0	100
	273	220	21.4	132.7	169.5	13498	989	8.9	120
	273	222	25.4	155.0	197.9	15309	1122	8.8	140
	273	216	28.6	172.6	220.4	16624	1218	8.7	160
	273	207	31.8	189.0	238.0	17600	1280.0	8.6	200

TUBOS DE ACERO PROPIEDADES PARA DISEÑO



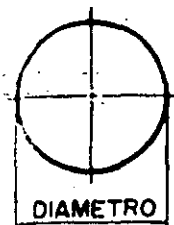
Diámetro Nominal Pulg. mm	Diám. Ext. D mm	Diám. Interior mm	Espesor t mm	Peso kg/m	Area cm²	Momento de Inercia cm⁴	Modulo de Sección cm³	Radio de Giro cm	Nº de Cedula
12 305	324	311	6.3	49.7	63.5	8004	494	11.2	20
	324	307	8.4	65.2	83.3	10343	638	11.2	30
	324	303	10.3	79.8	101.9	12499	772	11.1	40
	324	295	14.3	108.9	139.1	16670	1029	10.9	60
	324	289	17.4	131.9	168.4	19779	1221	10.8	80
	324	281	21.4	160.7	205.2	23384	1443	10.7	100
	324	273	25.4	186.8	238.9	26710	1649	10.6	120
	324	267	28.6	208.3	266.0	29165	1828	10.5	140
	324	257	33.3	239.6	306.0	32520	2007	10.3	160
	324	248	37.1	271.0	341.0	35875	2187	10.2	200
14 356	356	343	6.3	55.1	70.4	10655	599	12.3	10
	356	340	7.9	68.5	87.5	13107	736	12.3	20
	356	337	9.5	81.8	104.5	15517	872	12.2	30
	356	333	11.1	93.8	119.8	17881	1005	12.2	40
	356	325	15.1	126.5	161.5	23409	1315	12.0	60
	356	318	19.0	159.2	203.3	28616	1608	11.9	80
	356	308	23.8	194.9	248.9	34152	1919	11.8	100
	356	300	27.8	224.7	286.9	38701	2174	11.6	120
	356	292	32.0	254.5	325.0	42768	2403	11.5	140
	356	284	35.7	282.8	361.1	46489	2612	11.4	160
16 406	406	394	6.3	62.5	78.9	16025	789	14.1	10
	406	391	7.9	77.4	98.8	19729	972	14.1	20
	406	387	9.5	93.8	119.8	23396	1153	14.0	30
	406	381	12.0	123.5	157.7	30464	1501	13.9	40
	406	373	16.7	160.7	205.2	38818	1912	13.8	60
	406	364	21.4	203.0	260.4	48141	2371	13.6	80
	406	354	26.0	245.5	313.5	56857	2801	13.5	100
	406	345	30.9	287.2	366.8	64757	3190	13.3	120
	406	333	36.5	333.3	425.6	73307	3611	13.1	140
	406	325	40.5	364.5	465.5	78805	3882	13.0	160
18 457	457	445	6.3	69.9	89.3	22593	1002	15.9	10
	457	441	7.9	87.8	112.1	28275	1237	15.9	20
	457	435	11.1	122.0	155.8	40087	1754	15.8	30
	457	429	14.3	156.2	199.5	46493	2035	15.7	40
	457	419	19.0	205.3	262.2	63059	2760	15.5	60
	457	410	23.5	254.5	325.0	76333	3341	15.3	80
	457	398	29.4	309.5	395.2	90822	3975	15.2	100
	457	387	34.9	363.1	463.7	103971	4550	15.0	120
	457	378	39.7	409.2	522.5	114455	5009	14.8	140
	457	367	45.2	459.8	587.2	125710	5502	14.7	160
20 508	508	495	6.3	78.9	100.8	31592	1244	17.7	10
	508	489	9.5	117.6	150.2	46327	1824	17.6	20
	508	487	12.7	156.3	199.6	60645	2385	17.5	30
	508	478	15.1	183.0	233.7	70926	2792	17.4	40
	508	468	20.6	248.5	317.3	93943	3699	17.2	60
	508	456	26.2	311.0	397.1	115338	4541	17.1	80
	508	443	32.5	380.9	486.4	138064	5436	16.8	100
	508	432	38.1	442.0	564.4	156295	6153	16.7	120
	508	419	44.5	509.0	650.0	175525	6910	16.5	140
	508	408	49.9	564.0	720.0	190884	7515	16.3	160

ACERO CUADRADO



Dimension por lado		Area de la seccion		peso	
mm	pulg.	mm ²	pulg. ²	kg/m	lb pie
9.5	3/8	90.73	.141	0.712	.478
12.7	1/2	161.29	.250	1.266	.851
15.9	5/8	252.02	.391	1.978	1.329
19.1	3/4	362.90	.563	2.849	1.915
22.2	7/8	493.95	.766	3.877	2.605
25.4	1	645.16	1.000	5.065	3.404
28.6	1-1/8	816.53	1.266	6.410	4.308
31.8	1-1/4	1008.07	1.563	7.913	5.318
34.9	1-3/8	1219.77	1.891	9.575	6.434
38.1	1-1/2	1451.62	2.250	11.395	7.657
44.5	1-3/4	1975.80	3.063	15.510	10.423
50.8	2	2580.65	4.000	20.258	13.613
57.2	2-1/4	3266.14	5.063	25.630	17.229
63.5	2-1/2	4032.27	6.250	31.653	21.271
69.9	2-3/4	4878.90	7.563	38.265	25.713
76.2	3	5806.30	9.000	45.538	30.600
82.6	3-1/4	6814.30	10.563	53.444	35.913
89.9	3-1/2	7902.90	12.250	61.982	41.650
95.3	3-3/4	9072.20	14.063	71.153	47.813
101.6	4	10322.50	16.000	80.956	54.400

ACERO REDONDO



Diametro		Area de la seccion		peso	
mm	pulg.	mm ²	pulg. ²	kg/m	lb/pie
6.3	1/4	31.7	.049	.249	.167
7.9	5/16	49.5	.077	.388	.261
9.5	3/8	71.3	.110	.559	.376
11.1	7/16	97.0	.150	.760	.511
12.7	1/2	126.7	.196	.994	.668
14.3	9/16	160.3	.249	1.257	.845
15.9	5/8	197.9	.307	1.552	1.043
17.5	11/16	239.5	.371	1.878	1.262
19.1	3/4	285.0	.442	2.235	1.502
20.6	13/16	334.5	.518	2.622	1.762
22.2	7/8	387.9	.601	3.045	2.046
23.8	15/16	445.3	.690	3.491	2.346
25.4	1	506.7	.785	3.973	2.669
27.0	1-1/16	572.0	.887	4.484	3.013
28.6	1-1/8	641.3	.994	5.022	3.375
30.2	1-3/16	714.5	1.107	5.605	3.767
31.8	1-1/4	791.7	1.227	6.208	4.172
33.3	1-5/16	872.9	1.353	6.845	4.599
34.9	1-3/8	958.0	1.485	7.514	5.049
36.5	1-7/16	1047.1	1.623	8.212	5.518
38.1	1-1/2	1140.1	1.767	9.00	6.048
41.3	1-5/8	1338.0	2.074	10.49	7.049
44.5	1-3/4	1551.8	2.405	12.17	8.178
47.7	1-7/8	1781.3	2.761	13.97	9.388
50.8	2	2026.8	3.142	15.89	10.678
57.2	2-1/4	2565.2	3.976	20.11	13.514
60.3	2-3/8	2858.0	4.430	22.41	15.062
63.5	2-1/2	3166.8	4.909	24.83	16.686
66.7	2-5/8	3491.3	5.412	27.38	18.400
69.9	2-3/4	3832.0	5.940	30.04	20.187
73.0	2-7/8	4188.1	6.492	32.84	22.072
76.2	3	4560.5	7.069	35.75	24.024
82.5	3-1/4	5351.8	8.296	41.97	28.206
88.9	3-1/2	6206.9	9.621	48.68	32.712
95.2	3-3/4	7125.3	11.045	55.98	37.552
101.6	4	8107.3	12.566	63.98	42.726

16

El redondo se lamina normalmente en acero comercial.
 Tambien se laminan redondos de aceros especiales para la manufactura de:
 Tornilleria, Resortes, Alambre de acero, Tirantes, etc.
 Si sus necesidades requieran redondo en diámetros que no está dicados en la
 tabla, o aceros especiales, dirijase a nuestro Departamento c antas.

LISTA GENERAL DE PRODUCTOS LAMINADOS

DIMENSIONES Y PESOS.



ACERO OCTAGONAL		
GRUESO		PESO
mm	pulgadas	kg/m
19	3/4	2.36
22	7/8	3.21
25	1	4.20
29	1 1/8	5.31
32	1 1/4	6.56
38	1 1/2	9.44

SOLERA MUELLE PLANA		
Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
40.08 x 4.50	1 9/16 x 0.177	1.38
44.45 x 4.93	1 3/4 x 0.177	1.68
5.44	0.214	1.85
5.72	0.225	1.94
6.02	0.237	2.04
6.65	0.262	2.25
7.39	0.291	2.49
8.20	0.323	2.75
9.14	0.360	3.05
50.80 x 5.44	2 x 0.214	2.12
6.02	0.237	2.34
6.65	0.262	2.57
7.39	0.291	2.86
8.20	0.323	3.16
9.14	0.360	3.50

SOLERA MUELLE PLANA		
Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
57.15 x 5.44	2 1/4 x 0.214	2.39
6.02	0.237	2.64
6.65	0.262	2.91
7.39	0.291	3.22
8.20	0.323	3.57
9.14	0.360	3.96
10.19	0.401	4.40
11.35	0.447	4.88
63.50 x 4.93	2 1/2 x 0.194	2.42
6.02	0.237	2.94
6.65	0.262	3.24
7.39	0.291	3.59
8.20	0.323	3.97
9.14	0.360	4.42
10.19	0.401	4.90
11.35	0.447	5.44
76.20 x 6.65	3 x 0.262	3.90
7.39	0.291	4.33
8.20	0.323	4.79
9.14	0.360	5.33
10.19	0.401	5.92
11.35	0.447	6.57
12.67	0.499	7.31
88.90 x 8.20	3 1/2 x 0.323	5.61
9.14	0.360	6.24

LISTA GENERAL DE PRODUCTOS LAMINADOS

DIMENSIONES Y PESOS.



SOLERA MUELLE PLANA		
Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
88.90 x 10.19	3 1/2 x 0.401	4.66
11.35	0.447	5.18
12.67	0.499	5.77
101.6 x 8.20	4 x 0.323	4.32
9.14	0.360	4.80
10.19	0.401	5.34
11.35	0.447	5.94
11.99	0.472	6.26
12.67	0.499	6.61

SOLERA		
Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
3 x 13	1/8 x 1/2	0.32
16	5/8	0.40
19	3/4	0.47
25	1	0.63
32	1 1/4	0.79
38	1 1/2	0.95
44	1 3/4	1.11
51	2	1.27
57	2 1/4	1.42
64	2 1/2	1.58
70	2 3/4	1.74
76	3	1.89

SOLERA		
Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
5 x 13	3/16 x 1/2	0.47
16	5/8	0.59
19	3/4	0.71
25	1	0.95
28	1 1/8	1.07
32	1 1/4	1.19
38	1 1/2	1.42
44	1 3/4	1.66
51	2	1.90
64	2 1/2	2.37
76	3	2.85
6 x 16	1/4 x 5/8	0.79
19	3/4	0.95
25	1	1.27
32	1 1/4	1.58
38	1 1/2	1.90
44	1 3/4	2.22
51	2	2.53
57	2 1/4	2.85
64	2 1/2	3.17
70	2 3/4	3.48
76	3	3.80
89	3 1/2	4.43
102	4	5.06

LISTA GENERAL DE PRODUCTOS LAMINADOS

DIMENSIONES Y PESOS.



SOLERA		
Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
8 x 13	5/16 x 1/2	0.79
16	5/8	0.99
19	3/4	1.19
25	1	1.58
32	1 1/4	1.98
38	1 1/2	2.37
44	1 3/4	2.77
51	2	3.17
57	2 1/4	3.56
64	2 1/2	3.96
76	3	4.75
89	3 1/2	5.54
102	4	6.33
10 x 13	3/8 x 1/2	0.95
16	5/8	1.19
19	3/4	1.42
25	1	1.90
32	1 1/4	2.37
38	1 1/2	2.85
44	1 3/4	3.32
51	2	3.80
57	2 1/4	4.27
64	2 1/2	4.75
70	2 3/4	5.22
76	3	5.70

SOLERA		
Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
10 x 89	3/8 x 3 1/2	6.65
102	4	7.60
13 x 16	1/2 x 5/8	1.58
19	3/4	1.90
25	1	2.53
32	1 1/4	3.17
38	1 1/2	3.80
44	1 3/4	4.43
51	2	5.06
57	2 1/4	5.70
64	2 1/2	6.33
76	3	7.60
89	3 1/2	8.86
102	4	10.13
16 x 19	5/8 x 3/4	2.37
25	1	3.17
32	1 1/4	3.96
38	1 1/2	4.75
44	1 3/4	5.54
51	2	6.33
57	2 1/4	7.12
64	2 1/2	7.91
70	2 3/4	8.71
76	3	9.50
89	3 1/2	11.08
102	4	12.66

LISTA GENERAL DE PRODUCTOS LAMINADOS

DIMENSIONES Y PESOS.

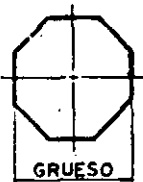


18

SOLERA		
Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
19 x 25	3/4 x 1	3.80
32	1 1/4	4.75
38	1 1/2	5.70
44	1 3/4	6.65
51	2	7.60
57	2 1/4	8.55
64	2 1/2	9.50
70	2 3/4	10.45
76	3	11.40
89	3 1/2	13.29
102	4	15.19
22 x 51	7/8 x 2	8.86
64	2 1/2	11.08
76	3	13.29
89	3 1/2	15.51
102	4	17.73
25 x 38	1 x 1 1/2	7.60
51	2	10.13
64	2 1/2	12.66
70	2 3/4	13.93
76	3	15.19
89	3 1/2	17.73
102	4	20.26
29 x 76	1 1/8 x 3	17.10
89	3 1/2	19.94

SOLERA		
Dimensiones		Peso
mm	pulgadas	kg/m
29 x 102	1 1/8 x 4	22.79
32 x 51	1 1/4 x 2	12.66
64	2 1/2	15.83
76	3	18.99
89	3 1/2	22.16
102	4	25.32
38 x 64	1 1/2 x 2 1/2	18.99
76	3	22.79
89	3 1/2	26.60
102	4	30.39
RIELES		
Peso		Peralte
lb/yd	kg/m	mm
112	55.70	168
100	50.35	152
85	42.16	132
80	39.78	127
60	29.76	108
30	14.85	79
25	12.40	70
20	9.95	61
16	7.94	50

ACERO OCTAGONAL



Grueso		Area de la sección		Peso	
mm	pulg.	mm ²	pulg ²	kg./m	lb pie
19.1	3/4	328.76	0.510	2.360	1.586
22.2	7/8	408.32	0.633	3.212	2.158
25.4	1	534.52	0.829	4.196	2.820
28.6	1-1/8	676.40	1.048	5.310	3.570
31.7	1-1/4	835.1	1.294	6.555	4.400
38.1	1-1/2	1202.6	1.864	9.440	6.350

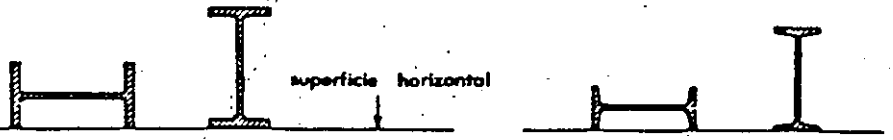
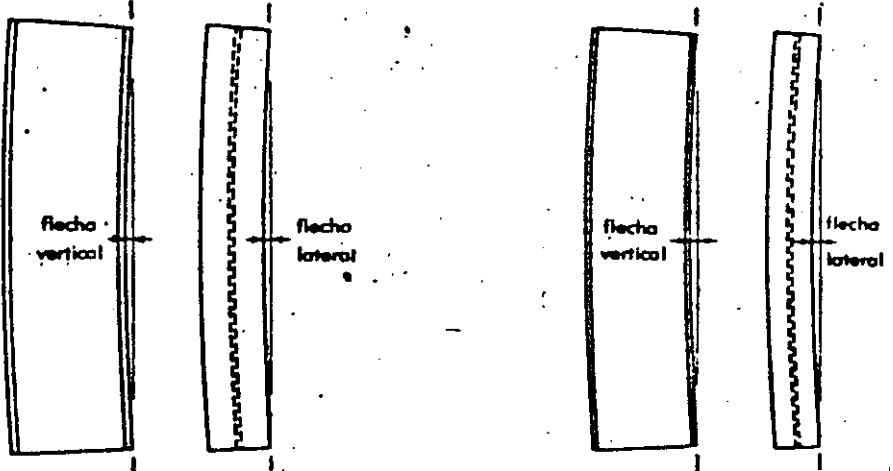


III.- TOLERANCIAS DE LAMINACION

- a) Medición.
- b) Viguetas y canales.
- c) Angulos y tes.
- d) Tolerancias dimensionales para vigas de puentes.
- e) Tolerancias en obra ejecutada; según el Reglamento.

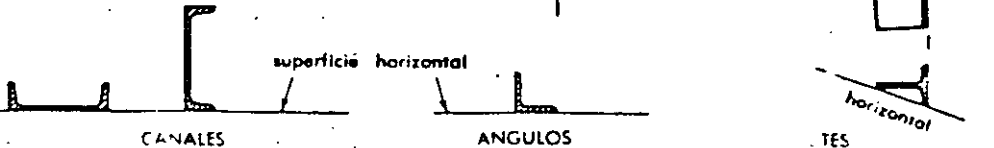
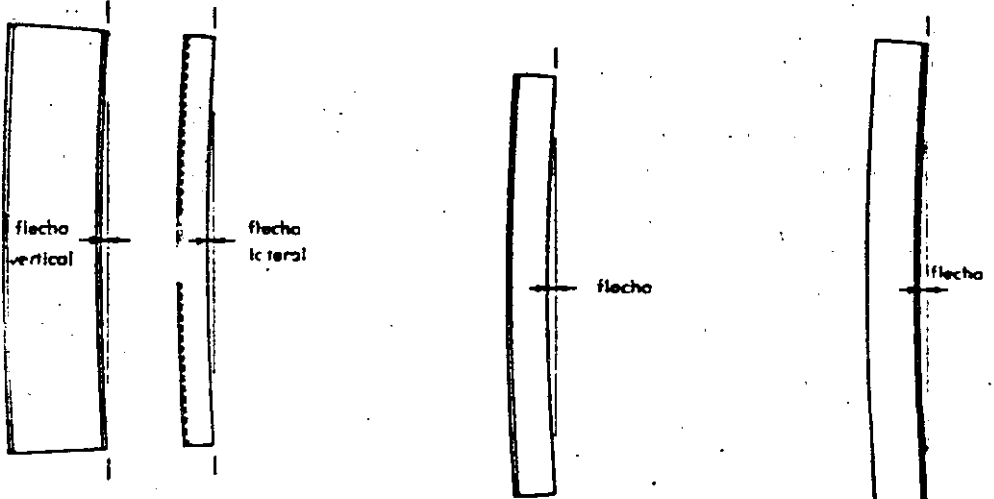
III.2 TOLERANCIA DE LAMINACION.

Posiciones de los perfiles para medición de flechas verticales y laterales



IPR

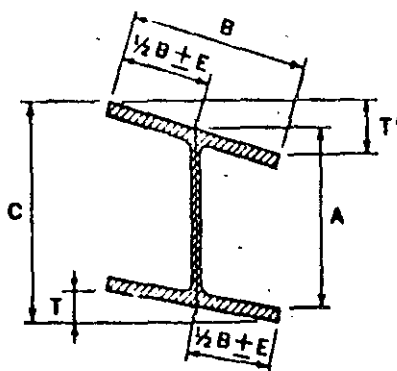
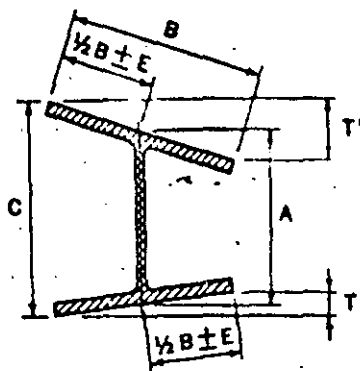
IPS



CANALES

ANGULOS

TES



Peralte nominal A	Tolerancias de laminación						pulg mm	
	Peralte A		Patín B		Patinos fuera de escuadra (T + T')max	Descentramiento del alma E		[C-A]max en cualquier sección transversal
	más	menos	más	menos				
Hasta 12" 305 mm	1/8 3.2	1/8 3.2	1/4 6.3	3/16 4.8	1/4 6.3	3/16 4.8	1/4 6.3	
Más de 12"	1/8 3.2	1/8 3.2	1/4 6.3	3/16 4.8	5/16 8	3/16 4.8	1/4 6.3	

Tolerancias en flechas

a) Secciones con ancho de patín menor de 152.4 mm (6").

$$\text{Flecha vertical máxima en cm} = \frac{\text{longitud (mts)}}{10}$$

$$\text{Flecha lateral máxima en cm} = \frac{\text{longitud (mts)}}{5}$$

- b) Columnas, o secciones de peralte aproximado al ancho del patín (secciones H):

Longitudes menores de 14 mts.

Flecha vertical y lateral máxima en

$$\text{cm} = \frac{\text{longitud (mts)}}{10} \leq 9.6 \text{ mm}$$

Longitudes mayores de 14 mts.

Flecha vertical y lateral máxima en

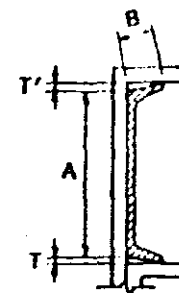
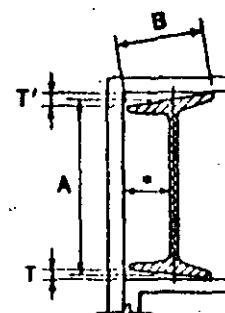
$$\text{cm} = 9.6 + \frac{\text{long (mts)} - 14}{10}$$

Extremos fuera de escuadra: 1.6 mm por cada 10 cm de peralte o de patín, si este es mayor que el peralte.

Variaciones en peso y área: ± 2.5% sobre el valor teórico.

Tolerancias

VIGAS IPS Y CPS



* Al hacer la medición, el alma de la viga deberá estar paralela a la escuadra.

T + T' se aplicará cuando las deformaciones sean en el mismo sentido.

Sección	Peralte Nominal	Tolerancias Permisibles				T + T' fuera de Escuadra por pulg. de ancho
		Peralte A		Patín B		
		más	menos	más	menos	
Vigas Standard	De 3" a 7"	3/32	1/16	1/8	1/8	1/32" 0.79 mm
	76 mm a 178 mm	2.4	1.6	3.2	3.2	
	De 8" a 14"	1/8	3/32	5/32	5/32	
	203 a 356 mm	3.2	2.4	4.0	4.0	
	De 15" a 24"	3/16	1/8	3/16	3/16	
	381 a 610 mm	4.8	3.2	4.8	4.8	
Canales	De 3" a 7"	3/32	1/16	1/8	1/8	1/32 0.79 mm
	76 a 178 mm	2.4	1.6	3.2	3.2	
	De 8" a 14"	1/8	3/32	1/8	5/32	
	203 a 356 mm	3.2	2.4	3.2	4.0	
	De 14", 356 mm en adelante	3/16	1/8	1/8	3/16	
		4.8	3.2	3.2	4.8	

Tolerancias en flechas

$$\text{Flecha Vertical en Cm} = \frac{\text{longitud (mts)}}{5}$$

Flecha lateral = Consultar con el Departamento de ventas de AHMSA

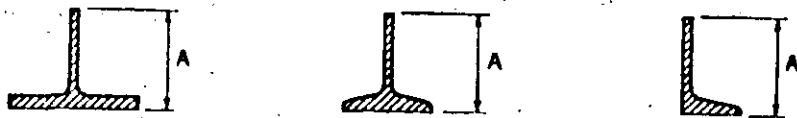
Extremos fuera de Escuadra = 1.6 mm por cada 10 cm de peralte.

Variaciones en Area y peso: ± 2.5% sobre el valor teórico.

Tolerancias

EN PERFILES TPR y TPS (SEMI VIGAS) Y ANGULOS OBTENIDOS DE CANALES (MEDIAS CANALES)

Tolerancias en Peralte



El peralte A puede ser aproximadamente la mitad del peralte de las vigas o de los canales o cualquier otra medida especificada en el pedido.

Peralte de la Sección de la que se obtiene el ángulo o la T	Variaciones del peralte A, en más y en menos			
	Sección T		Angulos	
	pulg.	mm	pulg.	mm
0 a 5", 0 a 127 mm	1/8	3.2	1/8	3.2
6" a 15", 152 a 381 mm	3/16	4.8	3/16	4.8
16" a 19", 406 a 483 mm	1/4	6.3	1/4	6.3
20" a 23", 508 a 584 mm	5/16	8.0	—	—
24", 610 mm en adelante	3/8	10.0	—	—

NOTA: Las tolerancias anteriores para el peralte de ángulos y Tes, incluyen la de las vigas y canales antes del corte.

Otras Tolerancias

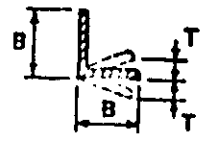
Las tolerancias de extremos fuera de escuadra, descentramiento del alma variación de área y peso etc., corresponden a las tolerancias de la sección antes del corte, exceptuando:

Flecha Vertical máxima en cm = $\frac{\text{longitud (mts)}}{5}$

Flecha lateral máxima en cm = $\frac{\text{longitud (mts.)}}{5}$

Tolerancias

Angulos perfiles estandard.



A) Angulos menores de 76 mm, 3"

Longitud teórica del lado	Variación en el espesor (±)				T, fuera de escuadra por pulg. de B
	3 mm, 3/16 y menos pulg. mm	más de 3 mm 3/16 y menos de 10 mm 3/8 pulg. mm	más de 10 mm 3/8 pulg. mm	Lado B (±) pulg. mm	
25 mm y menores	0.008	0.20	0.010	0.25	1/32 0.8
más de 25 mm hasta 51 mm	0.010	0.25	0.010	0.25	3/64 1.2
mas de 51 mm hasta 76 mm (teóricol)	0.012	0.30	0.015	0.38	1/16 1.6

Flecha máxima en cm = $\frac{\text{longitud (mts)}}{2.5}$

B) Angulos de 76 mm, 3" y más

23

Longitud Teórica del lado	Variación permisible en B				T, fuera de escuadra por pulg. de B
	pulg. mm en más		pulg. mm en menos		
De 76 mm 3" a 102 mm 4"	1/8	3.2	3/32	2.4	3/128 0.6
De más de 102 mm 4" a 152 mm, 6"	1/8	3.2	1/8	3.2	3/128 0.6
De más de 152 mm 6"	3/16	4.8	1/8	3.2	3/128 0.6

Flecha máxima en cm = $\frac{\text{longitud (mts.)}}{5}$

Variación en peso y Area = ± 2.5% sobre el valor teórico.

NOTA: Para ángulos de lados desiguales, tomar el lado mayor para efectos de la clasificación.

MINIMUM WEB THICKNESS (t_w)

	A-7, A-373 A-36	A-44) Low Alloy	
		45,000 YP	50,000 YP
If no stiffeners (1.6.80)	$t_w = \frac{1}{60} d_w$	$t_w = \frac{1}{52} d_w$	$t_w = \frac{1}{50} d_w$
If trans. int. stiffeners (1.6.75)	$t_w = \frac{1}{170} d_w$	$t_w = \frac{1}{145} d_w$	$t_w = \frac{1}{140} d_w$
If long. and trans. stiffeners	$t_w = \frac{1}{340} d_w$	$t_w = \frac{1}{290} d_w$	$t_w = \frac{1}{280} d_w$

Also, ratio of depth to length of span shall preferably not be less than $\frac{1}{20}$; for lower depth the section shall be increased so that the maximum deflection will not be greater than if this ratio had not been exceeded (1.6.11).

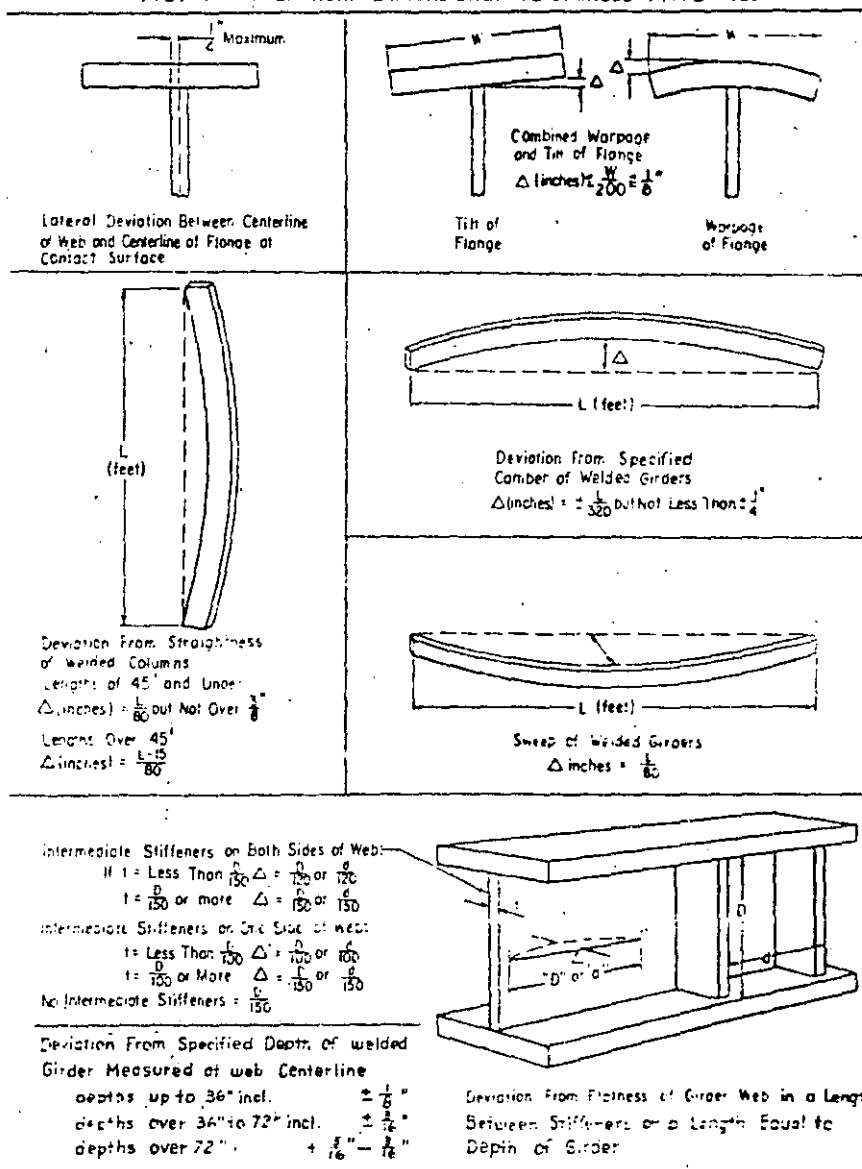
Also, web thickness shall meet requirements given

in the above table for the more common steels.

10. DIMENSIONAL TOLERANCES

The dimensional tolerances in Figure 14 have been set up for welded plate girders by the AWS Bridge Specifications.

FIG. 14—Maximum Dimensional Tolerances AWS 407



IV.- CONTROL DE CALIDAD

a) Pruebas en la planta.

a1) De composición química. (En la colada)

a2) De tensión. (Del producto terminado)

a3) De doblado. (Del producto terminado)

b) Criterio de aceptación de pruebas de tensión:

Si los resultados están dentro de 140 Kg/cm^2 para F_r , de 70 para F_y y del 2% en alargamiento se acepta probar un nuevo espécimen.

Hacer las pruebas en el lugar de producción del acero y reportarlas previo al embarque.

Control de calidad

26

2 pruebas de composición química por cada colada.

1 del acero fundido y otra del producto terminado (ASTM A370)

2 pruebas de tensión y 2 de doblado por cada colada (ASTM A370)

27 -

Se considera que las piezas ya montadas están plomeadas, niveladas y alineadas si el error no excede de:

$$\frac{1}{500}$$

Las Normas de concreto no incluyen las barras provenientes de riel (Norma DGN B18 1974) y de eje (Norma DGN 832 1974) ya que los requisitos de las normas para estas barras no aseguran ductilidades adecuadas y además porque no se producen en México en forma continua.

La tabla siguiente muestra los principales requisitos mínimos especificados para los distintos tipos de acero por las normas mencionadas.

PROPIEDADES MÍNIMAS ESPECIFICADAS PARA ACEROS DE REFUERZO PARA CONCRETO

Tipo de Acero	Grado	Esfuerzo de fluencia, kg/cm^2	Esfuerzo máximo kg/cm^2	Alargamiento sobre 20.3 cm %
Laminado en caliente B6 1974	30	3,000	5,000	7 a 11
	42	4,200	6,300	7 a 9
	52	5,200	7,000	5 a 8
Torcido en frío B274 1972	42	4,200	5,200	8
	50	5,000	6,000	8
	60	6,000	7,000	8
Alambre para malla electro soldada B253 1974	50	5,000	5,700	No especificado

La figura 2.1 muestra curvas típicas esfuerzo-deformación para los aceros de refuerzo en cuestión.

**VARILLA CORRUGADA PARA
REFUERZO DE CONCRETO**

31

No	Diámetro Nominal		Área Nominal		Peso Unitario		Perímetro		Separación promedio Máxima entre Corrugaciones		Alturas Mínimas de las Corrugaciones		Longitud Perimetral Mínima de la Corrugación		Número aproximado de Varillas de 12 Mts por Ton
	mm	pulg	mm ²	pulg ²	Kg/m	Lb/pie	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	
2	6.4	1/4	32	0.05	0.251	0.167	20.1	0.786	—	—	—	—	—	—	—
2.5	7.9	3/8	49	0.08	0.384	0.261	24.8	0.982	5.5	0.219	0.3	0.013	18.6	0.736	217
3	9.5	3/8	71	0.11	0.557	0.376	29.8	1.178	6.7	0.262	0.3	0.015	22.4	0.883	150
4	12.7	1/2	127	0.20	0.996	0.668	39.9	1.571	8.9	0.350	0.5	0.020	29.9	1.178	84
5	15.9	5/8	199	0.31	1.560	1.043	50.0	1.963	11.1	0.437	0.7	0.028	37.5	1.472	53
6	19.1	3/4	287	0.44	2.250	1.502	60.0	2.356	13.4	0.525	1.0	0.038	45.0	1.767	37
7	22.2	7/8	387	0.60	3.034	2.044	69.7	2.749	15.5	0.612	1.1	0.044	52.3	2.062	27
8	25.4	1	507	0.79	3.975	2.670	79.8	3.142	17.8	0.700	1.3	0.050	59.9	2.356	21
9	28.6	1-1/8	642	0.99	5.033	3.381	89.8	3.534	20.0	0.787	1.4	0.056	67.4	2.650	17
10	31.8	1-3/8	794	1.23	6.225	4.172	99.9	3.927	22.3	0.875	1.6	0.063	74.9	2.945	13
11	34.9	1-1/2	957	1.48	7.503	5.049	109.6	4.320	24.4	0.962	1.7	0.069	82.2	3.240	11
12	38.1	1-5/8	1140	1.77	8.938	6.008	119.7	4.712	26.7	1.050	1.9	0.075	89.8	3.534	9

El Número con que se designan las distintas varillas, es igual al número de octavos de pulgada del diámetro nominal de la varilla. La Num. 2 se fabrica únicamente como varilla lisa (alambón).

31

32

ACEROS DE PRESFUERZO

Gráficas Carga-Deformación REGISTRO ELECTRICO DE GRAN AMPLIFICACION			
Adjúntese al Reporte No. DTA/115		Velocidad de Carga 1,800 x (4,000 lb)/minuto	
Diámetro del Alambre 7 mm (0.276")		Long. de Prueba 508 mm (2")	
Rango R.U.T. 160/175 k/mm ² (100/110 ton/pulg ²)		10 Divisiones de la Escala = 25% de deformación	
Rolle No.	3		
R.U.T.	169.1 k/mm ²	107.8 ton/pulg ²	
Esfuerzo a 0.3% desplaz.	150.4 k/mm ²	95.5 ton/pulg ²	
0.5% desplaz.	154.3 k/mm ²	98.0 ton/pulg ²	
E	20,560 k/mm ²	29.25 x 10 ⁶ p.s.i.	

15,000

6,000

12,500

5,000

10,000

4,000

7,500

3,000

5,000

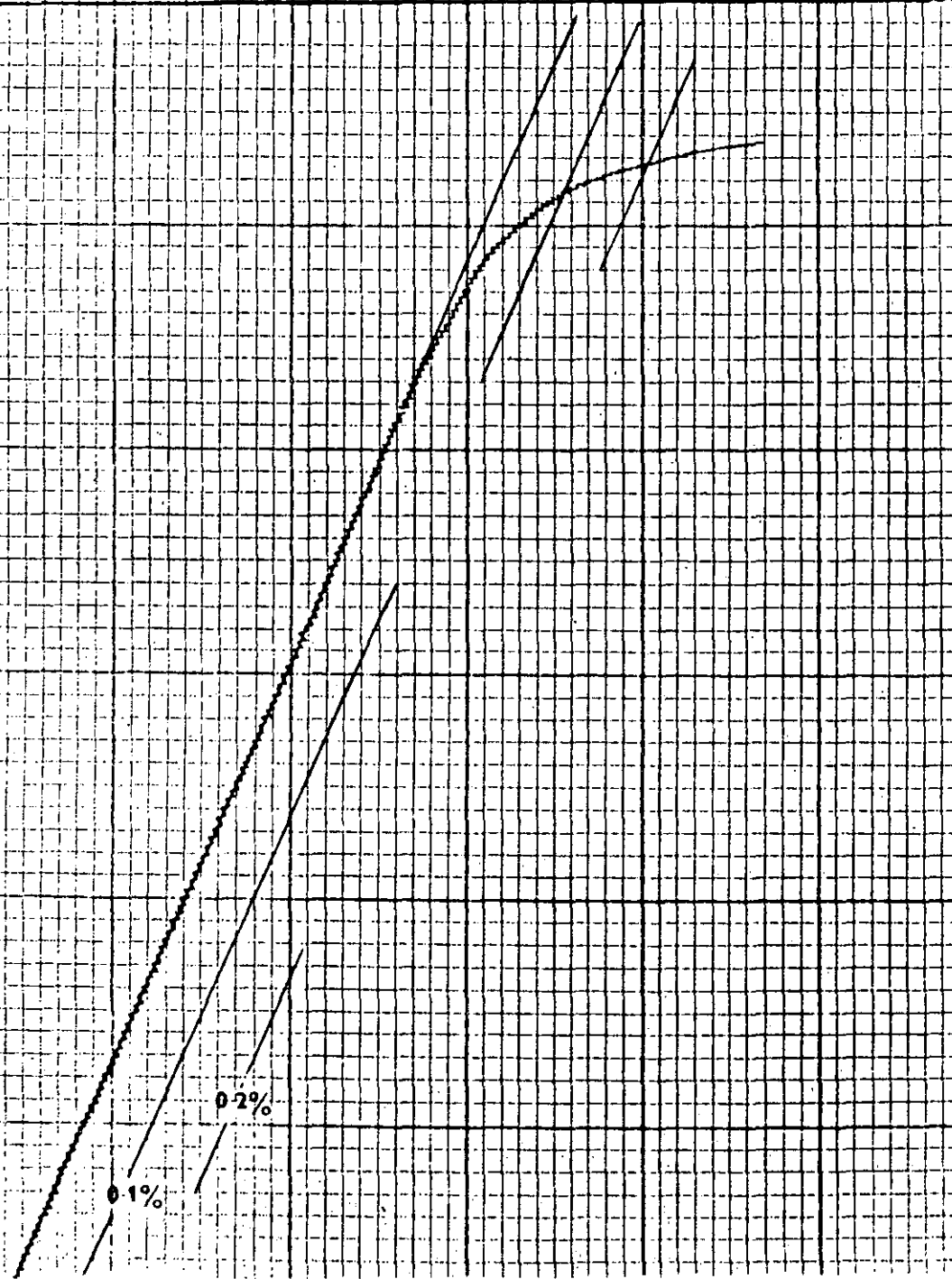
2,000

1,000

2,500

Carga en kilogramos

Carga en libras



Información General — Tipo y diámetro del Alambre - Dimensiones de los Rollos

ACERO

El alambre para preesfuerzo, en diámetros de 2 a 7 mm, se obtiene estirando en frío alambrcn de acero al alto carbono, normalizado y cuya composici3n quimica se encuentre dentro de los siguientes limites:

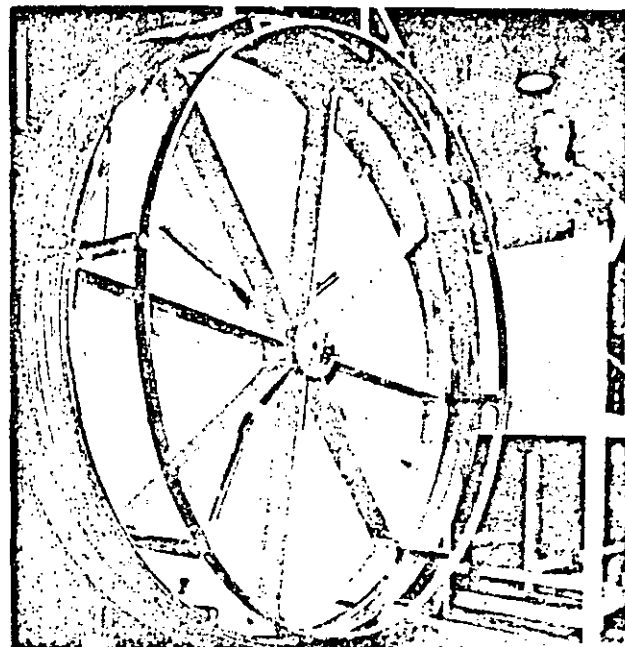
Carbono	0.7	—	0.9%
Silice	0.1	—	0.35%
Manganeso	0.5	—	0.9%
Azufre	0.050%		máximo
F3sforo	0.040%		máximo

ROLLOS NORMALES

El alambre estirado toma una curvatura en el tambor en que se enrolla. Al sacarse del tambor y atarse, el diámetro interno del rollo es menor que el del tambor. Se acostumbra considerar como tamaño del rollo, al diámetro interno del rollo amarrado.

Estos rollos normales, con diámetro aproximado al del último tambor de estirado, se recomiendan solamente para los casos en que se cuente con equipo especial para su manejo, como por ejemplo en plantas donde se fabriquen elementos de concreto preesfuerzo y especialmente utilizando alambres de diámetro pequeño, como los de 2 y 3mm, que son muy flexibles.

Los rollos normales, así llamados porque son el resultado del proceso normal de fabricación, son desengrasados y sometidos a un tratamiento térmico de "relevaci3n de esfuerzos".



Enrollado de alambre para preesfuerzo en rollos grandes, después del proceso de enderezado.



Apilado de rollos grandes.

DIMENSIONES DE LOS ROLLOS NORMALES

DIAMETRO DEL ALAMBRE		DIAMETRO INTERIOR MINIMO (aproximado) DEL ROLLO	
mm	Pulgadas	mm	Pulgadas
3.65 y mayores	0.144 y mayores	66	26
3.25	0.128	56 ó 66	22 ó 26
3.0	0.118	56 ó 66	22 ó 26
2.64	0.104	51, 56 ó 66	18, 22 ó 26
2.03	0.080	51	18

ROLLOS GRANDES

Los alambres más gruesos, como son los de 4, 5, 6 y 7 mm de diámetro, presentarían problemas en

su manejo si se tomaran de rollos normales, por lo que se someten a un procedimiento especial de enderezado y se suministran en rollos de diámetro mayor, que al desenrollarse no forman curvas. Generalmente el alambre de 7 mm se surte en rollos de 1.83 m (6'), y los de 4, 5 y 6 mm, en rollos de 1.22 m (4').

DIMENSIONES DE LOS ROLLOS GRANDES

DIAMETRO DEL ALAMBRE	DIAMETRO NOMINAL DEL ROLLO		
	Pulgadas	Metros	Pies
7.0	0.276	2.44 ó 1.83	8 ó 6
6.35	0.250	1.83	6
5.08	0.200	2.44 ó 1.22	8 ó 4
5.0	0.1968		
4.88	0.192		
4.06	0.160	1.22	4
4.0	0.1575		
3.65	0.144		
3.25	0.128	1.22 ó 0.76	4 ó 2½
3.0	0.118		
2.64	0.104		

ACABADO DEL ALAMBRE

El alambre se suministra ya sea con superficie lisa, o con superficie estampada. También se puede suministrar alambre ondulado. Todo el alambre recibe un tratamiento de desengrase y su superficie desarrollará gradualmente (y dependiendo de las condiciones atmosféricas) una ligera capa de óxido. Esta capa no deteriora al alambre pero si debe tenerse cuidado, en el terreno, de que no se produzca una corrosión que cause picaduras. El acabado del alambre tiene importancia en relación con la efectividad de adherencia con el concreto. Existen diversas opiniones respecto a las ventajas de las superficies estampadas, pero el ondulado en el alambre si aumenta su adherencia en el Concreto Preesforzado Pretensado. En casos muy especiales se puede considerar el uso de alambres con superficie galvanizada, aun cuando debe tenerse en cuenta que su adherencia al concreto disminuye considerablemente.

Estampado

Todos los alambres entre 3.25 y 7 mm (0.128" y 0.276") de diámetro pueden suministrarse con superficies estampadas del tipo Suizo o elíptico pequeño. El estampado Belga o elíptico grande solo se aplica generalmente en alambres de 5 mm (0.1968") de diámetro.

El estampado forma dos líneas de incisiones diametralmente opuestas y alternadas de tal modo que no reduzcan la sección. La profundidad del estampado es uniforme para cada diámetro de alambre, dentro de las variaciones inherentes a los factores mecánicos de su fabricación, que no deben exceder los límites indicados en la siguiente tabla. Se recomienda que la profundidad del estampado no sea mayor a la que se indica, para evitar deformaciones a la estructura interna del acero:

Diam. del alambre mm	Profundidad del Estampado mm		Diam. del Alambre Pulgadas	Profundidad del Estampado Pulgadas	
	Min.	Max.		Min.	Max.
7.0	0.101	0.203	0.276	0.004	0.008
6.35	0.076	0.152	0.250	0.003	0.006
5.08	0.076	0.152	0.200	0.003	0.006
5.0	0.076	0.152	0.1968	0.003	0.006
4.88	0.076	0.127	0.192	0.003	0.005
4.06	0.051	0.127	0.160	0.002	0.005
4.0	0.051	0.127	0.1575	0.002	0.005
3.66	0.051	0.101	0.144	0.002	0.004
3.25	0.051	0.101	0.128	0.002	0.004

Ondulado

Pueden surtirse ondulados todos los alambres entre 2.64 y 7 mm (0.104" y 0.276") de diámetro. El grado de ondulación será igual al 15% del diámetro del alambre, cuando menos.



Diferentes acabados del alambre para preesfuerzo. (tamaño aumentado 2½ veces): Elíptico pequeño (o Suizo), elíptico grande (o Belga) y ondulado.

PESO DE LOS ROLLOS

El peso de cada uno de los rollos de alambre, sin uniones ni soldaduras varia entre 100 y 226 kilos (220 a 500 lb).

36

PROPIEDADES FISICAS

Las tablas siguientes dan las relaciones entre los diámetros nominales, áreas de sección y pesos. La relación peso/unidad de longitud está calculada usando como base una densidad del acero de 7.84. Para alambres estampados los valores relacionados con la superficie deberán considerarse sólo como aproximados. Los valores relativos al peso y longitud no se pueden aplicar al alambre ondulado.

Referencias

CORROSION 5
ADHERENCIA 5

UNIDADES METRICAS

DIAMETRO DEL ALAMBRE mm	AREA DE LA SECCION mm ²	AREA DE LA SUPERFICIE cm ² /m	PESO/UNIDAD DE LONGITUD g/m	LONGITUD APROXIMADA m/100 kg	SUPERFICIE AREA/PESO cm ² /g
7.00	38.485	219.91	301.72	331.4	0.7288
6.35	31.669	199.49	248.28	402.8	0.8035
5.08	20.268	159.59	158.89	629.4	1.004
5.00	19.635	157.08	153.93	649.6	1.021
4.88	18.703	153.31	146.63	682.0	1.046
4.06	12.946	127.55	101.50	985.2	1.257
4.00	12.566	125.66	98.517	1015.0	1.276
3.65	10.463	114.67	82.030	1219.1	1.398
3.25	8.2958	102.10	65.039	1537.5	1.570
3.00	7.0686	94.248	55.418	1804.5	1.701
2.64	5.4740	82.938	42.916	2330.1	1.933
2.03	3.2366	63.774	25.375	3940.9	2.513
2.00	3.1416	62.832	24.630	4060.1	2.5551

UNIDADES INGLESAS

DIAMETRO DEL ALAMBRE Pulgadas	AREA DE LA SECCION Pulg ²	AREA DE LA SUPERFICIE Pulg ² /Pie	PESO/UNIDAD DE LONGITUD lb/Pie	LONGITUD APROXIMADA Pies/Cwt	SUPERFICIE AREA/PESO Pulg ² /lb
.276	.059829	10.405	.20336	550	51.165
.250	.049088	9.4248	.16685	671	56.355
.200	.031416	7.5398	.10678	1049	70.611
.1968	.030419	7.4192	.10339	1083	71.759
.192	.028953	7.2382	.09841	1138	73.551
.160	.020106	6.0319	.06834	1638	88.263
.1575	.019483	5.9376	.06622	1690	89.665
.144	.016286	5.4287	.05536	2023	98.062
.128	.012680	4.8255	.04310	2599	111.96
.118	.010936	4.4485	.03717	3013	119.68
.104	.008495	3.9207	.02887	3879	135.81
.080	.005027	3.0159	.01709	6556	176.47
.0787	.004864	2.9669	.01653	6775	179.49

ALAMBRE PARA CONCRETO PREESFORZADO

Especificaciones y propiedades mecánicas del alambre - forma de pedirlo

ESPECIFICACIONES DEL ALAMBRE

Como es imposible incluir en las especificaciones la experiencia en fabricación básica para una calidad óptima, éstas deberán indicar que el producto será adecuado para la aplicación determinada y dentro de las normas comerciales. Las especificaciones de alambre para preesfuerzo cubrirán las tres pruebas esenciales siguientes:

- Prueba de Resistencia a la Tensión
- Prueba de Características Satisfactorias en la Deformación por Carga
- Prueba de que el Material no es Frágil o Quebradizo

Las Especificaciones Británicas B.S. 2691 y Americana ASTM-A. 421 son típicas de las Especificaciones que cubren el alambre descrito en este Manual.

FORMA DE PEDIR EL ALAMBRE

Siempre que sea posible, el alambre se deberá pedir de acuerdo con las especificaciones del país en que se vaya a utilizar o especificaciones reconocidas como la Británica B.S.2691 y la Americana ASTM-A. 421 usadas en este Manual. Además, se deberá especificar el diámetro del alambre, el acabado (liso, estampado u ondulado), el tamaño del rollo (Rollo Normales o Rollo Grandes) y la mínima resistencia a la tensión requerida.

PROPIEDADES MECANICAS

Las tablas siguientes muestran en detalle los valores mínimos generalmente obtenidos en la práctica, tanto en lo que se refiere a las propiedades elásticas del alambre para preesfuerzo, como al grado de ductilidad, medido por la prueba de dobles. Estas tablas incluyen la mayor parte de los diámetros disponibles para el concreto preesforzado e indican para cada medida varios rangos de resistencia a la tensión. Debe notarse que el alambre en Rollos Grandes tiene propiedades elásticas más elevadas que el alambre suministrado en Rollos Normales. Los siguientes datos son de interés:

Módulo de Elasticidad

La estadística obtenida de una gran cantidad de pruebas indica que, en el alambre para preesfuerzo de un tamaño y calidad determinados, el módulo de elasticidad no varía en más de un $\pm 5\%$.

Elongación a la Ruptura

No se puede determinar con precisión la elongación final a la ruptura. Tiene cierta relación con la resistencia a la tensión pero depende principalmente de la relación del diámetro del alambre con el largo de la muestra calibrada y varía si la medición se hace en el momento en que falla y se rompe el alambre, o en el momento en que ya ocurrió la ruptura. Bajo este encabezado se pueden incluir una variedad de pruebas que usualmente se pueden efectuar con el mismo alambre. Pueden mencionarse dos requisitos menos usuales: 2% de "elongación uniforme" medida fuera de la zona deformada por la fractura, sobre una calibración de 100 mm (4"); y 4% después de la fractura en una calibración de diez veces (10X) el diámetro del alambre.

Relajamiento

El relajamiento del alambre previamente enderezado, suministrado en Rollos Grandes, es de aproximadamente 4% después de 1,000 horas, a partir de una tensión inicial del 70% de la resistencia a la tensión.

Referencias:

INSPECCION DEL ALAMBRE	4
RELAJAMIENTO	5
CORROSION POR ESFUERZO	5
ACABADO DEL ALAMBRE Y TAMAÑO DE LOS ROLLOS	1
CARGAS DE PREESFUERZO Y GRAFICAS CARGA-DEFORMACION	3

El rango de resistencia normal para cada tamaño de alambre se indica en tipo más negro.

DIAMETRO DEL ALAMBRE mm	RESISTENCIA A LA TENSION		VALORES MINIMOS PRACTICOS					
			ESFUERZO DE PRUEBA T K/mm ²				DOBLECES INVERSOS	RADIO DEL DOBLEZ mm
			ROLLO NORMAL		ROLLO GRANDE			
k/mm ²	Ton/pulg ²	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%			
7.0	145/160	92-1/101-6	—	—	124	132	7	20
	150/165	95-2/104-8	—	—	127	136	7	
	160/175	101-6/111-1	—	—	136	145	6	
5.08	145/160	92-1/101-6	104	117	124	132	8	15
	160/175	101-6/111-1	115	129	136	145	7	
	175/190	111-1/120-6	125	141	149	157	6	
5.0	145/160	92-1/101-6	105	118	124	132	8	15
	160/175	101-6/111-1	116	130	136	145	7	
	175/190	111-1/120-6	125	141	149	157	6	
4.88	145/160	92-1/101-6	105	119	124	132	8	15
	160/175	101-6/111-1	116	130	136	145	7	
	175/190	111-1/120-6	126	142	149	157	6	
4.06	145/160	92-1/101-6	105	119	124	132	8	12.5
	160/175	101-6/111-1	116	130	136	145	7	
	175/190	111-1/120-6	126	142	149	157	6	
4.0	145/160	92-1/101-6	105	119	124	132	8	12.5
	160/175	101-6/111-1	116	130	136	145	7	
	175/190	111-1/120-6	127	143	149	157	6	
3.65	145/160	92-1/101-6	105	119	124	132	8	10
	160/175	101-6/111-1	116	130	136	145	8	
	175/190	111-1/120-6	127	143	149	157	7	
3.25	160/175	101-6/111-1	116	130	136	145	9	10
	175/190	111-1/120-6	127	143	149	157	8	
	190/205	120-6/130-2	137	155	161	170	7	
3.0	160/175	101-6/111-1	116	130	136	145	10	10
	175/190	111-1/120-6	128	144	149	157	9	
	190/205	120-6/130-2	138	156	161	170	8	
2.64	175/190	111-1/120-6	130	144	149	157	10	7.5
	190/205	120-6/130-2	140	156	161	170	9	
	205/220	130-2/139-7	151	168	174	183	8	
2.03	190/205	120-6/130-2	140	156	—	—	9	5
	205/220	130-2/139-7	151	168	—	—	8	
	220/235	139-7/149-2	162	180	—	—	7	
2.0	190/205	120-6/130-2	140	156	—	—	9	5
	205/220	130-2/139-7	151	168	—	—	8	
	220/235	139-7/149-2	162	180	—	—	7	

El número de dobleces inversos puede ser un poco menor con alambre estampado.

Especificaciones y Propiedades Mecánicas del Cable

En las siguientes tablas se indican los valores mínimos correspondientes a las propiedades mecánicas de los cables de 7 alambres. Estos valores son ligeramente superiores a los indicados en la especificación ASTM-A. 416.59T, que es, posiblemente, la más común para este tipo de cable.

RELAJAMIENTO

El relajamiento de la carga en el cable de 7 alambres para preesfuerzo, con una tensión inicial del 70% de la resistencia especificada es del 5 al 6½% después de 1,000 horas.

DIAMETRO NOMINAL	RESISTENCIA MINIMA A LA RUPTURA	LIMITE MINIMO PROPORCIONAL (al 0.01%)	CARGA MINIMA AL 1.0% DE DEFORMACION	ELONGACION MINIMA EN 61 cm A LA RUPTURA
mm	kilos	kilos	kilos	%
7.94	7031	4218	5976	4
9.52	9525	5715	8097	4
11.1	12701	7620	10796	4
12.7	16783	10070	14265	4
15.2	23133	13880	19663	4

DIAMETRO NOMINAL	RESISTENCIA MINIMA A LA RUPTURA	LIMITE MINIMO PROPORCIONAL (al 0.01%)	CARGA MINIMA AL 1.0% DE DEFORMACION	ELONGACION MINIMA EN 24" A LA RUPTURA
Pulgadas	Libras	Libras	Libras	%
5/16	15,500	9,300	13,175	4
3/8	21,000	12,600	17,850	4
7/16	28,000	16,800	23,800	4
1/2	37,000	22,200	31,450	4
9/16	51,000	30,600	43,350	4

MODULO DE ELASTICIDAD

Aparte de las especificaciones requeridas debe notarse que el método de fabricación y el hecho de que el cable esté constituido por 7 alambres, tienden a compensar diferencias en el cable de un rollo o carrete a otro. De un gran número de pruebas registradas se desprende que el módulo de elasticidad del cable de 7 alambres para preesfuerzo generalmente no variará en más de un + 5% en toda una serie de embarques, ni en más de un ± 4% en una misma entrega, ni en más de un ± 1½% entre los dos extremos del cable en un carrete.

Puede considerarse que el módulo de elasticidad promedio para el cable de 7 alambres 'normalizado' es de unos 20,000 k/mm² (28,500,000 p.s.i.). Debe mencionarse que las determinaciones del módulo se hacen sobre los valores de deformación obtenidos durante la primera aplicación de la carga, ya que esto es lo que ocurre en la práctica.

Referencias:

INSPECCION DEL CABLE	9
RELAJAMIENTO	10
CORROSION	
LONGITUDES	
CABLE	6
PESOS	
AREAS	
CARGAS DE PREESFUERZO Y GRAFICAS	8



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

C I M B R A S

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

OCTUBRE, 1935

DISEÑO DE CIMBRAS

POR: ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO. *

- DATOS REQUERIDOS.

Del Concreto:

- Peso volumétrico.
- ¿ Hay vibrado ?.

Del material de la cimbra:

- Esfuerzos permisibles.
- Densidad.
- Módulo de elasticidad.
- Calidad del material.

Del ambiente:

- Temperatura en el momento del colado.
- Velocidades de viento.

Del proyecto:

- Geometría del concreto.
- Cargas vivas durante el colado.

* Gerente de Ingeniería de SACMAG DE MEXICO, S. A.

Ingenieros Consultores.

PESO VOLUMETRICO

El peso volumétrico del concreto varía desde 1,500 a 2,400 kg/m³., el primero para concretos ligeros y el último para concreto normal. Puede haber algunos concretos más ligeros que el agua, pero son muy especiales.

ESFUERZOS PERMISIBLES.

Hacemos aquí referencia al Reglamento de las Construcciones del D. D. F. en sus artículos del 213 al 222:

a) Calidad de la madera.

Los grados de las maderas que se citan son los que se especifican en la norma C 18-46, expedida por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio.

Para usarse en construcciones no se empleará calidad inferior a la de tercera.

b) Esfuerzos permisibles y módulos de elasticidad.

Se admiten los siguientes esfuerzos de trabajo y módulos de elasticidad, en función de la densidad aparente de la madera seca, y, para madera de primera. De no obtenerse experimentalmente, el valor de E se supondrá.

de 0.4, obteniéndose los valores consignados en la última columna de la siguiente tabla.

Concepto	Valor en kg/cm ²	
	Para cualquier y	Para y=0.4
Esfuerzo en flexión ó tensión simple.	196y	1.25 60
Módulo de elasticidad en flexión ó tensión simple	196,000y	79,000
Esfuerzo en compresión paralela a la fibra	143.5y	57
Esfuerzo en compresión perpendicular a la fibra	54.2y	2.25 7
Módulo de elasticidad en compresión	238,000y	1.25 95,000
Esfuerzo cortante	35y	10

Para maderas selectas, se pueden incrementar en un 30% los valores anteriores. Para maderas de segunda, se tomará el 70% de los valores consignados en la tabla. Para maderas de tercera, se tomará el 50%.

Tratándose de maderas saturadas ó sumergidas, el esfuerzo de compresión paralelo a la fibra debe reducirse 10%; el de compresión perpendicular a la fibra 33%; y los módulos de elasticidad 10%.

El esfuerzo permisible en compresión en direcciones inclinadas con respecto a la fibra, se determinará de acuerdo con la fórmula:

$$N = \frac{P \quad Q}{P \sin^2 \theta + Q \cos^2 \theta}$$

en la cual

N= esfuerzo permisible en la dirección que forma un ángulo θ con la fibra;

P= esfuerzo permisible en compresión paralela a la fibra;

Q= esfuerzo permisible en compresión perpendicular a la fibra;

c) Cargas de corta duración.

Cuando la duración de las cargas no exceda el lapso indicado a continuación, se incrementarán los esfuerzos permisibles según la siguiente tabla:

15% para dos meses de duración.

25% para 7 días de duración.

50% para viento ó sismo.

100% para impacto.

Estos coeficientes de incremento se aplican también a las conexiones.

Los incrementos anteriores no se aplican a los módulos de elasticidad en cálculo de deflexiones.

d) Deterioro e intemperización de la madera.

Los esfuerzos permisibles deberán afectarse de reducciones, de acuerdo con el grado de deterioro e intemperización de la madera a través del tiempo.

e) Diseño de piezas en tensión.

El esfuerzo se valuará dividiendo la fuerza entre el área neta. Este esfuerzo no debe exceder el permisible que se especifica en los incisos b, c y d.

f) Diseño de postes ó columnas.

I. Notación.

A=área de la sección transversal del miembro (cm²).

c= esfuerzo permisible en la columna a compresión paralela a la fibra (kg/cm²) corregido por esbeltez.

d= mínima dimensión transversal del miembro ó de cada una de las piezas que constituyen una columna espaciada (cm).

E = módulo de elasticidad a compresión según el inciso
 b (kg/cm²).

L = longitud de extremo a extremo de las columnas de
un solo tramo, ya sean simples ó espaciadas, ó -
bien, la distancia de centro a centro de los apoyos
laterales en columnas continuas (cm).

P = carga axial (kg).

f_c = esfuerzo permisible en compresión paralela a la fi
bra de conformidad con los incisos b , c y d (kg/cm²).

II. Clasificación. Las columnas a que pueden aplicarse estas especificaciones se clasifican en simples, compuestas y espaciadas:

-Las columnas simples están formadas de una sola pieza.

-Las columnas compuestas están formadas por dos ó más piezas correctamente ligadas.

-Las columnas espaciadas están formadas de dos ó más miembros, con ejes longitudinales paralelos, y ligados a sus extremos por empaques y pernos ó conectores, que resistan la fuerza cortante que existe en las columnas debida a su deformación.

III. Columnas simples. El esfuerzo permisible en columnas simples de sección rectangular se valuará de conformidad con las siguientes expresiones:

Cuando L/d es menor que 11.

$$c = f_c$$

Para relaciones L/d comprendidas entre 11 y 30.

$$c = f_c [1 - (L/38d)^4]$$

Para relaciones L/d mayores de 30.

$$c = f_c \left(\frac{550}{(L/d)^2} \right)$$

En columnas cuya sección no es rectangular, se sustituyen en las expresiones anteriores, $\sqrt{12}$ veces el mínimo radio de giro de la sección transversal, en vez de d .

IV. Columnas espaciadas. Todas las piezas que constituyen una columna espaciada tendrán la misma dimensión mínima. El espesor de los empaques será también igual a dicha dimensión.

La máxima relación L/d permisible es 80 en este tipo de columna. La capacidad de carga de una columna espaciada se tomará igual a la suma de las capacidades de sus miembros, calculadas éstas como si se tratara de co

lumnas simples independientes, sustituyendo las fórmulas para columnas simples por las que siguen:

Para relaciones L/d menores que 28.

$$c = f_c$$

Para L/d superior a 28.

$$c = f_c \left[1 - (L/95d)^4 \right]$$

V. Columnas compuestas. La capacidad de una columna compuesta se calculará con las fórmulas para columnas simples pero reduciendo las capacidades así obtenidas, de acuerdo con la siguiente tabla:

L/d	Capacidad reducida, % de la calculada
2	88
6	82
10	77
14	71
18	65
22	74
26	82
30	91
34	99

Para valores de L/d intermedios entre los que se consignan en esta tabla debe interpolarse linealmente.

g) Diseño de piezas en flexión.

Deben usarse las fórmulas convencionales de la resistencia de materiales como la fórmula de la escuadría, siempre que la relación de claro a peralte sea mayor que 5, con las siguientes salvedades.

-Se supone que una viga de sección circular tiene el mismo momento resistente que una viga de sección cuadrada de igual área.

-Si el peralte de una viga de sección rectangular excede de 30 cm. se debe introducir el siguiente factor F que multiplique al momento de inercia:

$$F = 0.81 \frac{h^2 + 922}{h^2 + 568}$$

donde h es el peralte del miembro en cm.

h) Combinación de flexión y carga axial.

Los miembros sujetos a flexotensión deberán proporcionarse en tal forma que:

$$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} \leq f_m$$

Los miembros sujetos a flexocompresión deberán proporcionarse de tal forma que:

$$\frac{P}{A_c} + \frac{M}{f_m S \left(1 - \frac{PL^2}{2EI}\right)} \leq 1$$

en las fórmulas anteriores.

A= área de la sección transversal de la pieza (cm²):

E= módulo de elasticidad (kg/cm²).

f_m= esfuerzo permisible a la flexión (kg/cm²).

I= momento de inercia (cm⁴).

M= momento flexionante (kg/cm).

S = módulo de sección (cm³).

El esfuerzo c no deberá ser superior al dado en el inciso f. En columnas espaciadas estas fórmulas sólo se aplican si la flexión actúa en dirección paralela a la mayor dimensión de los miembros individuales.

i) Esfuerzo cortante.

Para el cálculo del esfuerzo cortante deben emplearse las fórmulas convencionales de la resistencia de materiales.

El esfuerzo cortante debido a una carga concentrada distante menos de un peralte del apoyo, puede reducirse en dicho tramo a los 2/3 de su valor calculado.

j) Pandeo lateral.

En todos los casos se tomará en cuenta la posibilidad de pandeo lateral. Para evitarlo, las piezas deberán quedar correctamente contraventeadas.

k) Elementos de unión.

I. - Generalidades. Para determinar la capacidad de carga de los distintos elementos de unión tales como los clavos, pernos, conectores, pijas y otros, las maderas se dividirán en tres grupos:

- Coníferas livianas, $\gamma \leq 0.5$
- Coníferas densas $\gamma > 0.5$
- Estructurales densas de hoja caduca (tales como cedro, álamo y similares).

II. -Clavos. Sólo se permiten para uso estructural los clavos comunes de alambre de acero estirado en frío. Para determinar su capacidad de carga lateral se empleará la fórmula:

$$P = K D^3/2$$

en la cual

D = diámetro del clavo en mm.

K = constante consignada en la siguiente tabla.

P = carga de trabajo en kilogramos por clavo.

Valores de K

Grupo	K
Coníferas livianas	3.50
Coníferas densas	4.30
Estructurales densas de hoja caduca	5.00

Para que las fórmulas anteriores sean válidas se requieren las siguientes condiciones mínimas:

- que el clavo penetre cuando menos $2/3$ de su longitud en la pieza principal.

- que las separaciones entre clavos sean como sigue:

Paralelas a la carga.

12 D del borde cargado.

5 D del borde no cargado.

10 D entre clavos de una hilera.

Normales a la carga.

5 D entre hileras.

III. Tornillos. Se aplicarán estas normas a tornillos de acero para madera, de cualquier tipo de cabeza.

La capacidad lateral estará dada por la siguiente expresión:

$$P = K D^2$$

Los valores de K para los distintos tipos de madera se dan en la tabla:

Grupo	K
Coníferas livianas	1.80
Coníferas densas	2.30
Estructurales densas de hoja caduca	2.50

Los tornillos deben insertarse en agujeros previamente hechos con un diámetro de 0.875 del diámetro del tornillo en la zona de rosca. La penetración en el miembro que contenga la punta será cuando menos 7 veces el diámetro del tornillo.

Las separaciones serán como sigue:

Paralelas a la carga.

8 D del borde cargado.

4 D del borde no cargado

6 D entre tornillos.

Normales a la carga.

4 D entre hileras.

IV. Pernos. Se entiende que se trata de pernos de acero con cabeza en un extremo ó con dos extremos rosca dos y usando rondanas bajo cabeza y tuerca.

La capacidad de un perno estará dada por las siguientes expresiones:

a) Carga aplicada paralela a la fibra.

$$P = 0.50 f_c t D K$$

en donde

f_c = esfuerzo de compresión paralelo a la fibra -
según se define en el inciso b.

D = diámetro del perno en cm.

t = menor grueso ó suma de gruesos de los miembros que transmiten los esfuerzos (en cm.) -
para juntas a tope.

t = doble de grueso de la pieza más delgada(en cm.)
para juntas traslapadas.

K = constante consignada en la siguiente tabla.

t/D	K
3	1.00
4	0.99
5	0.95
6	0.85

t/D	K
7	0.73
8	0.64
9	0.57
10	0.51
13	0.39

Para valores de t/D intermedios entre los que se consignan en esta tabla debera interpolarse linealmente.

Cuando se tengan "cachetes" de placa de acero.

$$P = 0.66 f_c t DK$$

Además se le aplicarán los factores de coeficiente de servicio previamente descritos.

b) Carga aplicada normal a la fibra

$$P = 0.66 f_c tDKK_2$$

t/D	K	D	K ₂
Hasta 9	1.00	3/8"	2.50
10	0.94	1/2"	1.95
11	0.85	5/8"	1.68
12	0.76	3/4"	1.52
12	0.68	7/8"	1.41
13	0.62	1"	1.33
		1 1/4"	1.27
		3" ó mas	1.03

f_c es el esfuerzo normal a la fibra según se describe en el artículo 214.

V. Conectores. La capacidad de carga de estos elementos se determinará de acuerdo con los datos proporcionados por los fabricantes de ellos.

CARGAS Y PRESIONES.

Las cimbras y obras falsas deberán soportar todas las cargas verticales y laterales superimpuestas a la cimbra y a la estructura, hasta que ésta sea capaz de tomarlas por sí misma.

Estas cargas incluyen el peso de:

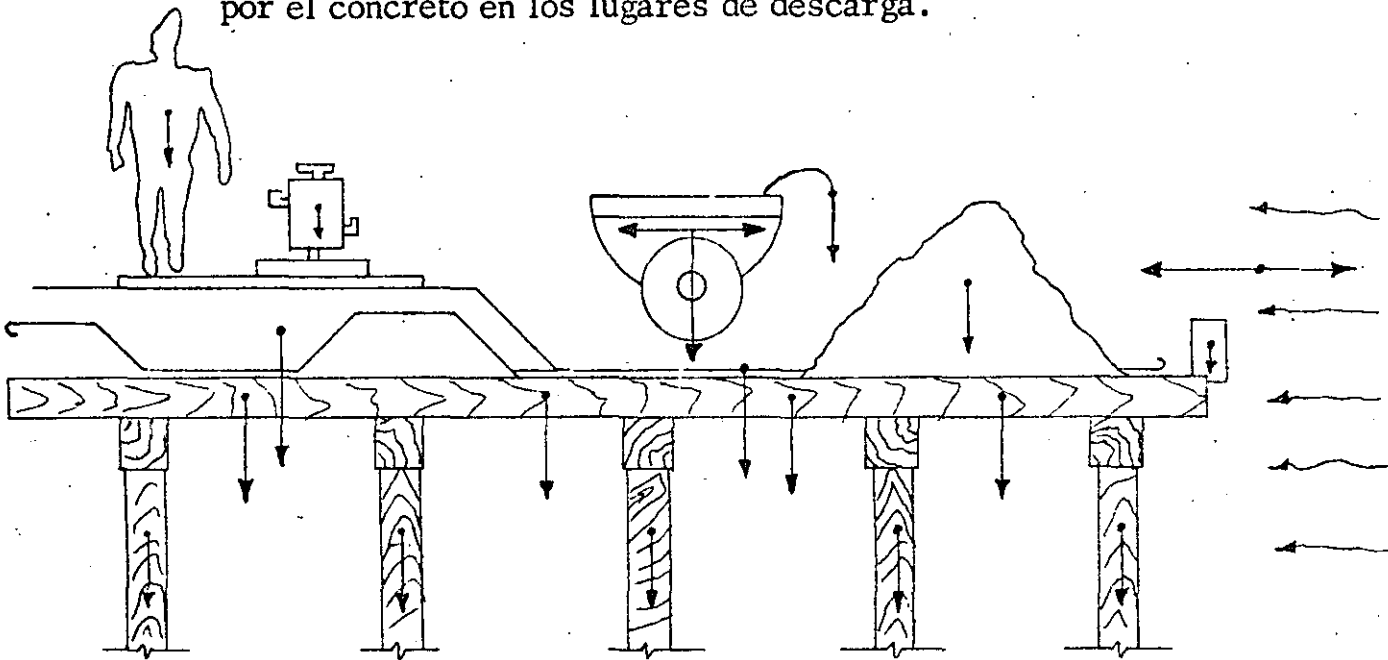
- El concreto fresco.
- El acero de refuerzo.
- El peso propio.

y varias cargas vivas.

Las descargas del concreto, movimiento de equipo de construcción y la acción del viento producen fuerzas laterales - que debe resistir la obra falsa.

Debe considerarse también asimetría de la carga de concreto, impactos del equipo y cargas concentradas producidas

por el concreto en los lugares de descarga.



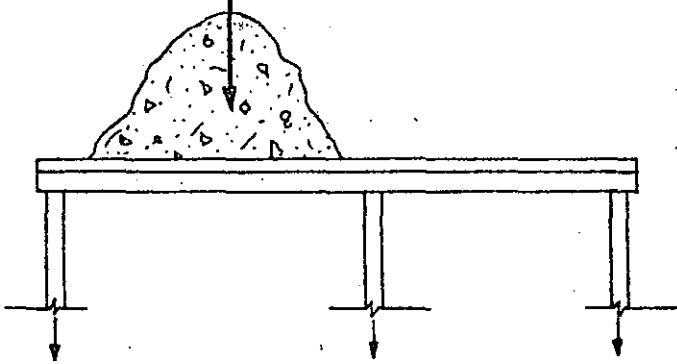
Peso propio: La cimbra de madera generalmente pesa de 50 a 75 kg/m². Cuando este peso es pequeño en comparación con el peso del concreto + la carga viva puede despreciarse.

Cargas vivas:

El ACI, Comité 622, recomienda una carga debida a cargas vivas de construcción de 250 kg/m², de proyección horizontal, que incluye peso de los trabajadores, equipo, andadores e impacto. Si se usan volquetes motorizados esta carga debe incrementarse hasta 400 kg/m².

Alternancia de cargas.

Cuando las formas son continuas el peso del concreto en un claro puede causar levantamiento en otro claro.



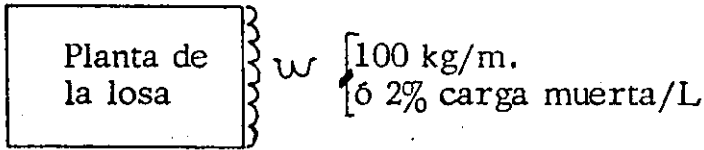
Las formas deben diseñarse para soportar este efecto, de no ser así deben construirse como simplemente apoyadas.

Cargas laterales.

Las cimbras y obras falsas deben soportar todas las cargas laterales debidas a viento, cables de tensión, soportes inclinados, vaciado del concreto y movimientos horizontales del equipo. Normalmente es difícil tener información suficiente para calcular estas cargas con exactitud.

El Comité 622 del ACI, recomienda las siguientes cargas mínimas laterales.

- a) En losas: 150 kg/m. de borde de losa, ó 2 por ciento de la carga muerta sobre la cimbra (distribuido como una carga por metro de borde en la losa), el que sea mayor



(Considérese solamente el peso muerto de losa cubierta en cada colado).

b) En muros.

Carga de viento de 50 kg/m² ó mayor si así lo exigen los códigos locales; en ningún caso menor de 150 kg/m. de borde de muro, aplicada en la parte alta de la cimbra.

PRESION LATERAL DEL CONCRETO.

El peso volumétrico del concreto tiene una influencia decisiva en esta presión. La presión hidrostática de un fluido es igual a γh (peso volumétrico por altura) y actúa en ángulo recto sobre cualquier superficie que confine el fluido. El concreto fresco no se comporta como un fluido, sino solamente en forma aproximada y únicamente hasta el fraguado inicial, en que se empieza a soportar por si mismo. Es por esta razón que también influye la velocidad vertical de colado en la presión.

La temperatura del concreto durante el colado también tiene gran importancia ya que influye directamente en el tiempo de fraguado inicial. A bajas temperaturas el concreto toma más tiempo en el fraguado inicial y por lo tanto, para la misma velocidad de colado, una mayor profundidad de concreto se mantiene fresco y hay entonces una mayor presión lateral.

La vibración interna del concreto lo consolida y produce presiones laterales locales durante el vibrado, estas presiones son de 10 a 20% mayores que las que resultan cuando el concreto es varillado. porque entonces el concreto tiende a portarse como un fluido en toda la profundidad de vibración.

El revibrado y la vibración externa producen cargas aún mayores.

Durante el revibrado se han observado presiones de hasta 4,800 kg/m² por metro de profundidad del concreto (el doble de la presión hidrostática del concreto).

La vibración externa hace que la forma golpee contra el

concreto causando gran variación en la presión lateral.

Las tablas que se incluyen más adelante, están calculadas únicamente para vibración interna.

Hay otras variables que influyen en la presión lateral, - como son: el revenimiento, cantidad y localización del re fuerzo, temperatura ambiente, presión de poro del agua, tamaño máximo del agregado, procedimiento de colado, - rugosidad y permeabilidad de las formas, etc. Sin embargo, con las prácticas usuales de colado estas variables -- son poco significativas y su efecto es generalmente despreciado.

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA MURO.

El muro tendrá 4.50 m. de altura.

El colado se hará a razón de $R=0.90$ m/hr. con vibrador.

La temperatura de colado se considerará de $T=15^{\circ}\text{C}$.

La cimbra se usará una sola vez por lo que los esfuerzos admisibles se podrán incrementar un 25%.

Se cuenta con hojas de triplay de $3/4''$ (1.9cm) de espesor que miden 1.20 x 2.40 y tensores de 2,800 kgs de capacidad.

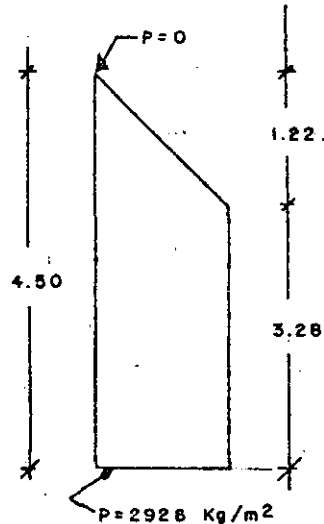
1. - Determinación de la presión lateral máxima.

De la tabla 5-2 para $R = 0.90 \frac{\text{m}}{\text{hr}}$ y $T = 15^\circ\text{C}$.

$$P_{\text{max}} = 2928 \text{ kg/m}^2$$

Profundidad a la que se alcanza la presión máxima.

$$\frac{2928}{2400} = 1.22 \text{ m.}$$



2. - Tablado vertical.

El triplado será del mismo espesor en toda la altura y los apoyos de éste se espaciarán uniformemente, de acuerdo a sus dimensiones. El triplado se colocará en el sentido más resistente, es decir con la fibra paralela al claro; esto significa colocar la dimensión de 2.40 horizontal actuando como losa continua.

Revisión por flexión.

$$M_{\text{max}} = \frac{wl^2}{10} \quad (\text{viga continua con tres ó más claros})$$

$$M = \frac{wl^2}{10} \times 100 = 10wl^2$$

donde w en kg/m .

l en m.

M en kg-cm.

Mom. resistente:

$$M_r = f_s$$

S: Módulo de sección en cm³.

f: Esfuerzo admisible en flexión en kg/cm².

M_r: en kg-cm.

igualando momentos

$$f_s = 10 w l^2$$

$$\Rightarrow l = 0.32 \sqrt{\frac{f_s}{w}}$$

$$f = 196 \quad (\text{Reglamento D.D.F.})$$

$$\gamma = 0.6 \quad \text{supuesto}$$

$$f = 196 \times 0.6 \approx 120 \text{ kg/cm}^2.$$

$$f_{ad} = 120 \times 1.25 = 150 \text{ kg/cm}^2 \text{ (por usarse una sola vez)}$$

$$S = 100 \times 0.3598 = 35.98 \text{ cm}^3. \text{ (para 1.00 m. de ancho ver}$$

tabla 4-3)

$$l = 0.32 \sqrt{\frac{150 \times 35.98}{2928}} = 0.43 \text{ m (máxima por flexión)}$$

Revisión por flecha

Δ: m

$$\Delta_{\max} = \frac{w l^4}{128 EI} \times 10,000$$

l: m

$$\Delta_{\max \text{ admisible}} = \frac{l}{360}$$

E: kg/cm²

I: cm⁴.

igualando flechas

$$\frac{l}{360} = \frac{w l^4}{128 EI} \times 10,000$$

$$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$E = 196000 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Reglamento D. D. F.})$$

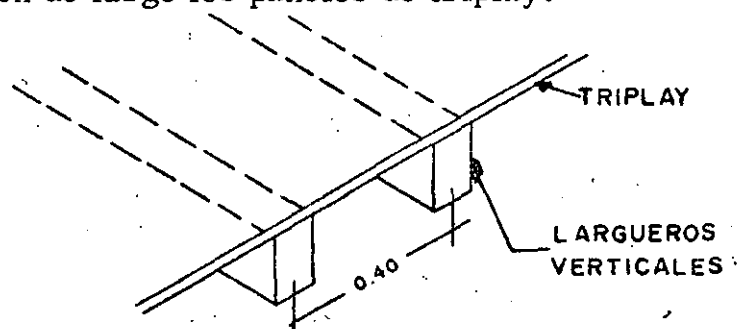
$$E = 196000 \times 0.6 = 117600 \text{ kg/cm}^2.$$

$$I = 100 \times 0.3413 = 34.13 \text{ cm}^4 \text{ (para 1.00 m. de ancho,}$$

tabla 4-3)

$$l = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117600 \times 34.13}{2928}} = 0.37 \text{ m.}$$

será aceptable usar espaciamientos de 0.40 m. para los largueros verticales, 6 espacios exactos de 0.40 en 2.40 que tienen de largo los paneles de triplay.



3.- Dimensionamiento de largueros y espaciamiento de vigas madreñas.

Se pueden fijar las medidas de los largueros y calcular el claro máximo admisible que será el espaciamiento

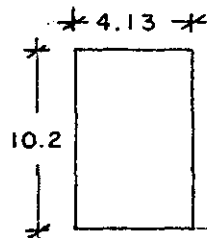
de maderas, ó se puede fijar el espaciamento de maderas y calcular las medidas necesarias de los largueros. En este caso fijaremos largueros de 2 x 4 pulgadas.

por flexión.

$$l_{\max} = 0.32 \sqrt{\frac{f S}{w}}$$

el ancho efectivo de largueros de 2 x 4 es 1 5/8"

tendremos



$$S = \frac{I}{h/2} = \frac{4.13 \times 10.2^3}{12} = \frac{365.23}{5.1}$$

$$S = 71.61 \text{ cm}^3.$$

$$f = 196 \text{ lb} = 120 \text{ kg/cm}^2.$$

$$f_{ad} = 120 \times 1.25 = 150 \text{ kg/cm}^2.$$

$$w = 2928 \times 0.40 = 1171 \text{ kg/m}.$$

$$l_{\max} = 0.32 \sqrt{\frac{150 \times 71.61}{1171}} = 0.97 \text{ cm}.$$

por flecha.

$$l_{\max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$l_{\max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117600 \times 365.23}{1171}}$$

$$l_{\max} = 1.09$$

revisión por corte.

$$v = \frac{3V}{2bh}$$

$$V = 0.6 \text{ w}l \text{ (viga continua de tres ó más claros)}$$

$$v = \frac{3}{2 bh} (0.6 \text{ w}l)$$

$$\begin{aligned} \text{Esfuerzo de corte admisible} &= 35 \gamma \quad (\text{Reglamento}) \\ &= 35 \times 0.6 = 21 \text{ kg/cm}^2. \end{aligned}$$

igualando

$$\frac{3}{2 bh} (0.6 \text{ w}l) = 21 \text{ kg/cm}^2.$$

despejando l

$$l = 23.33 \frac{bh}{w}$$

l: m

b: cm

h: cm

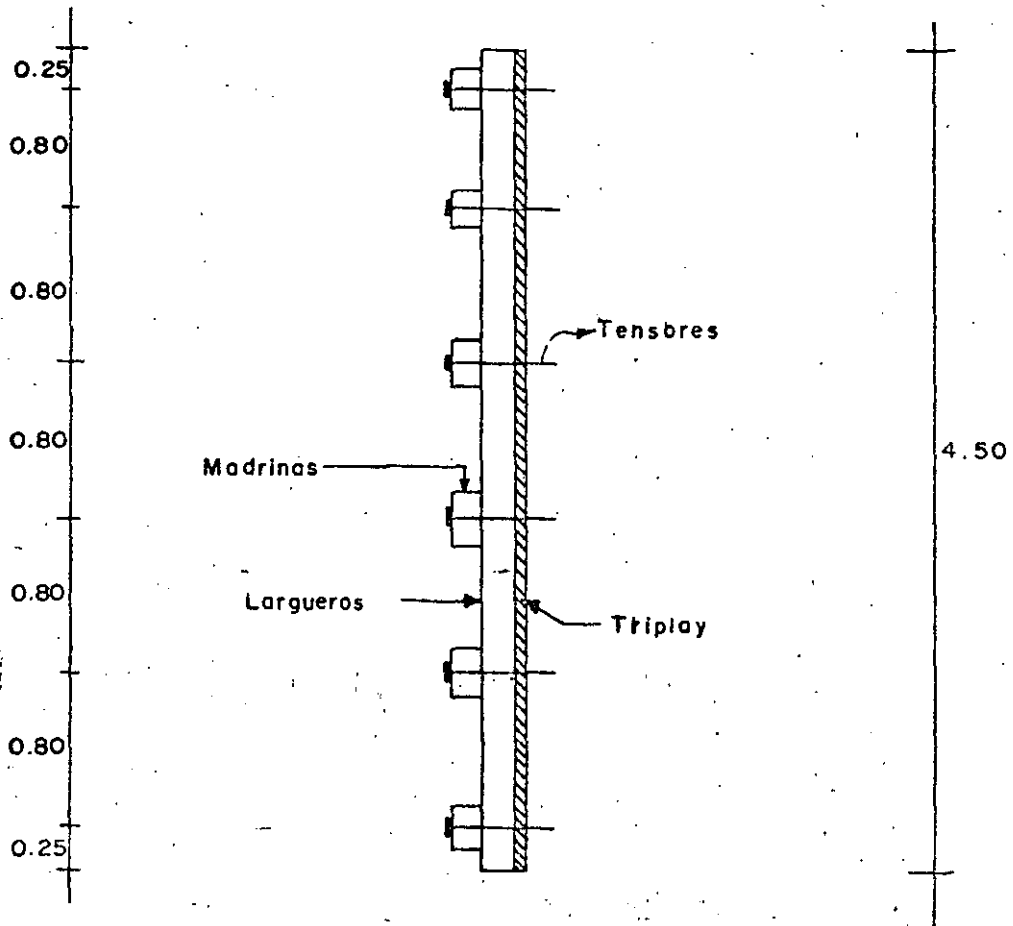
w: kg/m.

$$l = 23.33 \times \frac{4.13 \times 10.2}{1171} = 0.84 \text{ m.}$$

El claro máximo de largueros será de 0.84 m. por -
cortante.

-27-

Se usará la siguiente distribución:



4. - Espaciamiento de tensores y dimensionamiento de vigas mdrinas.

Carga en mdrinas = $2928 \times 0.80 = 2343.4 \text{ kg/m}$.

espaciamiento de tensores:

$$e = \frac{2800 \text{ kg}}{2343.4 \text{ kg/m}} = 1.195 \text{ m.}$$

Se usarán tensores @ 1.20 y este será el claro de las vigas mdrinas.

###

Dimensionamiento de vigas mdrinas.

por flexión.

$$l = 0.32 \sqrt{\frac{f S}{w}}$$

despejando $S = \frac{10 w l^2}{f} = \frac{10 \times 2343.4 \times 1.20^2}{150}$

$$S = 224.97 \text{ cm}^3.$$

$$S = \frac{bh^3/12}{h/2} = \frac{bh^2}{6}$$

Para las vigas mdrinas se acostumbra colocarlas en pares para evitar la perforación para los tensores.

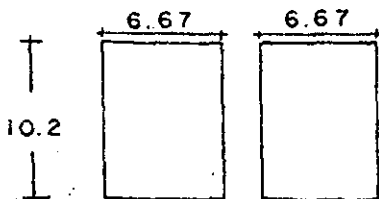
Por corte.

$$v = \frac{3V}{2bh} \quad bh = \frac{3V}{2v}$$

$$bh = \frac{3(0.6wl)}{2v} = \frac{1.8wl}{2v}$$

$$bh = \frac{1.8 \times 2343.4 \times 1.20}{2 \times 21} = 120.52 \text{ cm}^2.$$

Probar 2 de 3x4 pulgs. ancho efectivo = 2 5/8" (6.67cm)



$$b \times h = 2 \times 6.67 \times 10.2 = 136.07 > 120.52$$

$$S = \frac{(2 \times 6.67) (10.20)^2}{6} = 231.32 > 224.97$$

se usarán vigas de 3 x 4 en pares.

5.- Revisión por compresión en apoyos.

Los puntos que deberán ser investigados en este diseño serán los apoyos de largueros en vigas maderas y apoyos de éstas en placas de tensores.

Esfuerzo de compresión admisible perpendicular a la fibra.

$$C = 54.2 \text{ } \gamma^{\circ} \text{ (Reglamento D.D.F.)}$$

$$C = 54.2 \times 0.6 = 32.52 \text{ kg/cm}^2.$$

$$C_{ad} = 1.25 \times 32.52 = 40.65 \text{ kg/cm}^2.$$

El esfuerzo en apoyos de largueros sobre vigas maderas será como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Area de apoyo} &= 2 \times 6.67 \times 4.13 \\ &= 55 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Carga transmitida por largueros.

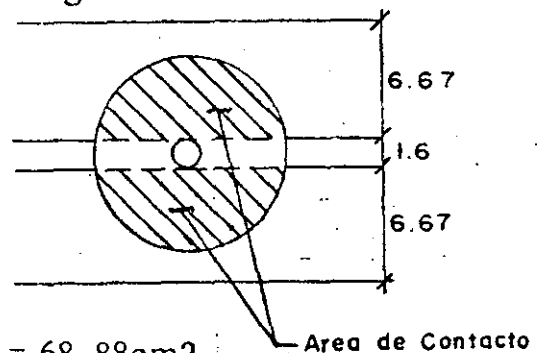
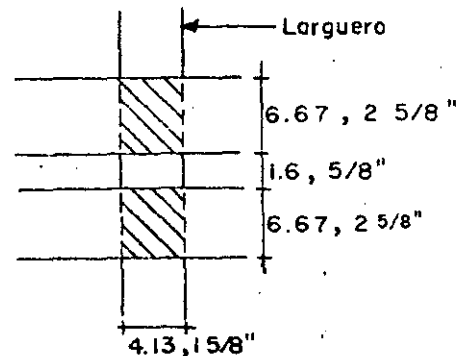
$$R = (2928 \times 0.40) \times 0.80 = 937 \text{ kg S.}$$

$$f = \frac{937}{55} = 17 \text{ kg/cm}^2$$

Apoyo de tensores.

$$T = 2800 \text{ kg.}$$

$$\text{Area requerida} = \frac{2800}{40.65} = 68.88 \text{ cm}^2$$



-30-

Usar arandela 5" \varnothing (12.7cm)

Area de contacto

$$\frac{\pi D^2}{4} - 1.6 \times D = 106.35$$

$$f = \frac{2800}{106.35} = 26.3 \text{ kg/cm}^2$$

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA LOSA

La losa será de 20 cm. de espesor concreto normal 2,400 kg/m³. La cimbra se usará varias veces.

Altura libre piso a techo 2.40.

Tablero de losa de 4.50 x 4.50 mts.

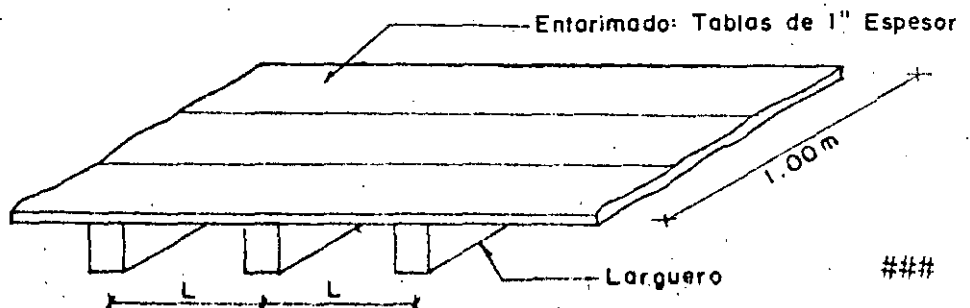
1.- Cargas de diseño.

Peso propio $2,400 \times 0.20 = 480$

Carga viva * $= \underline{200}$

680 kg/m².

* Puede ser 100 kg/m²., más una carga concentrada de 100 kg. en el lugar más desfavorable.



2.- Entarimado. usar tablonos de 1" de espesor.

El espesor efectivo de tablas de 1" es $25/32"$ ($\sim 2.00\text{cm}$)

Considerando una franja de 1.00 m. de ancho.

$$I = \frac{100 \times 2^3}{12} = 66.67 \text{ cm}^4.$$

$$S = \frac{bh^2}{b} = \frac{100 \times 2^2}{6} = 66.67 \text{ cm}^3.$$

Por flexión.

$$l \text{ max} = 0.32 \sqrt{\frac{f s}{w}} = 0.32 \sqrt{\frac{120 \times 66.67}{680}} = 1.10 \text{ m}$$

$$f = 196 \times \gamma = 196 \times 0.6 \approx 120 \text{ kg/m}^2.$$

Por flecha.

$$l \text{ max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$E = 196,000 \gamma = 196,000 \times 0.6 = 117,600$$

$$l \text{ max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117,600 \times 66.67}{680}} = 0.75 \text{ m}.$$

Se usarán largueros @ 0.75 m lo cual nos dá 6 espaciamentos de $0.75 = 4.50 \text{ m}$. de ancho del tablero.

3.- Dimensionamiento de largueros y espaciamento de vigas mdrinas.

Suponiendo que se tienen a la mano largueros de 2 x 4.

$$I = 365.23 \text{ cm}^4.$$

$$S = 71.61 \text{ cm}^3.$$

Carga en largueros = $680 \times 0.75 = 510 \text{ kg/m}$.

$$\text{Por flexión.} \quad l_{\max} = 0.32 \sqrt{\frac{f s}{w}} = 0.32 \sqrt{\frac{120 \times 71.61}{510}}$$

$$l_{\max} = 1.31 \text{ m.}$$

$$\text{Por flecha.} \quad l_{\max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$l_{\max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{117\,600 \times 365.23}{510}}$$

$$l_{\max} = 1.45 \text{ m.}$$

$$\text{Por corte.} \quad l_{\max} = 23.33 \frac{bh}{w} = \frac{23.33 \times 4.13 \times 10.2}{510}$$

$$= 1.92 \text{ m.}$$

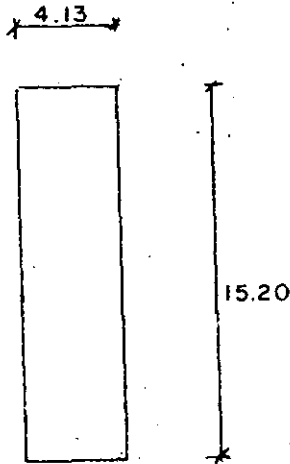
$\Rightarrow l_{\max} = 1.31 \text{ por flexión.}$

Dado que el tablero mide 4.50 se usarán 4 claros de 1.125 m. que será el espaciamento de las vigas madres.

4. - Dimensionamiento de vigas madres y espaciamento de puntales.

Probar madres de 2 x 6 pulgadas.

-33-



$$I = \frac{4.13 \times 15.20^3}{12} = 1\,208.65 \text{ cm}^4.$$

$$S = \frac{I}{h/2} = \frac{1\,208.65}{7.60} = 159 \text{ cm}^3.$$

w equivalente $\approx 680 \times 1.125 = 765 \text{ kg/m}$.

Por flexión.

$$l_{\max} = 0.32 \sqrt{\frac{f s}{w}} = 0.32 \sqrt{\frac{120 \times 159}{765}} = 1.60$$

Por flecha.

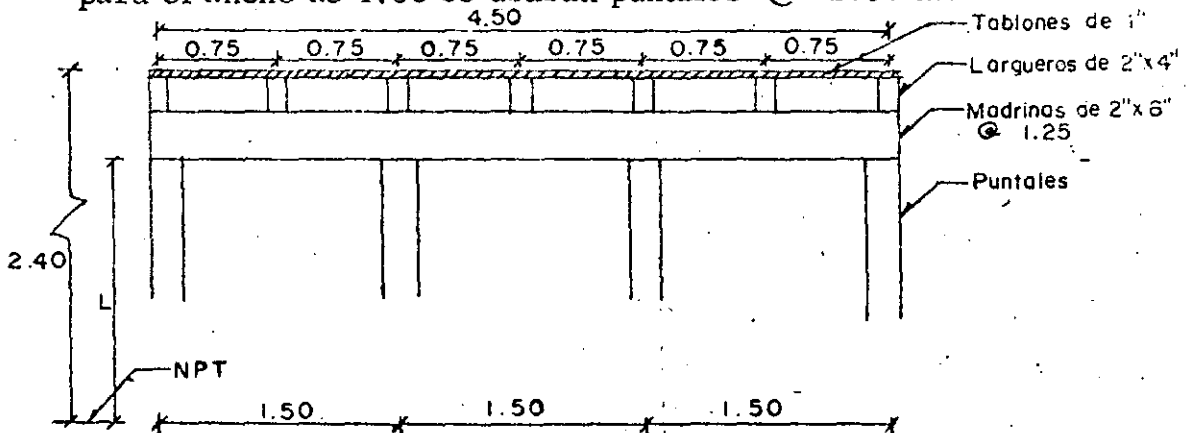
$$l_{\max} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{11\,760\,000 \times 1\,208}{765}} = 1.88$$

Por corte.

$$l_{\max} = 23.33 \frac{bh}{w} = 23.33 \times \frac{4.13 \times 15.2}{765} = 1.91$$

$$\Rightarrow l_{\max} = 1.60 \text{ m}.$$

para el ancho de 4.50 se usarán puntales @ 1.50 m.



se adopta esta distribución.

###

5. - Cálculo de los puntales.

$$\text{Area tributaria} = 1.50 \times 1.125 = 1.6875 \text{ m}^2.$$

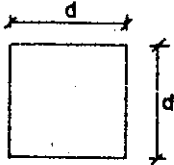
$$\text{carga} = \frac{680 \text{ kg/m}^2}{1.6875}$$

$$P = 1.147.50 \text{ kgs.}$$

Esfuerzo admisible a compresión paralelo a la fibra.

$$f_c = 143.5 \gamma = 143.5 \times 0.6 = 86 \text{ kg/cm}^2.$$

Probar puntales 3 x 3 pulgadas.



$$d = 2 \frac{5}{8}'' = 6.67 \text{ cm.}$$

$$A = 6.67^2 = 44.46 \text{ cm}^2.$$

Revisión por esbeltez.

$$l = 240 - 28 = 212 \text{ cm.}$$

$$\frac{l}{d} = \frac{212}{6.67} = 32$$

Esfuerzo admisible a compresión corregido por esbeltez.

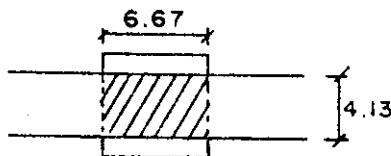
$$C = f_c \left(\frac{550}{(l/d)^2} \right) = 46.20 \text{ kg/cm}^2.$$

Compresión admisible de puntal 3" x 3"

$$P_{ad} = 46.20 \times 44.46 = 2054 \text{ kg} > 1147.50$$

6. - Revisión de esfuerzos de compresión en apoyos.

Apoyo de viga madrina en puntal:



$$\begin{aligned} \text{Area de apoyo} &= 4.13 \times 6.67 \\ &= 27.55 \text{ cm}^2. \end{aligned}$$

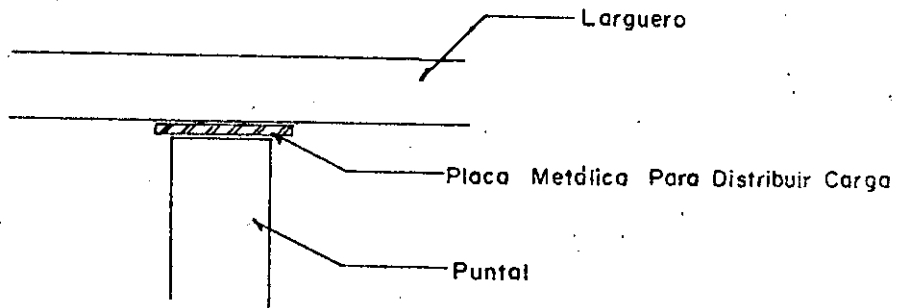
$$\begin{aligned} \text{Esf. admisible } \perp \text{ a la fibra} \\ = 54.20 \times 0.6 = 32.52 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$f = \frac{1147.50}{27.55} = 41.55 \text{ no pasa}$$

$$\text{Area requerida} = \frac{1147.50}{32.52} = 35.28 \text{ cm}^2.$$

Usar placa metálica de 2 x 4 (5.08 x 10.2 cm)

$$A = 4.13 \times 10.2 = 42.12 \text{ cm}^2.$$

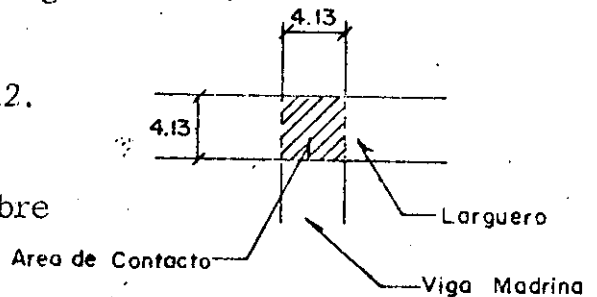


Apoyo de larguero en viga madrina.

$$A = 4.13^2 = 17.06 \text{ cm}^2.$$

Carga de larguero sobre

viga madrina:



$$C = (680 \times 0.75) \times 1.125 = 573.75 \text{ kg.}$$

$$f = \frac{573.75}{17.06} = 33.63 \text{ kg/cm}^2.$$

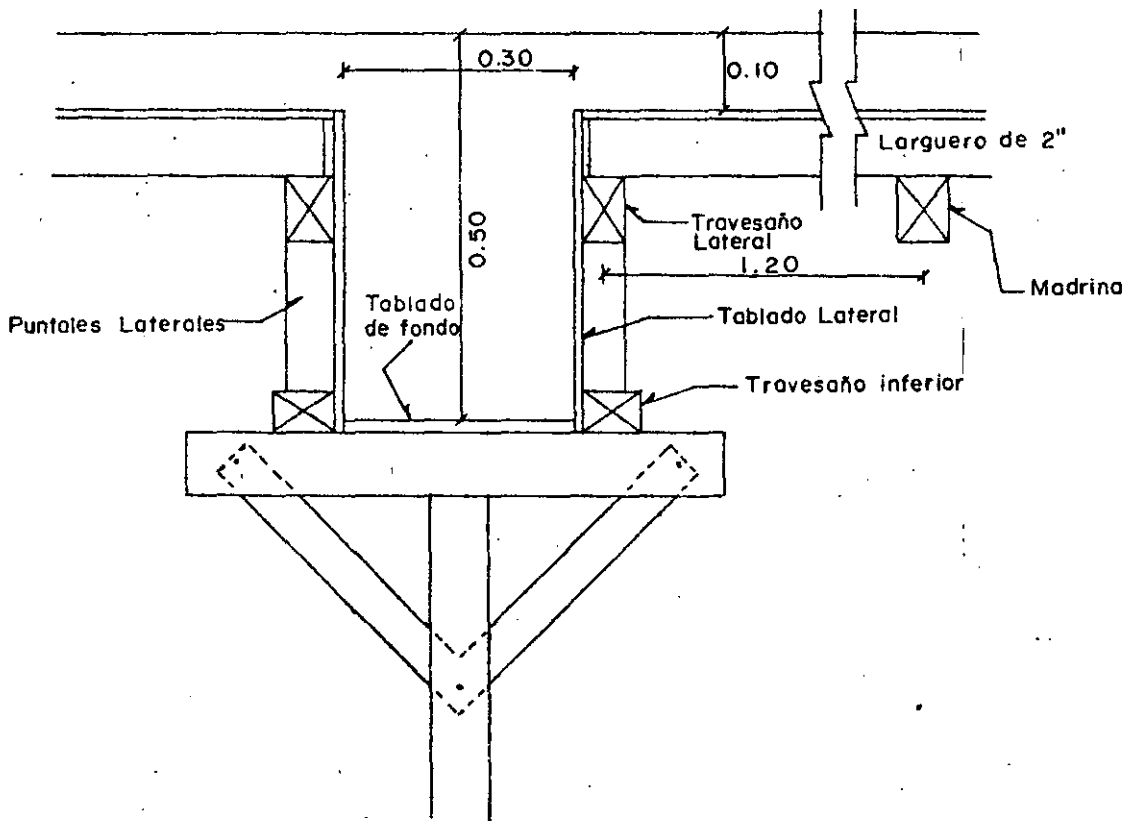
Se considerará aceptable pues según reglamento:

" sobre apoyos menores de 15 cm. de longitud localizados a 7 cm. ó más del extremo de una pieza, el esfuerzo permisible a compresión perpendicular a la fibra puede incrementarse por el factor.

$$\frac{L + 1 \text{ cm.}}{L} = \frac{4.13 + 1}{4.13} = 1.24$$

$$\text{fad} = 32.52 \times 1.24 = 40.3 \text{ kg} > 33.63$$

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA TRABE



La cimbra para la viga de 0.30 x 0.50 mostrada se usará varias veces.

El concreto será de peso volumétrico normal (2400kg/m³) se usará madera de pino de la. con una densidad de 0.6

1.- Tablado de Fondo.

Cargas que soporta:

$$\begin{array}{r} \text{Carga muerta} = 0.30 \times 0.50 \times 2,400 = 360 \\ \text{Carga viva} = 0.30 \times 200 = 60 \\ \hline 420 \text{kg/m.} \end{array}$$

Se usará tablón de 1 1/2" de espesor nominal.

el espesor efectivo es 1 5/16" = 3.33 cm.

$$b \times h = 30 \times 3.33 = 99.9 \text{ cm}^2.$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{30 \times 3.33^2}{6} = 55.44 \text{ cm}^3.$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{30 \times 3.33^3}{12} = 92.32 \text{ cm}^4.$$

Por flexión: $f = 196 \text{ kg/cm}^2 \approx 120 \text{ kg/cm}^2.$

$$l_{\text{max}} = 0.32 \sqrt{\frac{f S}{w}} = 1.27 \text{ m.}$$

Por flecha. $E = 196,000 \text{ kg/cm}^2 = 117,600 \text{ kg/cm}^2.$

$$l_{\text{max}} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}} = 0.98 \text{ m.}$$

Por corte.

$$l_{\text{max}} = 23.33 \frac{bh}{w} = 5.5 \text{ m.}$$

Se usarán apoyos @ 1.00 m.

2.- Tablado Lateral.

El tablado lateral y el travesaño inferior que soportan las presiones laterales se calculan en forma similar a el --

caso de cimbra para muro. Se supondrá que triplay de 3/4" y travesaño inferior de 2 x 4 pulgs. resultaron adecuados. A razón de 1.00 de espaciamiento de puntales, que resultó por el tablado de fondo se pondrán también los puntales laterales que bajan las cargas de los largueros de la losa a través del travesaño lateral.

Cálculo del travesaño lateral:

Cargas en la losa: peso propio concreto	240 kg/m ² .
carga viva	<u>200</u>
	440

Cargas en travesaño = $440 \times \frac{1.20}{2} = 264 \text{ kg/m.}$

Por flexión.

$$S = \frac{10 w l^2}{f} = \frac{10 \times 264 \times 1^2}{120} = 22 \text{ cm}^3.$$

Por flecha.

$$\frac{l}{360} = \frac{w l^4}{128 E} \times 10,000$$

$$I = \frac{360 w l^3}{128 E} \times 10,000$$

$$I = \frac{360 \times 264 \times 1^3 \times 10,000}{128 \times 117600} = 63.14 \text{ cm}^4.$$

Por corte.

$$bh = \frac{wl}{23.33} = \frac{264 \times 1}{23.33} = 11.32 \text{ cm}^2.$$

usar 2" x 4"

$$b \times h = 4.13 \times 10.2 = 42.13$$

$$I = \frac{4.13 \times 10.2^3}{12} = 365$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{4.13 \times 10.2^2}{6} = 71.61$$

3.- Cálculo de puntales principales.

Determinando la carga total sobre estos puntales tenemos:

Por carga de trabe:

$$420 \text{ kg/m} \times 1.00 = 420$$

Por losas:

$$2 \times 264 \times 1.00 = \frac{528}{948 \text{ kg.}}$$

Deberá diseñarse un puntal para una carga de 948 kg. tomando en cuenta la esbeltez que tenga en función de su altura.

DISEÑO DE UNA CIMBRA PARA COLUMNA.

Sección de columna 0.45 x 0.45 m.

Altura de columna 3.50 m (\approx 12 pies)

Colado en una hora a temperatura 15°C (\approx 60°F)

La cimbra se usará varias veces.

1. - Presión lateral (según fórmula ACI)

$$p = 150 + 9000 \frac{R}{T}$$

P; lb/pie².

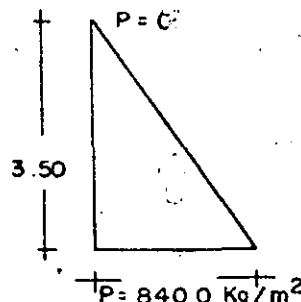
R: pies/hr.

T: °F.

$$R = 12 \text{ pies/hr.}$$

$$P = 150 + \frac{9000 \times 12}{60} = 1950 \text{ lb/pie}^2 (\approx 9580 \text{ kg/m}^2)$$

$$P_{\text{max}} = \gamma h = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 3.50 \text{ m} = 8400 \text{ kg/m}^2.$$



2. - Espaciamiento de yugos ó abrazaderas, colocando el primer yugo a 15 cm. de la base:

$$P = 8400 \times \frac{3.35}{3.50} = 8040 \text{ kg/m}^2.$$

usando tablas de 1 pulgada (espesor efectivo = 25/32"

$$= 1.98 \text{ cm})$$

$$bh = 45 \times 1.98 = 89.1 \text{ cm}^2.$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{45 \times 1.98^2}{6} = 29.40 \text{ cm}^3.$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{45 \times 1.98^3}{12} = 29.11 \text{ cm}^4.$$

Para $P_1 = 8040 \text{ kg/m}^2$.

$$l \text{ flexión} = 0.32 \sqrt{\frac{fs}{w}}$$

$$l \text{ flecha} = 0.033 \sqrt[3]{\frac{EI}{w}}$$

$$l \text{ corte} = 23.33 \frac{bh}{w}$$

con $\gamma = 0.6$ en madera

$$w = 8040 \times 0.45 = 3618 \text{ kg/m}.$$

$$l \text{ flexión} = 0.32 \text{ m}.$$

$$l \text{ flecha} = 0.32 \text{ m}.$$

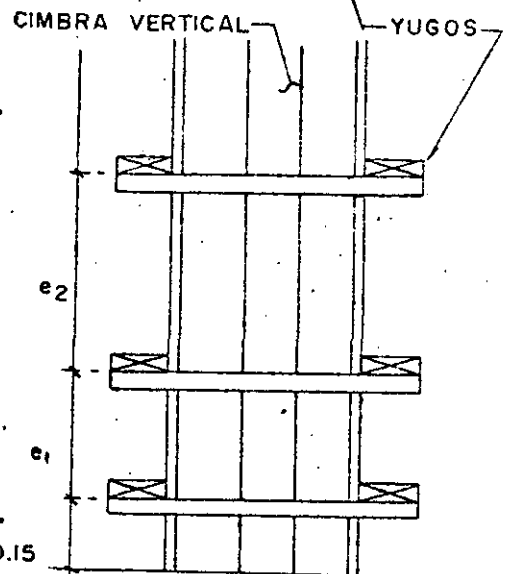
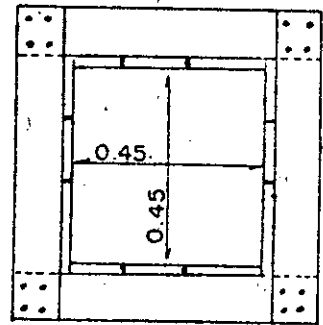
$$l \text{ corte} = 0.57 \text{ m}.$$

usar $e_1 = 0.30 \text{ m}$.

Presión a 0.45 m. de la base.

$$P_2 = 8400 \times \frac{3.50 - 0.45}{350} = 7320 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 7320 \times 0.45 = 3294 \text{ kg/m}.$$



$$l \text{ flexión} = 0.33$$

$$l \text{ flecha} = 0.33 \text{ usar } e_2 = 0.30$$

$$l \text{ corte} = 0.63$$

$$P_3 = 8400 \times \frac{3.50 - 0.75}{3.50} = 6600 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 6600 \times .45 = 2970 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.35$$

$$l \text{ flecha} = 0.35 \text{ usar } e_3 = 0.35$$

$$l \text{ corte} = 0.70$$

$$P_4 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.10}{3.50} = 5760 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 5760 \times .45 = 2592 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.37$$

$$l \text{ flecha} = 0.36 \Rightarrow e_4 = 0.35$$

$$P_5 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.45}{3.50} = 4920 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 4920 \times .45 = 2214 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.40$$

$$l \text{ flecha} = 0.38 \Rightarrow e_5 = 0.35$$

$$P_6 = 8400 \times \frac{3.50 - 1.80}{3.50} = 4080 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 4080 \times 0.45 = 1836 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.44$$

$$l \text{ flecha} = 0.41 \Rightarrow e_6 = 0.40$$

-43-

$$P_7 = 8400 \times \frac{3.50 - 2.20}{3.50} = 3120 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 3120 \times 0.45 = 1404 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.51$$

$$l \text{ flecha} = 0.44$$

$$\Rightarrow e_7 = 0.40$$

$$P_8 = 8400 \times \frac{3.50 - 2.60}{3.50} = 2160 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 2160 \times 0.45 = 972 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.61.$$

$$l \text{ flecha} = 0.50$$

$$\Rightarrow e_8 = 0.50$$

$$P_9 = 8400 \times \frac{3.50 - 3.10}{3.50} = 960 \text{ kg/m}^2.$$

$$w = 960 \times 0.45 = 432 \text{ kg/m.}$$

$$l \text{ flexión} = 0.91$$

$$l \text{ flecha} = 0.65$$

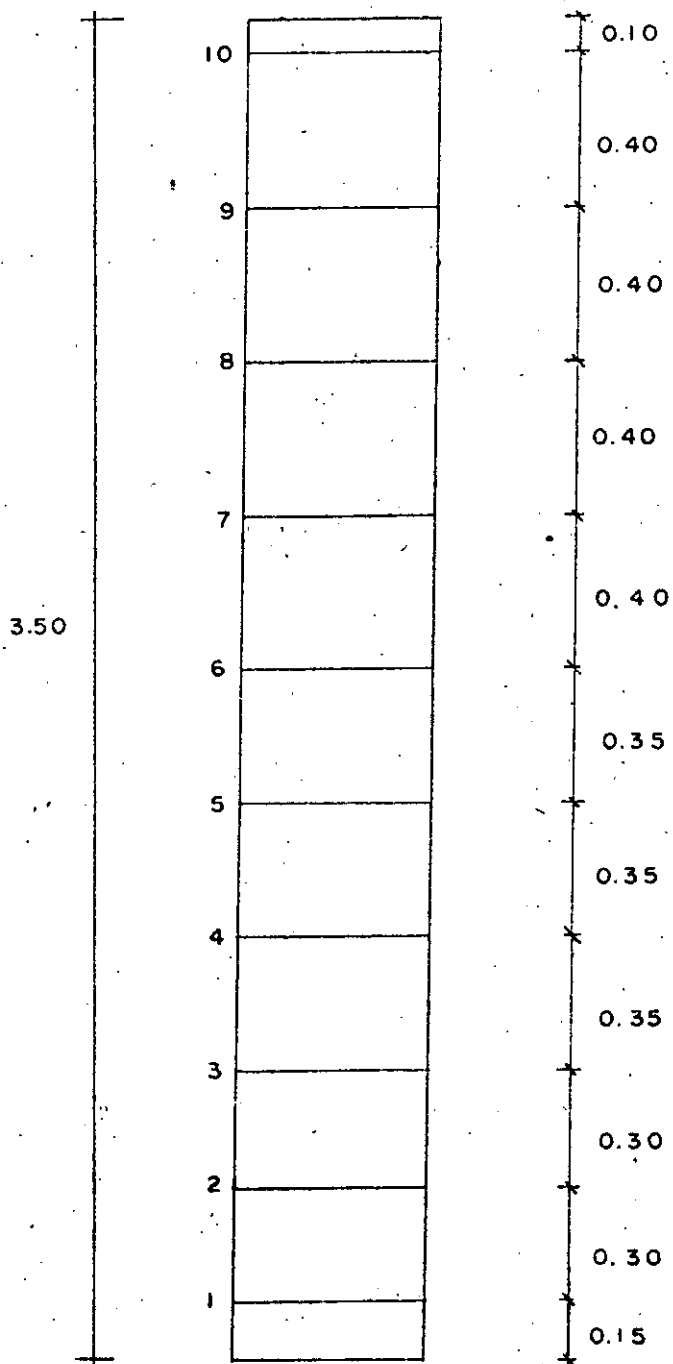
3.- Diseño de Yugos.

Los elementos que forman los yugos estarán trabajando a flexo tensión. Deberán proporcionarse de tal forma que:

$$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} \leq f_m$$

###

Se usará la siguiente distribución de yugos.



donde:

P: Fuerza axial (kgs)

A : Area de la sección transversal (cm²)

M : Momento flexionante (kg-cm)

S : Módulo de sección (cm³)

para yugo 2.

$$P_2 = 7320 \text{ kg/m}^2.$$

$$9 = 7320 \times 0.30 = 2196 \text{ kg/m} \quad P = \frac{2196 \times 0.45}{2} = 494 \text{ kg.}$$

$$M = \frac{9 l^2}{10} = \frac{2196 \times 0.45^2}{10} = 44.47 \text{ kg-m} = 4447 \text{ kg-cm.}$$

$$S \text{ requerida} = \frac{M}{f} = \frac{4447}{120} = 37 \text{ cm}^3.$$

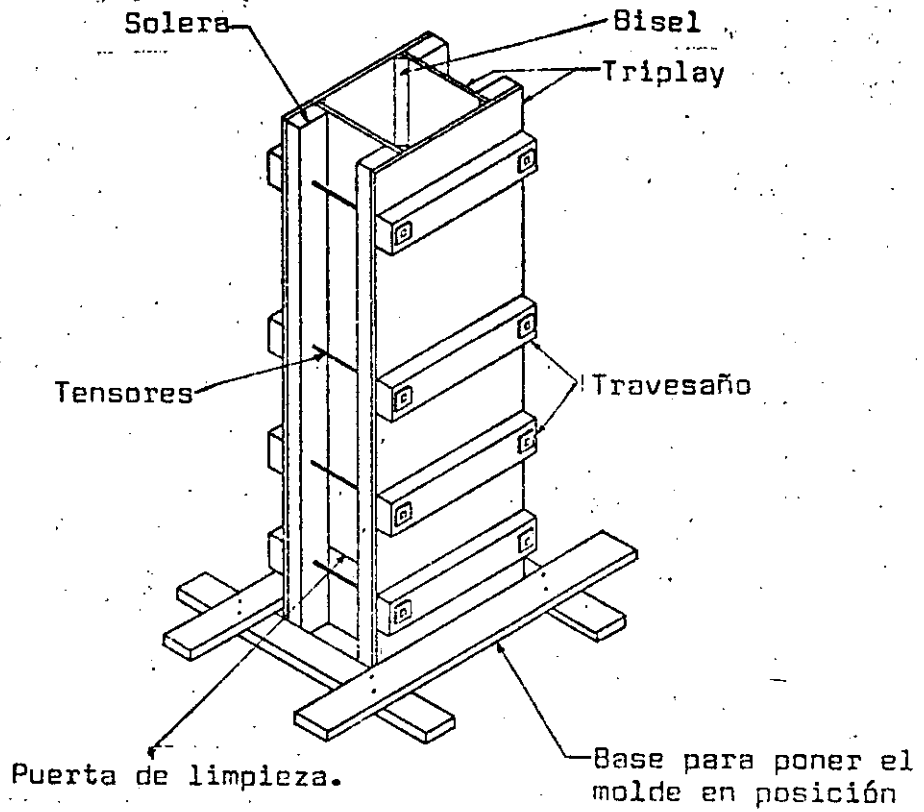
Probar tira: 1 1/2" x 4" (espesor efectivo 1 5/16"=3.33cm)

$$A = 3.33 \times 10.2 = 33.97 \text{ cm}^2.$$

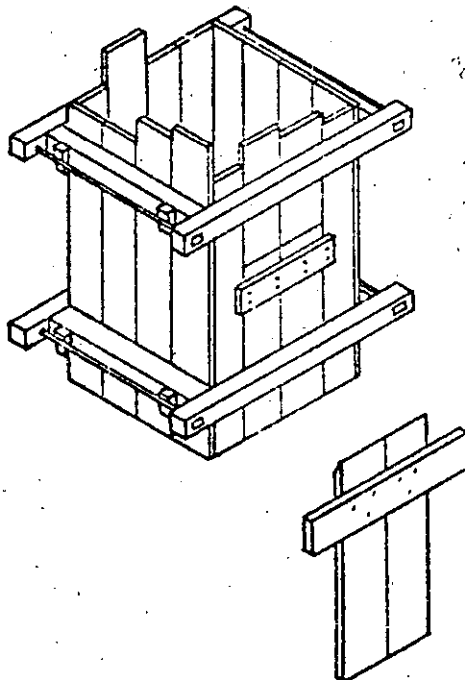
$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{3.33 \times 10.2^2}{6} = 57.74$$

$$\frac{P}{A} + \frac{M}{S} = \frac{494}{33.97} + \frac{4447}{57.74} = 14.54 + 77.01 = 91.55$$

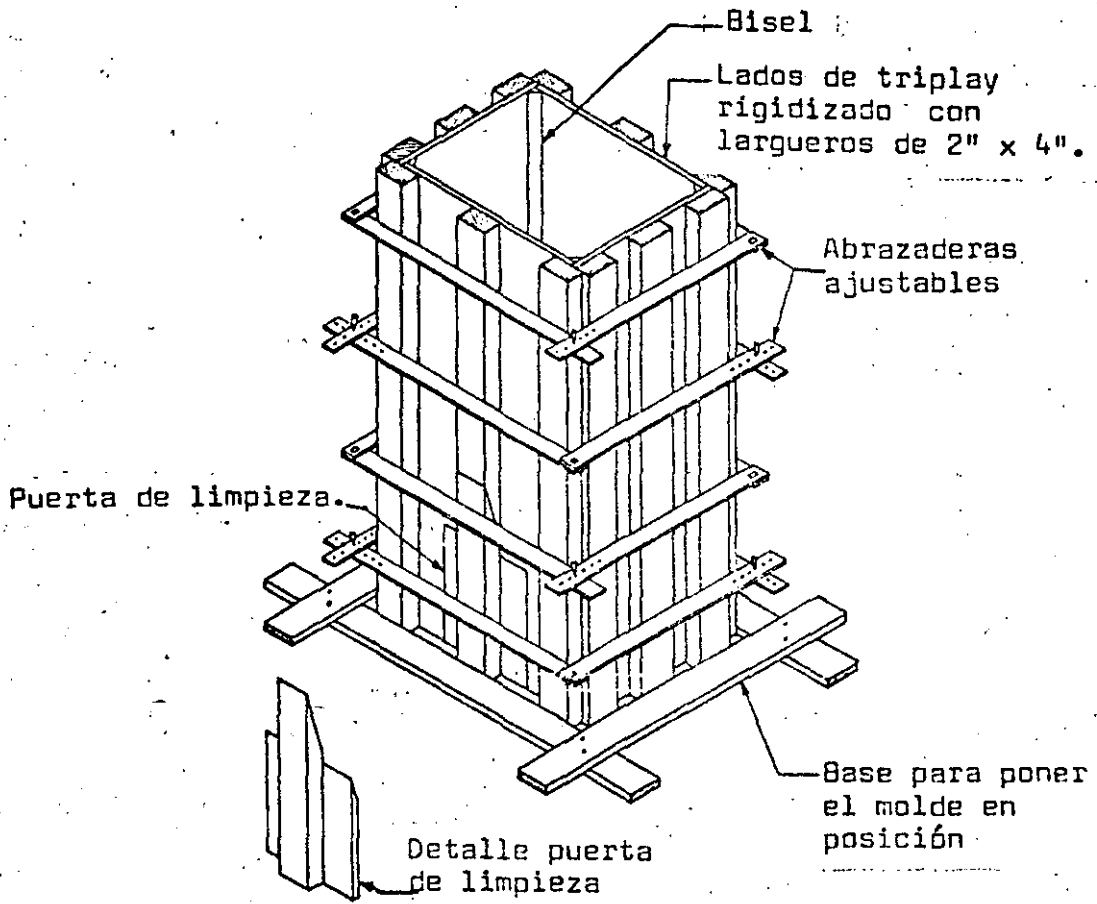
$$f_m = 196 \text{ kg} = 196 \times 0.6 = 120 \text{ kg/cm}^2.$$



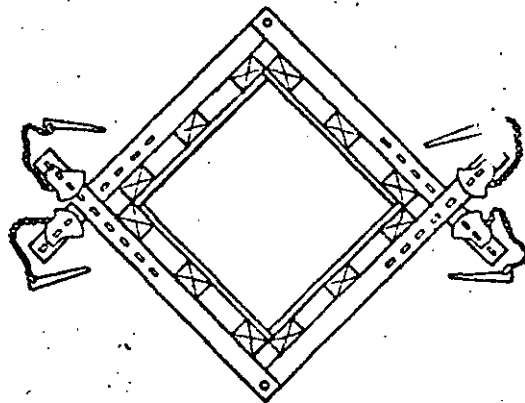
Cimbra típica para columnas ligeras.



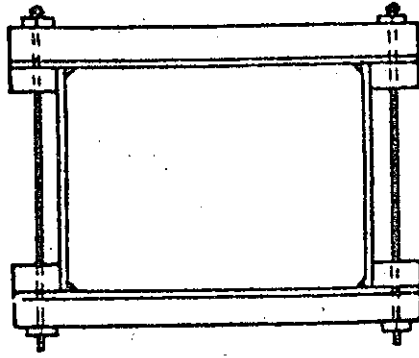
Cimbra típica para columnas con puerta de limpieza.



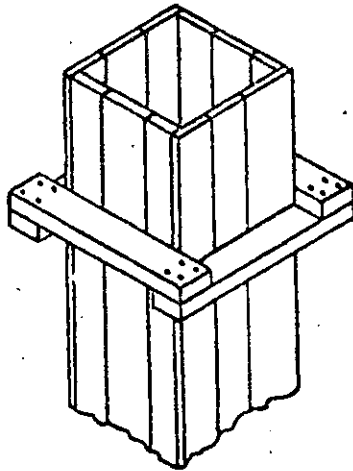
Cimbra típica para columnas



Triplay y yugos metalicos

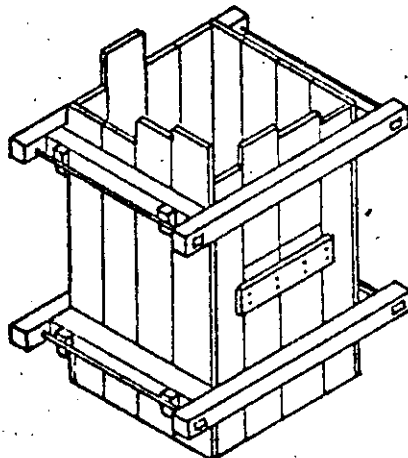


Triplay con yugo combinado de madera y pernos

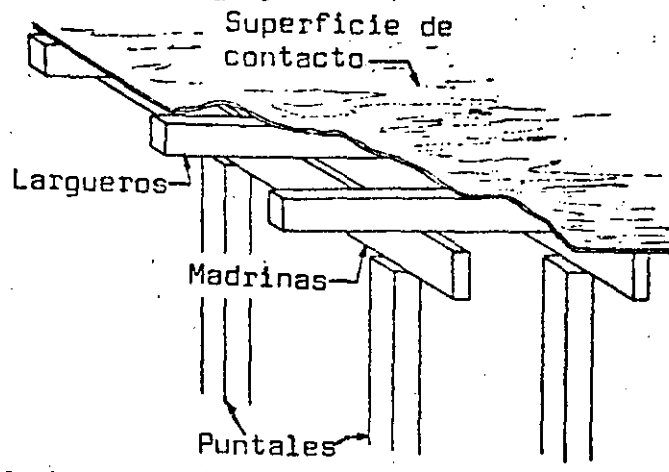


Cimbra de Columnas

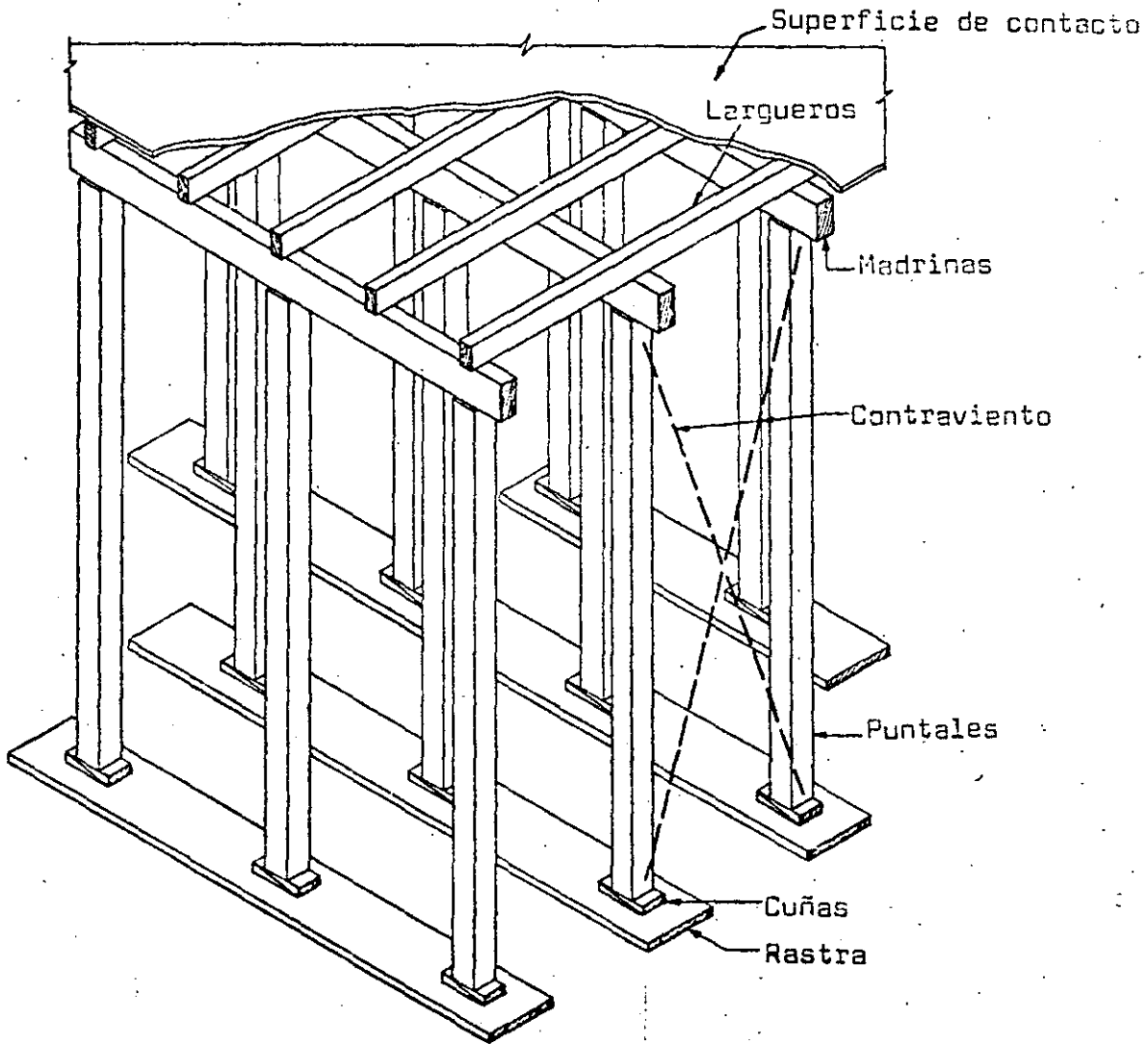
Duela de Madera con Yugos de madera



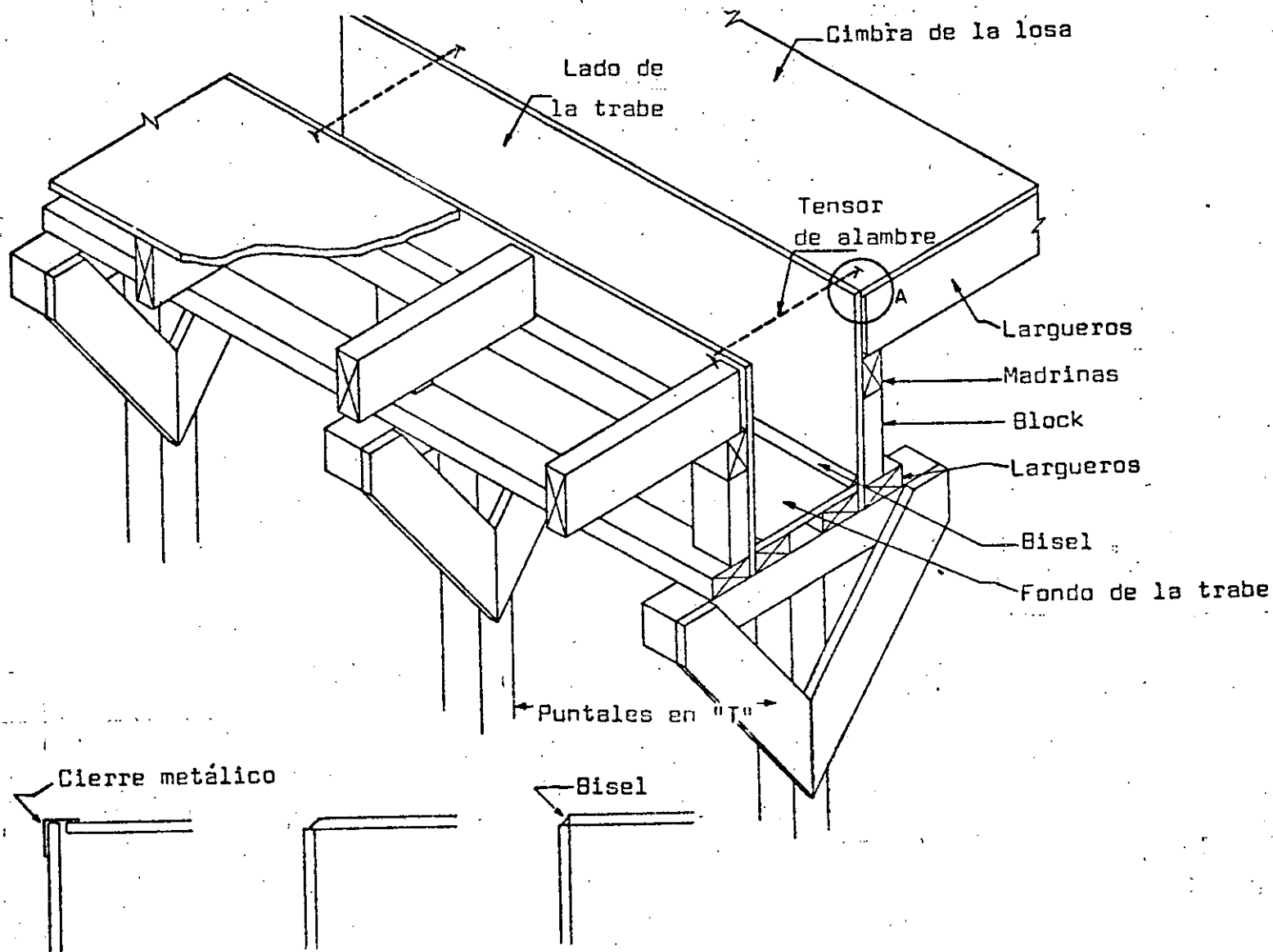
Duela de madera con yugos combinados de madera y pernos.



Cimbra típica de losa



Componentes típicos para cimbra de losas.



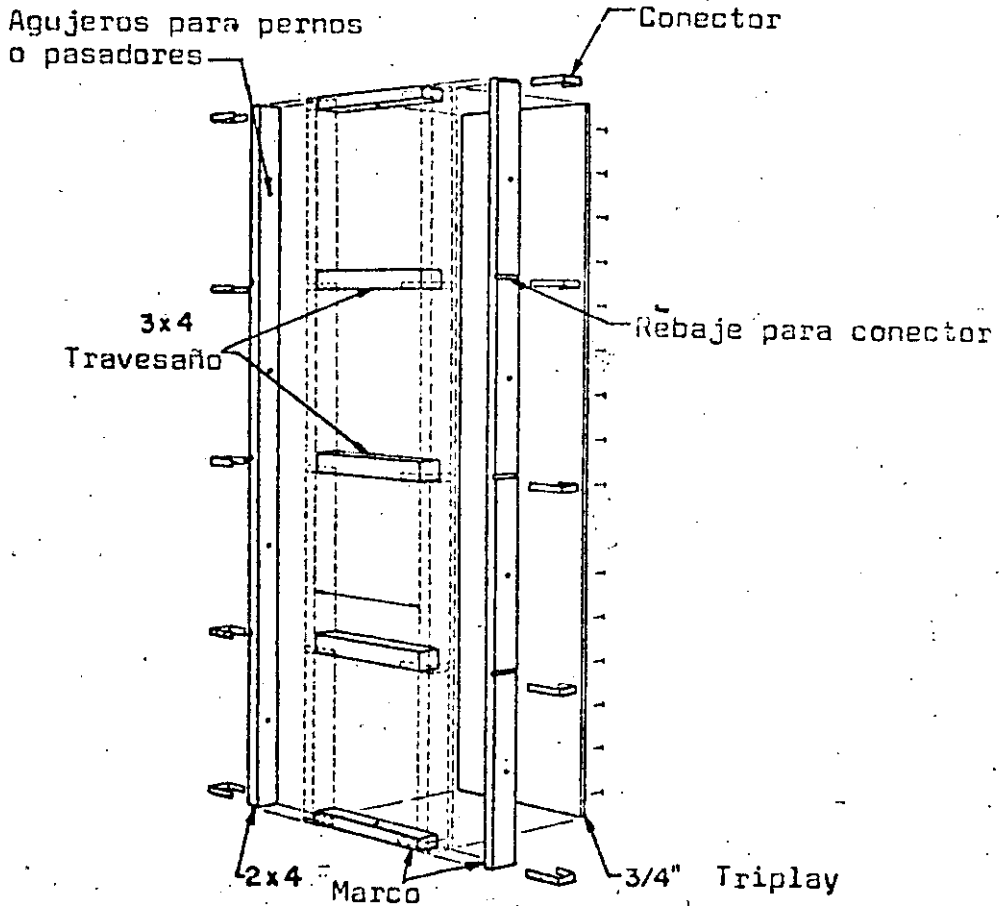
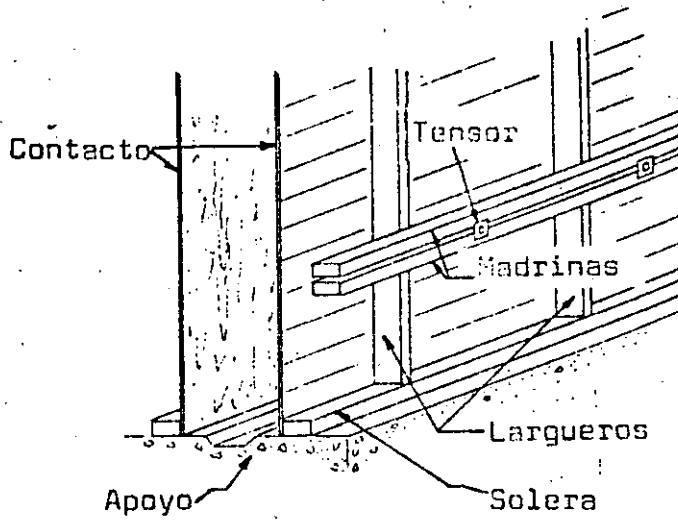
50

Diferentes maneras de resolver las esquinas

Arreglo típico de cimbra para trabe y losa

50

Cimbra típica de muro



Ensamble típico de cimbra de muro

TABLA 4-3

58

Hoja de triplay pu- lido. Espesor neto. mm	No. de capas.	Espesor de las capas (nominal)			1 cm. de ancho con la veta visible paralela al claro.			1 cm. de ancho con la veta visible perpendicular al claro.			Peso Aproximado (kg)	
		Externas mm	Interiores mm	Central (para 5 y 7 capas) mm	Area de la sección transversal cm2	Momen- to de inercia cm4	Módu- lo de sección cm3	Area de la sección transversal cm2	Momen- to de inercia cm4	Módu- lo de sección. cm3	Hoja de 1.22 x 2.44	100 m2
3.20	3	1.60	1.60		0.16	0.0023	0.0145	0.1575	0.0003	0.0041	7.2640	244.00
4.75	3	2.12	2.12		0.26	0.0081	0.0343	0.2100	0.0008	0.0074	9.080	305.00
6.35	3	2.82	2.82		0.35	0.1944	0.0612	0.2793	0.0019	0.0132	11.350	381.00
9.50	3	3.20	4.80		0.47	0.0626	0.1321	0.4725	0.0089	0.0378	16.344	549.00
9.50	5	2.54	2.12	2 2.12	0.53	0.0512	0.1079	0.4200	0.0204	0.0644	16.344	549.00
12.70	5	3.20	3.20	2 2.54	0.76	0.1259	0.1987	0.5040	0.0440	0.1071	22.246	747.00
15.90	5	3.20	4.80	2 3.20	0.95	0.2271	0.2867	0.6300	0.1048	0.1890	26.332	885.00
19.00	5	3.20	4.80	2 4.80	0.95	0.3413	0.3598	0.9450	0.2325	0.3265	32.234	1083.00
19.00	7	3.20	2 2.12	3 3.20	0.95	0.3889	0.4097	0.9450	0.1849	0.2701	32.234	1083.00
22.20	7	3.20	2 4.00	3 3.20	1.27	0.5807	0.5241	0.9450	0.3305	0.3796	37.682	1266.00
25.40	7	3.20	2 3.20	3 4.80	1.11	0.7344	0.5799	1.4175	0.6256	0.6073	43.584	1464.00
28.60	7	3.20	2 4.80	3 4.80	1.42	1.0485	0.7362	1.4175	0.8881	0.7491	48.578	1632.00

RADIO MINIMO DE DOBLADO PARA TRIPLAY

TABLA 4-4

Espesor		Curva perpendicular a la veta	Curva paralela a la veta
pulg.	mm.		
1/4	6	38.10	60.96
3/8	10	91.44	137.16
1/2	13	182.88	243.84
5/8	16	243.84	304.80
3/4	19	304.80	365.76

CARGA VERTICAL PARA DISEÑO DE CIMBRAS DE LOSAS.

TABLA 5-1

69

Espesor de losa (cm)	7.5	10	12.5	15	17.5	20	22.5	25.0	27.5	30.5
Concreto de 1600kg/m ³	370	410	450	490	530	570	610	650	690	738
Concreto de 2000kg/m ³	400	450	500	550	600	650	700	750	800	860
Concreto de 2400kg/m ³	430	490	550	610	670	730	790	850	910	982

Carga viva de 250 kg/m². Esta carga es válida para colados comunes. Si se usan carritos motorizados (vogues) para transporte de concreto deberá incrementarse a 500 kg/m².

PRESIONES HORIZONTALES PARA DISEÑO
DE CIMBRAS DE MUROS.

TABLA 5-2

Velocidad vertical de colado (m/h)	Máxima presión lateral (kg/m ²) para la temperatura indicada					
	32°C	27°C	21°C	15°C	10°C	5°C
.30	1220	1280	1355	1465	1610	1830
.60	1710	1830	1985	2195	2490	2930
.90	2195	2380	2615	2930	3365	4025
1.20	2685	2930	3240	3660	4245	5125
1.50	3170	3475	3870	4390	5125	6220
1.80	3660	4025	4495	5125	6000	7320
2.10	4150	4575	5125	5855	6880	8420
2.45	4300	4750	5320	6080	7155	8760
2.75	4450	4920	5515	6310	7425	9100
3.00	4600	5090	5710	6540	7700	9440

NOTA: No se utilicen presiones de diseño mayores, de 10,000 kg/m², ó 2,400 x altura en metros, del concreto fresco dentro de la forma, la que sea menor.

MAXIMA PRESION HORIZONTAL PARA
DISEÑO DE CIMBRAS DE COLUMNAS.

TABLA 5-3.

cm.por hr.						
	32°C	27°C	21°C	15°C	10°C	5°C
.30	1220	1280	1355	1465	1610	1830
.60	1710	1830	1985	2195	2490	2930
.90	2195	2380	2615	2930	3365	4025
1.20	2685	2930	3240	3660	4245	5125
1.50	3170	3475	3870	4390	5125	6220
1.80	3660	4025	4495	5125	6000	7320
2.10	4150	4580	5125	5855	6880	8420
2.40	4635	5125	5750	6590	7760	9515
2.75	5125	5675	6380	7320	8635	10615
3.00	5610	6220	7000	8050	9515	11710
3.35	6100	6775	7630	8785	10395	12810
3.65	6590	7320	8260	9515	11270	13910
3.95	7075	7870	8890	10250	12150	14640
4.25	7565	8420	9515	10980	13030	
4.90	8540	9515	10770	12445	14640	
5.50	9515	10615	12025	13910		
6.10	10490	11710	13280	14640		
6.70	11470	12810	14540			
7.30	12445	13910	14640			
7.95	13420	14640				
8.55	14395					
9.15	14640					

NOTA: No se utilicen presiones de diseño mayores de 15,000 kg/m²,
ó 2400 x altura en metros del concreto dentro de la forma,
la que sea menor.

MINIMA FUERZA LATERAL. PARA DISEÑO DE
CONTRAVENTEO DE CIMBRAS DE LOSAS.

TABLA 5-4

Espesor de la losa (cm)	Carga muerta kg/ m ²	Fuerza lateral por metro de losa para el ancho de losa indicada (kg)				
		6.0(m)	12(m)	18(m)	24(m)	30(m)
10	317	148	148	148	153	192
15	439	148	148	160	213	266
20	561	148	148	204	272	340
25	683	148	166	249	332	414
30	805	148	195	293	391	488
35	927	148	225	337	450	562
40	1049	148	255	382	509	636
50	1293	157	314	471	628	784



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

A N E X O

ING. FEDERICO ALCARAZ LOZANO

OCTUBRE, 1985

①

1

TABLA 1. DIMENSIONES MAXIMAS PERMISIBLES DE LOS NUDOS PRESENTES EN UN ELEMENTO ESTRUCTURAL, EN CM

Dimensión nominal de la cara considerada	Nudos en el canto y en la zona central para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en compresión				Nudos en la zona de borde para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en tensión			
	V-40	V-50	V-65	V-75	V-40	V-50	V-65	V-75
2.5 (1)	2.0	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	-	-
3.8 (1 1/2)	3.0	2.5	2.0	1.0	1.5	1.0	0.5	-
5.0 (2)	3.5	3.0	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	0.5
6.5 (2 1/2)	4.5	4.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	1.0
7.5 (3)	5.0	4.5	3.0	2.0	3.0	2.5	1.5	1.0
9.0 (3 1/2)	5.5	5.0	3.5	2.5	3.5	2.5	2.0	1.5
10.0 (4)	6.5	6.0	4.0	3.0	3.5	3.0	2.0	1.5
13.0 (5)	7.5	7.0	5.0	3.5	4.5	4.0	2.5	2.0
15.0 (6)	9.0	8.0	6.0	4.0	5.5	5.0	3.0	2.5
20.0 (8)	11.0	9.0	6.5	4.5	7.5	6.5	4.0	3.0
25.5 (10)	13.0	10.0	7.0	5.0	9.5	8.0	5.0	3.5
30.5 (12)	14.0	11.0	7.5	5.5	11.0	9.0	6.5	4.5
35.5 (14)	15.0	12.0	8.0	6.0	12.5	10.0	7.0	4.5

Notas:

1. Para otras medidas pueden hacerse interpolaciones lineales
2. La calidad V-100 correspondería a madera sin defectos
3. No se permitirá la presencia de dos o más nudos de dimensión máxima en un mismo tramo de 30 cm; además, la suma de las dimensiones de todos los nudos para dicho tramo no excederá al doble de la dimensión del nudo máximo.
4. Para elementos simplemente apoyados sujetos a flexión, las dimensiones máximas para los nudos en las zonas de canto y de borde fuera del tercio medio podrán incrementarse hasta un 100 por ciento en los extremos; para posiciones intermedias, el incremento será proporcional.

TABLA II. LIMITACIONES A LOS DEFECTOS PARA CALIDADES V-75, V-65, V-50 Y V-40

TIPO DE DEFECTO	CALIDAD V-75	CALIDAD V-65	CALIDAD V-50	CALIDAD V-40
Velocidad de crecimiento (mínima)	16 anillos /5 cm	12 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm
Fisuras o grietas (máxima proyección sobre cada cara) y bolsas de resina	1/4 de la cara considerada	1/3 de la cara considerada	1/2 de la cara considerada	3/5 de la cara considerada
Desviación de la fibra (no mayor de)	1 en 14	1 en 11	1 en 8	1 en 6
Gema en cada cara (no mayor de)	1/8 de la cara considerada	1/8 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada

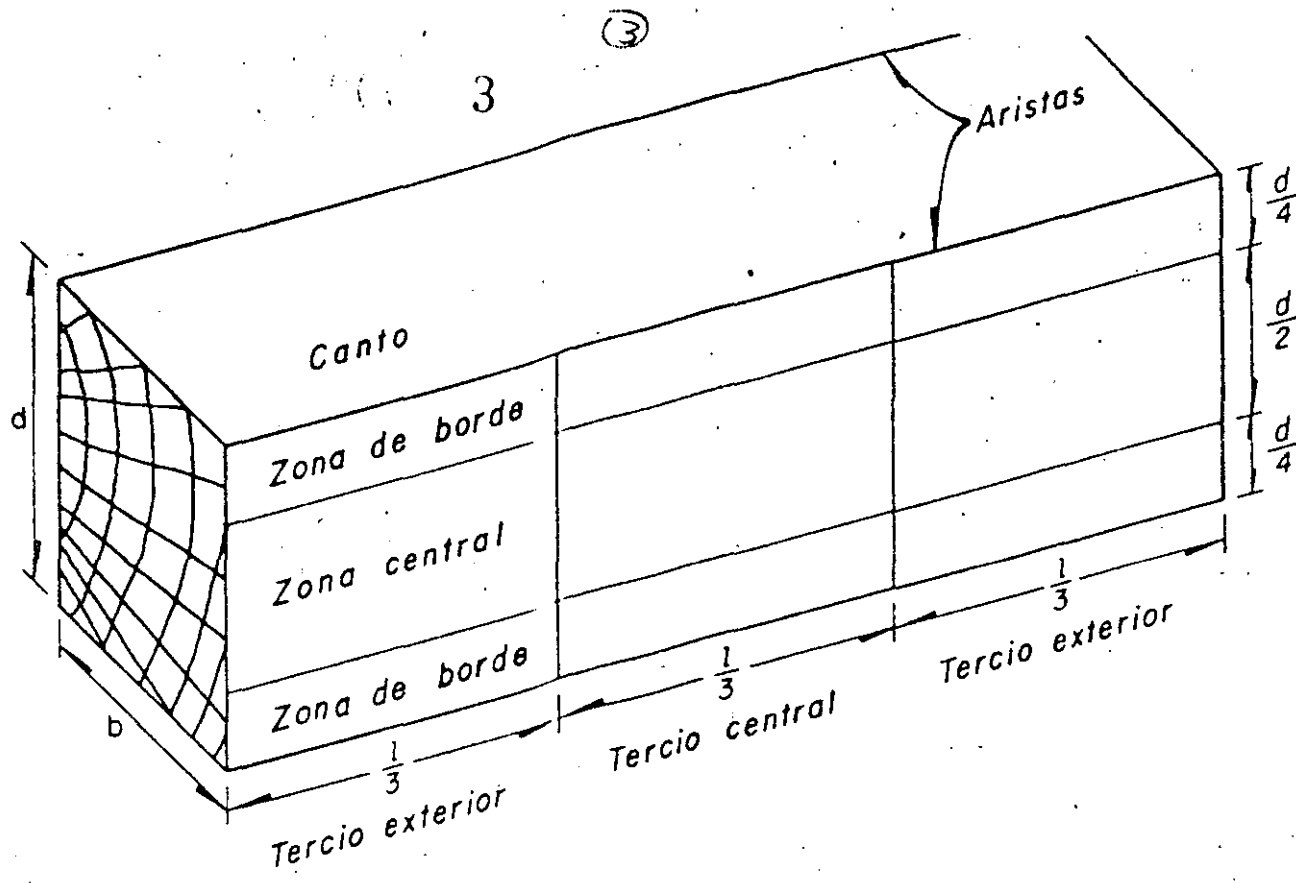
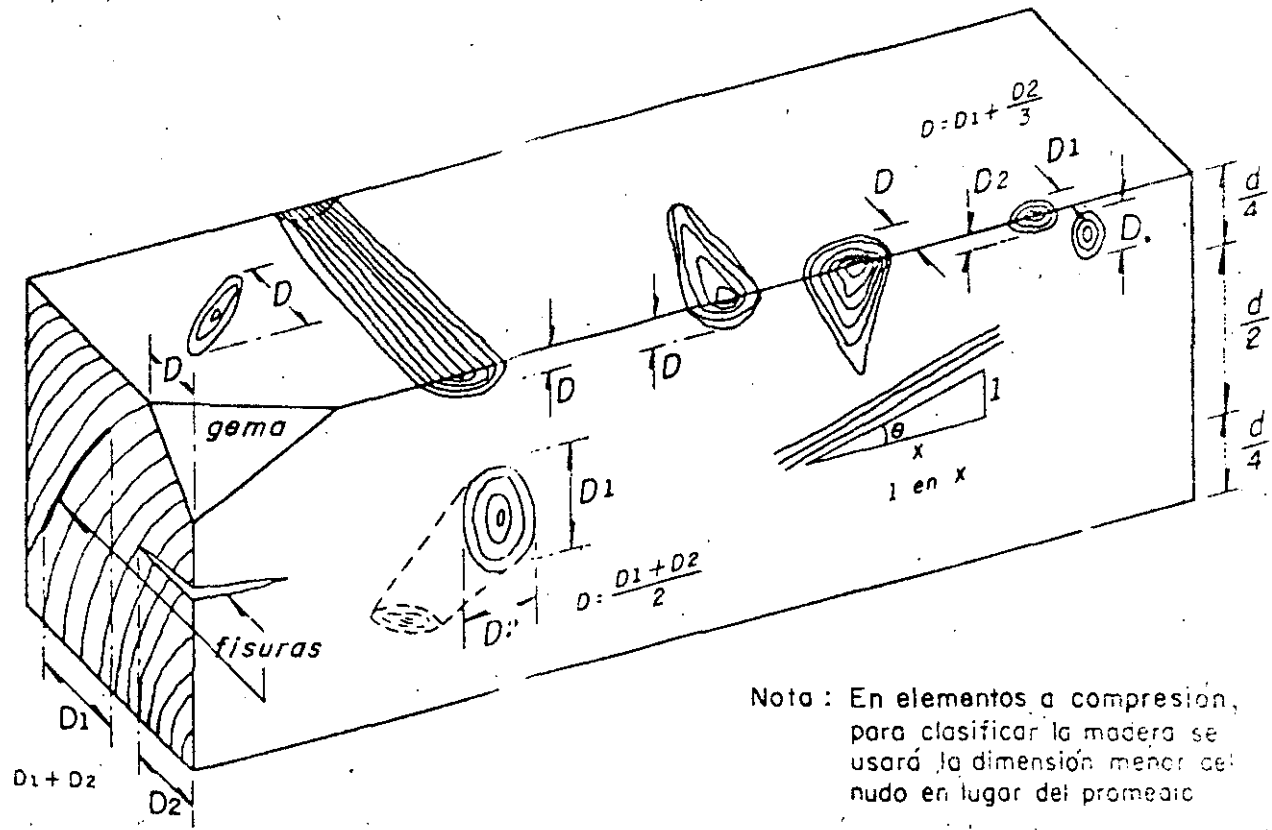


Fig I. Zonas en un elemento a flexión, para su clasificación estructural



Nota: En elementos a compresión, para clasificar la madera se usará la dimensión menor del nudo en lugar del promedio

Fig II. Medición de nudos, inclinación de fibra, gema, velocidad de crecimiento y fisuras.

④ TABLA 2.2
 ESFUERZOS PERMISIBLES
 en kg/cm^2 ; condición verde

Solicitud	V-75	V-65	V-50	V-40
Flexión y tensión	80	70	50	40
Compresión paralela a la fibra	60	50	40	30
Compresión perpendicular a la fibra	12	12	11	11
Cortante paralelo a la fibra	11	9	7	6
Módulos de elasticidad				
($\times 10^3$) medio	70	70	70	70
mínimo	40	40	40	40

TABLA 4.9 ESFUERZOS PERMISIBLES TÍPICOS, PARA TRIPLAY APLICABLES PARA CARGA NORMAL (10 AÑOS) Y AMBIENTE SECO.

5

Tipo de esfuerzo	Esfuerzo permisible, kg/cm ²
Tensión y flexión (fibras de la cara exterior paralelas o perpendiculares al claro.	70 - 140
Compresión (en dirección perpendicular - o paralela a las fibras de la cara exterior)	65 - 115
Aplastamiento (compresión perpendicular a las caras)	11 - 24
Esfuerzo cortante en planos perpendiculares a los planos de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores)	11 - 17
Esfuerzo cortante rodante en el plano de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores).	3.5 - 4
Módulo de elasticidad en flexión (fibras de las caras exteriores perpendiculares al claro).	63 000 - 126 000

Tabla 4.1 MADERA PARA CIMBRA. PRUEBAS DE FLEXION.

Relación de Esbeltez: 5 : 1

Tipo de Especímenes: Polines 4" X 4"

Muestra	Peralte, CM.	Ancho, CM	Claro, CM	Carga, Kg	Módulo de Rotura, Kg/CM ²
* 1-1	9.3	8.1	46.50	3,325	331
1-2	9.5	8.2	47.50	5,900	568
2-1	9.3	8.2	46.50	3,950	388
2-2	9.3	8.0	46.50	3,600	363
3-1	9.4	8.3	46.50	3,400	323
3-2	9.4	8.4	47.0	6,300	598
4-1	9.1	8.2	45.50	4,300	432
4-2	8.8	8.4	44.0	3,925	398
5-1	8.6	8.2	43.00	4,650	494
5-2	8.9	8.2	44.50	4,500	462
6-1	9.0	7.7	45.0	5,050	546
6-2	9.0	7.3	45.0	3,900	445
7-1	8.8	8.3	44.0	3,750	385
7-2	8.8	8.2	44.0	6,900	717
8-1	9.2	8.2	46.0	4,200	417
8-2	9.5	8.2	47.50	4,000	385
* 9-1	9.3	7.4	46.50	1,350	147
9-2	9.0	7.5	45.0	4,050	450
10-1	9.6	7.6	48.0	4,200	432
10-2	9.5	8.0	47.50	6,100	602

Sin Nudo

Con Nudo

Media \bar{X} = 466 Kg/CM²

444 Kg/CM²

Desviación estándar σ = 102 Kg/CM²

123 Kg/CM²

Coefficiente de variación CV = 22%

CV = 28%

Tabla 4.2 MADERA PARA CIMBRA. PRUEBAS DE COMPRESION.

Relación de Esbeltez: 2 : 1

Tipo de Especímenes: Polines 4" X 4"

Muestra	Area, CM ²	Carga, Kg	Esfuerzo, Kg/CM ²
1-1	74.5	33,000	442.9
1-2	75.4	37,200	493.4
2-1	77.0	32,700	424.7
2-2	75.2	30,000	398.9
3-1	73.0	36,700	502.7
3-2	72.1	36,000	499.3
4-1	68.0	25,250	371.3
4-2	73.0	32,000	438.3
5-1	72.9	35,000	480.1
5-2	71.3	36,500	511.9
6-1	65.4	30,500	466.4
6-2	60.5	27,300	451.2
7-1	72.2	24,000	332.4
7-2	71.3	30,000	420.7
8-1	72.9	29,000	397.8
8-2	73.8	28,200	382.1
9-1	62.9	30,750	488.9
9-2	64.5	33,100	513.2
10-1	72.2	30,300	419.7
10-2	73.6	34,000	461.9

Media \bar{X} = 445 Kg/CM²

Desviación estándar = 51.2 Kg/CM²

Coefficiente de variación CV = 12%

⑧

GROSOR		ANCHO	
Nominal en Pulg.	Mínimo Cepillado en Pulg.	Nominal en Pulg.	Mínimo cepillado en Pulg.
Tablas, Tablones y Madera dimensional			
3/8	5/16	2	1 5/8
1/2	7/16	3	2 5/8
5/8	9/16	4	3 1/2
3/4	11/16	5	4 1/2
1	25/32	6	5 1/2
1 1/4	1 1/16	7	6 1/2
1 1/2	1 5/16	7	8 1/2
1 3/4	1 5/8	9	8 1/4
2	1 5/8	10	9 1/4
2 1/2	2 1/8	11	10 1/4
3	2 5/8	12	11 1/4
3 1/2	3 1/2	14	13
4	3 1/2	16	15
Cuadros y Vigas			
4	3 1/2	5	4 1/2
5	4 1/2	6	5 1/2
6	5 1/2	7	6 1/2
8	7 1/2	8	7 1/2
10	9 1/2	9	8 1/2
12	11 1/2	10	9 1/2
14	13 1/2	11	10 1/2
16	15 1/2	12	10 1/2
18	17 1/2		
20	19 1/2		
22	21 1/2		
24	23 1/2		

A

CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES DE LA MADERA
SEGUN NORMA C-18-1946 DE LA DGN.

GRADO	NUDOS	MANCHAS	BOLSAS DE RESINA	VETAS	GRIETA	RAJADURAS	PARTES PODRIDAS	TOLERANCIA EN DIMENS.	HUMEDAD MAXIMA	CAMBIO DE COLOR	AGUJEROS	TORCEDURAS
A SELECTA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	10%		NO	NO
B PRIMERA	2 MM. MAX.	NO		10 cm MAX.	10 cm MAX.	NO	NO	30 a 100 x 100 a 400 Esp. 25 *Ancho 10mm 10 a 30 x 100 a 400 Esp. 1.5mm*	15%	10 cm MAX.		NO
C SEGUNDA	Sanos tabla $II \pm D \leq 2$ veces nudo MAX.	Menor de $\frac{1}{12}$ ancho $\times \frac{1}{16}$ Long.	MAX. S MM x 150 MM		10 MM MAX.	Solo en extremos S MM x 252 MM MAX.	NO	Espesor 2.5 y S MM. ancho 1 MM	20%	Ligero en cada cara	2 MM a 6 MM Si $\pm D < 2$ veces nudo MAX.	NO
D TERCERA	Sanos tabla $II \pm D \leq$ ancho de la cara. enfermos uno por cara.		MAX. 10 MM x 300 MM.	Vetas GRDES. Area $<$ $\frac{1}{4}$ superf ficie total		MAX. 252 MM	En los extre- mos y menor Que: $\frac{1}{6}$ y $\frac{1}{6}$		20%	$\frac{1}{4}$ de la su- perfi- cie de la cara	2 MM Tal Q' $\pm D < 2$ veces nudo MAX	19MM
E DESECHO	NO CUMPLEN LAS ESPECIFICACIONES DE LA DE TERCERA											

B

(10)

ESFUERZOS PERMISIBLES,
en kg/cm^2 ; condición verde

Solicitud	Selección	Primera	Segunda	Tercera
Flexión y tensión	80	60	30	20
Compresión paralela a la fibra	70	50	25	17
Compresión perpendicular a la fibra	14	14	9	7
Cortante paralelo a la fi- bra	14	14	7	5
Módulos de elasticidad				
($\times 10^3$) medio	70	70	70	70
mínimo	40	40	40	40

GROSOR		ANCHO	
Nominal en Pulg.	Mínimo Cepillado en Pulg.	Nominal en Pulg.	Mínimo cepillado en Pulg.
Tablas, Tablones y Madera dimensional			
3/8	5/16	2	1 5/8
1/2	7/16	3	2 5/8
5/8	9/16	4	3 1/2
3/4	11/16	5	4 1/2
1	25/32	6	5 1/2
1 1/4	1 1/16	7	6 1/2
1 1/2	1 5/16	7	8 1/2
1 3/4	1 5/8	9	8 1/4
2	1 5/8	10	9 1/4
2 1/2	2 1/8	11	10 1/4
3	2 5/8	12	11 1/4
3 1/2	3 1/2	14	13
4	3 1/2	16	15
Cuadrados y Vigas			
4	3 1/2	5	4 1/2
5	4 1/2	6	5 1/2
6	5 1/2	7	6 1/2
8	7 1/2	8	7 1/2
10	9 1/2	9	8 1/2
12	11 1/2	10	9 1/2
14	13 1/2	11	10 1/2
16	15 1/2	12	10 1/2
18	17 1/2		
20	19 1/2		
22	21 1/2		
24	23 1/2		

Tabla 4.2 MADERA PARA CIMBRA. PRUEBAS DE COMPRESION.

Relación de Esbeltez: 2 : 1

Tipo de Especímenes: Polines 4" X 4"

Muestra	Area, CM ²	Carga, Kg	Esfuerzo, Kg/CM ²
1-1	74.5	33,000	442.9
1-2	75.4	37,200	493.4
2-1	77.0	32,700	424.7
2-2	75.2	30,000	398.9
3-1	73.0	36,700	502.7
3-2	72.1	36,000	499.3
4-1	68.0	25,250	371.3
4-2	73.0	32,000	438.3
5-1	72.9	35,000	480.1
5-2	71.3	36,500	511.9
6-1	65.4	30,500	466.4
6-2	60.5	27,300	451.2
7-1	72.2	24,000	332.4
7-2	71.3	30,000	420.7
8-1	72.9	29,000	397.8
8-2	73.8	28,200	382.1
9-1	62.9	30,750	488.9
9-2	64.5	33,100	513.2
10-1	72.2	30,300	419.7
10-2	73.6	34,000	461.9

Media \bar{x} = 445 Kg/CM²

Desviación estándar = 51.2 Kg/CM²

Coefficiente de variación CV = 12%

Tabla 4.1 MADERA PARA CIMBRA. PRUEBAS DE FLEXION.

Relación de Esbeltez: 5 : 1

Tipo de Especímenes: Polines 4" X 4"

Muestra	Peralte, CM	Ancho, CM	Claro, CM	Carga, Kg	Módulo de Rotura, Kg/CM ²
* 1-1	9.3	8.1	46.50	3,325	331
1-2	9.5	8.2	47.50	5,900	568
2-1	9.3	8.2	46.50	3,950	388
2-2	9.3	8.0	46.50	3,600	363
3-1	9.4	8.3	46.50	3,400	323
3-2	9.4	8.4	47.0	6,300	598
4-1	9.1	8.2	45.50	4,300	432
4-2	8.8	8.4	44.0	3,925	398
5-1	8.6	8.2	43.00	4,650	494
5-2	8.9	8.2	44.50	4,500	462
6-1	9.0	7.7	45.0	5,050	546
6-2	9.0	7.3	45.0	3,900	445
7-1	8.8	8.3	44.0	3,750	385
7-2	8.8	8.2	44.0	6,900	717
8-1	9.2	8.2	46.0	4,200	417
8-2	9.5	8.2	47.50	4,000	385
* 9-1	9.3	7.4	46.50	1,350	147
9-2	9.0	7.5	45.0	4,050	450
10-1	9.6	7.6	48.0	4,200	432
10-2	9.5	8.0	47.50	6,100	602

Sin Nudo

Con Nudo

Media \bar{X} = 466 Kg/CM²

444 Kg/CM²

Desviación estándar σ = 102 Kg/CM²

123 Kg/CM²

Coefficiente de variación CV = 22%

CV = 28%

TABLA 4.9 ESFUERZOS PERMISIBLES TÍPICOS, PARA TRIPLAY APLICABLES PARA CARGA NORMAL (10 AÑOS) Y AMBIENTE SECO.

Tipo de esfuerzo	Esfuerzo permisible, kg/cm ²
Tensión y flexión (fibras de la cara exterior paralelas o perpendiculares al claro.)	70 - 140
Compresión (en dirección perpendicular - o paralela a las fibras de la cara exterior)	65 - 115
Aplastamiento (compresión perpendicular a las caras)	11 - 24
Esfuerzo cortante en planos perpendiculares a los planos de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores)	11 - 17
Esfuerzo cortante rodante en el plano de las capas del triplay (paralelo o perpendicular a las fibras de las caras exteriores).	3.5 - 4
Módulo de elasticidad en flexión (fibras de las caras exteriores perpendiculares al claro).	63 000 - 126 000

TABLA 1. DIMENSIONES MAXIMAS PERMISIBLES DE LOS NUDOS PRESENTES EN UN ELEMENTO ESTRUCTURAL, EN CM

Dimensión nominal de la cara considerada	Nudos en el canto y en la zona central para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en compresión				Nudos en la zona de borde para elementos en flexión y en cualquier cara para elementos en tensión			
	cm (pulg)	V-40	V-50	V-65	V-75	V-40	V-50	V-65	V-75
2.5 (1)	2.0	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	-	-
3.8 (1 1/2)	3.0	2.5	2.0	1.0	1.5	1.0	0.5	-
5.0 (2)	3.5	3.0	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	0.5
6.5 (2 1/2)	4.5	4.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	1.0
7.5 (3)	5.0	4.5	3.0	2.0	3.0	2.5	1.5	1.0
9.0 (3 1/2)	5.5	5.0	3.5	2.5	3.5	2.5	2.0	1.5
10.0 (4)	6.5	6.0	4.0	3.0	3.5	3.0	2.0	1.5
13.0 (5)	7.5	7.0	5.0	3.5	4.5	4.0	2.5	2.0
15.0 (6)	9.0	8.0	6.0	4.0	5.5	5.0	3.0	2.5
20.0 (8)	11.0	9.0	6.5	4.5	7.5	6.5	4.0	3.0
25.5 (10)	13.0	10.0	7.0	5.0	9.5	8.0	5.0	3.5
30.5 (12)	14.0	11.0	7.5	5.5	11.0	9.0	6.5	4.5
35.5 (14)	15.0	12.0	8.0	6.0	12.5	10.0	7.0	4.5

Notas:

1. Para otras medidas pueden hacerse interpolaciones lineales
2. La calidad V-100 correspondería a madera sin defectos
3. No se permitirá la presencia de dos o más nudos de dimensión máxima en un mismo tramo de 30 cm; además, la suma de las dimensiones de todos los nudos para dicho tramo no excederá al doble de la dimensión del nudo máximo.
4. Para elementos simplemente apoyados sujetos a flexión, las dimensiones máximas para los nudos en las zonas de canto y de borde fuera del tercio medio podrán incrementarse hasta un 100 por ciento en los extremos; para posiciones intermedias, el incremento será proporcional.

TABLA 2.2
ESFUERZOS PERMISIBLES
en kg/cm^2 ; condición verde

Solicitación	V-75	V-65	V-50	V-40
Flexión y tensión	80	70	50	40
Compresión paralela a la fibra	60	50	40	30
Compresión perpendicular a la fibra	12	12	11	11
Cortante paralelo a la fibra	11	9	7	6
Módulos de elasticidad				
($\times 10^3$) medio	70	70	70	70
mínimo	40	40	40	40

TABLA II. LIMITACIONES A LOS DEFECTOS PARA CALIDADES V-75, V-65, V-50 Y V-40

TIPO DE DEFECTO	CALIDAD V-75	CALIDAD V-65	CALIDAD V-50	CALIDAD V-40
Velocidad de crecimiento (mínima)	16 anillos /5 cm	12 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm	8 anillos /5 cm
Fisuras o grietas (máxima proyección sobre cada cara) y bolsas de resina	1/4 de la cara considerada	1/3 de la cara considerada	1/2 de la cara considerada	3/5 de la cara considerada
Desviación de la fibra (no mayor de)	1 en 14	1 en 11	1 en 8	1 en 6
Gema en cada cara (no mayor de)	1/8 de la cara considerada	1/8 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada	1/4 de la cara considerada

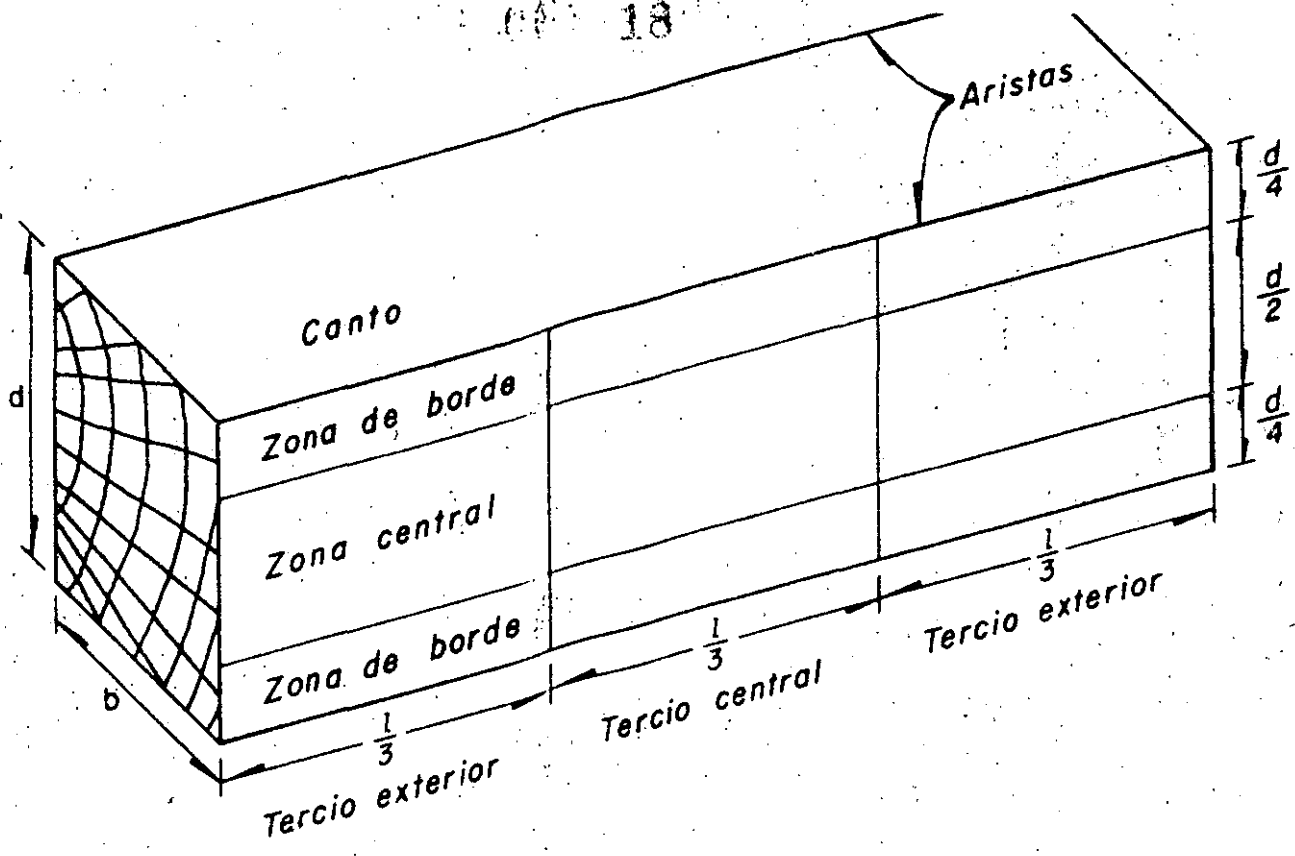
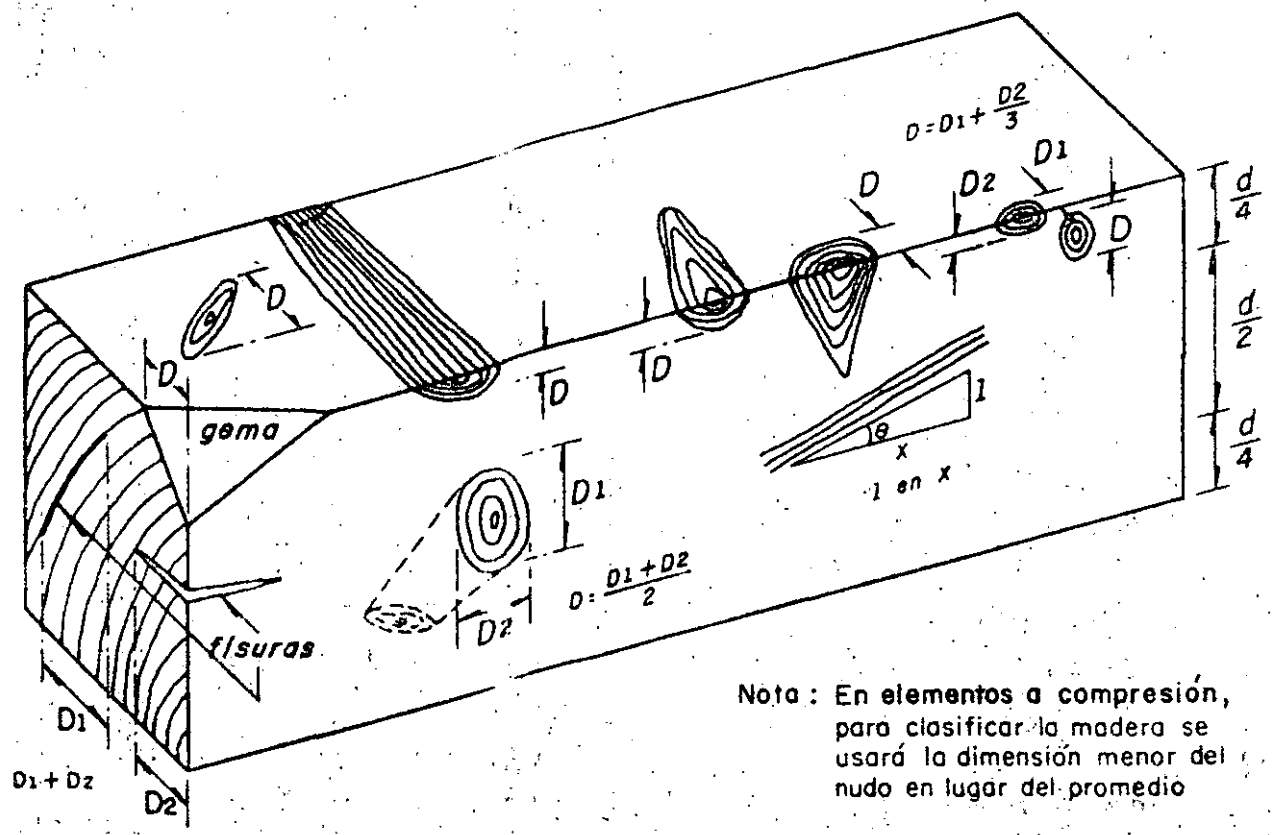


Fig I . Zonas en un elemento a flexión, para su clasificación estructural



Nota : En elementos a compresión, para clasificar la madera se usará la dimensión menor del nudo en lugar del promedio

Fig II . Medición de nudos, inclinación de fibra , gema, velocidad de crecimiento y fisuras

**CLASIFICACION Y ESPECIFICACIONES DE LA MADERA
SEGUN NORMA C-18-1946 DE LA DGN.**

GRADO	NUDOS	MANCHAS	BOLSAS DE RESINA	VETAS	GRIETA	RAJADURAS	PARTES PODRIDAS	TOLERANCIA EN DIMENS.	HUMEDAD MAXIMA	CAMBIO DE COLOR	AGUJEROS	TORCEDURAS
A SELECTA	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	10%		NO	NO
B PRIMERA	2 MM. MAX.	NO		10 cm MAX.	10 cm MAX.	NO	NO	30 a 100 x 100 a 400 Esp. 25 *Ancho 10mm 10 a 30 x 100 a 400 Esp. 1.5mm*	15%	10 cm MAX.		NO
C SEGUNDA	Sanos tabla II $\pm D < 2$ veces nudo MAX.	Menor de $\frac{1}{12}$ ancho $\times \frac{1}{16}$ Long.	MAX. 8 MM x 150 MM		10 MM MAX.	Solo en extremos 8 MM x 252 MM MAX.	NO	Espesor 2.5 y 8 MM ancho 1 MM	20%	Ligero en cada cara	2 MM a 6 MM Si $\pm D < 2$ veces nudo MAX.	NO
D TERCERA	Sanos tabla II $\pm D <$ ancho de la cara. enfermos uno por cara.		MAX. 10 MM x 300 MM.	Vetas GRDES. Area $<$ $\frac{1}{4}$ super- ficie total		MAX. 252 MM	En los extre- mos y menor Que: $\frac{ANCHO}{4}$ y $\frac{1}{6}$		20%	$\frac{1}{4}$ de la su- perfi- cie de la cara	2 MM Tal Q' $\pm D < 2$ veces nudo MAX	19MM
E DESECHO	NO CUMPLEN LAS ESPECIFICACIONES DE LA DE TERCERA											

61 10

ESFUERZOS PERMISIBLES,
en kg/cm^2 ; condición verde

Solicitación	Selecta	Primera	Segunda	Tercera
Flexión y tensión	80	60	30	20
Compresión paralela a la fibra	70	50	25	17
Compresión perpendicular a la fibra	14	14	9	7
Cortante paralelo a la fi- bra	14	14	7	5
Módulos de elasticidad				
($\times 10^3$) medio	70	70	70	70
mínimo	40	40	40	40



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CIMBRAS DESLIZANTES

Ing. Arturo Mondragón Esquivel

OCTUBRE, 1985

LA CIMBRA DESLIZANTE SIEMPRE ES ASOCIADA A LA CONSTRUCCION DE SILOS Y OTRAS ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y SIEMPRE COMO UNA HERRAMIENTA DE CONSTRUCCION QUE BAJA COSTOS Y FUERZA DE TRABAJO Y PERMITE SEGURIDAD EN EL DESARROLLO DE LA CONSTRUCCION. ULTIMAMENTE, SIN EMBARGO CON EL PERFECCIONAMIENTO DE GATOS TOTALMENTE AUTOMATICOS QUE SON MAS COMPETITIVOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION. LA CIMBRA DESLIZANTE HA SIDO EXITOSAMENTE APLICADA DE MUCHAS OTRAS ESTRUCTURAS INCLUYENDO PILAS PARA PUENTE, CUBOS DE SERVICIOS EN EDIFICIOS ALTOS, CHIMENEAS, TORRES DE COMUNICACION, TORRES DE ENFRIAMIENTO Y PLATAFORMAS DE PERFORACION FUERA DE LAS COSTAS; POR ENUMERAR UNAS CUANTAS.

PARA GANAR LOS BENEFICIOS OPTIMOS DE LA CIMBRA DESLIZANTE TODO ESFUERZO SERA VALIDO PARA INCORPORAR LA SELECCION DE TECNICAS Y MATERIALES EN LOS CONCEPTOS DE DISEÑO EN LAS PRIMERAS ETAPAS. EL ARQUITECTO O INGENIERO QUE DEJA LAS CONSIDERACIONES DE CONSTRUCCION ENTERAMENTE AL CONTRATISTA, ESTA POSPONIENDO ESAS OPCIONES, HASTA QUE ES DEMASIADO TARDE IMPLEMENTARLAS, TENIENDO QUE HACER REVISIONES AL DISEÑO QUE LLEGAN A SER CASI PROHIBITIVAS POR SU COSTO Y OCASIONANDO DEMORAS POR TALES REVISIONES.

EL PROCESO SLIPFORM.

ALGUNOS ASPECTOS DE LOS MAS SIGNIFICATIVOS DE LA TECNICA SLIPFORM SON DADOS AQUI Y SE PROVEERA DE ALGUN CRITERIO PARA EVALUAR EL METODO Y USARLO EN CASOS ESPECIFICOS DE EDIFICIOS O PARA USARSE CONJUNTAMENTE CON OTRAS TECNICAS DE CONSTRUCCION. LA CIMBRA DESLIZANTE ES USUALMENTE APLICADA PARA ERIGIR MUROS DE CONCRETO, PILAS, TORRES U OTRAS ESTRUCTURAS CAPACES DE CONSTRUIRSE SIENDO EXTRUIDAS. EN EFECTO, LA CIMBRA DESLIZANTE ES UN PROCESO DE EXTRUSION EN EL CUAL LA CIMBRA DE 1.05 A 1.80 M. DE ALTURA ES EL MOLDE. EN LA MAYORIA DE LOS PROCESOS DE EXTRUSION EL MOLDE ES ESTACIONARIO PERO EN CIMBRA DESLIZANTE EL MATERIAL ESTA ESTATICO Y EL MOLDE SE MUEVE HACIA ARRIBA PROPULSADO

POR FUERZA HIDRAULICA, NEUMATICA U OTROS MEDIOS. EL CONCRETO PLASTICO COLOCADO EN LA BASE SUPERIOR DEL MOLDE DEBERA PERDER SU PLASTICIDAD DURANTE EL TIEMPO QUE EL MOLDE SE HA MOVIDO PASANDO Y CESANDO DE SER SOPORTADO. POR TANTO LA VELOCIDAD DEL FRAGUADO INICIAL DEL CONCRETO DETERMINA LA VELOCIDAD QUE LA CIMBRA DESLIZANTE SE DESPLAZARA ENTRE OTROS FACTORES. NORMALMENTE EL TIEMPO DE FRAGUADO ES DE 2 A 3 HORAS CON CIMBRAS DE 1.20 M. DE ALTO, ESTO SIGNIFICA UNA VELOCIDAD DE 40 A 60 CM. POR HORA DEPENDIENDO DE OTROS FACTORES TALES COMO: TIPO Y FINURA DEL CEMENTO, TEMPERATURAS DE COLADO, Y MEZCLA USADA; VELOCIDADES MAYORES QUE LAS CITADAS HAN SIDO ALCANZADAS; PERO CON FRECUENCIA LAS VELOCIDADES DE OPERACION SON MAS BAJAS; DE 20 A 30 CM. POR HORA, ES UN PROMEDIO COMUN POR LAS DEMORAS DEBIDAS A COLOCACION DE INSERTOS, DE ACERO DE REFUERZO O CONCRETO.

YA QUE EL DESLIZADO DE CIMBRA ES UN PROCESO DE EXTRUCCION NADA PUEDE VACIARSE DURANTE EL PROCESO QUE NO QUEDE CONFINADO DENTRO DEL MOLDE. EN OTRAS PALABRAS LA TRAYECTORIA VERTICAL DEL MOLDE NO PUEDE INTERFERIRSE CON NINGUN OBJETO O ELEMENTO HORIZONTAL.

DISEÑO DE LA CIMBRA

ESTE ES UN ELEMENTO DE POCA ALTURA QUE HAY QUE PROPORCIONAR DE TAL MANERA QUE RESISTA LAS PRESIONES DEL CONCRETO AL SER VACIADO EN SU INTERIOR EN EL MOMENTO DEL LLENADO INICIAL, PREVIO AL ARRANQUE DEL SISTEMA HACIA ARRIBA.

LA CIMBRA ESTA COMPUESTA DE DOS ELEMENTOS PRINCIPALES ESTOS SON: FORRO Y LARGUEROS O CERCHAS. EL FORRO PODRA VARIAR EN ALTURA DE 1.05 A 1.80 M. Y ESTA SUJETO A LOS LARGUEROS O CERCHAS, TODOS LOS ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UNA CIMBRA PODRAN SER DE MADERA, METALICAS O MIXTAS.

OTROS ELEMENTOS IMPORTANTES DE LA CIMBRA SON: POR UNA PARTE LOS SISTEMAS DE RIGIDIZACION FORMADAS POR ESTRUCTURAS DE MADERA O METALICAS --

ELEMENTOS QUE MANTENDRAN LA EXACTA FORMA DE LA SECCION TRANSVERSAL - DE LA ESTRUCTURA A DESLIZAR EN TODA SU ALTURA SOBRE ESTA ESTRUCTURA SE PODRAN ACONDICIONAR LAS PLATAFORMAS Y PASARELAS, TANTO POR OPERACIONES DE ARMADO DE VARILLA COMO PARA LA DISTRIBUCION Y COLOCACION DEL CONCRETO DENTRO DE LA CIMBRA.

DISEÑO DEL SISTEMA ACCIONADOR.

ESTA FORMADO PRINCIPALMENTE POR UN EQUIPO CENTRAL DE PRESION, QUE A TRAVES DE UNA TUBERIA ALIMENTADORA TRASMITE IMPULSOS DE PRESION A UN CONJUNTO DE GATOS QUE TREPAN POR LAS BARRAS DE APOYO Y ARRASTRAR EN ESTE MOVIMIENTO ASCENDENTE A LA CIMBRA.

LA DISTRIBUCION Y NUMERO DE UNIDADES DE ACCIONAMIENTO, OBEDECE A UN ESTUDIO PARA CADA CASO EN PARTICULAR EN EL QUE HAY QUE DETERMINAR TODAS LAS CARGAS QUE GRAVITAN SOBRE PLATAFORMA, FUERZAS A VENCER, COMO FRICCIÓN CONTRA EL CONCRETO, LA ADHERENCIA DE ESTE HACIA LA CIMBRA.

ESTE ESTUDIO PERMITE PROPORCIONAR NO SOLO EL NUMERO Y DISTRIBUCION - DE LOS GATOS DE ACUERDO A SU CAPACIDAD, SI NO TAMBIEN LA SECCION ADECUADA DE LAS BARRAS DE APOYO Y LA CAPACIDAD DE LA FUENTE CENTRAL DE PRESION.

LOS ELEMENTOS DE LIGA ENTRE EL EQUIPO ACCIONADOR Y LA CIMBRA PROPIAMENTE DICHA, SE ESTABLECE MEDIANTE LA CONEXION ENTRE LOS LARGUEROS DE SOPORTE DEL FORRO Y LAS PIERNAS DEL YUGO FORMADO POR ESTAS Y UN CONECTOR HORIZONTAL DENOMINADO CABEZAL, EN ESTA PIEZA VA SUJETO EL GATO O UNIDAD ACCIONADORA DEL SISTEMA DESLIZANTE. EL PRINCIPIO MECANICO DE - TREPA DEL GATO SE LOGRA POR MEDIO DE MUELA, RESORTE Y UNA CAMARA DE ADMISION DEL FLUIDO A PRESION QUE AL EXPANDIRSE REALIZA LA FUERZA -- ASCENDENTE QUE EN CONJUNTO IZARAN LA CIMBRA, LOGRANDO LA EXTRUSION DE LA SECCION DE LA ESTRUCTURA POR DESLIZAR.

CONTROL DEL SISTEMA DESLIZANTE.

UN ASPECTO MUY IMPORTANTE EN EL EXITO DE UNA OPERACION DE DESLIZADO -

ES EL CONTROL DE SU MOVIMIENTO ASCENDENTE DURANTE TODO EL TIEMPO DE OPERACION QUE DEBE SER CONTINUA DURANTE 24 HORAS AL DIA O TAMBIEN -- INTERMITENTE SI HAY LIMITACIONES PARA OPERAR DURANTE LA NOCHE A DETERMINADO INTERVALO DE TIEMPO DURANTE EL DIA.

LA CONDICION PRINCIPAL A SATISFACER DESPUES DE GARANTIZAR LA CONSTANTE SECCION TRANSVERSAL DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE EL CORRECTO DISEÑO DE LA CIMBRA ES LA VERTICALIDAD DE LA PROPIA ESTRUCTURA.

TODO SISTEMA DESLIZANTE PRESENTA EN EL DESARROLLO DE SU DESPLAZAMIENTO VERTICAL TENDENCIAS A DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES, GIROS O PERDIDA DE HORIZONTALIDAD.

ES INDISPENSABLE DETECTAR CON PRECISION Y EN EL MOMENTO QUE SE INICIA CUALQUIER TENDENCIA FUERA DE PROYECTO EN LA TRAYECTORIA DEL SISTEMA. EL PROCEDIMIENTO A SEGUIR ES EL ESTABLECIMIENTO DE CONTROLES DE VERTICALIDAD DE NIVEL Y DE GIRO LOS QUE DEBERAN SER VIGILADOS CONSTANTEMENTE DURANTE EL TIEMPO QUE DURE EL PROCESO DE DESLIZADO.

DE LA CORRECTA INTERPRETACION DEL REPORTE DE REGISTRO Y DE LA DECISION DE LA OPERACION CORRECTIVA DEPENDE DEL RESULTADO FINAL. CUANDO LA -- TENDENCIA ERRONEA SE DETECTA EN SU MOMENTO INCIPIENTE Y SE CORRIGE -- OPORTUNAMENTE PUEDE DECIRSE QUE NO HABRA PROBLEMAS SUBSECUENTES. EN EL CASO DE DEJAR PROGRESAR LA TENDENCIA Y APLICAR LA CORRECCION TARDIA MENTE, LA ESTRUCTURA SUFRIRA DEFORMACIONES Y EN CASO EXTREMO INCURRIR EN FALLAS TOTAL LLEVARA AL FRACASO DEL PROCEDIMIENTO.

LA VELOCIDAD CONSTANTE DE ASCENSO ES OTRA CONDICION FUNDAMENTAL QUE FACILITARA EL CONTROL DE TRAYECTORIA Y EN SU CASO LAS ACCIONES CORRECTIVAS QUE SUPRIMIRAN UNA TENDENCIA ERRONEA EN DICHA TRAYECTORIA.

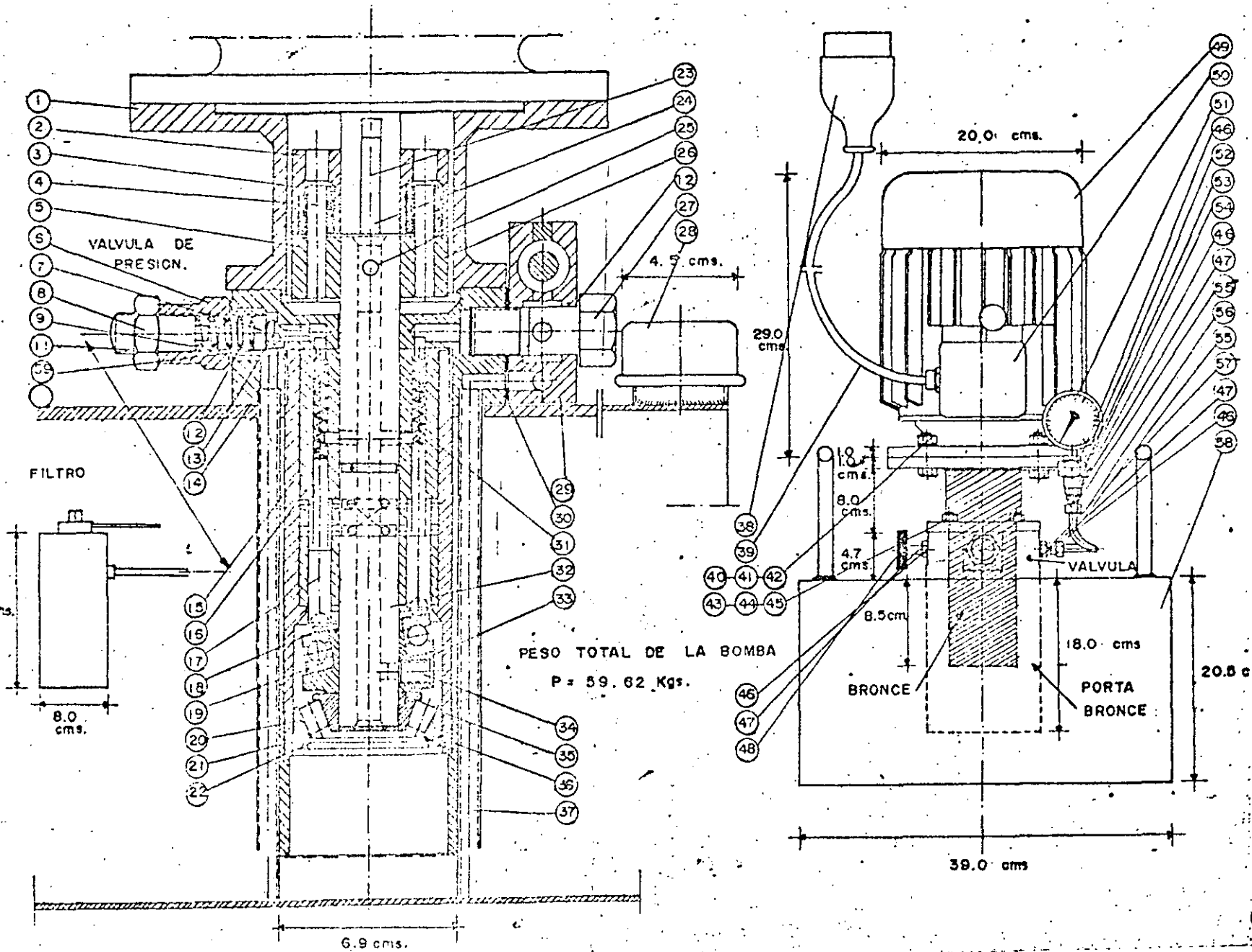
HAY MUCHAS CAUSAS CUYOS EFECTOS, AFECTAN LA VELOCIDAD DE ASCENSO Y -- CASI TODAS ELLAS SON PRACTICAMENTE AJENAS AL SISTEMA ACCIONADOR EN SI, ESTE NO OFRECE MAYORES PROBLEMAS DE OPERACION CUANDO ESTA DISEÑADO -- ADECUADAMENTE Y SU ELEMENTO ESTA EN PERFECTAS CONDICIONES DE TRABAJO.

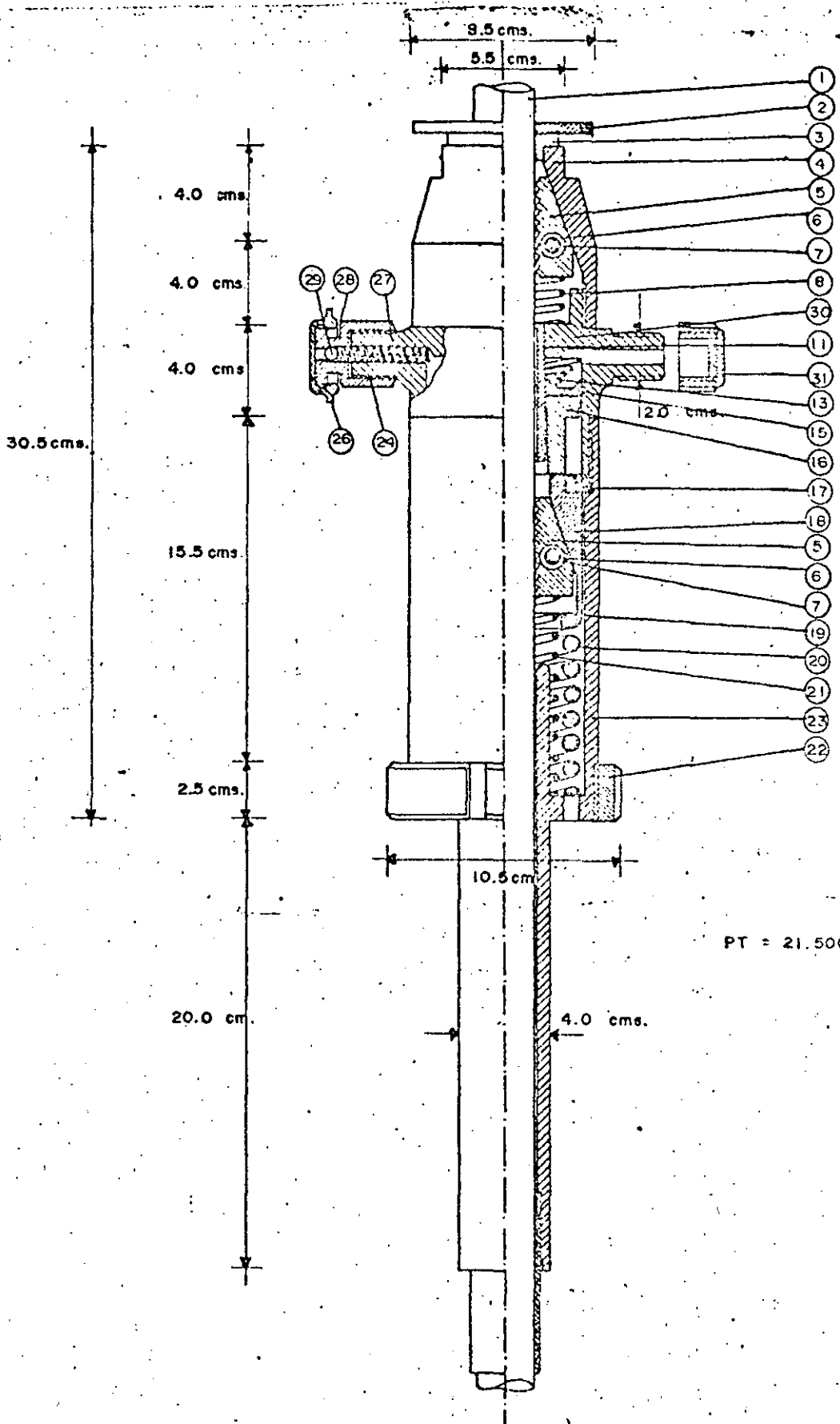
ES COMUN QUE LAS SITUACIONES QUE POR PARTE DEL SISTEMA ACCIONADOR PUDIERAN EN UN MOMENTO DADO AFECTAR LA VELOCIDAD DEL SISTEMA DESLIZANTE, SEAN DEBIDO A FALLAS MECANICAS QUE SON RELATIVAMENTE CONTROLABLES CON RAPIDEZ, PUES REPARAR UNA TUBERIA DE ACEITE ROTA, CAMBIAR UN GATO QUE FUNCIONA MAL O CAMBIAR LA MISMA BOMBA DEL CENTRO DE PRESION NO SON OPERACIONES QUE LLEVEN MUCHO TIEMPO EN COMPARACION CON LA VELOCIDAD DE ASCENSO.

NO SUCEDE LO MISMO CON LAS FALLAS EN LAS ACTIVIDADES CONCURRENTES COMO SON: PRODUCCION, TRANSPORTE, ELEVACION Y COLOCACION DEL CONCRETO DE LA CIMERA O EL HABILITADO DE ELEVACION, MANEJO Y ARMADO DE VARILLA EN LA ESTRUCTURA. ESTAS ACTIVIDADES DEBEN SER PROPORCIONADAS Y PLANEADAS CON ANTICIPACION AL INICIO DE LOS TRABAJOS DE DESLIZAMIENTO CON MINUCIOSIDAD, TRATANDO DE PREVER LAS CIRCUNSTANCIAS QUE PUEDAN PRESENTARSE DESPUES DEL DESPEGUE DEL SISTEMA Y QUE PUDIERAN ALTERAR LA COORDINACION DE ESTAS ACTIVIDADES. ES PROBLEMATICO CAMBIAR SOBRE LA MARCHA POR EJEMPLO, EL PROPORCIONAMIENTO DE LA MEZCLA, SI ESTA NO RESULTA SUFICIENTEMENTE MANEJABLE. ES ASI MISMO UN PROBLEMA GRAVE, NO DISEÑAR UN DESPIECE DE VARILLA QUE CUMPLIENDO LAS ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION SE ADAPTA AL PROCEDIMIENTO DE COLOCACION, SALVANDO LAS CONDICIONES QUE IMPONE LA DISPOSICION DE YUGOS Y GATOS.

OTRO ASPECTO IMPORTANTE, ES VISUALIZAR LAS LIMITACIONES QUE IMPONEN LOS VACIOS EN LOS MUROS PARA ALOJAR PUERTAS, VENTANAS, NICHOS DE INSTALACIONES, ETC.

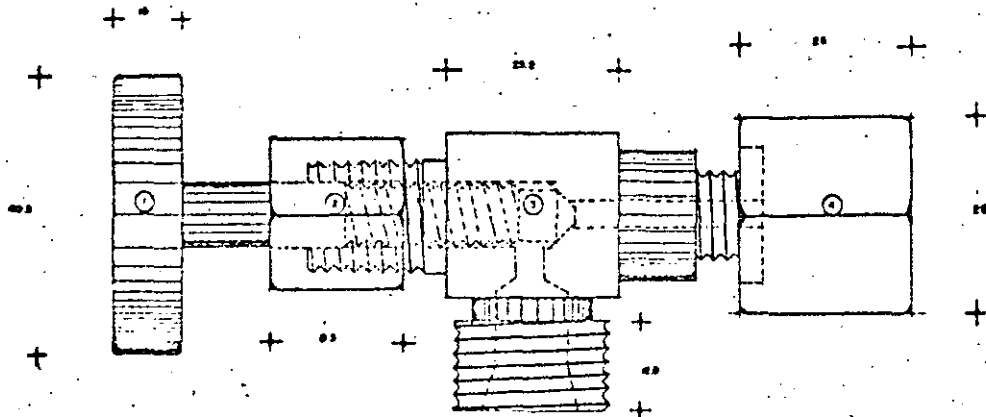
BOMBA MODELO M.T.P.5



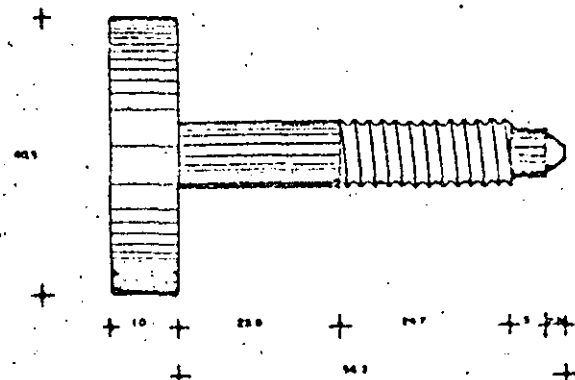


PT = 21.500 Kgs.

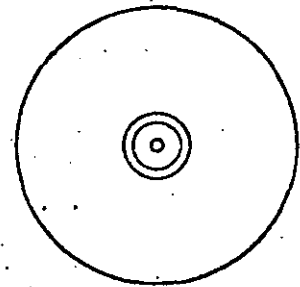
ELEVADOR TIPO 50I (GATO)



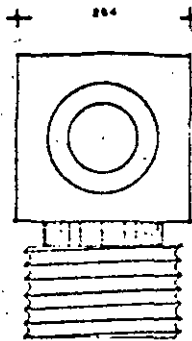
PERFIL MEDIDAS GENERALES



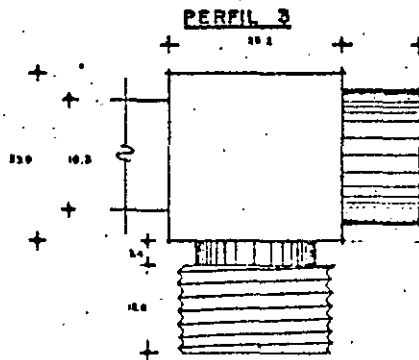
PERFIL 1



FRENTE 1

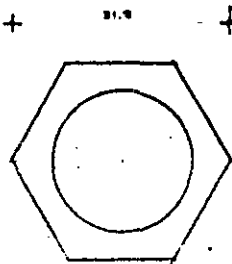


FRENTE 3

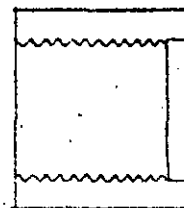


PERFIL 3

PROFUNDIDAD 20 A 25 mm

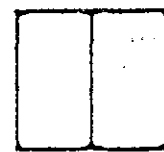


FRENTE 4

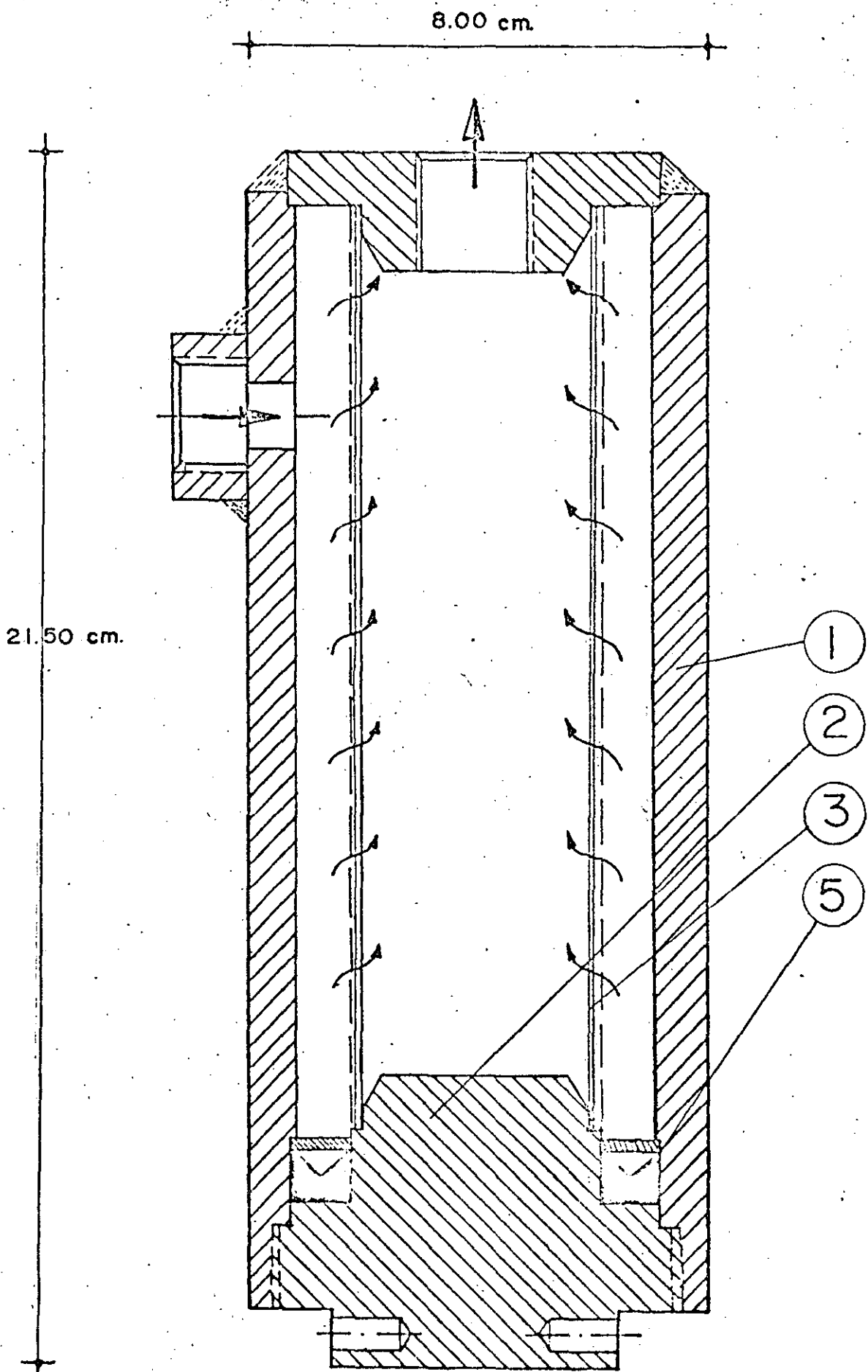


CORTE 4

DETALLADO DE VALVULA SUECA
ACOTACIONES EN mm
ESCALA 2:1



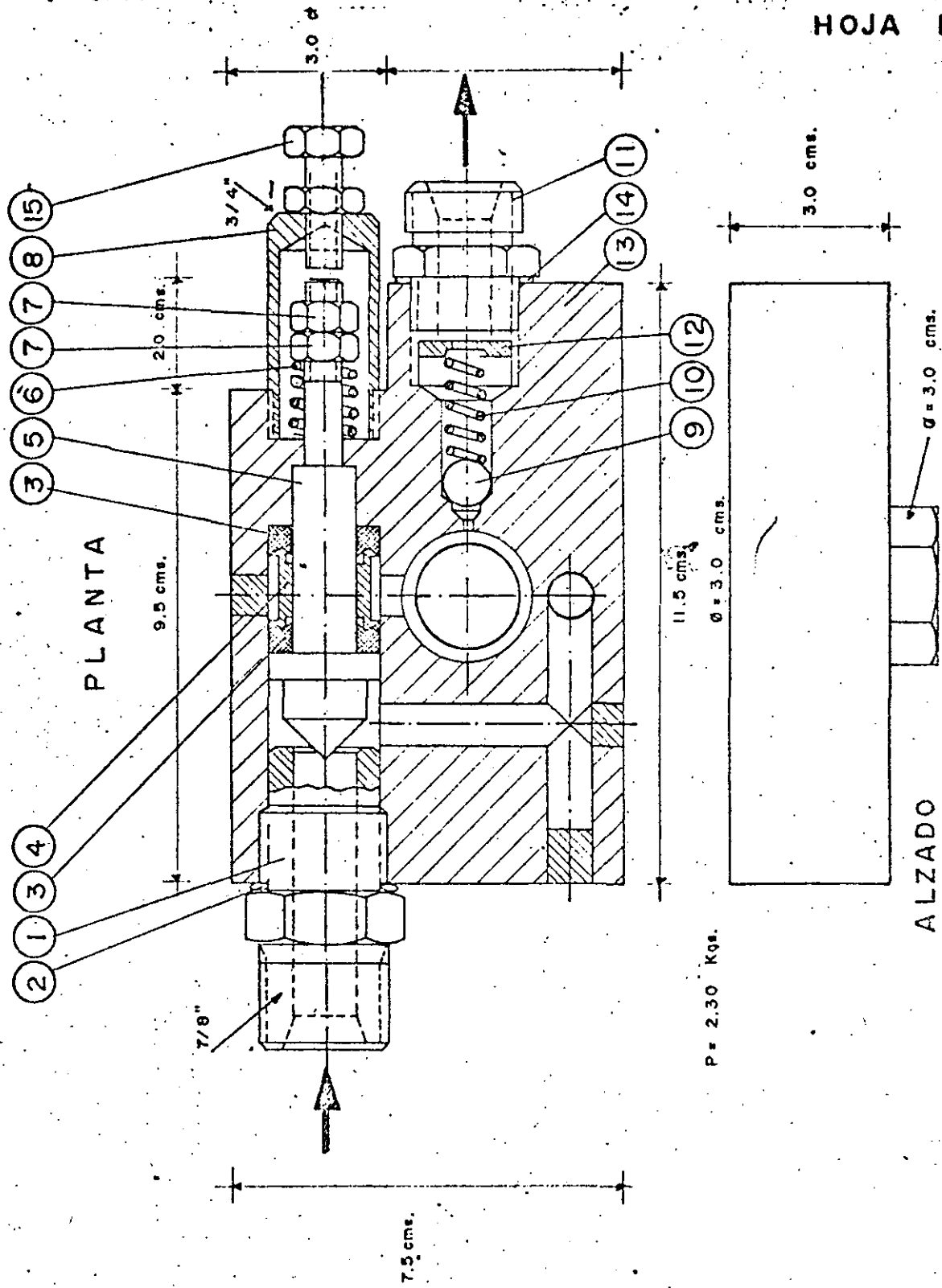
VISTAS 2



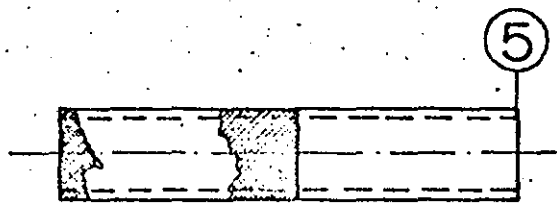
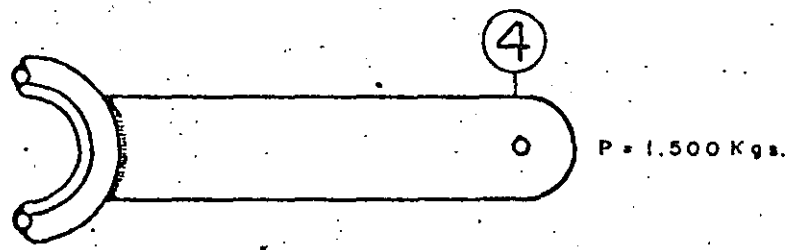
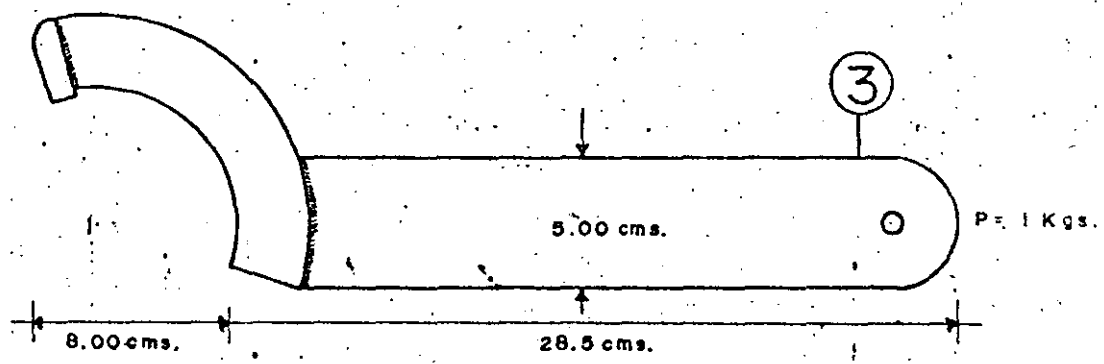
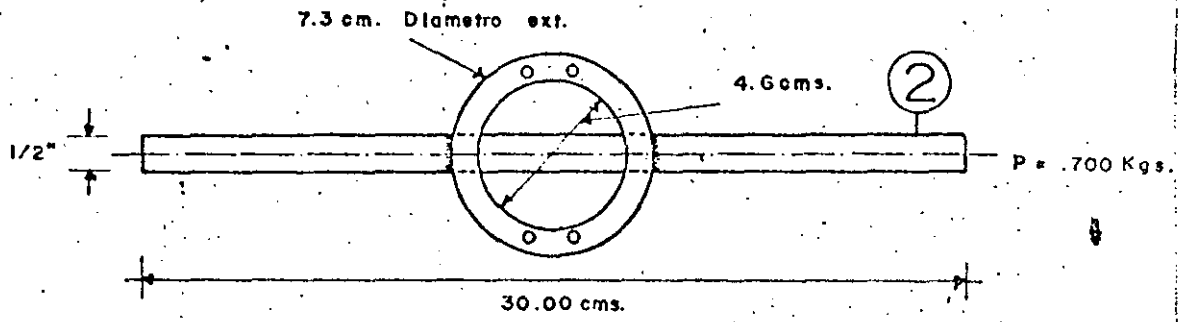
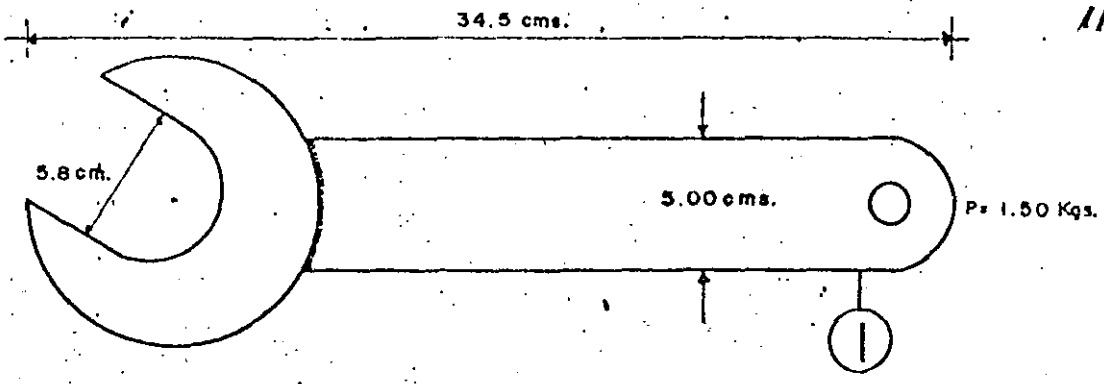
21.50 cm.

8.00 cm.

FILTRO



VALVULA AUTOMATICA DE RETORNO
DESCRIPCION DELAS PIEZAS HOJA 2 PESO 2.300KG



JUEGO DE LLAVES PARA EL ARMADO Y
 DESARMADO DE GATOS (ELEVADORES).
 PESO TOTAL 4.700 KGS.



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

RESIDENTES CONSTRUCCION

ANEXOS

ING. RAUL LOPEZ CALVILLO

OCTUBRE, 1984

EN LOS PAISES DESARROYADOS TANTO ORIENTALES COMO OCCIDENTALES, -
LA SEGURIDAD FORMA PARTE DEL GRUPO QUE TOMA DECISIONES EJECUTI -
VAS E INTERVIENE PREPONDERANTEMENTE EN ELLAS, POR LO QUE SIEMPRE
ESTÁ PRESENTE EN LOS COMITÉS EJECUTIVOS .

DIRECCIÓN DE
SEGURIDAD

PLANTEAMIENTO DE LA OBRA QUE SE VA A -
EJECUTAR

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

ELECCIÓN DE LOS ANTEPROYECTOS

PROYECTO

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

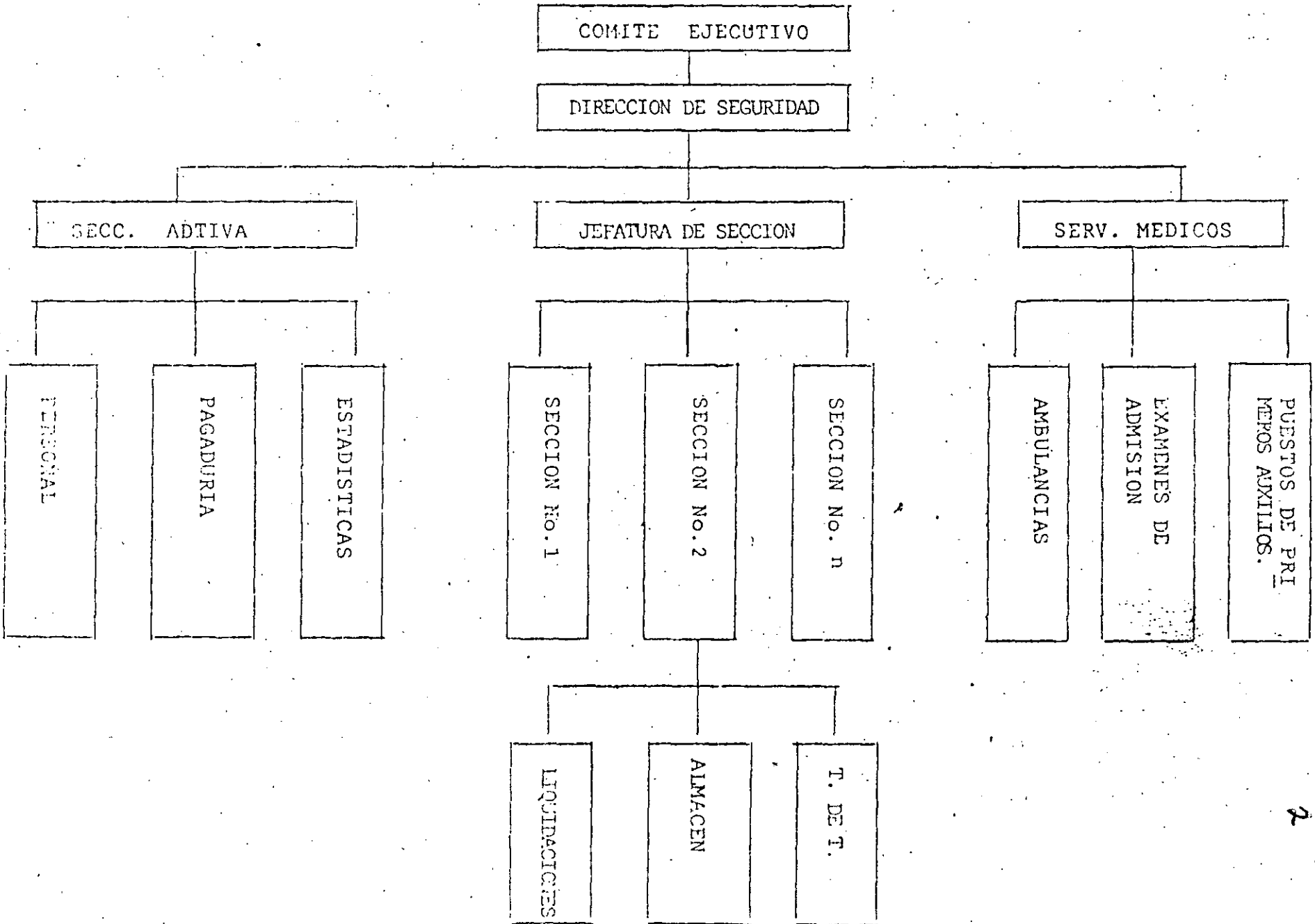
EQUIPOS QUE SE DEBAN UTILIZAR

PERSONAL IDONEO

FACILIDADES DE COMUNICACIÓN

CAMPAMENTOS.

DIRECCION DE SEGURIDAD
ORGANIGRAMA



LISTA DE ACTIVIDADES QUE FORMAN EL PROGRAMA DE SEGURIDAD EN LAS OBRAS

DEPARTAMENTO
DE
SEGURIDAD

Nomenclatura Ing. Jefe de Seguridad
 Personal Depto. de Seguridad
 Recorrido frentes de trabajo
 Ante proyecto programa de Seguridad
 Elaboración reglamentación interna
 Asesoría, quejas e información
 Cursos básicos de Seguridad
 Elaboración de papelería, publicaciones
 Datos estadísticos, cálculo de índices, frecuencia y gravedad
 Análisis de costos y presupuestos
 Análisis de accidentes de los reportes de obras
 Registro actas dependencias oficiales, STPS, OOF, IMSS
 Informes a gerencia
 Intercambio de experiencias con compañías, instituciones públicas y privados
 Campañas de Seguridad e higiene, incentivos, sanciones, concursos
 Integración de comisiones central y auxiliares
 Instrucción a comisiones sobre responsabilidades
 Estudios especiales con la maquinaria, equipo y procedimientos de construcción
 Normas políticas, relaciones humanas y Seguridad

Ing. auxiliar comisión central
 Jefe administrativo
 Calculista datos estadísticos
 Jefe taller Seguridad
 Almacenistas Seguridad Explosivos

Personal técnico
 Personal supervisión
 Personal trabajadores especializados
 Personal comisionado

COMISION CENTRAL
DE
SEGURIDAD

Integración Acta 1^a

Juntas de Seguridad mensuales con comisiones
Inspecciones de Seguridad mensuales con comisiones
Investigación de reportes de accidentes
Asesoría en materia de Seguridad
Organización conferencias de Seguridad
Creación departamentos médicos ó primeros auxilios
Adiestramiento equipo de protección
Adiestramientos en maquinaria, herramientas, explo-
sivos
Supervisión de comisiones auxiliares y coordina-
ción
Vigilancia cumplimiento reglamentos de Seguridad

TABLA No. 1

(b)

COMISIONES AUXILIARES
DE SEGURIDAD EN
LAS OBRAS O FRENTES

Integración con acta 1^a
Juntas mensuales acta 2^a con comisionados
Inspecciones mensuales acta 3^a recorrido en toda el
área de obra
Reportes de accidentes a Depto. de Seguridad e IMSS
Reportes de hrs. hombre laborados
Organización cursos de Seguridad
en obra
Organización de simulacros
Organización exhibición pellicu-
las de Seguridad
Difusión en obra normas Depto. -
de Seguridad
Análisis de Seguridad en las ope-
raciones
Integración de brigadas de traba-
jo en obra
Construcción comedores, dormito-
rios, sanitarios
Construcción de protecciones, ca-
cesos, escaleras, etc.
Vigilancia de sub-contratistas
Libro diario de maquinaria Art. 331

Incendios
Salvamento
Campañas

Folleto, avisos,
carteles, propa-
gas

Limpieza Seguridad
o Higiene, bomberos
vigilancia, uso de
explosivos

TALLER DE SEGURIDAD

- Diseño y construcción de equipos de Seguridad
- Diseño y construcción de dispositivos de Seguridad
- Diseño y construcción de protecciones en maquinaria
- Diseño y construcción de avisos, letreros, cartelones
- Diseño y construcción de andamios, escaleras, accesos
- Reparación de equipo de Seguridad, extinguidores, cascos, escaleras, etc.
- Reparación de Herramientas de mano, portátiles, eléctricas, etc.
- Reparaciones mayores

ALMACEN Y BODEGA DE SEGURIDAD

- Estudios equipos de Seguridad
- Compra equipo de Seguridad
- Reparación equipo de Seguridad
- Reparación herramientas de Seguridad
- Reparaciones menores de herramientas
- Reparaciones menores de equipos de protección
- Reparaciones en cables, poleas, bandas, transportadores, etc.

Protección personal, respiratorios, cinturones de Seguridad, extinguidores, etc.

ALMACENES

- Explosivos
- Detonantes
- Combustibles y lubricantes
- Oxígeno acetileno y gas



REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD

Semana No. _____ del _____ de _____ al _____ de _____ de 19__

PERSONAL POR ADMINISTRACION

PERSONAL SUB-CONTRATISTA

Horas-hombre laboradas =

Horas-hombre laboradas =

RELACION DE ACCIDENTES OCURRIDOS EN LA SEMANA

Se anexan Reportes de cada uno.*

Nombre del lesionado	Días de incapacidad		Nombre del lesionado	Días de incapacidad
		*		
		*		
		*		
		*		
		*		
		*		

RELACION DE INCAPACIDADES RECIBIDAS EN LA SEMANA

Nombre del lesionado	Días de incapacidad		Nombre del lesionado	Días de incapacidad

Informe de las incapacidades parciales, permanentes o totales

Reportó a la Dirección de Seguridad: Nombre _____

Firma _____





Reporte de Accidente

En Obra _____ 9

Nombre del lesionado _____ Edad _____ Ocupación _____
 S _____ SUFRIO UN ACCIDENTE EL _____ A LAS _____ Hs.
 Sueldo Diario _____ Fecha _____
 LESIONANDOSE _____ RESULTANDO UNA INCAPACIDAD
 (Marque con una x)

MOMENTANEA	<input type="checkbox"/>
PARCIAL TEMPORAL	<input type="checkbox"/>
PARCIAL PERMANENTE	<input type="checkbox"/>
TOTAL	<input type="checkbox"/>

Parte del Cuerpo

EL LESIONADO ES PERSONAL

(Marque con una x)

DE LA COMPANIA	<input type="checkbox"/>
DE SUB-CONTRATISTA	<input type="checkbox"/>
O DESTAJISTA	<input type="checkbox"/>

¿Qué operación o trabajo realizaba antes de lesionarse?

¿Con qué máquinas, herramientas

y/o materiales estaba en contacto antes de lesionarse?

¿CUANTAS PERSONAS INTERVENIAN EN LA

OPERACION QUE SE REALIZABA? ¿LES AFECTO EL ACCIDENTE?
(Marque con una x)

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿COMO?

¿Cómo se presentó el accidente

desde antes de lesionarse, hasta habersele proporcionado los

auxilios necesarios?

¿Con qué se lesionó?

¿Qué daño sufrió la Maquinaria,

A QUE ALTURA O

Equipo, Material o Instalaciones?

NIVEL SE TRABAJABA?

¿SUFRIO CAIDA?
(Marque con una x)

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

DE _____ ¿USABA EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL?
Metros (Marque con una x)

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿CUAL?

COMENTARIOS QUE CONSIDERE ACLARATORIOS DEL ACCIDENTE:

REPORTO DEL ACCIDENTE A LA
 DIRECCION DE SEGURIDAD METRO

Nombre _____

Firma _____

ESTADÍSTICA

Índice de Frecuencia

	1	2	3	II	II	III
	Num. Acc.	Hrs. Hombre	I.F.	Num. Acc.	Hrs. Hombre Acumulada	Ind. Frec.
ABRIL 1971	55	1,351,351	110	55	501,851	109
MAYO	193	979,951	197	248	1,430,902	175
JUNIO	238	897,023	265	436	2,377,925	204
JULIO	344	1,254,109	278	830	3,662,034	226
AGOSTO	217	1,122,763	193	1047	4,764,797	219
SEPTIEMBRE	204	1,149,992	177	1251	5,934,769	211
OCTUBRE	265	1,471,460	180	1516	7,406,249	205
NOVIEMBRE	209	1,189,557	175	1725	8,595,586	201
DICIEMBRE	221	1,123,017	197	1946	9,717,605	200
ENERO 1972	216	1,689,126	128	2162	11,406,729	190
FEBRERO	166	1,360,900	106	2528	12,967,629	180
MARZO	187	1,651,759	113	2515	14,619,588	172
ABRIL	256	2,125,060	120	2771	16,744,448	165
MAYO	290	1,725,934	163	3961	18,470,582	215
JUNIO	209	1,880,230	111	3270	20,550,562	161
JULIO	188	1,947,060	96	3458	22,297,722	155
AGOSTO	252	2,029,770	114	3690	24,327,492	177
SEPTIEMBRE	153	2,610,000	51	3823	26,937,492	147
OCTUBRE	239	2,029,815	144	4112	28,967,309	141
NOVIEMBRE	164	2,437,955	68	4276	31,495,272	158
DICIEMBRE	165	1,890,090	87	4441	33,295,362	153
ENERO 1973	269	1,883,475	143	4710	35,178,857	133
FEBRERO	306	1,915,390	151	5016	37,094,217	455
MARZO	379	1,534,275	201	5395	38,978,492	159
ABRIL	289	1,939,455	143	5684	40,917,947	153
MAYO	486	2,535,355	192	6170	43,451,312	149
JUNIO	454	2,056,740	208	6604	40,541,552	145
JULIO	441	1,882,440	234	7045	47,423,992	145
AGOSTO	325	2,310,660	146	7330	49,734,552	147
SEPTIEMBRE	287	1,753,325	152	7617	51,493,477	147
OCTUBRE	273	1,967,660	138	7390	53,461,137	147
NOVIEMBRE	238	1,456,926	163	8128	54,918,057	145
DICIEMBRE	201	1,417,470	139	8329	56,365,527	149
ENERO 1974	207	1,739,470	116	8536	58,145,997	147
FEBRERO	220	1,529,055	144	8756	59,075,052	147
MARZO	202	1,561,140	129	8958	61,234,192	143
ABRIL	225	1,592,430	119	9183	63,133,621	140
MAYO	255	1,525,525	163	9433	64,644,447	145
JUNIO	228	1,857,735	122	9666	66,542,132	145
JULIO	231	1,933,705	125	9897	65,355,837	141
AGOSTO	189	1,453,755	115	10066	69,144,442	147
SEPTIEMBRE	187	1,444,110	129	10253	71,249,552	147
OCTUBRE	163	1,401,916	116	10416	72,653,934	148

ESTADISTICA

Indice de Frecuencia

	I	2	3	I	II	III
	Núm. Acc.	Hrs. hombre	I.F.	Núm. Acc.	Hrs. hombre Acumulada	Ind. Frec.
NOVIEMBRE	147	1,576,950	95	10563	74,227,962	112
DICIEMBRE	105	1,175,310	85	19666	75,403,272	146
ENERO 1975	103	1,056,255	94	10771	76,489,527	141
FEBRERO	73	1,695,956	57	10341	77,555,457	140
MARZO	72	1,073,450	97	10916	76,658,887	142
ABRIL	89	1,073,355	96	11019	79,757,492	158
MAYO	55	801,675	66	11063	80,558,967	158

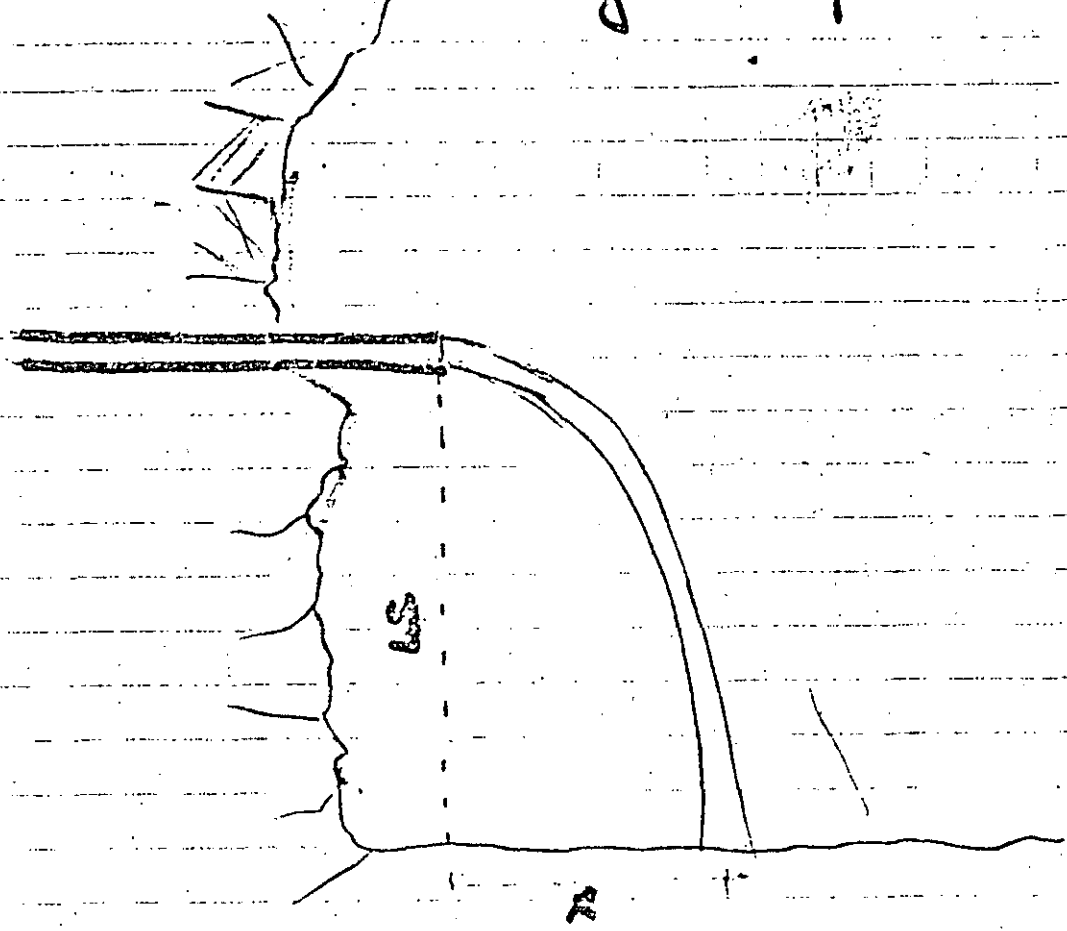
NOTA: Total de accidentes mortales ocurridos en el interior del túnel y en las lumbreras fue 87 por lo que el I.F. de accidentes de este tipo fue de 1.09 por cada millón de horas trabajadas.

DANGEROUS NOISE LEVELS

Following are various noise levels and decibels (db) for each:

	db
Busy street traffic at about 100 feet	60
Office tabulating machines (electric typewriter, etc.)	80
20 feet from subway	90
Pneumatic diesel air compressor	90
Diesel shovel (idling)	90
Automatic screw machines	98 to 105
Wire rope stranding machine	102 to 108
Header	103 to 108
Circular saw	105 to 116
Pin routers	107 to 116
Quarry floor (in general)	108
Drills, shovels & trucks operating	108
Can manufacturing plant	110
Weaving room	110
Between two compressors	110
Trip hammer	110 to 115
Drop hammer (depending on size)	110 to 135
Punch press	112
Sandblasting	112
Pneumatic chippers	112
Between two drills—20 feet apart	117
Impact on pile driver	120
Operators station—1 track drill in rock	120
4 feet from large pneumatic riveter	122
Operators station—1 track drill breaking through steel	125
5 feet from pneumatic press	130
Riveting steel tank	132
40 feet from jet engine	138
59 feet from rocket engine or jet with afterburner on	150

Formula gasto filtracion



Formula para determinar el gasto que a parte una filtracion

$$x = vt \quad ; \quad t = \frac{x}{v}$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$y = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v^2}$$

$$v^2 = \frac{g x^2}{2y}$$

$$v = x \sqrt{\frac{g}{2y}}$$

$$= x \sqrt{\frac{4.91}{5}}$$

$$= 2.193 \sqrt{\frac{g}{y}}$$

$$Q = Av$$



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

FABRICACION, TRANSPORTACION Y COLOCACION DEL CONCRETO

ING. JORGE HUMBERTO DE ALBA C.

OCTUBRE, 1985

FABRICACION DE CONCRETO

INTRODUCCION

1.1 ALCANCE.

En este trabajo se bosquejan métodos y procedimientos para lograr buenos resultados en la medición y mezcla de ingredientes para el concreto. Se revisan también equipos y métodos desarrollados recientemente.

1.2 OBJETIVO.

Al hacer estas recomendaciones, se consideró:

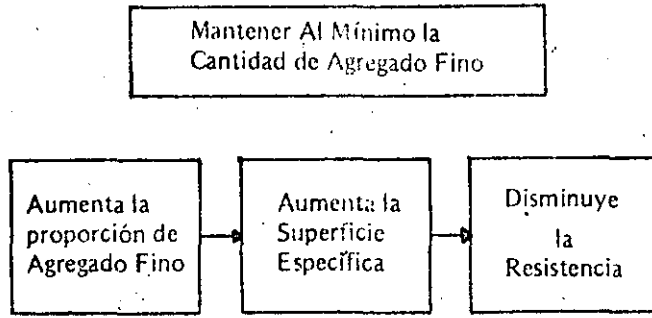
1. Que el adelanto en el mejoramiento de la construcción con concreto, dará un mejor resultado mediante la presentación de altos estándares de uso, en lugar de "prácticas comunes". En este aspecto, algunos consideran que los sistemas inferiores les bastan, pero estas recomendaciones se proponen tomando como base lo que "debería hacerse".
2. Es evidente que los sistemas empleados para producir y colocar concreto de alta calidad, pueden ser tan económicos como aquellos que nos dan un concreto de baja calidad.

1.3 OTRAS CONSIDERACIONES.

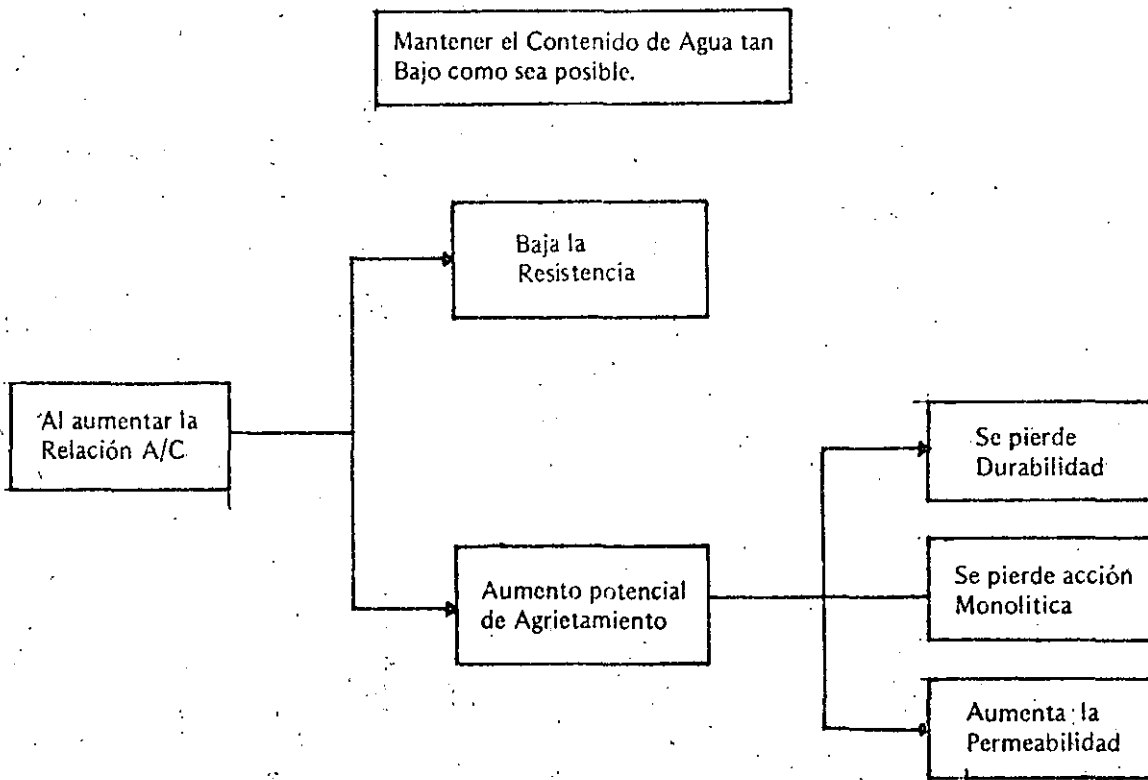
Todos aquellos que se ocupan en trabajos de concreto, deben tomar en cuenta la importancia de mantener el contenido unitario de agua tan bajo como lo permitan los requisitos de colocación. Aunque la relación agua-cemento se mantenga constante, un aumento del agua por unidad también aumenta potencialmente el agrietamiento por contracción durante el secado y con este agrietamiento el concreto pierde parte de su durabilidad y otras características deseable, por ejemplo: Su acción monerítica y baja permeabilidad. Cuando se aumenta arbitrariamente agua, se incrementa la relación agua-cemento y tanto la resistencia como la durabilidad se afectan adversamente. A medida que la cimbra se llena

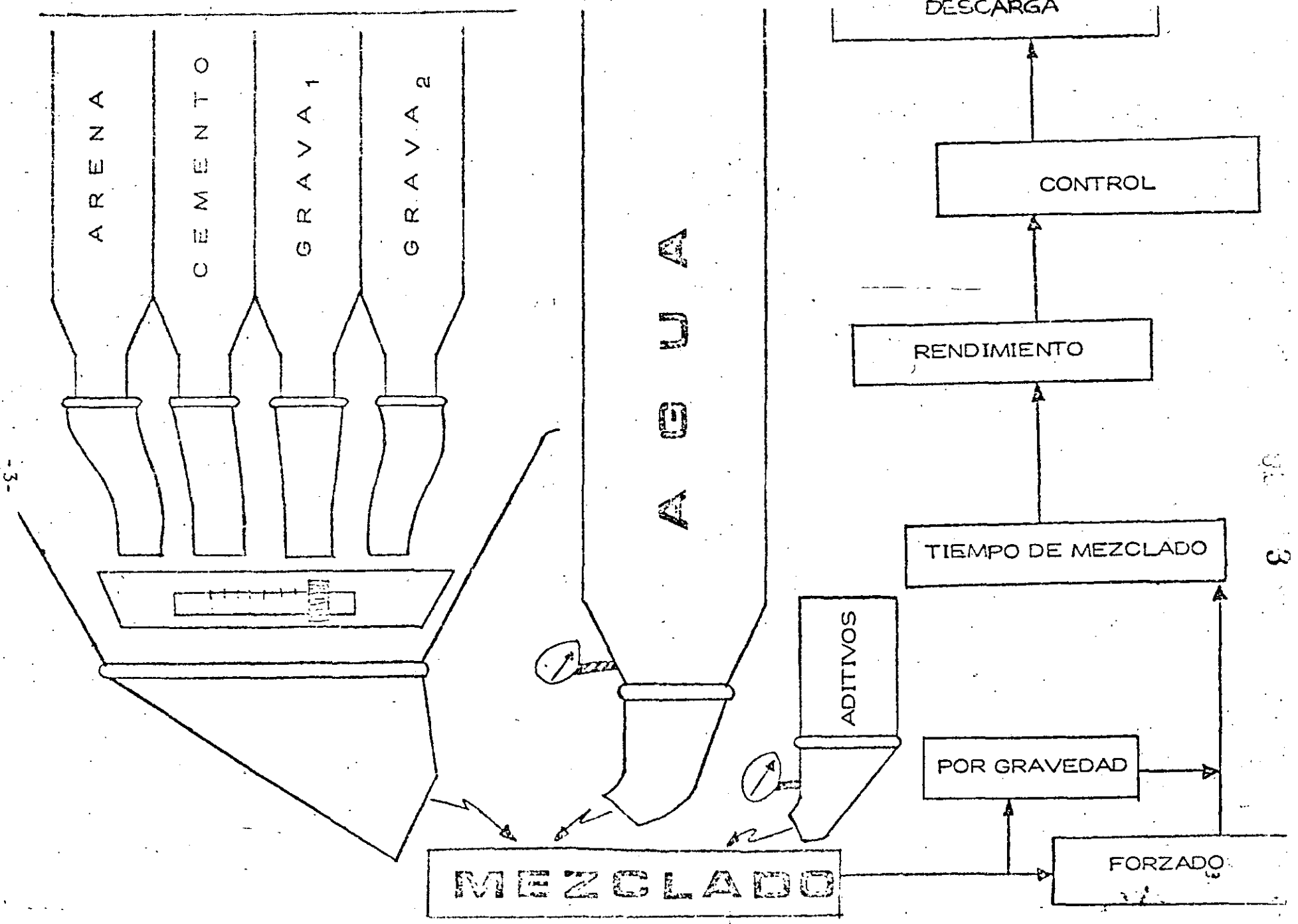
con la correcta combinación de sólidos y la menor cantidad posible de agua, mejor será el concreto resultante. Debe practicarse un uso moderado en la cantidad de agua-cemento y agregado fino, junto con el uso del agregado graduado al tamaño máximo permitido por las aberturas de la cimbra y el espacio entre el refuerzo. También debe emplearse la estricta cantidad de cemento que se requiera para obtener la resistencia adecuada y otras propiedades esenciales. Únicamente se empleará la cantidad de agua y agregado fino que se requiera para hacer fácil su manejo, y obtener así un buen vaciado y consolidación por medio de la vibración.

RECOMENDACION



RECOMENDACION

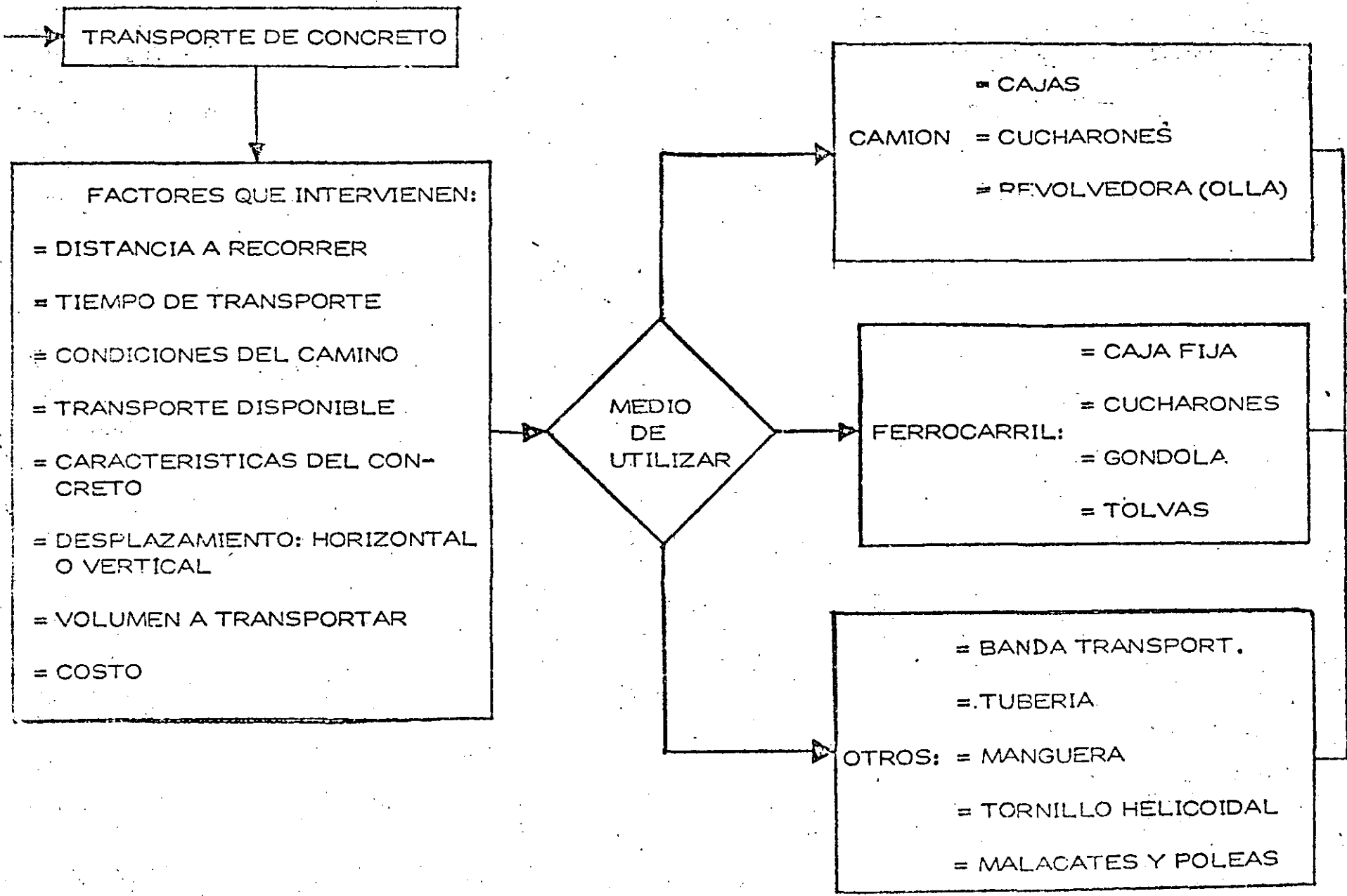


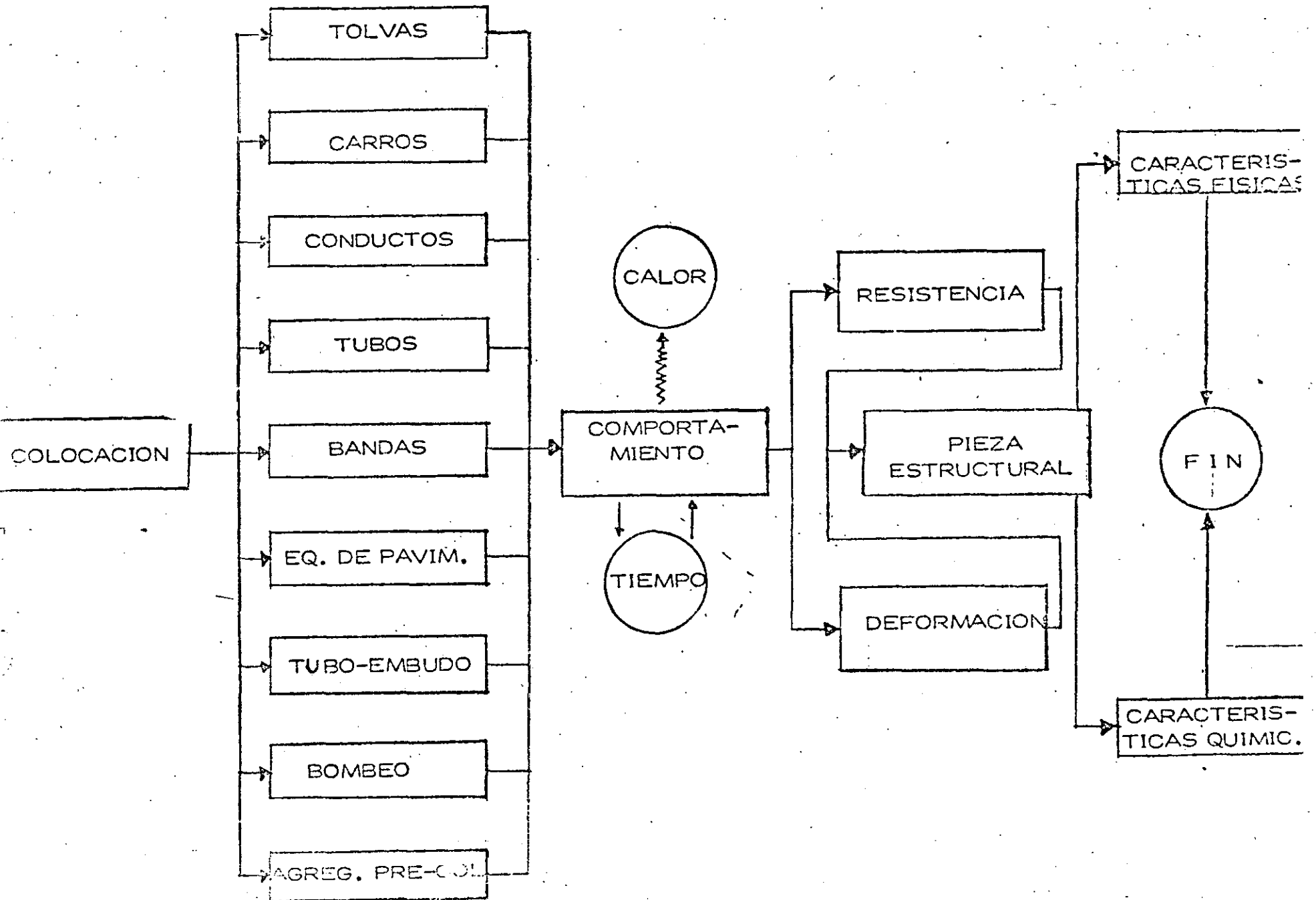


-3-

3

3





CONTROL, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

2.1 AGREGADOS.

Los agregados fino y grueso, al descargarse en la tolva dosificadora por peso, deben ser de buena calidad, uniformes en granulometría y contenido de humedad. La producción de un concreto uniforme será difícil, si no se siguen las especificaciones relativas a la selección, preparación y manejo adecuado de los agregados.

2.1.1 Agregado grueso.

2.1.1.1 Tamaños.

La segregación en un agregado grueso se reduce prácticamente al mínimo, mediante la separación del material en fracciones de varios tamaños y de la dosificación de estas fracciones por separado. A medida que la variedad de tamaños de cada fracción disminuye y el número de separaciones por tamaño aumenta, la segregación disminuye aún más. El control eficaz de segregación y de materiales de inferior tamaño que lo normal se logra adecuadamente cuando la proporción de medidas máximas a mínimas en cada fracción se mantiene a no más de cuatro, para agregados menores de 25.4 mm. (1 pulgada) de diámetro, y de dos, para los tamaños mayores.

Ejemplos de algunas maneras de agrupar fracciones de agregados son las siguientes:

EJEMPLO 1.

4.76 hasta 20 mm (Núm. 4 hasta 3/4 de pulgada)

20 hasta 40 mm (3/4 hasta 1-1/2 pulgada)

40 hasta 75 mm (1-1/2 hasta 3 de pulgadas)

75 hasta 150 mm (3 hasta 6 pulgadas)

EJEMPLO 2.

4.76 hasta 125 mm (Núm. 4 hasta 1 pulgada)

25 hasta 50 mm (1 hasta 2 pulgadas)

50 hasta 100 mm (2 hasta 4 pulgadas)

2.1.1.2 Control de material de menor tamaño.

Para un control eficaz de granulometría, es esencial que las operaciones de manejo no aumenten significativamente la cantidad de los materiales de menor tamaño en los agregados, antes de su uso en concreto. La granulometría del agregado al entrar en la revolvedora debe ser uniforme y dentro de los límites especificados. Los análisis de mallas del agregado grueso deben practicarse frecuentemente, para asegurarnos que cumple con los requisitos de granulometría. Cuando se emplean dos o más tamaños de agregado, deben hacerse cambios en las proporciones de los tamaños las veces que sea necesario, para mejorar la graduación total del agregado combinado.

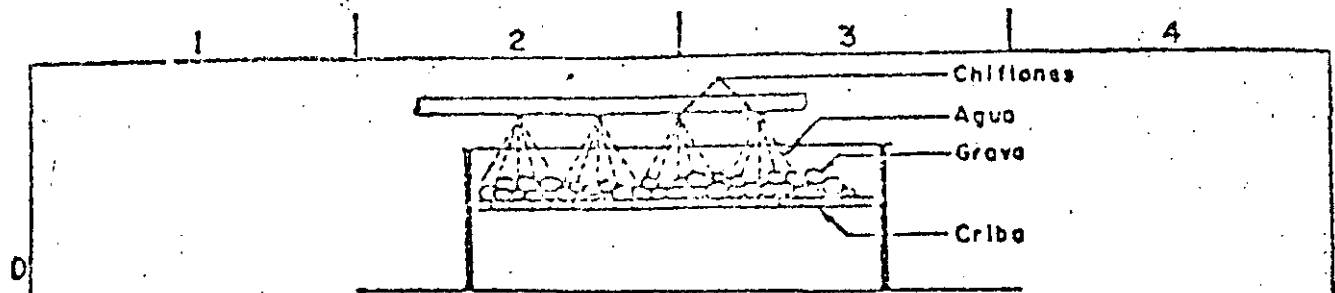
2.1.2 Agregado fino (arena).

El agregado fino debe controlarse para reducir al mínimo las variaciones en la graduación, manteniendo las fracciones más finas uniformes y teniendo cuidado de evitar la excesiva eliminación de los finos durante el proceso.

2.1.3 Almacenamiento.

El almacenaje en montones de agregados debe mantenerse al mínimo, pues aún bajo condiciones ideales los finos tienden a acumularse. Sin embargo, cuando es necesario almacenar en montones, el uso de métodos incorrectos acentúa problemas con los finos y también causa segregación, rompimiento del agregado y una excesiva variación en la graduación. Los montones deben construirse en capas horizontales o suavemente inclinadas, no por volteo. Sobre los montones no deben operarse camiones, bulldozers, y otros vehículos, puesto que, además de quebrar el agregado, a menudo dejan tierra sobre los depósitos. Debe proveerse una base dura para evitar la contaminación del material en el fondo, y el traslape de los diferentes tamaños debe evitarse mediante muros apropiados o amplios espacios entre los montones. No debe permitirse que el viento separe los agregados finos secos, y los depósitos no deben contaminarse oscilando cucharones o cangilonés sobre los varios tamaños de agregados almacenados en montones.

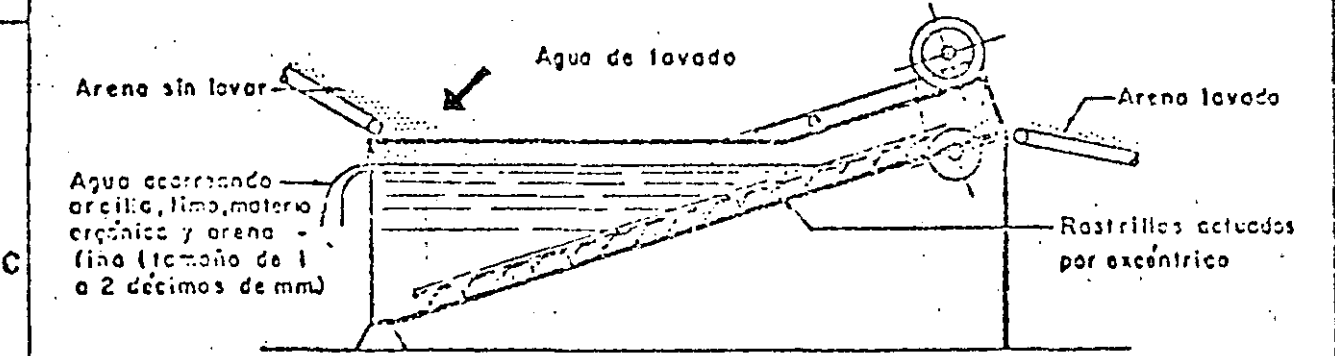
Los silos de agregados deben mantenerse tan llenos como sea práctico, para reducir al mínimo el res-



1

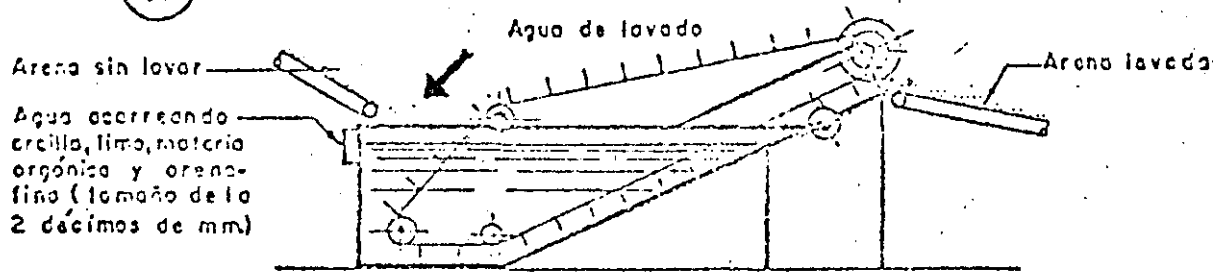
LAVADO DE GRAVA

Se hará durante el cribado de la misma aplicándole chorros de agua a alta velocidad (chiflones) los cuales removerán la arena y polvo adheridos a la grava.



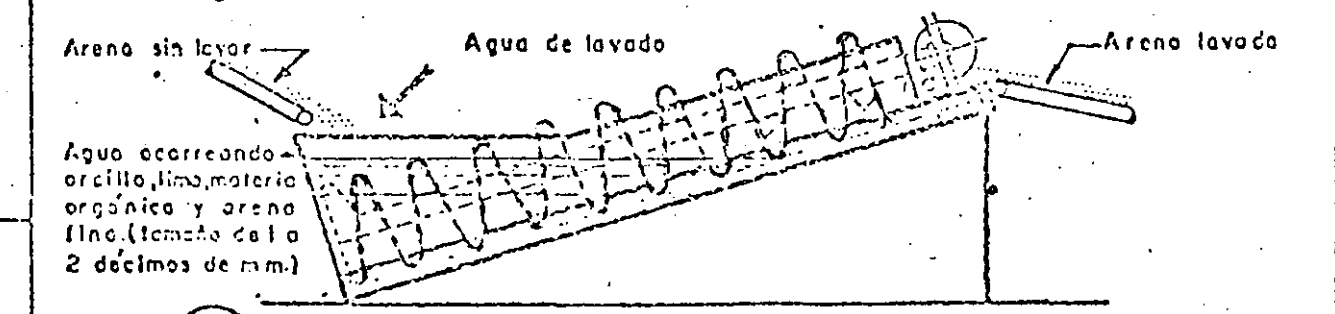
2

RASTRILLOS ACTUADOS POR EXCÉNTRICO



3

RASTRILLOS EN ESLABON O EN BANDA



4

ELEVADOR DE GUSANO LAVADO DE ARENA

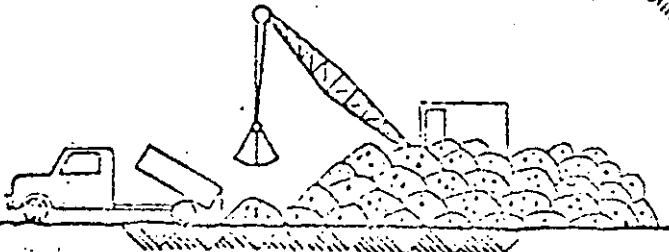
Se hará con chiflones y dispositivos de agitación similares a los mostrados en las figuras 2, 3 y 4.
Se deberá recuperar la arena fina por medio de un ciclón porque es útil para ocupar los espacios comprendidos entre los granos de la arena gruesa y grava, además provee mayor plasticidad y trabajabilidad en las revolturas.

TITULO

LAVADO DE AGREGADOS

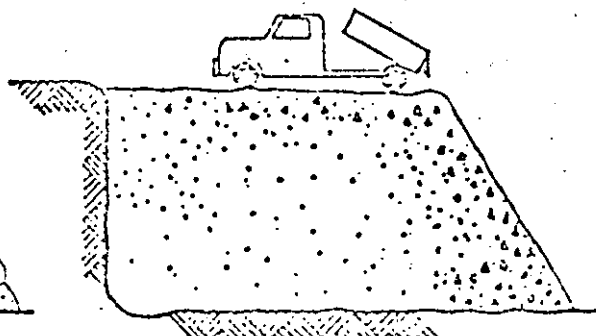
1 2 3 4

D



1 PREFERIBLE

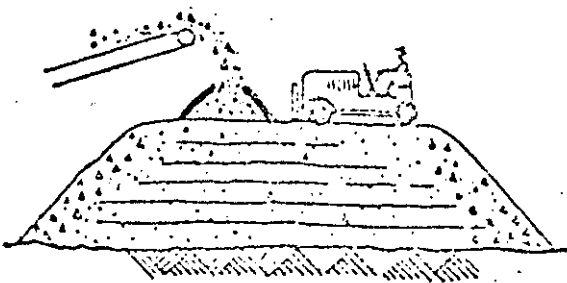
El uso de grúas u otros medios para colocar material en pila, en unidades no mayores que una carga de camion, la cual permanece donde se coloca sin rodar por la pendiente.



2 OBJETABLE

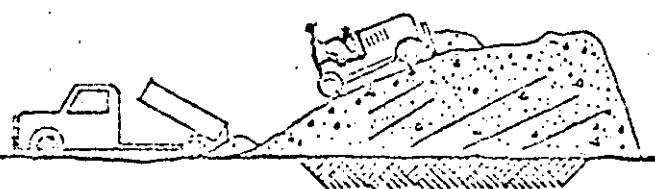
Emplear métodos que permitan al agregado rodar por las pendientes a medida que se agrega a la pila. Permitir al equipo de acarreo operar sobre el mismo nivel repetidamente.

C



3 ACEPTABILIDAD LIMITADA

Apilar radialmente en capas horizontales por medio de un bulldozer desde los materiales conforme caen de la banda transportadora. Un exceso de roca puede ser requerido en esta arreglo.



4 GENERALMENTE OBJETABLE

Acomodar el agregado por medio de un bulldozer en capas progresivas sobre pendientes no menores de 3 a 1. A menos que el material sea altamente resistente a la ruptura estos métodos son también objetables.

B

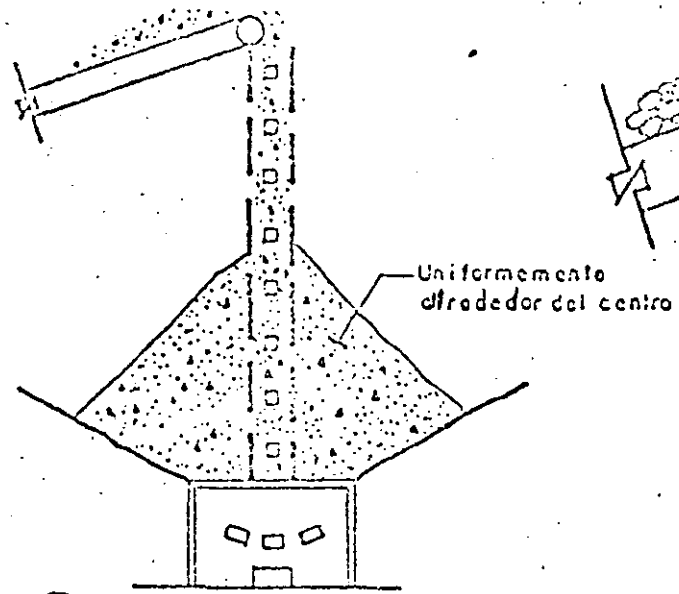
A

MÉTODOS INCORRECTOS DE APILAR AGREGADOS CAUSANDO SEGREGACION Y RUPTURA

Nota: Se permitirá el apilamiento de agregado grueso cuando en la planta dosificadora se cribe al mismo.

TITULO	MANEJO DE AGREGADOS
	MÉTODOS RECOMENDADOS

D



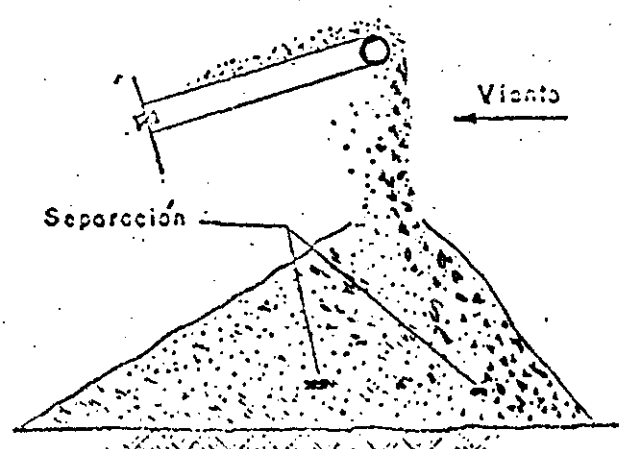
1

CORRECTO

Verter el material proveniente de una banda transportadora en una chimenea que prevendrá la separación de materiales gruesos y finos por el viento. Es conveniente proveer aberturas según se requiera para descargar material a diferentes alturas de la pila.

C

B

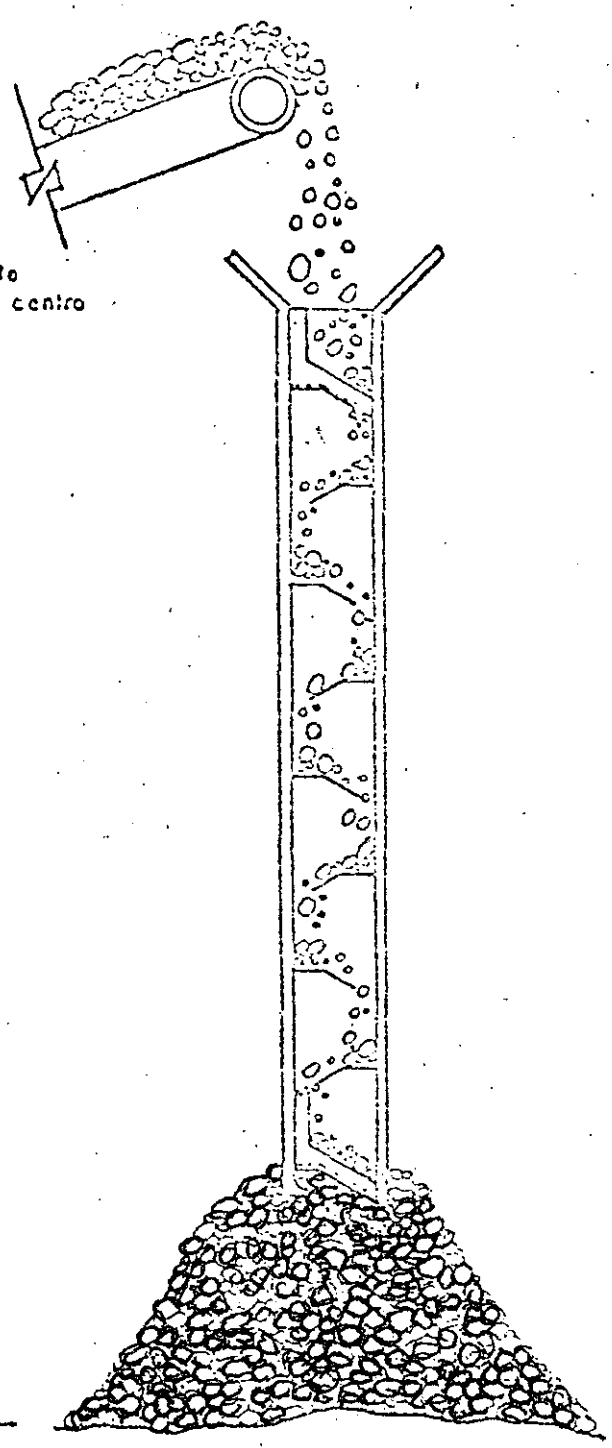


2

INCORRECTO

Permitir la caída libre del material desde el extremo elevado de la banda transportadora ocasionando así la separación de materiales gruesos y finos por el viento.

A



3

Cuando se apilen agregados de tamaño grande por medio de transportadores elevados es conveniente usar un escalonamiento como el mostrado para hacer mínima la ruptura del material.

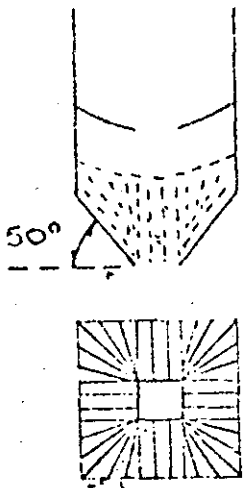
ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS FINOS O SIN TERMINAR (SECOS)

ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS TERMINADOS

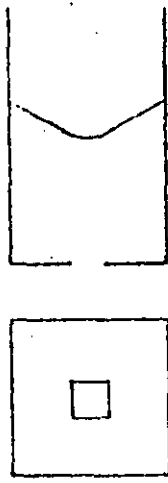
TITULO

MANEJO DE AGREGADOS
METODOS RECOMENDADOS

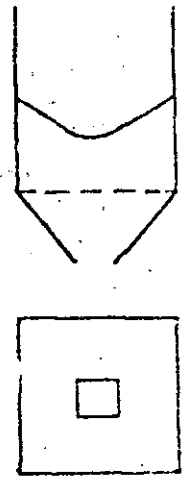
a



CORRECTO



INCORRECTO

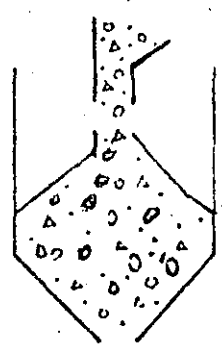


FONDO COMPLETO CON INCLINACION DE 50° EN RELACION CON LA HORIZONTAL EN TODOS LOS SENTIDOS HACIA LA SALIDA, CON LAS ESQUINAS DE LA TOLVA REDONDEADOS DE MODO QUE TODO EL MATERIAL SE DESLICE HACIA LA SALIDA

DEPOSITOS DE FONDO PLANO O CON CUALQUIER COMBINACION DEPENDIENTES QUE TENGAN ESQUINAS O AREAS OCASIONANDO QUE NO TODO EL MATERIAL EN LA TOLVA FLUYA FACILMENTE POR LA SALIDA

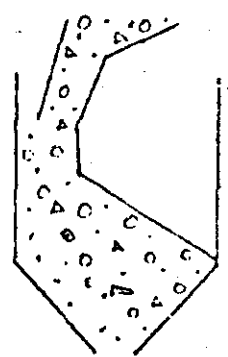
INCLINACION DEL FONDO DE LAS TOLVAS PARA AGREGADOS

b



CORRECTO

EL MATERIAL CAE VERTICALMENTE EN LA TOLVA, DIRECTAMENTE SOBRE LA ABERTURA DE DESCARGA, PERMITIENDO LA DESCARGA DEL MATERIAL MAS UNIFORME

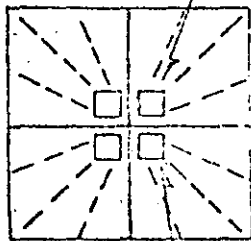
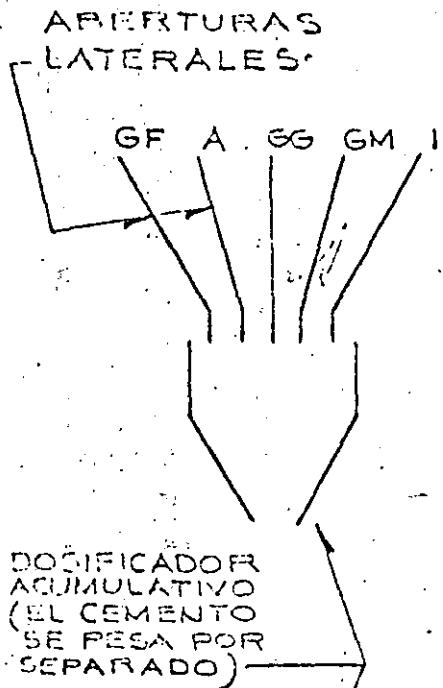


INCORRECTO

CAIDA DEL MATERIAL DENTRO DE LA TOLVA EN ANGULO. EL MATERIAL QUE NO CAE DIRECTAMENTE SOBRE LA ABERTURA NO SIEMPRE RESULTA UNIFORME AL DESCARGARLO

LLENADO DE LAS TOLVAS DE AGREGADOS

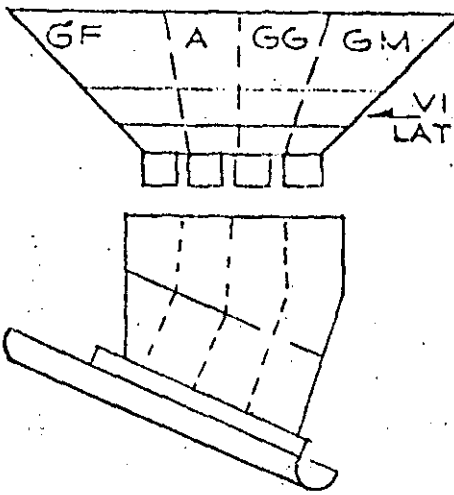
d



ABERTURAS EN LAS ESQUINAS

ACOMODOS POCO CONVENIENTES

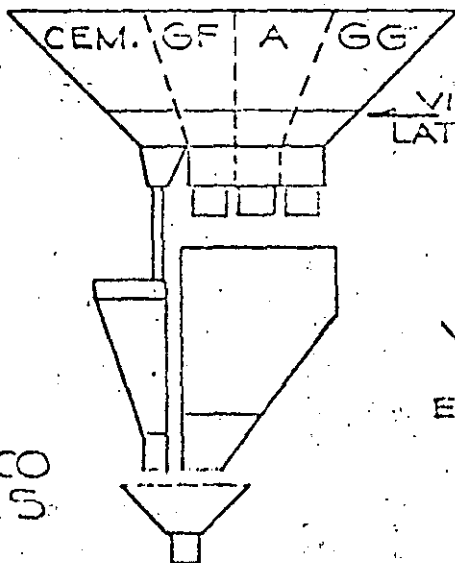
CUALCQUIERA DE LAS DISPOSICIONES (QUE SE VEN ARRIBA) PARA DESCARGA DE TOLVAS CON FUERTES PENDIENTES PROVOCAN SEGREGACION Y DETE-RIORO EN LA UNIFORMIDAD.



DISPOSICION PREFERIBLE

PESADA AUTOMATICA Y ACUMULADA DE AGREGADOS QUE SE LLEVAN A LA MEZ-CLADORA POR BANDA TRANSPORTADORA. EL CEMENTO PESADO SEPARADAMENTE SE DESCARGA EN FORMA CONTROLADA DE MANERA QUE EL CEMENTO FLUYA MIENTRAS LOS AGREGADOS SE DESCARGAN.

f



DISPOSICION ACEPTABLE

PESADA AUTOMATICA Y ACUMULADA DE AGRE-GADOS. EL CEMENTO PESADO SEPARA-DAMENTE SE DESCARGA EN FORMA CON-TROLADA, DE MANERA QUE EL CEMENTO FLUYA MIENTRAS LOS AGREGADOS SE DESCARGAN.

quebrajamiento y los cambios de graduación al extraer los materiales. Los materiales deben depositarse verticalmente en los silo y directamente sobre el orificio de salida.

2.1.4 Control de Humedad.

Hay que hacer un esfuerzo para asegurar un contenido de humedad uniforme y estabilizar el agregado al dosificarlo. El uso de agregados que tienen cantidades variables de agua libre, es una de las causas más frecuentes de la pérdida de control de la consistencia del concreto (revenimiento). En algunos casos puede ser necesario mojar el agregado grueso en los montones de reserva o en las cintas de entrega, para compensar el alto grado de absorción, o suministrar enfriamiento. Posteriormente, los agregados deben pasarse sobre cribas secadoras apropiadas, para impedir que el exceso de agua libre vaya a los silos.

Debe darse tiempo suficiente para el drenaje del agua libre del agregado fino, antes de trasladarse a los silos de la planta de dosificación. El tiempo de almacenaje que se necesita depende sobre todo de la graduación y forma de las partículas del agregado. La experiencia ha demostrado que un contenido de humedad libre de hasta el 6% y de vez en cuando hasta del 8%, se mantendrá estable en el agregado fino. Sin embargo, algunas empresas que se dedican a la colocación de concreto a gran escala exigen que la variación de humedad en el agregado fino no sea mayor del 2% en 8 horas, o del 0.5% en 1 hora.

La insistencia en un contenido de humedad estable en el agregado; el uso de medidores de humedad para indicar variaciones en la humedad del agregado fino al dosificarlo; y el uso de compensadores de humedad para el rápido ajuste de peso de la dosificación, pueden reducir al mínimo la influencia de la variación de humedad en el agregado fino.

2.1.5 Muestras para pruebas.

Las muestras representativas de los varios tamaños del agregado que se dosifica deben tomarse lo más cerca posible del punto de su mezcla con el concreto. La dificultad en conseguir muestras representativas aumenta de acuerdo con el tamaño del agregado. Por lo tanto, los aparatos de muestreo que se utilizan requieren un cuidadoso diseño si han de obtenerse resultados de pruebas significativos.

2.2 Almacenamiento del Cemento.

Todo el cemento debe almacenarse en estructuras contra el mal tiempo, apropiadamente ventiladas, para impedir la absorción de humedad.

Las facilidades de almacenamiento para cemento a granel deben incluir compartimentos separados para cada tipo de cemento que se utiliza. El interior de un silo de cemento debe ser lizo, con una inclinación horizontal mínima de 50 grados en el fondo para un silo circular, y desde 55 a 60 grados para un silo rectangular. Los silos que no sean construcción circular, deben ser provistos de cojines de deslizamiento, que no se atasquen, por los cuales se pueda introducir a intervalos, pequeñas cantidades de aire a baja presión de 3 hasta 5 pies (aproximadamente 0.2 - 0.4 Kgf/cm².), para soltar el cemento que se haya compactado dentro de los silos.

Los silos de almacenaje deben ser limpiados con frecuencia, preferentemente una vez por mes, para impedir la formación de costras de cemento.

El cemento envasado en sacos debe ser apilado sobre plataformas, para permitir la apropiada circulación de aire. Para un período de almacenamiento de menos de 60 días, se recomienda evitar que se superpongan más de 14 sacos de cemento, y para períodos mayores no deben superponerse más de 7 sacos. Como precaución adicional, se recomienda que se utilice primero (hasta donde sea posible) el cemento más viejo.

2.3 Almacenamiento de materiales puzolánicos.

Las puzolanas y otros materiales cementantes deben manejarse, trasladarse y almacenarse de la misma manera que el cemento.

2.4 Aditivos.

Los aditivos fabricados en forma líquida deben almacenarse en tambores o tanques herméticos, protegidos de la congelación. La agitación de estos materiales durante su uso debe hacerse de acuerdo con las indicaciones dadas por el fabricante.

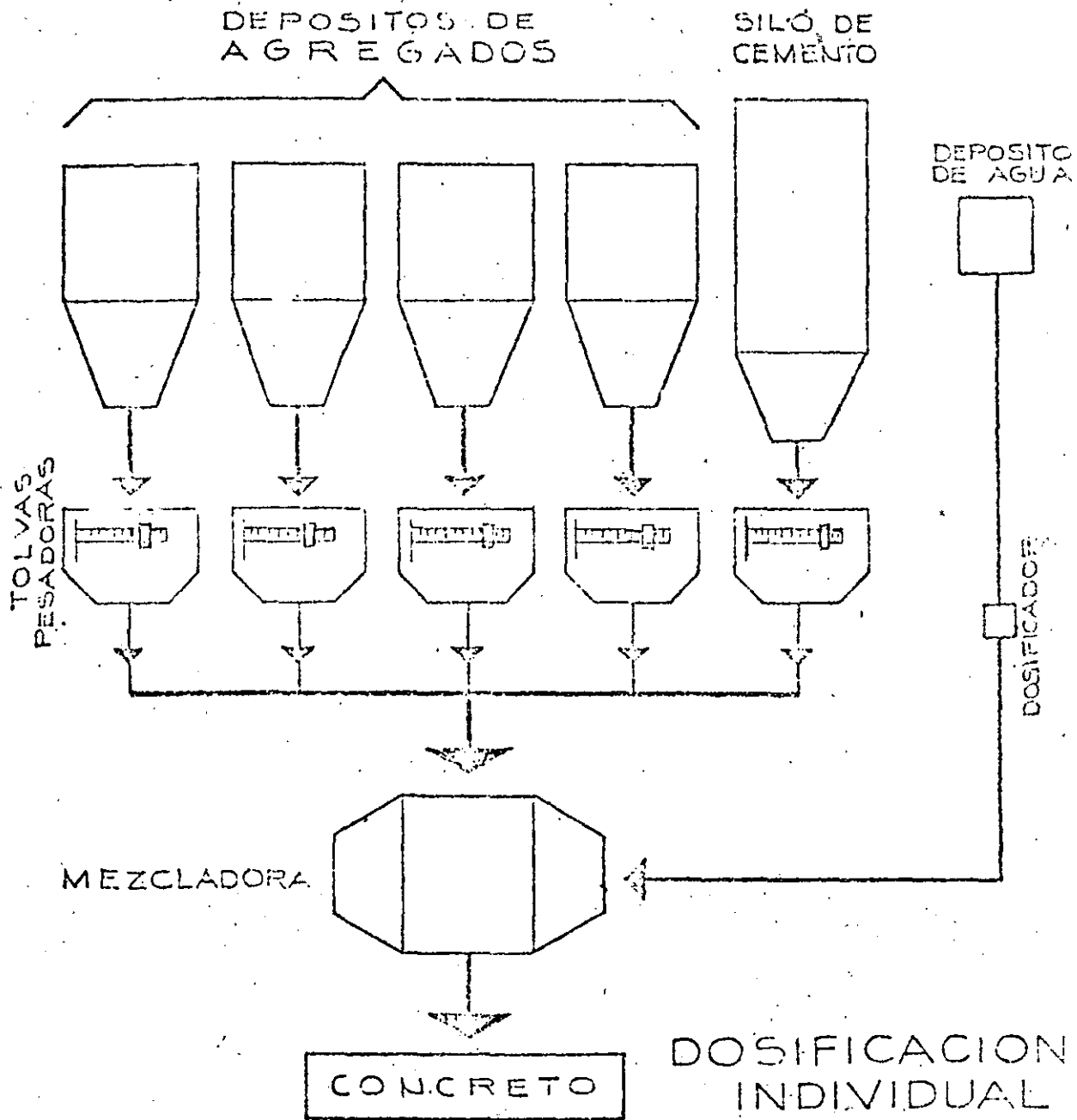
Con frecuencia es también conveniente licuar aditivos fabricados en forma de polvo para disolverse. Cuando esto se hace, los tambores o tanques de almacenaje, desde los cuales se suministrarán los aditivos, deben estar provistos de equipo de agitación o mezcla, para mantener los sólidos en suspensión.

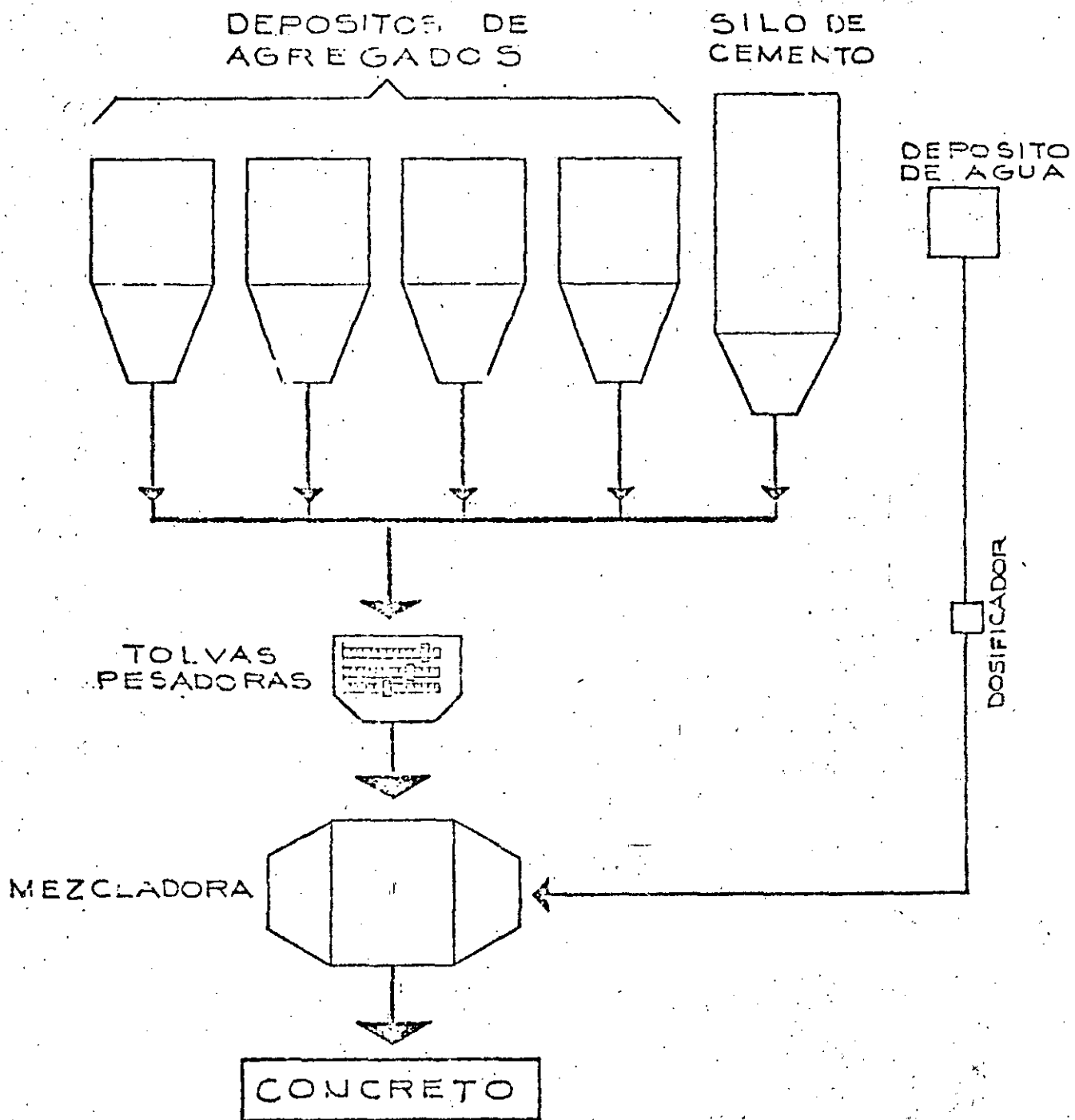
MEDICION

3.1 Requisitos generales.

3.1.1 Objetivos.

Durante las operaciones de medición, los agregados deben manejarse de tal manera que mantengan la graduación deseada, pesándose todos los materiales a la tolerancia requerida para mantener homogéneas las reproducciones de la mezcla de concreto escogida. Además del peso exacto, otro objetivo importante para el éxito del mezclado es la apropiada secuencia y combinación de los ingredientes durante la carga de las revolvedoras. El objetivo final es obtener uniformidad, y homogeneidad en el concreto producido, como lo indican propiedades físicas tales como: peso unitario, revenimiento contenido de aire y resistencia.





DOSIFICACION ACUMULADA

3.1.2 Tolerancias.

La mayoría de las organizaciones de ingeniería, tanto públicas como privadas, emiten especificaciones que contienen requisitos detallados para el equipo de dosificación manual, semiautomático y automático de concreto.

El equipo de dosificación, de los que hay actualmente en el mercado, operará dentro de las tolerancias de peso de carga usualmente especificadas, mientras el equipo se mantenga mecánicamente en buen estado.

TOLERANCIAS TÍPICAS DE MEZCLADO

Ingredientes	Dosificación Individual	Dosificación Acumulada
Cemento y otros materiales cementantes	1 por ciento y 0.3 por ciento de la capacidad de la báscula el que mayor sea	
Agua (por volumen o peso), en por ciento (%)	± 1	No recomendado
Agregados por ciento (%)	± 2	± 1
Aditivos (por volumen o peso) por ciento (%)	± 3	No recomendado

3.2 Silos de almacenamiento y tolvas pesadoras.

Los silos de la planta dosificadora tendrá el tamaño adecuado para alimentar eficazmente la capacidad productora de la planta. Los compartimentos de los silos deben separar adecuadamente los diversos materiales de concreto, y la forma y disposición de los silos para agregado se harán de tal manera que prevengan la segregación y rotura del agregado. Las tolvas pesadoras deben estar compuestas de cajones de conchas de almeja o tipo socavación radial de fácil operación. Las compuertas empleadas para cargar dosificadores semi o totalmente automáticos deberán estar equipados con motor y con un apropiado control de "goteo" para lograr la exactitud deseada de peso. Se dispondrán las tolvas pesadoras con el debido acceso para obtener muestras representativas, o para lograr la apropiada secuencia y combinación de agregados durante la carga de la mezcladora.

3.3 Tipo de planta.

Los factores que afectan la selección del sistema apropiado de dosificación son: 1) tamaño de la obra; 2) volumen/hora requerida; y 3) normas de rendimiento que se requieren en la dosificación.

La capacidad productiva de una planta se determina por una combinación de detalles tales como: sis-

temas de manejo de materiales, tamaño del silo, tamaño de la dosificación y tamaño y número de la mezcladora de la planta.

El equipo disponible se clasifica en tres categorías generales, manual, semi-automático y totalmente automático.

3.3.1 Dosificación manual.

Como su nombre lo indica, todas las operaciones de pesado y dosificación de los ingredientes del concreto se llevan a cabo manualmente. Las plantas manuales son aceptables para trabajos pequeños que no requieren grandes volúmenes de dosificación, generalmente para trabajos hasta de 4,000 m³, a razón de 15 m³/hr., pero al incrementarse el tamaño de la obra, la automatización de las operaciones de dosificación se justifica. Los esfuerzos para aumentar la capacidad de plantas manuales mediante dosificación rápida, conducen invariablemente a excesivas inexactitudes en el peso.

3.3.2 Dosificación semiautomática.

En este sistema, las compuertas de los silos del agregado, para carga las tolvas medidoras, se operan manualmente mediante botones o interruptores de presión. Las compuertas se cierran automáticamente cuando el peso estipulado del material ha sido entregado. Con un mantenimiento satisfactorio de la planta, la exactitud de la dosificación se mantendrá dentro de las tolerancias. El sistema tiene interruptores que impiden que la carga y descarga de la dosificadora ocurra simultáneamente. En otras palabras, cuando la revoladora está siendo cargada no puede ser descargada, y cuando se está descargando, no puede cargarse.

3.3.3 Dosificación automática.

En este sistema la dosificación automática de todos los materiales se maneja eléctricamente por medio de un solo control de mando. Sin embargo, hay interruptores que cortan el ciclo de la dosificación cuando el indicador de la báscula no ha regresado a $\pm 0.3\%$ del cero, o cuando se excedieran las tolerancias de peso predeterminadas.

3.3.3.1 Dosificación automática acumulada.

Se requieren controles de interruptores en secuencia para este tipo de dosificación. El pesaje no empezará, y se interrumpirá automáticamente cuando las tolerancias predeterminadas dentro de cualquier secuencia de pesaje excedan los valores especificados.

3.3.3.1 El ciclo de carga.

El ciclo de carga no empezará mientras la compuerta de descarga de la tolva medidora esté abierta, y el ciclo de descarga de la tolva medidora no empezará mientras las compuertas de carga de tolva medidora estén abiertas, o cuando cualesquiera de los pesos indicados para los materiales no estén dentro de las tolerancias aplicables. Los pesos prefijados deseados para las revolturas, se hacen mediante dispositivos tales como tarjetas perforadas, o interruptores digitales.

3.3.3.2 Dosificación individual automática.

Este sistema provee básculas y tolvas medidoras separadas para cada tamaño de agregado y para cada uno de los otros materiales que entran en la revoltura.

El ciclo de pesaje se inicia mediante un interruptor sencillo, y las tolvas medidoras individuales se cargan simultáneamente.

3.4 Materiales cementantes.

3.4.1 Dosificación de materiales cementantes.

Para una alta producción que requiera una dosificación rápida y exacta, se recomienda que los cementos y puzolanas a granel se pesen con equipo automático y no semi-automático o manual. Todas las tolvas medidoras deben estar provistas de un acceso para su inspección y estar equipadas para permitir que se tomen muestras en cualquier momento. Las tolvas medidoras deben ser equipadas con dispositivos para ventilación y vibradores para ayudar a lograr una suave y completa descarga de la mezcla.

3.4.2 Descarga de materiales cementantes.

Deben tomarse precauciones eficaces para impedir pérdidas de materiales cementantes al cargar la mezcladora. No debe permitirse la caída libre del cemento de las tolvas medidoras. En plantas múltiples,

las pérdidas deben minimizarse descargando el cemento a través de una manguera estrecha. Para mezcladoras de planta, debe emplearse un tubo de tamaño adecuado para descargar los materiales cementantes en un punto cerca del centro de la mezcladora, después de que el agua y los agregados hayan empezado a entrar en ella.

3.5 Medición del agua.

3.5.1 Equipo de dosificación.

En las obras grandes y en plantas centrales de dosificación y mezclado, donde se requiere una producción alta, sólo puede conseguirse una medición de agua exacta mediante las tolvas pesadoras automáticas o medidores.

El equipo para la dosificación de agua en camiones mezcladores debe inyectar el agua bajo presión dentro del tambor, donde se distribuirá bien en la revoltura.

3.5.2 Determinación y compensación de la humedad del agregado.

Además de la exacta dosificación del agua que se agrega, la medición del total exacto del agua de la mezcla, depende de saber con exactitud la cantidad y variación de humedad en el agregado (particularmente en la arena), al dosificarlo. Los medidores de humedad en la arena se emplean frecuentemente en las plantas, y cuando están debidamente calibradas y tienen mantenimiento adecuado, indican satisfactoriamente la magnitud general y los cambios de humedad en la arena.

3.5.3 Agua de mezclado total.

Mantener uniformidad en la medición del agua para el mezclado total, implica, además del peso exacto del agua añadida, un control de las fuentes de agua adicionales, como son el agua para el lavado de la revoladora, y el agua libre en los agregados. Una de las tolerancias especificadas (ASTM C 94), para exactitud en la medición del agua de mezclado total de todas las fuentes, es de $\pm 3\%$. Otra recomendada por el comité, es que la variación en la relación agua/cemento no exceda de ± 0.02 .

3.6 Medición de los aditivos.

El empleo de aditivos en el concreto, particularmente agentes inclusores de aire, es una práctica universalmente aceptada. La tolerancia de dosificación y la interrelación de carga y descarga descritos anteriormente para otros ingredientes de la mezcla deben ser provistos para los aditivos. La dosificación y el equipo de distribución que se usa deben ser fácilmente calibrables.

3.7 Otras consideraciones.

Además de la exacta medición de los materiales, también deben emplearse procedimientos correctos de operación si se quiere mantener la uniformidad del concreto. Ha de tenerse cuidado de asegurarse que los materiales que se han pesado estén puestos en la secuencia apropiada, y combinados de manera que se carguen como revolturas uniformes dentro de la mezcla.

Algunas de las deficiencias comunes que han de evitarse son:

1. Traslape de revolturas al cargar y descargar.
2. Pérdida de materiales al transferir revolturas a mezcladoras portátiles.

MEZCLADO

4.1 Requisitos generales.

Es esencial un mezclado completo para la producción de un concreto uniforme. Por lo tanto, el equipo y los métodos empleados deben ser capaces de mezclar eficazmente los materiales de concreto.

4.2 Diseño y mantenimiento de las mezcladoras.

Los tipos más comunes de mezcladora son las de tambor, de tiro vertical y el de espas en espiral. Una mezcladora de tambor, de diseño satisfactorio, tiene un arreglo de espas en espiral y una forma de tambor para asegurar de extremo a extremo, el intercambio de materiales paralelo al eje de rotación, y un movimiento envolvente que voltea y esparce la revoltura sobre sí misma al mezclarse. En la mezclado-

ra de tiro vertical, las aspas giran sobre ejes verticales que operan en un recipiente fijo o giratorio que da vueltas en sentido opuesto. Con esta mezcladora, la revoltura puede observarse fácilmente. La mezcladora de paleta en espiral consta de un eje horizontal movido por fuerza motriz con paletas en espirales que operan dentro de un tambor horizontal.

Las mezcladoras fijas deben estar equipadas con dispositivos para regular el tiempo a fin de evitar insuficiencia o exceso en el mezclado de la revoltura.

4.3 Carga de la mezcladora.

Es preferible que el cemento se cargue junto con otros materiales, pero debe entrar en la descarga después de que aproximadamente el 10% del agregado haya entrado en la mezcladora.

El agua debe entrar primero en la mezcladora, y continuar fluyendo mientras los demás ingredientes se van cargando. Las tuberías para cargar el agua deben ser de diseño apropiado y de tamaño suficiente de manera que el agua entre bien en la mezcladora y termine de introducirse dentro de un 25% inicialmente del tiempo de mezclado.

4.4 Tiempo de mezclado para mezcladora fija.

El tiempo del mezclado debe basarse en la capacidad de la mezcladora para producir un concreto uniforme en cada revoltura y mantener la misma calidad en las revolturas siguientes. Las recomendaciones del fabricante y las especificaciones usuales, tal como 1 minuto por yarda cúbica más 1/4 de minuto por cada yarda cúbica adicional de capacidad, pueden utilizarse como guías satisfactorias para establecer el tiempo inicial de mezclado. Sin embargo, los tiempos de mezclado que se determine emplear deben basarse en los resultados de las pruebas de efectividad de la mezcladora que se practiquen a intervalos regulares mientras que dura la obra. El tiempo de mezclado debe medirse a partir del momento en que todos los ingredientes estén dentro de la mezcladora.

MANEJO Y TRANSPORTE

1.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Después de realizar los preparativos para un colado o colocación de concreto, se debe tener especial cuidado en el manejo y transporte de este.

Uno de los aspectos que más se debe cuidar es que no se produzca segregación, ya que trae como consecuencia un concreto con una resistencia muy dudosa y distinta en las diferentes capas que se colocan, por lo tanto, se debe cuidar que la vibración que se transmite en el transporte no sea perjudicial. El método que se seleccione para transporte debe ser el adecuado para que aparte de la segregación tampoco se produzca el secado o endurecimiento.

Con respecto a la segregación todos sabemos que el concreto no es una mezcla homogénea, sino por el contrario es una combinación de materiales de diferentes tamaños y densidades, ya que los de mayor peso tienden a depositarse.

La humedad que debe tener el concreto debe ser aquella con la que se va a colocar y consolidar ya que dar una humedad mayor, para que el transporte y colocación sea más fácil, trae como consecuencia que la segregación se produzca más fácilmente.

El secado se produce en cualquier concreto, cuando se tenga un secado que afecte sus características que bien pueden ser por clima caluroso o una distancia muy grande de recorrido entre la planta productora y la colocación, esto se puede evitar protegiendo el concreto de los rayos del sol y del viento y también reduciendo la distancia entre la planta y lugar de depósito del concreto.

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, tales como mezcladoras de camión; cajas de camión fijas con o sin agitadores; cucharones transportados por camión o carro de ferrocarril; por conductos o mangueras, o por bandas transportadoras. Cada tipo de transportación posee ventajas y desventajas específicas que dependen de las condiciones del uso, los ingredientes de la mezcla, la accesibilidad y ubicación del sitio de colocación, la capacidad y tiempo de entrega requeridos, y las condiciones ambientales. Algunos de los sistemas de transporte descritos en este capítulo se tratarán con más detalles en capítulos subsecuentes.

1.2 MEZCLADO Y TRANSPORTE EN CAMIONES DE TAMBOR GIRATORIO.

Algunas especificaciones limitan las revoluciones totales del tambor que pueden emplearse para la carga, mezclado, agitación y descarga del concreto en camiones de tambor giratorio. Otras fijan límites en el número de revoluciones para velocidad de mezclado. También a menudo se especifica para el mezclado un tiempo máximo de 1 1/2 horas a partir del momento en que el cemento haya entrado en el

tambor y hasta que termina la descarga. También se prevé una reducción del tiempo máximo de espera en climas calientes. Otro método de especificación es no poner límites a las revoluciones o al tiempo de espera, mientras no se exceda el agua de mezclado especificada, no se agregue agua de retemplado o mientras el concreto conserve propiedades físicas plásticas satisfactorias, consistencia y homogeneidad para su colocación y consolidación. Esta manera de proceder es favorecida específicamente en relación con el tiempo máximo permisible para descargar, y es particularmente aplicable cuando el concreto tiene una temperatura fresca o cuando no hace calor. La determinación final de si se está o no logrando satisfactoriamente el mezclado, debe basarse en las pruebas normales de uniformidad de la mezcladora. Hay disponible gran variedad, y debén ser recomendados y utilizados en todas las unidades de camión de tambor giratorio.

Concreto Mezclado en Camión.

El mezclado en camión es un proceso en el cual los materiales para concreto previamente dosificados en una planta dosificadora se transfieren a un camión mezclador donde se lleva a cabo la operación de mezclado. Muchos productores dosifican todos los ingredientes en el camión mezclador funcionando a velocidad de carga, detienen el tambor cuando el camión está cerca de la obra, o bien cuando haya llegado a ella, y entonces llevan a cabo el mezclado. Otro procedimiento consiste en completar todo el mezclado en el camión mezclador, en el patio del productor, haciendo el viaje a la obra con el tambor sin girar.

Cuando el tambor se está cargando, debe girarse a la velocidad designada por el fabricante. Después de cargar completamente todos los materiales, el tambor debe girarse a la velocidad de mezclado, empleando entre 70 y 100 revoluciones para completar el mezclado bajo condiciones normales. Si transcurre tiempo adicional después del mezclado y antes de descargas, la velocidad del tambor se reduce a la velocidad de agitación, o se detiene. Antes de la descarga, el tambor debe girarse de nuevo a velocidad de mezclado por unas 10 a 15 revoluciones, para remezclar los posibles puntos de estancamientos, cerca ya a la descarga. El volumen absoluto total de todos los ingredientes dosificados para mezclado completo en un camión de tambor giratorio no debe exceder el 63% de la capacidad del tambor.

Concreto Mezclado Parcialmente en Planta Fija y Terminado en Tránsito.

El concreto transportado por este método se mezcla por poco tiempo, generalmente de 15 a 30 segundos en una mezcladora fija en la planta, y el mezclado se completa en el tambor del camión. Los requisitos para este tipo de concretos son los mismos que para el concreto mezclado en camión, excepto que el tiempo de mezclado dentro del tambor del camión será reducido a lo determinado como satisfactorio por las pruebas de uniformidad.

Concreto Dosificado en Seco.

Mediante este método, los materiales secos se transportan al sitio de la obra en el tambor del camión, y el agua de mezclado se lleva por separado, en un tanque montado en el mismo camión. El agua se agrega a presión, de preferencia a la entrada y en la parte posterior del tambor que está girando a velocidad de mezclado, y el mezclado se completa con las usuales 70 a 100 revoluciones que se requieren para las mezcladoras de camión. Este método que evoluciona como una solución para viajes largos y demoras en la colocación, permite con seguridad un mayor tiempo de espera para el transporte y la descarga. Sin embargo, la humedad libre en los agregados, que debe considerarse como parte del agua de mezclado, provoca algo de hidratación en el cemento. Por lo tanto, los materiales no pueden mantenerse indefinidamente de esta manera. El volumen total de concreto que puede transportarse por este método es el mismo que en el caso del mezclado en camión normal.

3 TRANSPORTE DE CONCRETO MEZCLADO EN PLANTA

Tambor Giratorio

Por este método, la mezcladora de camión ya descrita sirve como unidad agitadora de transporte. El tambor se gira a velocidad de carga durante la carga y luego se reduce a velocidad de agitación o se detiene después de completar la carga. El tiempo transcurrido para la descarga del concreto puede ser el mismo que en el caso del mezclado en camión, y el volumen transportado puede aumentarse hasta el 80% de la capacidad del tambor.

Camión de Caja Fija con o sin Agitador.

Las unidades empleadas en esta forma de transporte constan de una caja abierta, montada sobre un camión. La caja metálica debe tener superficies de contacto lisas, perfiladas, y, en general, está diseñada para descargar el concreto desde atrás, cuando la caja es volteada. Una puerta de descarga y vibradores montados en la caja deben proveerse en el punto de descarga para controlar el flujo. Un agitador ayuda en la descarga, y mezcla el concreto al descargarse. Sin embargo, jamás debe agregarse agua en la caja del camión, porque no se logra nada de mezclado con el agitador.

El uso de cubiertas protectoras para las cajas de camión durante el mal tiempo, la apropiada limpieza de todas las superficies de contacto, y caminos de transporte llanos contribuyen significativamente a la calidad y eficiencia de esta forma de transportación. El tiempo de entrega usualmente especificado es de 30 a 45 minutos, aunque las condiciones de temperatura puedan o requieran, menos tiempo o permitan tiempos más largos.

Recipientes para Concreto Montados en Camiones o Carros de Ferrocarril.

Este es un método común de transporte de concreto masivo desde la planta de mezclado hasta un punto cerca del lugar de colocación. Una grúa entonces levante el recipiente hasta el punto final de colocación. En ocasiones, se usan carros de traslado, que operan en rieles, para transportar el concreto desde la planta de mezclado hasta los recipientes que se operan en cables transportadores. La descarga del concreto de los carros de transporte al recipiente, que puede ser por el fondo, o por alguna forma de volteo, debe ser cuidadosamente controlada para impedir la segregación. El tiempo de entrega por transporte en esta forma es el mismo que para otras unidades sin agitador, generalmente de 30 a 45 minutos.

Otros Métodos.

El transporte de concreto mediante banda transportadora y por métodos de bombeo se discutirá en la parte correspondiente a bombas para concreto y colocación del concreto.

Se han utilizado recipientes de hule pesado de dos compartimientos para transportar revolturas de concreto no mezclado a sitios apartados de construcción en terreno quebrado. Un compartimiento interior contiene el cemento, y otro compartimiento exterior circundante contiene el agregado y el agua. Se proveen anillos para el izado y la descarga. El pre-dosificado y transporte de esta manera proporcionan un medio de control de calidad en las obras apartadas, que de otra manera no suele lograrse.

4. OBJETIVO FINAL

El método de transporte que se utilice debe entregarse eficazmente el concreto en el punto de colocación, sin alterar de manera significativa las propiedades deseadas en cuanto a la relación agua-cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. Cada método de transporte tiene sus ventajas bajo condiciones particulares de uso, que atañen a renglones tales como diseño y mezcla de materiales, tipo y accesibilidad de la colocación, capacidad de entrega requerida, ubicación de la planta de dosificación y otros. Estas diversas condiciones deben revisarse cuidadosamente al seleccionar el tipo de transporte más apropiado para lograr concreto económico y de calidad en la obra.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA
U N A M

CURSO DE RESIDENTES
DE
CONSTRUCCION

- TEMAS 8
- COLOCACION DEL CONCRETO
 - SUPERVISION DURANTE LA COLOCACION
 - ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

1. INTRODUCCION.

El uso del concreto hidráulico está muy extendido entre todas las ramas de la construcción, dado que su manejo y adaptabilidad es relativamente sencillo, sin embargo, se abusa en los procedimientos de colocación, no cumpliéndose en muchas ocasiones con los requisitos que señalan las especificaciones en demérito de la calidad y durabilidad del concreto.

Si se observan las normas que establecen las especificaciones y se aplican métodos de colocación adecuados a los volúmenes de obras por ejecutar, lo más seguro es que se obtengan resultados satisfactorios a corto y largo plazo, tanto en calidad como en el aspecto más importante de la ingeniería civil, que es el económico.

La importancia que tienen la colocación del concreto en todo tipo de obras se puede deducir del hecho de que la calidad de una obra, no solamente es función de la elección de buenos materiales y del adecuado diseño estructural, sino también y muy importantemente, de todas las actividades que es necesario realizar, tanto antes como durante la colocación del concreto, tales como: planeación, programación, selección y supervisión del equipo, selección del personal, supervisión durante la colocación, etc.

En forma breve trataremos de establecer métodos adecuados de colocación del concreto hidráulico para grandes obras para obtener resultados óptimos de calidad, costo y una duración máxima.

2. DESCRIPCION Y SELECCION DEL EQUIPO

El equipo necesario para la colocación del concreto hidráulico, puede dividirse en:

- A) Equipo para transporte de concreto fresco.
- B) Equipo para colocación.
 - a) Colado continuo.
 - b) Colado discontinuo.
- C) Equipo de terminación final.
- D) Equipo auxiliar.

A) EQUIPO PARA TRANSPORTE

Para llevar el concreto al sitio de colado es necesario hacer uso del equipo que garantice que el concreto sea depositado con la calidad especificada, sin segregación y sin pérdida de humedad. Esto quiere decir que el equipo a utilizar estará en función de la distancia existente entre la planta elaboradora del concreto y el lugar donde se depositará el mismo.

Para distancias hasta de tres kilómetros y en caminos en buenas condiciones es posible usar camiones de volteo de 5 a 6 m³ que tenga caja en buen estado y selle perfectamente la puerta de descargas, siendo conveniente cubrir la caja con una lona que ayude a evitar la evaporación del agua del concreto.

Para distancias mayores conviene usar equipos especializados en el acarreo del concreto, tales como camiones con cajas en forma de media pera, que pueden o no estar equipadas con un agitador dentro de la caja (Dumperete) o los camiones con ollas revoledoras que son los que con más frecuencia se usan.

Podemos considerar también como equipo de transporte a las bandas y a las bombas.

B) EQUIPO PARA COLOCACION

a) Colado continuo

Lo que podríamos considerar ideal en todo colado de concreto es tener un flujo continuo de material, el mismo que podemos lograr con el uso de cimbras deslizantes; aunque se requiere tener especial cuidado en varios aspectos del trabajo para tener buenos resultados.

Su principal uso se recomienda en la construcción de silos, pilas para puentes, pavimentos, recubrimiento de canales, túneles, etc., teniendo este equipo importantes variantes de acuerdo al trabajo de que se trate.

La operación del equipo con cimbras deslizantes es más económico que aquel de cimbra fija removible, ya que se ahorra obra de mano y puede trabajarse en zonas más reducidas facilitando la supervisión y calidad del trabajo, pudiendo además, reducir muy importantemente los tiempos de duración de los colados.

Una desventaja para la utilización de equipo de colado muy especializado es que se hace necesario contar con personal y técnicos de operación altamente entrenados que muchas veces es difícil encontrar.

Las carretillas, los bogues, las bombas y las bandas transportadoras constituyen un importante auxiliar en los trabajos de colados continuos.

b) Colado discontinuo.

Existen una gran cantidad de equipos para colados de concreto hidráulico que utilizan cimbras de formas estacionarias. Así, por ejemplo, podemos mencionar a las carretillas que son uno de los inventos más útiles para la transportación del concreto dentro de la obra y su correspondiente depósito en la cimbra.

Los bogues con ruedas neumáticas, de mayor capacidad que las carretillas, son usados también con mucha frecuencia y, cuando necesitamos transportar mayores volúmenes podemos hacer uso de los bogues motorizados, cuyas capacidades (0.168 m³ - 0.280 m³) y radio de acción (300 m) son mayores.

El incremento en el abastecimiento del concreto ha originado que los bogues comiencen a ser cada vez mayores hasta convertirse en los conocidos como volquetes cuyas capacidades varían de 0.50 m³ a 1 m³.

Los cubos son otro medio para transportar y colocar concreto, aunque siempre nos tendremos que auxiliar de algún otro medio para manejar los adecuadamente, como por ejemplo, grúas, montacargas, camiones, cablevía y en algunas ocasiones helicópteros, cuando las condiciones lo requieran.

Actualmente se está utilizando con mucha frecuencia el sistema de bombeo para la colocación del concreto, siendo las bombas neumáticas las de mayor uso, las mismas que pueden encontrarse con capacidades que varían de 15 m³ por hora a 16 m³ por hora. También existen las bombas de pistón y las de retacado. Se anexan diagramas.

Las bandas transportadoras son sin lugar a dudas, otro importante auxiliar en la colocación del

concreto, siempre y cuando se utilicen en las condiciones adecuadas y que su diseño permita su fácil manejo en la obra.

Para evitar problemas de segregación, se hace necesaria la utilización de los canalones y de las llamadas "trompas de elefante" en la descarga de la banda, así como para llevar el concreto fresco de un nivel superior a otro inferior.

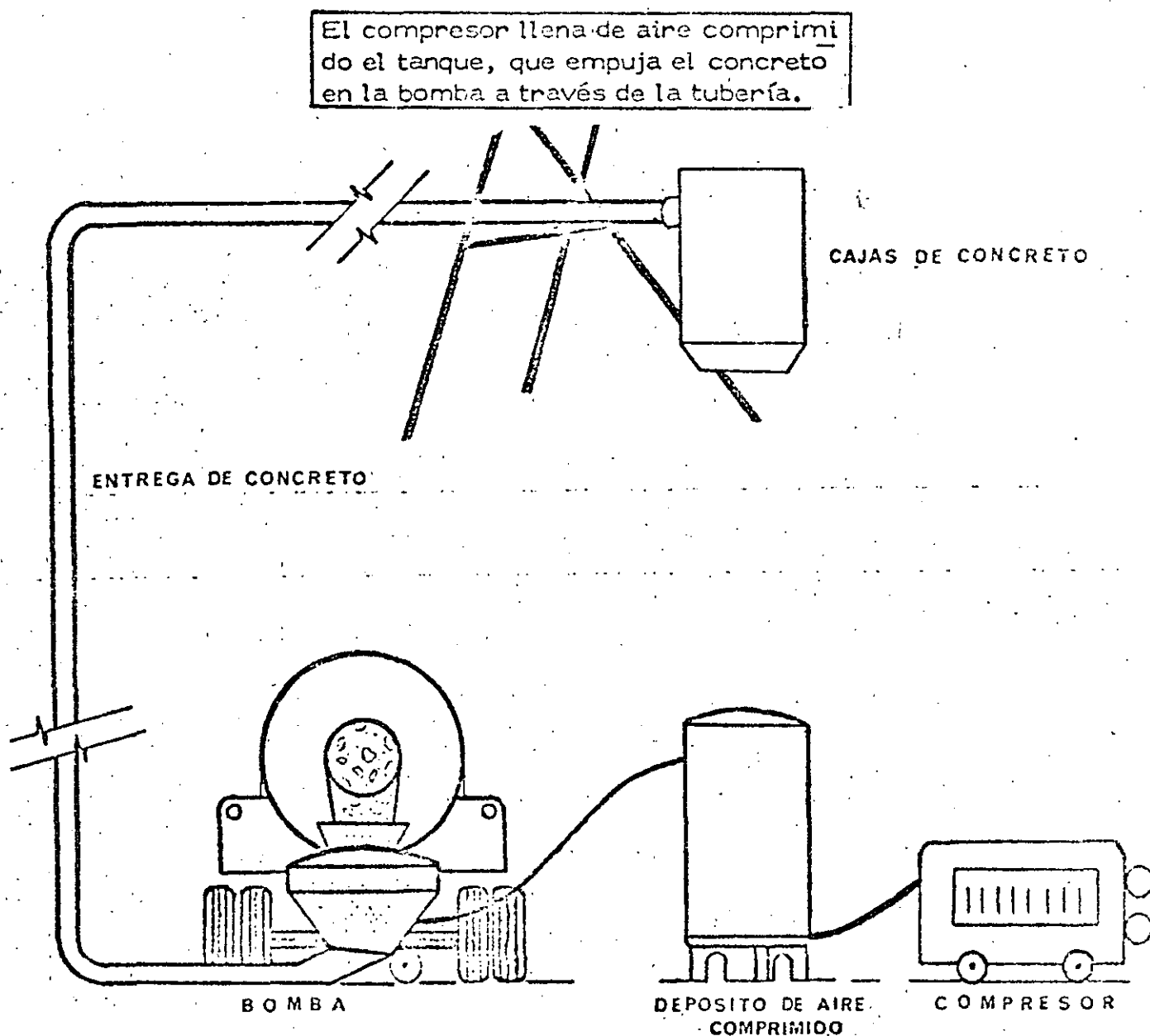
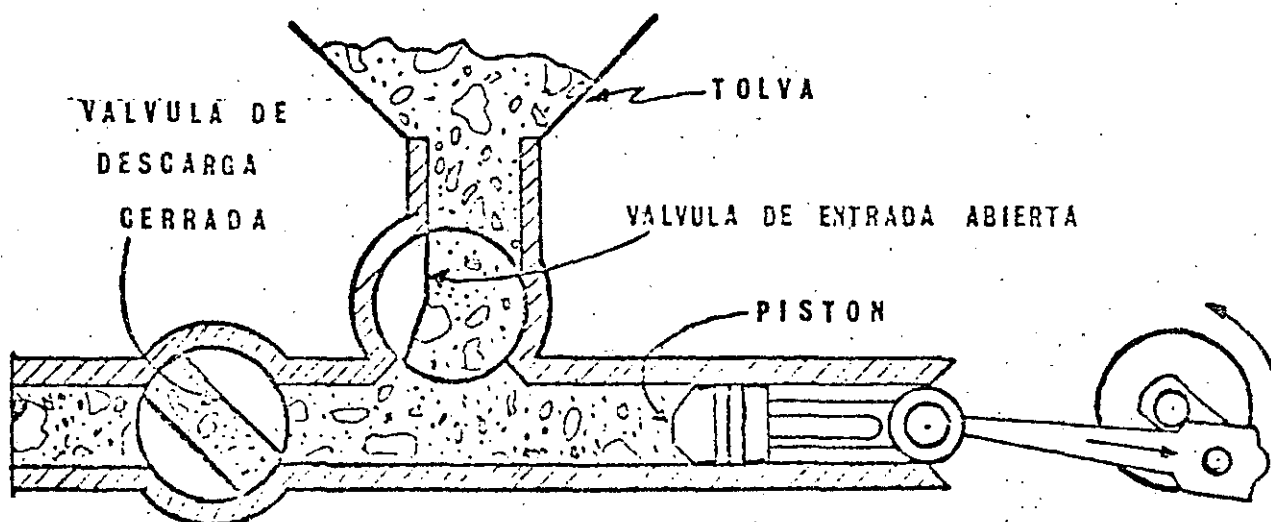
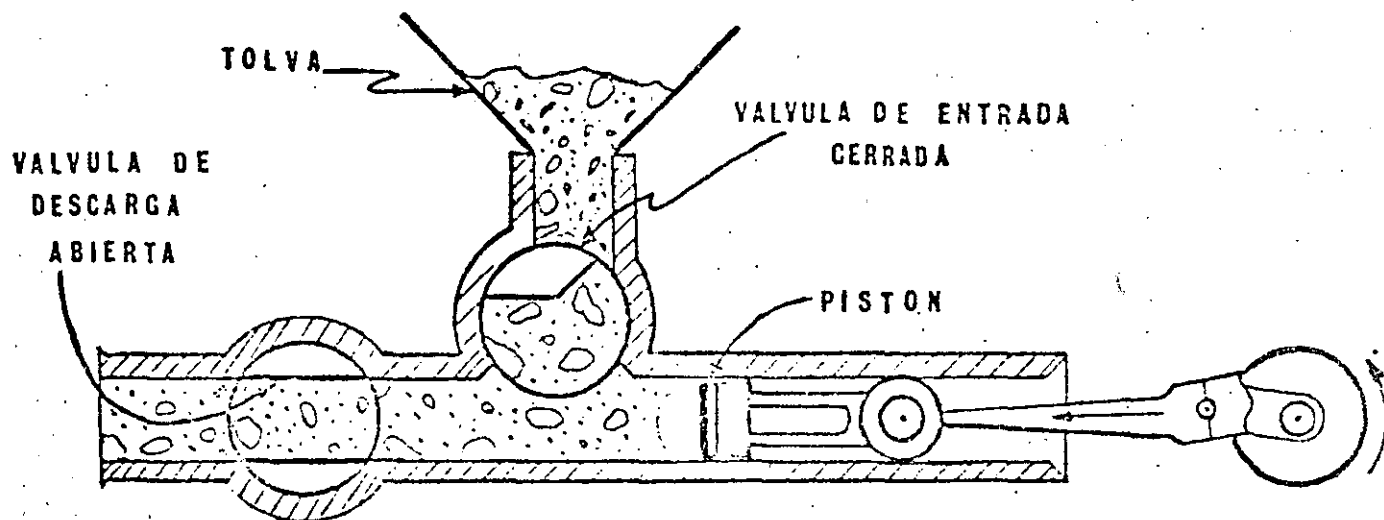


DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA DE CONCRETO, TIPO NEUMATICO.

DIAGRAMA ESQUEMATICO DE UNA BOMBA
DE CONCRETO, TIPO DE PISTON



La válvula de entrada se abre cuando la válvula de descarga está cerrada y el concreto se introduce en el cilindro por gravedad y por la succión del pistón. Cuando el pistón se cierra la válvula de entrada, la válvula de descarga se abre, y el concreto es empujado por la tubería hacia la cimbra.

Los tubos tremie, son elementos necesarios para realizar muros colados "in situ", dentro de lodo bentonítico o agua.

C) EQUIPO DE TERMINACION FINAL

Con alguna frecuencia es necesario dar a las superficies de concreto un acabado especial, como por ejemplo en pavimentos de concreto hidráulico o también en los recubrimientos de canales, por solo mencionar dos casos.

Como un equipo de terminación final es conveniente utilizar, alguno que permita dar un acabado de la superficie sin alternarla, tendiente a dar las características señaladas por las especificaciones, no solo en cuanto al aspecto formal sino también por lo que respecta a color y textura.

D) EQUIPO AUXILIAR

a) Alumbrado

Deberá tenerse en obra un equipo de alumbrado que garantice el trabajo nocturno, con suficientes lámparas para cubrir toda el área de trabajo.

b) Humedecido

Con muchísima frecuencia se hace necesario humedecer la superficie en donde se depositará el concreto, por lo que es recomendable dotar de tanques con agua, en los lugares estratégicos.

c) Protección Contra Lluvia y Viento

Para poder proteger al concreto fresco ya colocado, contra los efectos de lluvias inesperadas que puedan dañarlo, se recomienda tener en obra techos con estructuras ligeras en cantidad suficiente; y por lo que respecta a la protección contra los efectos del viento se debe disponer de mamparas lastrables que sirvan de pantallas protectoras.

E) SELECCION DEL EQUIPO

Para la selección del equipo adecuado deberán analizarse los diferentes factores que intervienen en la realización de la obra, como pueden ser:

- a) Volúmen de obra por ejecutar.
- b) Programa de obra.
- c) Disponibilidad de todos los materiales necesarios.
- d) Factores climatológicos.
- e) Turnos de trabajo.

Una forma de proceder podría ser la siguiente: conocido el volúmen de obra a ejecutarse y el tiempo de entrega, se revisan las disponibilidades de materiales; modificándose el plazo de entrega en caso de que alguno de dichos materiales no esté disponible en la medida requerida. Suponiendo que se tienen los materiales para cumplir con el programa de obra, se analizan las condiciones climatológicas para evaluar el tiempo posible de trabajo que pueda tenerse dentro del programa de obra. Por último, se determinan los turnos de trabajo, permitiéndonos esto conocer el volúmen de obra que tenemos que ejecutar por hora, lo cual nos permite decidir el equipo que se ajuste a las necesidades. Se seleccionará el equipo, con base primeramente, al trabajo específico de que se trate, para en seguida de un determinado grupo, escoger el que más se ajuste al programa estudiado.

vigilando que esté balanceado entre sus diferentes elementos.

3. PROBLEMA DE TRANSPORTE

El concreto puede ser transportado por métodos y equipos diversos, tales como mezcladoras de camión, cajas de camión fijos con o sin agitadores, por góndolas de ferrocarriles, por conductos o mangueras o por bandas transportadoras, etc.

El tema a tratar en esta parte del curso, es sin embargo, el de colocación de concreto; pero vale la pena aclarar hasta qué punto un sistema es de transporte o de colocación; por ejemplo, nosotros podemos transportar el concreto por medio de bandas transportadoras y colocarlos directamente de las bandas a la cimbra bien, en este caso el sistema es de transporte y a la vez de colocación. Lo mismo podemos decir cuando se transporta concreto por métodos de bombeo y quizás también si se transporta por medio de bogues equipados con motor.

Por las razones antes expuestas trataremos de enfocar el problema de transporte dentro de la obra sin desligarlo de la colocación, es decir, distinguiendo únicamente que en la obra tenemos transporte vertical y transporte horizontal y su correspondiente colocación.

El problema de transporte del concreto de la planta al sitio de colocación, se trató en anterior sesión.

4. METODOS DE COLOCACION DE CONCRETO

A. ESPECIFICACIONES GENERALES

Una especificación es fundamentalmente un documento del contrato que relaciona los materiales y la obra de mano con un cierto grado y calidad. Esto puede hacerse citando normas, citando marcas específicas o indicando métodos o procedimientos. Las especificaciones deben estar acordes al "Estado del Arte en Ingeniería" y deben corresponder al tipo de equipo que se usa en la actualidad. Si la especificación como dijimos al principio está ligada a la calidad, debe hacerse un estudio cuidadoso del conjunto de especificaciones para definir en detalle el control de calidad necesaria.

En general las especificaciones están organizadas por tipos de trabajo. Este se indica como título, posteriormente se describe en detalle el trabajo a ejecutar y más adelante en una serie de párrafos se dan las características del trabajo, relacionado con su calidad, dimensiones, grado de exactitud en medidas y colocación tipo de material a usar y, algunas veces indicaciones sobre el procedimiento constructivo que debe elegirse.

Por último se termina con el procedimiento para la medición y el pago del trabajo ejecutado.

Aunque al redactar las especificaciones se procuran que éstas sean claras y equilibradas, es bastante frecuente que el contratista se encuentre con casos en los que hay que interpretar una parte o el total de la especificación. Cuando en las especificaciones se encuentran casos como: "De acuerdo con las mejores prácticas de la Ingeniería", "Obra de mano de primera calidad", "deshonesto", se pueden prever dificultades en la interpretación de dichas especificaciones. En estos casos es conveniente traducir las frases en tolerancias definidas o datos específicos que permitan proyectar el subsistema de control de calidad de una manera racional, evitando discusiones, pérdidas de tiempo y serios daños económicos.

También es recomendable que la especificación omita el procedimiento de construcción, aunque no siempre está es posible, pero en este último caso pueden dársele al constructor, más que un procedimiento de construcción detallado, ciertas restricciones que deberá tomar en cuenta, por ejemplo, en un colado de concreto se le podrá indicar que debe tomar precauciones contra tempe-

raturas abajo de cero.

Al final de este capítulo se anexa un ejemplo de especificación de concreto lanzado para su análisis.

B. COLADO CONTINUO

Anteriormente ya se ha hablado en forma muy somera del equipo de colocación, tanto para colado continuo como para colado discontinuo. En esta parte enlistaremos los diferentes métodos de colocación describiendo en forma general algunos de ellos.

a) Colocación en cimbras deslizantes.

Casi siempre que se habla de cimbras deslizantes, se piensa en la construcción de estructuras verticales de concreto reforzado y más específicamente de silos de almacenamiento y en menor escala de tanques elevados y pilas de puentes.

Sin embargo, no son estos los únicos ejemplos de grandes obras en los que se puede utilizar la cimbra deslizante, según podemos observar en la siguiente lista, en la cual incluimos los casos tradicionales ya apuntados:

- Colado de silos de almacenamiento.
- Colado de muros en edificios.
- Colado de pilas de puentes.
- Puentes en doble voladizo.
- Colocación de concreto en túneles inclinados.
- Erección de la estructura de concreto de los núcleos centrales para elevadores, servicios sanitarios, escaleras y ductos de instalaciones en edificios.
- Revestimiento de las paredes inclinadas en vertedores.
- Erección de estructuras en obras de toma.

Un aspecto verdaderamente delicado en la operación de un sistema deslizante tradicional, es el control de su movimiento ascendente durante todo el tiempo de la operación, que debe ser continua durante 24 horas al día y todos los días que dure este movimiento, sin que esto quiera decir que el sistema no pueda detenerse en un nivel determinado y arrancar de nuevo, procediendo en forma ordenada y planeada, antes de iniciar el deslizamiento.

La condición principal a satisfacer, después de garantizar la constante sección transversal de la estructura mediante el correcto diseño de la cimbra, es la de verticalidad de la propia estructura o en su caso la de conservar el ángulo correcto con respecto a la horizontal.

La colocación del concreto en las formas, debe hacerse en capas sucesivas de espesores no mayores de 15 a 20 cm y en forma perimetral, es decir, manteniendo la cimbra siempre prácticamente llena y al mismo nivel en todo el perímetro.

Esta situación de uniformidad del llenado de la cimbra nos ayuda, junto con otra serie de condiciones de diseño y de operación que deben reunirse, a mantener la correcta posición de la

cimbra ya que se mantienen uniformes las fuerzas de fricción del concreto contra la cimbra.

El vibrado del concreto dentro de la cimbra es necesario para lograr su perfecta colocación y además porque contribuye en gran parte al buen aspecto del acabado de las paredes, por lo que se recomienda que el vibrado se efectúe en lo posible únicamente sobre la faja de concreto que se va colocando y no afecte, revibrando, la capa inmediatamente anterior, pues aunque esto no afecta las características de resistencia del concreto, si se manifiesta en la apariencia exterior.

Mantener una uniformidad completa por lo que se refiere a la calidad y condiciones de la mezcla de concreto, en cuanto a su manejabilidad, tiempos de fraguado, proporcionamiento, calidad y tamaño de los agregados, etc., es un aspecto primordial, el cual implica contar con una perfecta organización en todos los aspectos de la obra: suministro adecuado del material y del equipo, personal de producción capacitado y perfecta sincronización en el transporte, elevación, y colocación del concreto en la cimbra.

b) Colocación en cimbras continuas

Para tener el ideal abastecimiento de concreto en forma continua, no solamente contamos con las cimbras deslizantes mencionadas anteriormente, sino que también se pueden realizar colados en forma ininterrumpida en los casos que a continuación se indican:

- Recubrimiento de concreto en túneles.
- Pavimentos de concreto hidráulico.
- Colocación de concreto en taludes y plantilla de canales.
- Colados de concreto en grandes losas.

La colocación de concreto hidráulico en pavimentos, tanto en carreteras como en aeropuertos, así como también en el revestimiento de canales, utilizando pavimentadoras, lo podemos considerar como un colado en cimbras continuas ya que lo que propiamente constituye la cimbra continua es la superficie que va a quedar en contacto con el concreto, aunque el equipo de colocación es deslizante.

La operación de este equipo es más económica que aquel de cimbra fija removible, se ahorra obra de mano y en equipos adicionales, se trabaja en zonas más compactas facilitando la supervisión y calidad del trabajo, y se tiene la gran ventaja de que se puede ajustar a todas las dimensiones. Se han realizado construcciones de losas de concreto en pavimentos de espesores variables desde 15 cm hasta 30 cm y anchos desde 3 m hasta 15 m; losas con refuerzo o sin él.

Una ventaja no menos importante que representa el uso de este tipo de equipo es el factor inversión. En producciones masivas es más económico este equipo, en comparación al de cimbra fija incluyendo en cada caso todo lo necesario. Al utilizar menos personal para operar este tipo de máquinas, se obtienen ventajas en costos y se reducen problemas de personal, en cuanto a su control y atención se refiere.

En la utilización de este equipo se pueden señalar los siguientes problemas: es necesario tener personal y técnicos de operación altamente entrenados; deberán usarse métodos de tendido automáticos, es decir, máquinas que por medio de sensores electrónicos pueden ir guiándose apoyados en alambres previamente alineados y nivelados; por último, la atención y mantenimiento del equipo de pavimentación requiere de mecánicos y personal altamente calificado, inclusive asistencia del fabricante, ante todo para darle atención a los componentes y equipos eléctricos.

En cuanto a la cimbra para túneles su funcionamiento es diferente; es básicamente una cimbra continua compuesta de módulos en la cual se va colando de atrás hacia adelante; se cierra primero el módulo posterior y una vez que el concreto que se encuentra en contacto con este módulo tiene la resistencia adecuada, este se cierra y se desliza sobre unos rieles por el interior de la cimbra (parte interior de los demás módulos) hasta llegar a la parte de enfrente en donde se vuelve a armar. La operación se repite cuantas veces sea necesario. Este tipo de trabajos son muy especializados y en nuestro medio se realizaron en el Sistema de Drenaje Profundo con bastante éxito.

Por lo que toca a los colados continuos de grandes losas con sistemas tradicionales, consideramos que no es necesario hacer mayor explicación.

C. COLADO DISCONTINUO

Este tipo de trabajo se hace en un altísimo porcentaje de grandes obras y la diferencia básica entre una y otra obra, en cuanto a la colocación de concreto se refiere, consiste en el equipo de colocación que se utilice. Así por ejemplo, podemos distinguir los siguientes métodos:

a) Cubos y tolvas

El empleo de cubos con descarga por la parte interior, diseñados apropiadamente, permiten la colocación del concreto con el más bajo revenimiento práctico, compatible con la consolidación mediante vibración. Las puertas de descarga deben tener una salida libre que equivalga a no menos de una tercera parte del área máxima horizontal interior o cinco veces de el tamaño máximo del agregado que se está empleando. Las paredes laterales deben ser inclinadas por lo menos 60 grados respecto a la horizontal. Los controles en las puertas deben permitir que el personal que trabaja en la colocación las abra o las cierre durante cualquier etapa del ciclo de descarga.

b) Carros manuales y motorizados.

Es importante que las vías por donde transiten estos carros sean lo suficientemente lisas y rígidas para impedir la separación de los materiales del concreto durante el trayecto y también es necesario ser cuidadoso de la forma de depositar el material sobre la cimbra, aspecto que se trata en la parte correspondiente a la supervisión durante el colado.

c) Canalones y trompas de colado

Se emplean con frecuencia para trasladar concreto de un nivel superior a la cimbra directamente, a tolvas o a bandas transportadoras, que se encuentran en un nivel inferior. Deben ser de fondo curvo y construidas o forradas de metal y tener suficiente capacidad para evitar derrames. Los canalones demasiado largos y descubiertos deben cubrirse para evitar la evaporación y la pérdida de revenimiento.

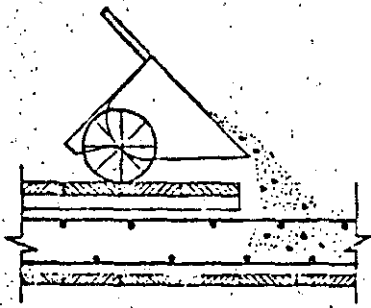
d) Tubo tremie (tubo embudo)

Este elemento es imprescindible en los trabajos de muros colados "in situs", o sea en los trabajos de muros subterráneos colados en el lugar. El procedimiento es como sigue:

1o. Se construye un brocal de guía

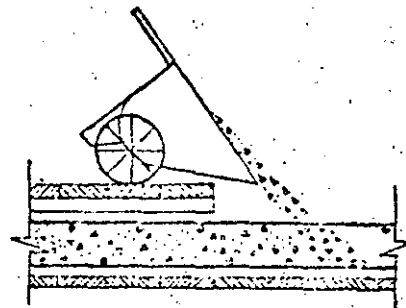
2o. Excavación mediante equipo especial.

Se excava mediante equipo especial (puede ser cucharón de almeja): se efectúa la excava-



① CORRECTO

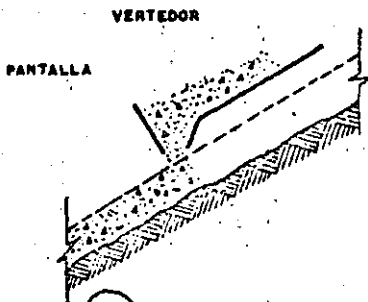
VERTER EL CONCRETO EN LA CARA DEL CONCRETO COLADO



② INCORRECTO

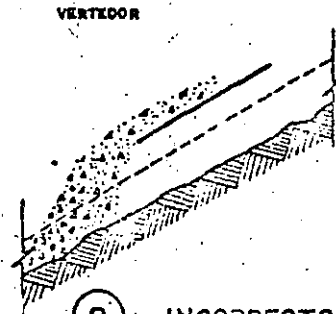
VERTER EL CONCRETO ALEJANDOSE DE LA CARA DEL CONCRETO COLADO

COLADO DE LOSAS DE CONCRETO DESDE BUGGIES



① CORRECTO

COLOCAR UNA PANTALLA Y COLAR EN EL EXTREMO DEL VERTEDOR; DE TAL MANERA SE PREVIENE LA SEPARACION Y EL CONCRETO PERMANECE EN LA PENDIENTE.



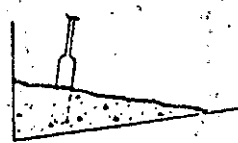

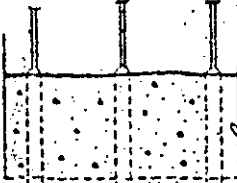
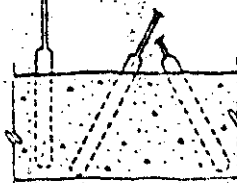


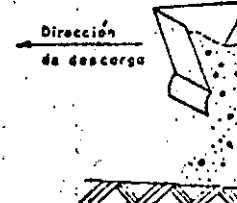
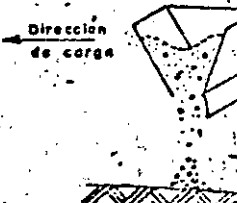
② INCORRECTO

COLAR EL CONCRETO DESDE UN EXTREMO LIBRE DEL VERTEDOR SOBRE UNA PENDIENTE QUE VA A SER PAVIMENTADA, LA GRAVA SE SEPARA Y VA A LA PARTE INFERIOR DE LA PENDIENTE. LA VELOCIDAD TIENDE A DESLIZAR EL CONCRETO HACIA ABAJO.

COLADO DE CONCRETO EN UNA SUPERFICIE INCLINADA

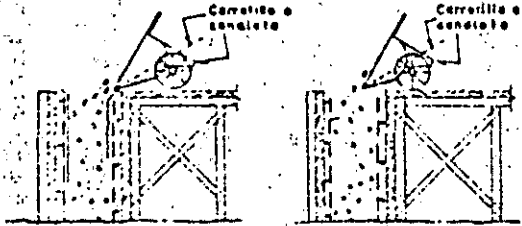
COLADOS DE CONCRETO

N O R M A		REV.
HOJA		DEL

<p style="text-align: center;">CORRECTO</p> <p>Se empieza la colocación en el fondo de la pendiente de tal manera que, al avanzar la compactación por el base del concreto nuevo que se agrega, la vibración es uniforme.</p>  <p style="text-align: center;">INCORRECTO</p> <p>Se empieza la colocación en la parte superior de la pendiente. El concreto de arriba tiende a segregarse, sobre todo cuando se vibra en la parte inferior, puesto que la vibración inicia al flejar, y evita el apoyo del concreto de arriba.</p>  <p style="text-align: center;">CUANDO SE TIENE QUE COLOCAR CONCRETO EN PENDIENTES</p>	<p style="text-align: center;">CORRECTO</p> <p>Penetración vertical del vibrador algunos centímetros dentro de la capa colada anteriormente (la cual todavía debe estar en estado plástico). A intervalos regulares sistemati se ha encontrado que se una adecuada consolidación.</p>  <p style="text-align: center;">INCORRECTO</p> <p>Penetración al azar del vibrador en todas las angulas y sin una suficiente profundidad para asegurar la combinación manelifica de las dos capas.</p>  <p style="text-align: center;">LA VIBRACION SISTEMATICA DE CADA CAPA</p>																		
<p>Para la colocación de concreto en cimbrado en pendientes, la cara de cimbrado horizontal debe ser de acero con contrapeso, y no vibrarse. El concreto debe ser vibrado adelante de la cimbra deslizante.</p> <p style="text-align: right;">Dirección del movimiento</p> <p style="text-align: right;">Vibrado de inmersión</p> <p style="text-align: right;">Cimbra lateral de 2 por 4 pulgadas</p> <p style="text-align: center;">Concreto no vibrado</p> <p style="text-align: center;">Placa de acero</p> <p style="text-align: center;">Contrapeso de concreto</p> <p style="text-align: center;">Superficie de concreto vibrado</p> <p style="text-align: center;">Nada de coque en los extremos deslizantes puesto que la cimbra se eleva cuando la grava se mete debajo de las calzas. Los bordes deben ser rectos.</p> <p style="text-align: center;">COLOCACION DEL CONCRETO EN UNA SUPERFICIE INCLINADA</p>	<p style="text-align: center;">CORRECTO</p> <p>Con una pala se pasa la grava a las bolsas de piedra a otra zona con suficiente cantidad de arena y se consolida o vibra.</p>  <p style="text-align: center;">INCORRECTO</p> <p>Tratar de corregir la base de piedra traspalando mortero y concreto fresco de la masa.</p>  <p style="text-align: center;">EL TRATAMIENTO DE BOLSAS DE PIEDRA AL COLOCAR CONCRETO</p>																		
<p style="text-align: center;">Dirección de descarga</p>  <p style="text-align: center;">CORRECTO</p> <p>Gírese el cubo para que la grava segregada caiga en el concreto de tal manera que pueda combinarse dentro de la masa.</p> <p style="text-align: center;">INCORRECTO</p> <p style="text-align: center;">Dirección de carga</p>  <p style="text-align: center;">Bolsas de piedra se forman en el fondo de la masa</p> <p style="text-align: center;">Descargar de manera que la poca fibra se resbale y acumule sobre cimbras o sub-base</p> <p style="text-align: center;">SI LA SEGREGACION NO HA SIDO ELIMINADA AL LLENAR LOS CUBOS</p> <p style="text-align: center;">Un remedio temporal hasta que se haga la contracción</p>																			
<p>COLOCACION DEL CONCRETO</p>																			
<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">N</td> <td style="padding: 2px;">O</td> <td style="padding: 2px;">M</td> <td style="padding: 2px;">M</td> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">REV.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">6</td> <td style="padding: 2px;">3</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">2</td> <td style="padding: 2px;">6</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">HOJA</td> <td colspan="4" style="padding: 2px;">01</td> </tr> </table>		N	O	M	M	A	REV.	6	3	0	2	6		HOJA		01			
N	O	M	M	A	REV.														
6	3	0	2	6															
HOJA		01																	

EL CONCRETO SE SEGREGARA SERIAMENTE A MENOS QUE SE DEPOSITE DENTRO DE LAS CIMBRAS ADECUADAMENTE

193



CORRECTO

Descarguese el concreto en un colector con una manguera ligera y flexible. Esto evita la segregación. La cimbra y el acero estarán limpios hasta que los cubra el concreto.

INCORRECTO

Permite que el concreto del colector se golpee contra la cimbra y rebote en las varillas y la cimbra causando segregación y huecos en el fondo.

COLOCANDO CONCRETO EN LA PARTE SUPERIOR DE CIMBRAS ESTRECHAS

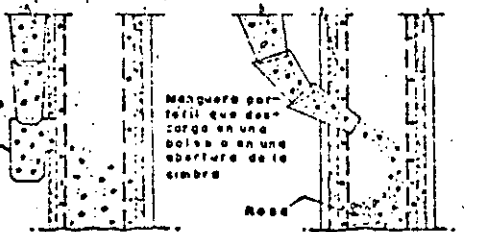


CORRECTO

Se evita la caída vertical del concreto en la parte superior de las cimbras estrechas.

INCORRECTO

Permite que el concreto caiga verticalmente en la parte superior de las cimbras estrechas, causando segregación.



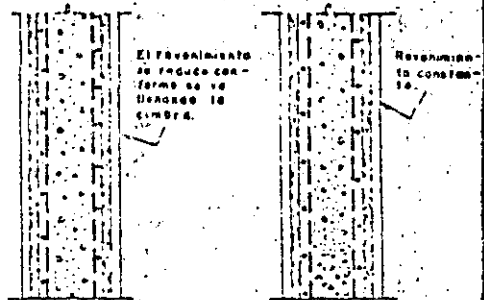
CORRECTO

Caída vertical del concreto en boya o en la parte superior de la cimbra, permitiendo que el concreto se detenga y fluya fácilmente a la cimbra sin segregación.

INCORRECTO

Permite que el concreto fluya a gran velocidad dentro de las cimbras, a que forme un ángulo con la vertical. Esto invariablemente resulta en segregación.

COLOCACION EN PAREDES PROFUNDAS O CURVAS A TRAVES DE UNA ABERTURA EN LA CIMBRA



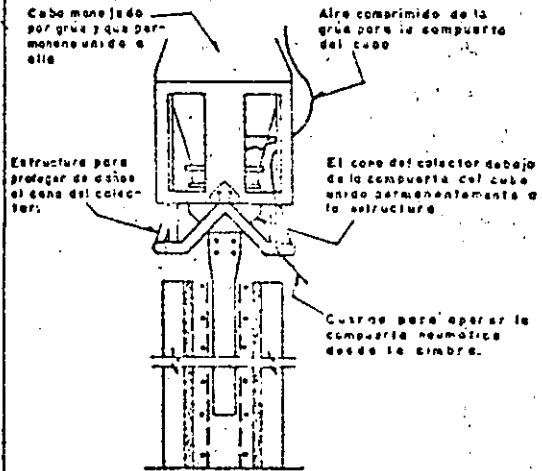
CORRECTO

Necesariamente el concreto es más húmedo en el fondo de cimbras estrechas y profundas y se hace más seco conforme se alcanza la parte superior. El exceso de agua tiende a igualar la calidad del concreto. La contracción por asentamiento es mínima.

INCORRECTO

Usar el mismo asentamiento en la parte superior como se requiere en el fondo. Un alto asentamiento en la parte superior produce un exceso de agua y de colocación, pérdida de calidad y durabilidad en la parte superior.

CONSISTENCIA DEL CONCRETO EN CIMBRAS ESTRECHAS Y PROFUNDAS

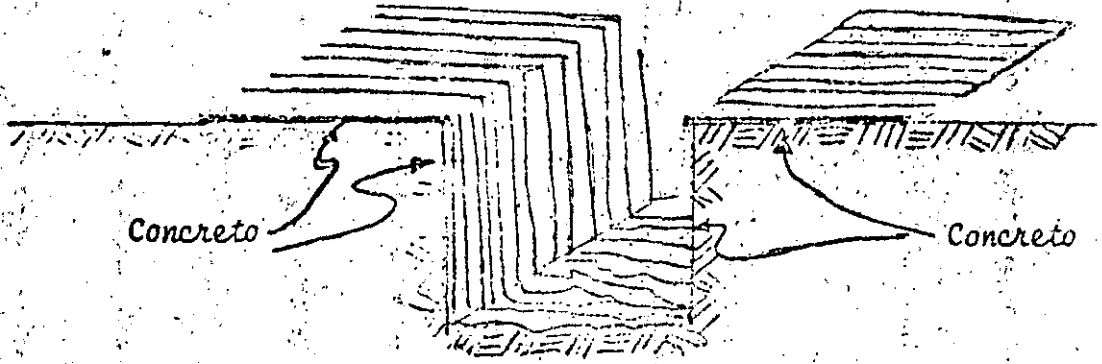


Conducto de caída flexible conectado al cono del colector. El conducto se dobla en plano cuando se está cayendo masa de concreto permitiendo que se le emplee para el menor tamaño de agregado como de ser lo contrario el mayor grado para el mayor.

COLOCACION DE CONCRETO EN CIMBRAS PROFUNDAS Y ESTRECHAS

COLOCACION DEL CONCRETO

N	O	R	M	A	H	E	V
0-04							
MOJA				DL			



ción en zanja de ancho y largo determinado y a medida que se va haciendo la excavación se va introduciendo lodo bentonítico. La bentonita, en virtud de su elevado peso específico, ejerce una fuerte presión sobre las paredes de las excavaciones y penetra en el terreno alrededor de él haciéndolo impermeable; mientras que por lo que se refiere a su acción contra los derrumbes, puede considerarse que dicha bentonita encerrada en la excavación debe resistir a la presión del suelo y, si hay presencia de una falda de agua, resistir también a su empuje; o sea que dicho lodo sustituye perfectamente bien cualquier forma de ademe.

3o. Limpieza del fondo

Terminada la excavación hasta la cota determinada y con el ancho y largo establecido, se debe proceder a la limpieza del fondo, la misma que se ejecuta mediante bombas especiales sumergidas que hacen circular el lodo a través de un ciclón y un separador, volviendo a recircular la bentonita limpia.

4o. Colocación del acero de refuerzo

Sucesivamente y si es necesario según el cálculo, se puede proceder a introducir en la zanja, siempre en presencia del mismo lodo, una parrilla de acero de refuerzo.

5o. Colado del concreto

El paso a seguir es el colado del concreto que se efectúa de abajo hacia arriba mediante un tubo de colado (tubo "tremie"). Un factor muy importante es que la parte inferior de dicho tubo tiene que quedar siempre sumergido en el concreto, por lo menos un metro o más.

En la hoja siguiente se puede observar en forma gráfica este proceso.

e) Bombeo

Podemos definir al concreto bombeado como un concreto conducido por presión a través de un tubo rígido o de una manguera flexible y vaciado directamente en el área de trabajo. En general, su uso ha tenido buen éxito, especialmente en el revestimiento de túneles y para vaciados en áreas inaccesibles a las grúas, camiones, etc. Últimamente ha tomado bastante auge en trabajos de edificación.

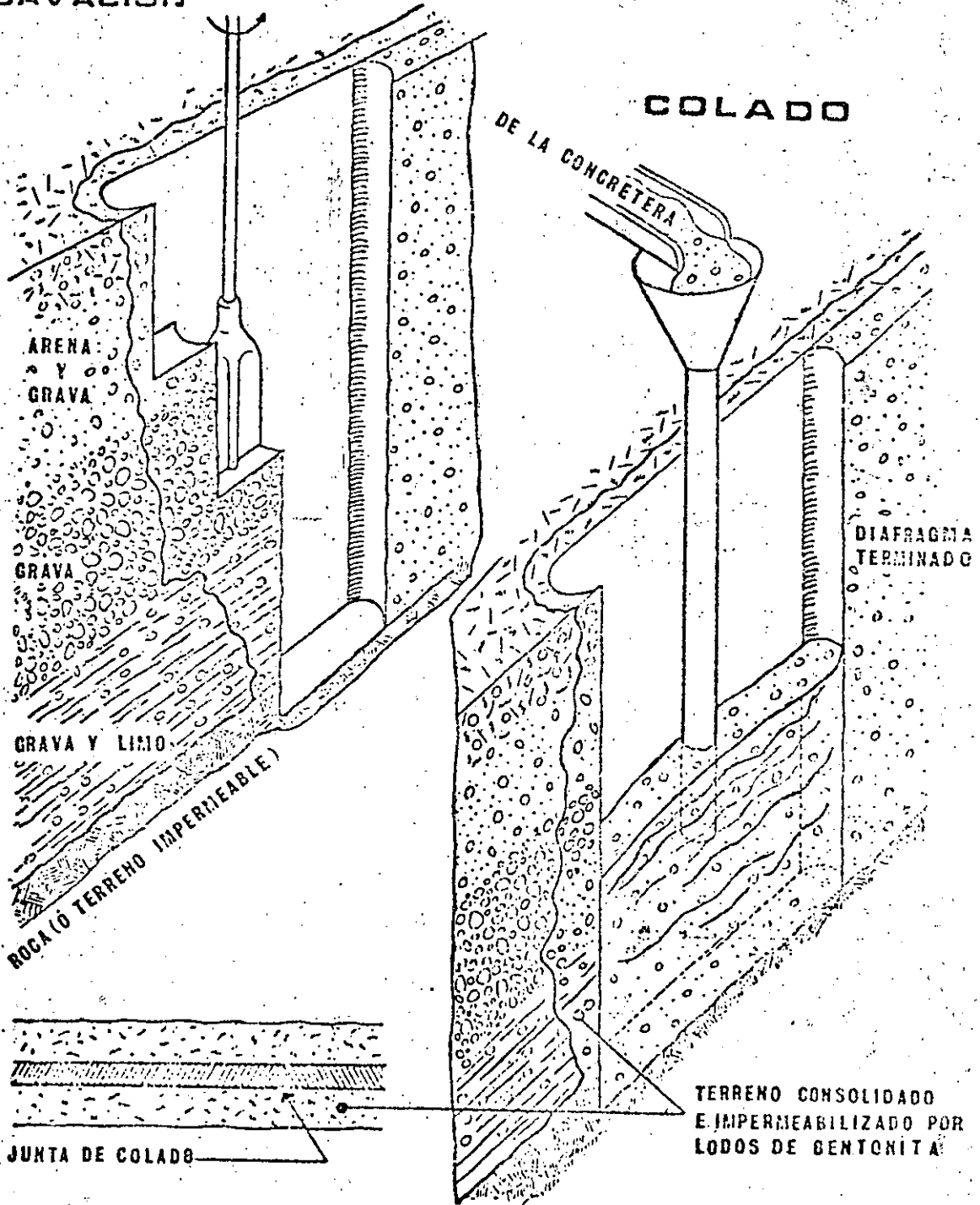
El sistema de bombeo, puede ser útil en la mayor parte de las construcciones de concreto; pero más especialmente en las áreas donde el espacio para el equipo de construcción es muy reducido.

Para obtener un bombeo satisfactorio se requiere una dotación constante de concreto bombeable, el cual, como las mezclas convencionales, requiere un buen control de calidad. De acuerdo

EJECUCION DE MURO COLADO "IN SITU"

EXCAVACION

COLADO



con el equipo que se use, la capacidad de entrega de concreto variará de 8 a 70 m³ por hora. El alcance efectivo variará de 90 a 300 m horizontalmente y de 30 a 90 m verticalmente. Ha habido casos en los que se ha logrado bombear concreto en distancias horizontales hasta de 600 m y en verticales hasta 500 m.

f) Bandas transportadoras

Este es también un método de colocación utilizado con cierta frecuencia en las grandes obras.

Las principales ventajas de las bandas transportadoras son el flujo uniforme y el volumen que desplazan. Su desventaja mayor es la tendencia a la segregación del concreto en el extremo de descarga, por lo que se hace conveniente instalar algún dispositivo en el extremo de descarga que asegure la caída vertical del concreto.

Por lo general es necesario instalar un limpiador de banda en el extremo de descarga para evitar que una porción del concreto se adhiera a la banda.

g) Cablevías

En algunas grandes obras, como es el caso de presas de concreto, se ha utilizado este sistema de colocación con magníficos resultados. Su funcionamiento es aparentemente simple y consiste en lo siguiente: Se tiende un cable a manera de un puente colgante y sobre él se desliza un mecanismo por medio de poleas y del cual pende un bote que en su interior contiene concreto y que se depositará en el lugar del colado. El accionamiento del sistema se realiza desde una caseta que se encuentra en alguno de los extremos en donde se encuentran sujetos el cablevía. Su utilización como método de colocación de concreto es relativamente escaso ya que requiere de condiciones especiales.

h) Concreto lanzado

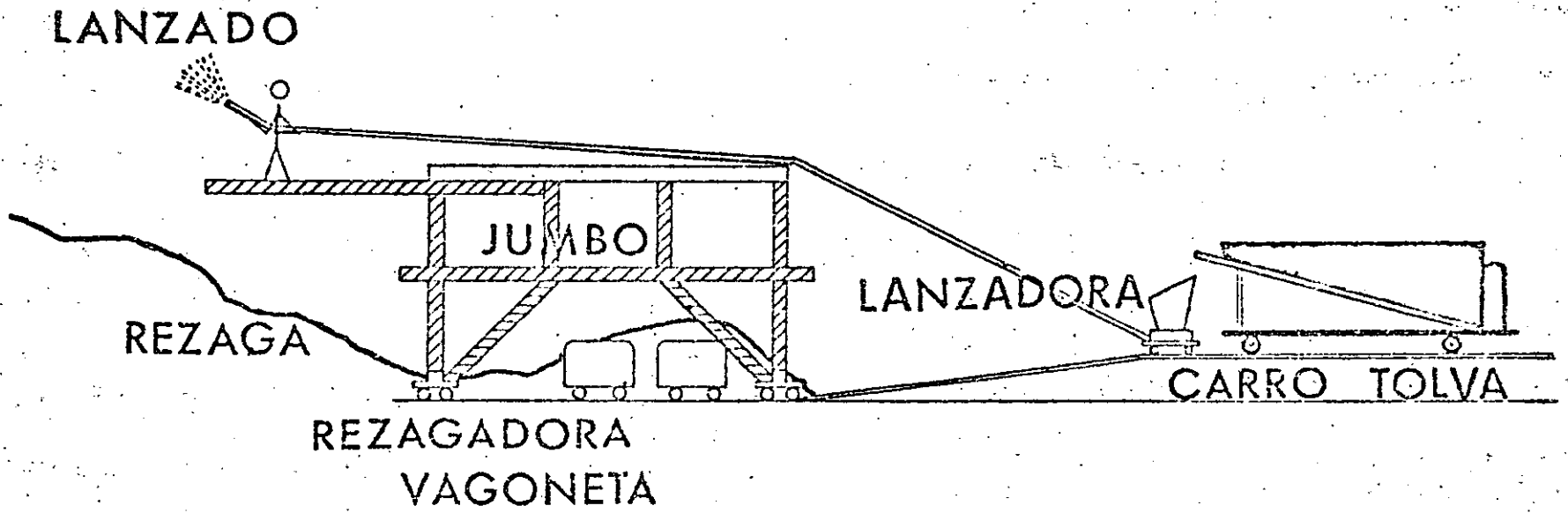
Este es el nombre que se da a un mortero o concreto transportado a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad, sobre una determinada superficie.

Las propiedades del concreto lanzado no difieren de las propiedades de un concreto colocado convencionalmente, de proporciones similares; es el método de colocación el que confiere al concreto lanzado sus significativas ventajas en numerosos usos. Al mismo tiempo, se requiere considerable habilidad y experiencia en la aplicación del concreto lanzado, así que su calidad depende en gran parte del trabajo de los operadores, especialmente en la colocación con la boquilla de expulsión.

El contenido de cemento en el concreto lanzado es alto. Además, el equipo necesario y la forma de colocación son más caros que en el caso de concreto convencional. Por estas razones, el concreto lanzado se usa principalmente en ciertos tipos de construcciones: secciones delgadas y ligeramente reforzadas (en algunos casos), como techos, cascarones, recubrimiento de túneles y tanques presforzados. Se usa también para reparar concreto deteriorado, estabilizar taludes, recubrir acero para protección contra incendios, y como sobrecapa ligera de concreto, mampostería o acero. Si el concreto lanzado se aplica en una superficie cubierta por agua corriente, es necesario usar un acelerante que produzca fraguado instantáneo; pero con la consiguiente reducción en la resistencia, aunque hace posible el trabajo de reparación. Generalmente, se aplica el concreto lanzado en un espesor hasta de 10 cm.

En la hoja que sigue se ilustra gráficamente el sistema.

-16-



COMPARACION ENTRE PROCEDIMIENTOS DE COLOCACION DE CONCRETO

PROCEDIMIENTO	CUBETAS	BUGUI	BANDAS	BOMBAS
Restricciones de Mezcado	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Muchas (de acuerdo al tipo de bomba)
Accesibilidad	No debe haber obstáculos superiores	Requiere espacio para rodamiento, rampas o malacates	No supera obstáculos altos verticales pero pueden utilizarse - ventanas, etc.	Ninguna
Restricciones en desplazamiento vertical	Lo permitido por la grúa	La pendiente - cuesta arriba - máxima es 5:1 en términos generales	La pendiente máxima es 2:1 en ambos sentidos, en general.	50 a 450 pies con una cifra record de 576 pies.
Restricciones en desplazamiento horizontal	El ángulo de la pluma limita la operación de carga de la cubeta; dar el ángulo necesario toma - su tiempo.	Manuales: límite práctico 200 pies máx. Motor: 1000 - pies	2 000 pies o más	250 a 2 500 pies dependiendo de la bomba y del diámetro de la tubería
Yardas/hora	Con cubeta de 1 yarda, y vel. de 240 - p.p.m. 73 yd/hora a 50 pies de elevación 36 yd/hora a 200 - pies de elevación	Manuales: 200 pies, 3 a 5 - yd/hora Motor: 600 pies 15 a 20 yd/ - hora	100 a 360 yd/ - hora	5 a 160 yd/hora dependiendo de la bomba y del tipo de trabajo
Utilización malacate/ grúa	El ciclo completo de colado requiere grúa o malacates	Ninguno, a menos que el nivel de colado sea superior al nivel de la - rampa	Si se utilizan unidades pesadas, sólo durante el tendido	Ninguno
Tiempo para instalación	Ninguno, a menos - que existan obstáculos para el acceso	Instalación de - rampas y rodamiento - posible necesidad de - apuntalamiento	Se requiere un - mínimo de 5 hombres en 2 horas para 200 pies - de recorrido	Colocación de la línea (No si se utiliza bomba montada en camión)
Costo inicial	Descarga inferior - 1.5 yd: \$1 000 U.S.	\$ 1 750 US - \$ 2 500 US	Ancho 16", sistema de 200' - \$ 40 000 US - (7 bandas)	Bomba: \$ 15 000 US - \$ 40 000 US Pluma: \$ 20 000 US - \$ 40 000 US
Renta promedio/mes	1 yd descarga inferior: \$ 105 US 1 yd "recostada": \$ 103 US	Manual 10-12 pies: \$ 42.75 US. Motor 10-14 - pies \$ 204.00 US.	Ancho 16", 32-34 pies: \$ 413 US Ancho 16", 50 - pies: \$ 594 US	No disponible

EJEMPLO DE ESPECIFICACIONES

PROYECTO PAUTE — ETAPA I
LICITACION No. PA/1

PARTE IV

SECCION: 8 HORMIGON LANZADO

8.1 Alcance de los Trabajos.— Esta Sección abarca el suministro y aplicación de hormigón lanzado, mediante equipo neumático, en el techo de la Casa de Máquina, en túneles, en pozos, en el recubrimiento de taludes y en otros sitios que la Fiscalización lo apruebe o lo ordene.

El hormigón lanzado se colocará según las instrucciones de los planos, con o sin armadura o pernos de anclaje, pero también podrá ser utilizado como capa sellante, para impedir los escurrimientos de agua de filtración hacia las obras en construcción, o como relleno de irregularidades en las excavaciones.

8.2 Generalidades.— El hormigón estará constituido por una mezcla de cemento, agregados, agua y aditivos que será lanzado a alta presión sobre la superficie a cubrir. La capa proyectada se acomodará uniformemente, sin rebotar, a la superficie de la roca, evitándose luego la producción de escurrimientos o desprendimientos. Su espesor, extensión y resistencia guardarán conformidad con los requerimientos de los planos y/o con la aprobación de la Fiscalización. El Contratista deberá instalar clavos o algún otros dispositivos aprobado, como guía para la obtención de los espesores especificados.

El equipo y método a utilizarse estará de acuerdo con estas Especificaciones y con las recomendaciones del ACT 506, así como la práctica moderna más eficiente de ejecución, con personal especializado. Se observará, además, las especificaciones pertinentes de la Sección: 7 Hormigón.

El hormigón lanzado podrá ser aplicado tanto por mezcla en seco como por mezcla en húmedo. El Contratista previamente deberá obtener la aprobación de la Fiscalización del método y del equipo que se propone usar.

8.3 Materiales.— El cemento a utilizarse será tipo portland, que satisfaga los requisitos de la especificación ASTM — C 150, Tipo II.

Los agregados pueden consistir de arena natural o manufacturada o una combinación de los dos y gravilla y estarán constituidos por partículas limpias duras y resistentes con un diámetro máximo de 1 cm.

El módulo de finura de la arena estará comprendido entre 2.5 y 3.0

Los aditivos, serán tan sólo acelerantes del fraguado. Su uso se condicionará a la aprobación de la Fiscalización.

El agua para la mezcla deberá cumplir con los requisitos ya indicados en el numeral: 7.5., de agua para hormigones.

Al disponer mallas de alambre, como refuerzo, éstas cumplirán con los requisitos especificados en la Sección. 10.

8.4 Dosificación

8.4.1 Ensayos Previos.— Los ensayos previos de la dosificación propuesta deberán realizarse con una anticipación mínima de 20 días a la aplicación del hormigón lanzado en las obras definitivas.

Los ensayos se efectuarán en por lo menos dos paneles, de 1 m², con o sin malla en la cuarta parte o en la mitad de su superficie (según la aprobación de la Fiscalización). El espesor requerido, no menor de 5 cm. será aplicado de acuerdo al método a emplearse, sobre un panel colocado en posición vertical; y el otro,

horizontal, en la bóveda.

El Contratista obtendrá de ellos las muestras o testigos necesarios para efectuar ensayos de compresión, que determinen la calidad del hormigón lanzado; se controlará, además la capacidad y calidad del equipo de mezcla y lanzado, y los tiempos necesarios de revoltura.

8.4.2 Dosificación.— El diseño de la dosificación será hecho por la Fiscalización. Al aceptarlo el Contratista, la asume completamente como suya, para la ejecución. La resistencia a alcanzarse de 175 Kg/cm² a los 7 días.

La dosificación se hará por peso y con una precisión de 1o/o. El equipo de pesaje permitirá obtener pesadas con errores inferiores a 0.5o/o. El mezclado de los materiales se realizará mecánicamente, por el tiempo mínimo de 1-1/2 minutos, en forma completa y uniforme, y en las cantidades necesarias para mantener un abastecimiento ininterrumpido. El contenido de humedad de los agregados antes de la revoltura será entre el 3 y 5o/o

Toda mezcla que no haya sido utilizada hasta 45 minutos después de iniciado su mezclado deberá ser rechazada a expensas del Contratista.

8.5 Colocación

8.5.1 Limpieza.— Antes de la colocación del hormigón lanzado, las superficies deberán ser cuidadosamente limpiadas, por medio de chorros alternados del aire y agua a presión. Se alejará de ellas todo material suelto, residuos, o fragmentos de roca, lodos, agua de escurrimiento, etc.

No se colocará el hormigón lanzado sobre superficies secas o polvorientas éstas, una vez limpiadas, deberán ser mantenidas húmedas por lo menos durante 2 horas. Si la aplicación va a hacerse sobre capas antiguas de hormigón lanzado, éstas deberán ser auscultadas con golpes de martillo, para comprobar que no haya zonas sueltas, que en caso de existir deberían ser picadas cuidadosamente y reemplazadas con el nuevo hormigón lanzado.

Si se utiliza mallas de refuerzo, se tendrá los mismos cuidados de limpieza antes indicados.

8.5.2 Agua de Hidratación.— La dosificación de agua en la boquilla del equipo de lanzado deberá ser tal, que la mezcla proyectada sea trabajable y produzca el mínimo posible de rebote, evitándose posteriores escurrimientos o desprendimientos, debidos a exceso de agua.

La presión del agua en el mezclador deberá ser mayor, en mínimo 1 Kg/cm², que aquella del aire comprimido; y mantenido constantemente, uniforme y adecuada, para garantizar su eficiente mezcla con el cemento y agregados.

8.5.3 Aplicación.— El hormigón, lanzado se aplicará de modo continuo, no intermitente, en los espesores establecidos en los planos y/o según lo indique la Fiscalización. En las zonas en que sea necesario más de una carga, la siguiente se aplicará luego de por lo menos 8 horas después de la primera.

La boquilla se mantendrá en posición perpendicular a la superficie y a una distancia entre 1 y 1.5 m. El chorro deberá ser de forma cónica; caso contrario, la boquilla será reparada o cambiada. Todo el material de rebote será desechado, a expensas del Contratista.

Para la longitud de mangueras de menos 30 m, la presión del aire en la lanzadora no será inferior a 3 kg/cm² de ancho, las cuales deberán ser limpiadas, según lo indicado en 8.5.1 antes de aplicar la nueva capa adyacente. No se permitirá la construcción de juntas cuadradas.

8.6 Curado.— El hormigón lanzado deberá ser protegido de la pérdida de agua durante el tiempo mínimo de 7 días, después de colocado, por uno de los siguientes métodos:

- a) Cubriendo la superficie con cañas, arenas o paja, y manteniéndose continuamente húmedos.
- b) Rociándolo continuamente con agua o cubriéndolo con agua;
- c) Cubriéndolo con una capa de material sellante, aprobado que mantenga por lo menos el 90o/o del agua original de la mezcla, de acuerdo al método de la especificación ASTM-C 156.71.

Si la humedad relativa del aire en la superficie del hormigón lanzado fuere de 90o/o, durante el tiempo mínimo especificado, no se requerirá de precauciones especiales de curado.

8.7 Control de Calidad.— El Contratista prestará, sin cargo alguno, todas las facilidades necesarias para que la Fiscalización efectúe el control de calidad cuando y donde creyere conveniente. Especialmente, se hará un panel de ensayo en cada frente de trabajo y se extraerá testigos de aproximadamente 7.5 cm. de diámetro para efectuar controles de espesor y resistencia. Mínimo se erectuará un panel de ensayo por cada tres días de aplicación.

Todo hormigón lanzado que no cumpliera con los requisitos especificados en esta Sección, o que sufriendo daño después de colocado, deberá ser reemplazado o corregido según lo indique y apruebe la Fiscalización, a expensas del Contratista.

8.8 Medición y Forma de Pago.— El hormigón lanzado a pagarse será medido en base al peso, en toneladas métricas, del cemento usado. Este precio incluirá el costo de suministros de todos los materiales (excepto cemento), equipos, herramientas y mano de obra necesarios para realizar la preparación mezcla y colocación del hormigón, así como, para controlar el agua superficial, el suministro y la aplicación de los compuestos químicos para el curado y la provisión de agua de curado.

El pago se efectuará de acuerdo al precio unitario por tonelada métrica estipulado en la Tabla de Cantidades y precios.

La medida y forma de pago para la malla de alambre soldada, usada como refuerzo se hará de acuerdo a lo indicado en el numeral: 10.7.

El cemento se medirá y pagará de acuerdo a lo establecido en el numeral 7.30.14.

5. CONSTRUCCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE JUNTAS

A fin de reducir los esfuerzos de tensión, compresión y flexión, según el caso, se hace necesario construir juntas en los colados de concreto hidráulico. Podemos distinguir las siguientes juntas:

A. JUNTAS DE EXPANSION

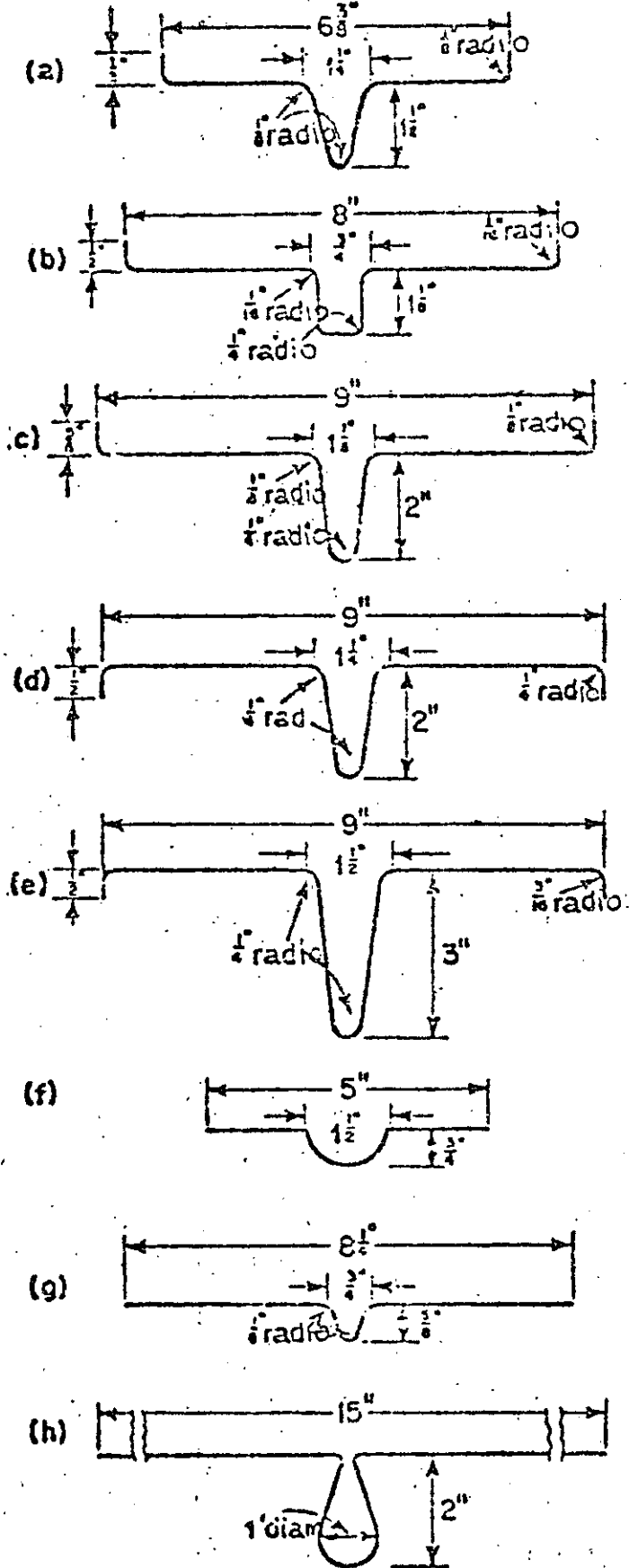
Su función principal es proporcionar el espacio para que tenga lugar la expansión del concreto y por consiguiente, evitar que se originen esfuerzos de compresión que pudieran causar daño en el mismo. Esta junta funciona también como junta de contracción. Se pueden localizar en estructuras largas, como muros de contención, edificios, ductos, etc.

Se recomienda que estas juntas sean colocadas cada 30 m en el caso de muros de contención y de edificios. Es también conveniente colocar juntas de expansión en estructuras que tengan cambios de dirección, tal y como sucede en los edificios en forma de T ó L.

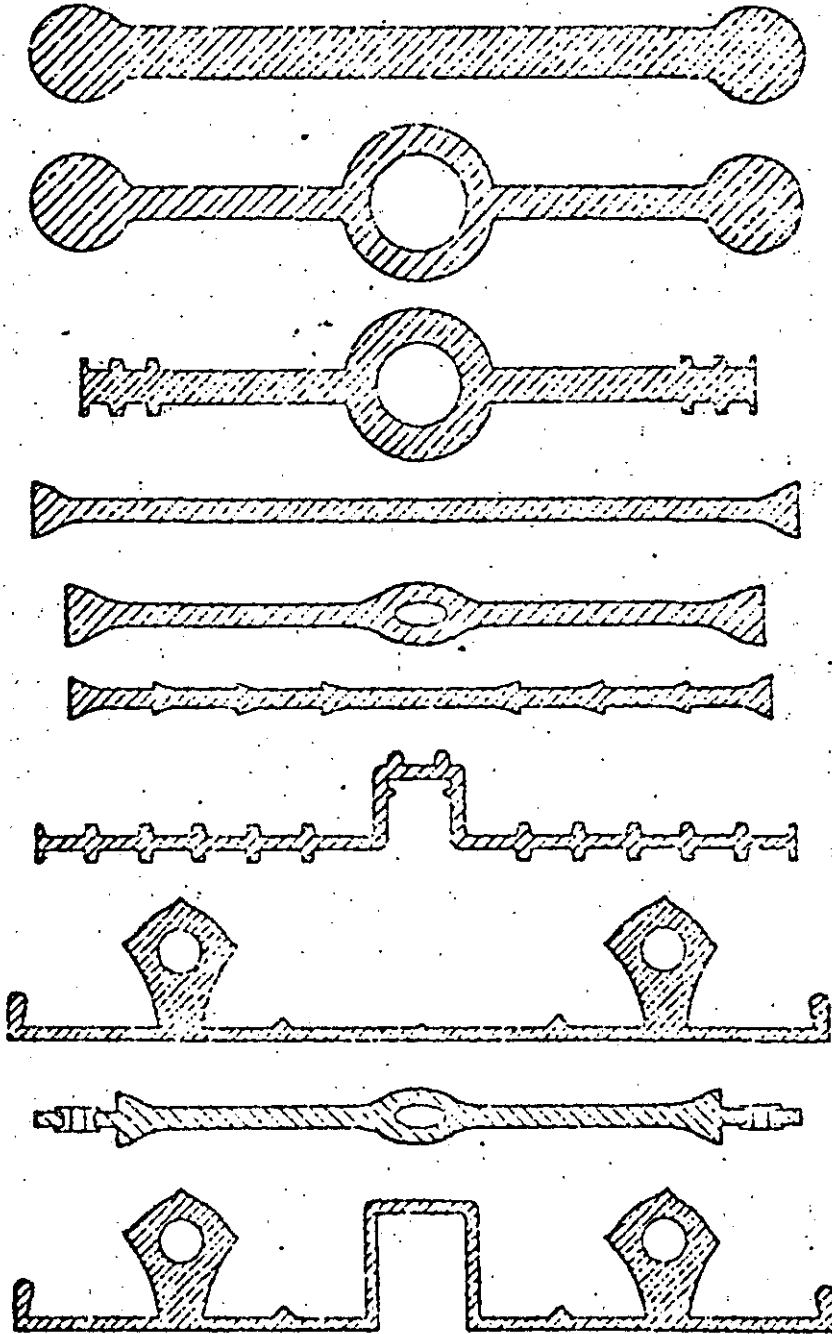
Las juntas pueden ser elementos ahogados en el concreto del siguiente material: cobre, debido a que su resistencia a la oxidación es mucho mayor que la del acero; bandas de PVC, debido a que absorben los movimientos de la junta y son completamente impermeables; bandas de plástico; bandas de hule.

En las dos siguientes páginas se anexan croquis de juntas de expansión de cobre y distintos tipos de bandas flexibles para el sellado de juntas.

JUNTAS DE EXPANSION DE COBRE



DISTINTOS TIPOS DE BANDAS FLEXIBLES PARA EL SELLADO DE JUNTAS



B. JUNTAS DE CONTRACCION

Tienen por objeto limitar los esfuerzos de tensión a valores permisibles. Esta junta debe estar en libertad de abrirse y básicamente existen dos tipos: juntas de ranura, juntas de tiras metálicas. Las primeras se construyen formando una ranura en la superficie del elemento utilizando cualquiera de los siguientes procedimientos.

- a) Introduciendo temporalmente en el concreto una tira metálica.
- b) Instalando una tira de material premoldeado de relleno para juntas a la profundidad requerida.
- c) Aserrando el pavimento después que el concreto haya endurecido.

Las segundas, se usan en pavimentos de concreto y se construyen colocando una tira separadora o de partición sobre la sub-base. Este separador consiste en una placa metálica o alguna hoja delgada de algún material rígido e incompresible; sirve para interrumpir la continuidad del pavimento. Se forma una ranura en el concreto inmediatamente encima del separador.

C. JUNTAS DE ALABEO O DE ARTICULACION.

Se refiere a cualquier tipo de juntas que permitan un cierto giro sin una separación considerable entre las losas adjuntas. Su función principal es absorber los esfuerzos por alabeos. A diferencia de la junta de expansión o contracción se colocan barras a través de la junta para prevenir separación considerable. En efecto, una junta de este tipo actúa simplemente como una articulación, permitiendo que los elementos en unión puedan sufrir un cierto desplazamiento angular.

D. JUNTAS DE CONSTRUCCION

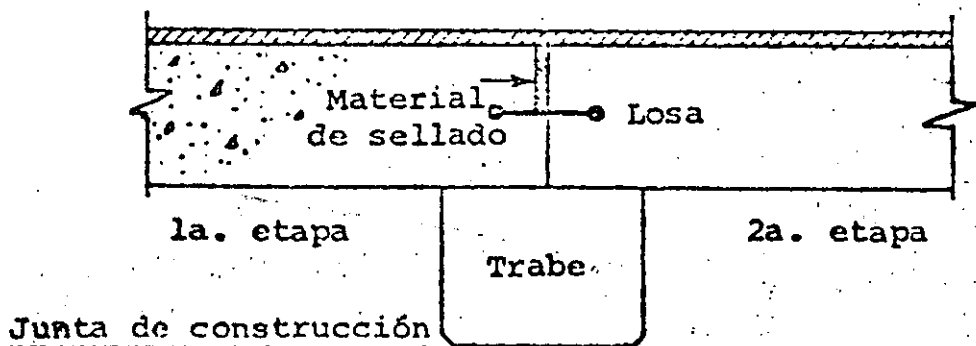
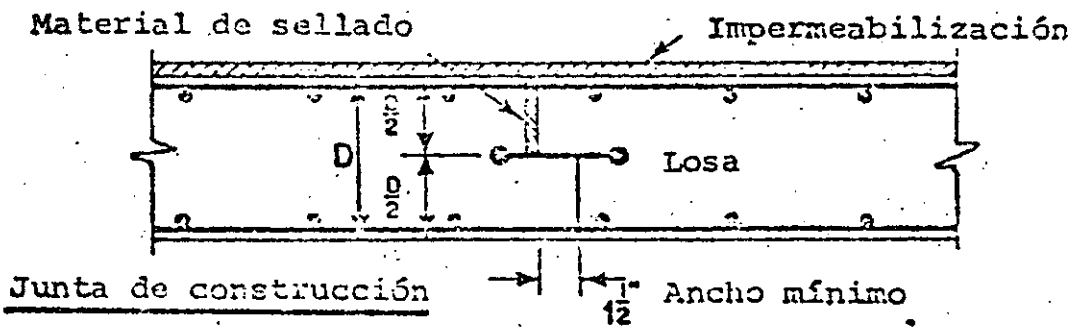
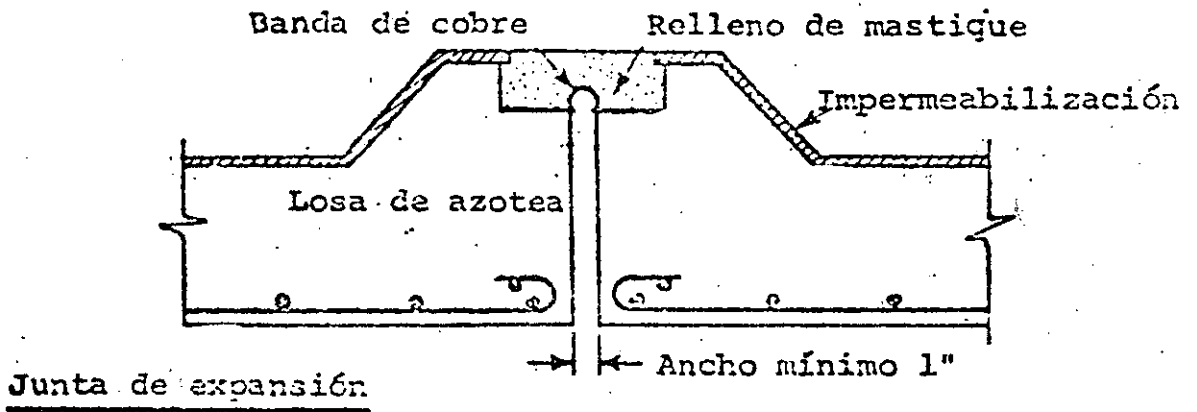
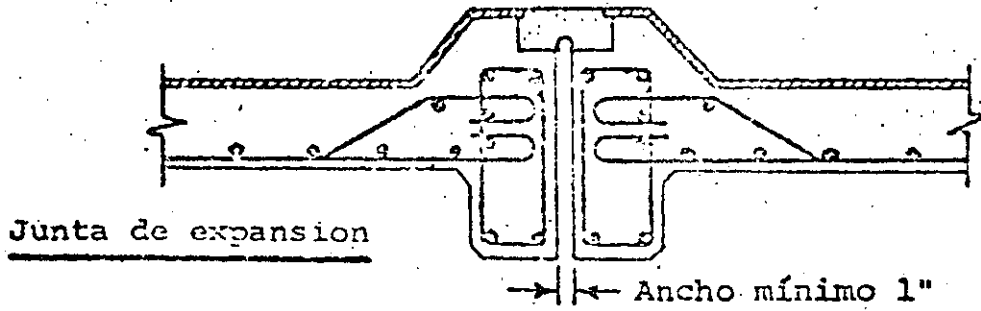
Al terminar una jornada de trabajo, o por alguna otra razón, la colocación del concreto se puede suspender temporalmente; entonces, es necesario construir juntas de este tipo. Se recomienda que la posición de las juntas de construcción, para elementos estructurales, conserven la posición que se indica en el croquis.

Cuando el proyecto lo exija habrá que dejar barras para la transmisión de cargas en losas coladas en un tramo continuo y en la junta de construcción que se deja al suspender el colado.

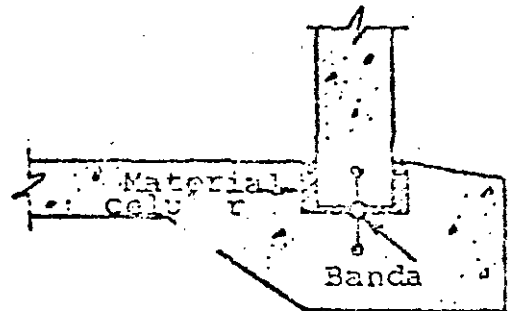
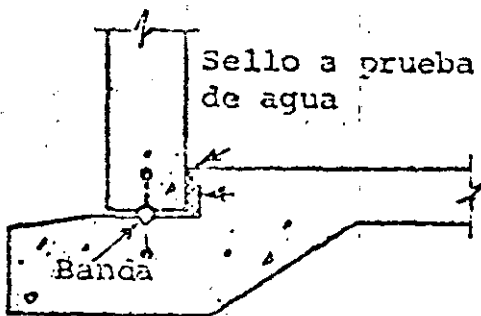
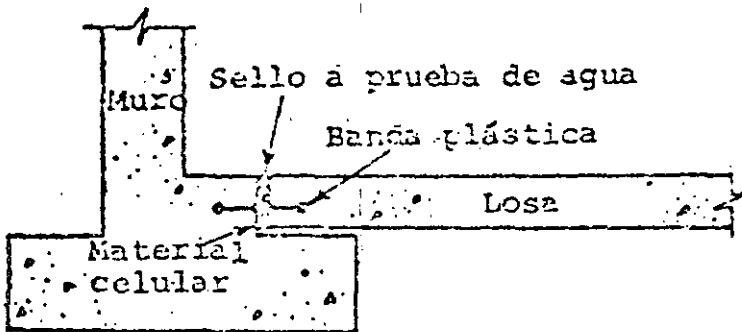
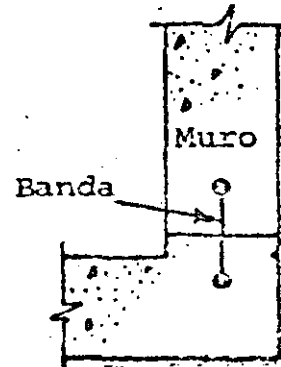
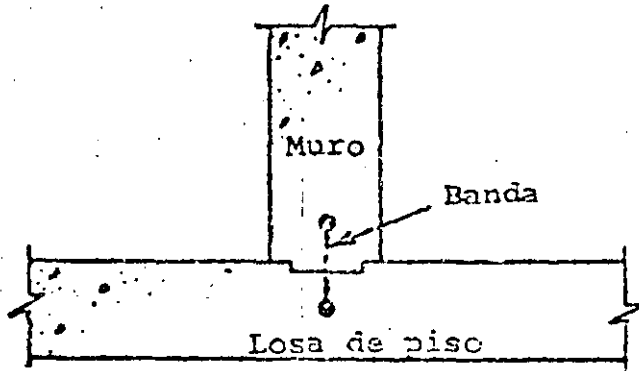
En el caso de colados continuos en losas de pavimentos, es importante que las varillas pasajuntas lisas que se dejan en la zona de la junta, sean colocadas a la mitad del peralte de la losa y repartidas según marque el proyecto, alineadas paralelamente al eje longitudinal y engrasadas para que tengan libertad de movimiento horizontal. Para lograr tener las barras pasajuntas en su posición correcta se construye una estructura de alambón que se clava en la subase y sobre esta se distribuyen las barras pasajuntas amarrándolas ligeramente para permitir el movimiento horizontal sin perder su alineamiento longitudinal.

En las siguientes se anexan ejemplos de diferentes tipos de juntas.

DISTINTAS SOLUCIONES DE JUNTAS EN LOSAS DE AZOTEA

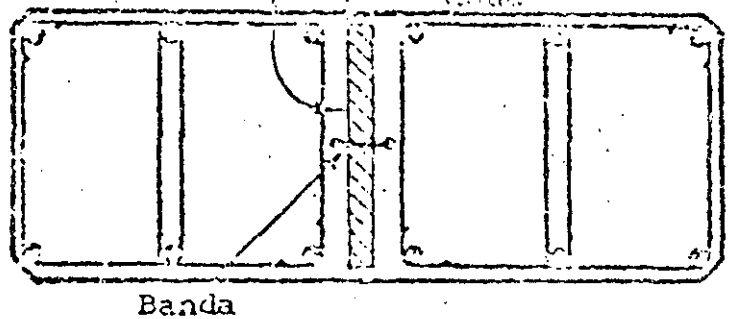


EJEMPLOS DE UTILIZACION DE BANDAS PLASTICAS EN
DISTINTOS TIPOS DE JUNTAS DE CONSTRUCCION

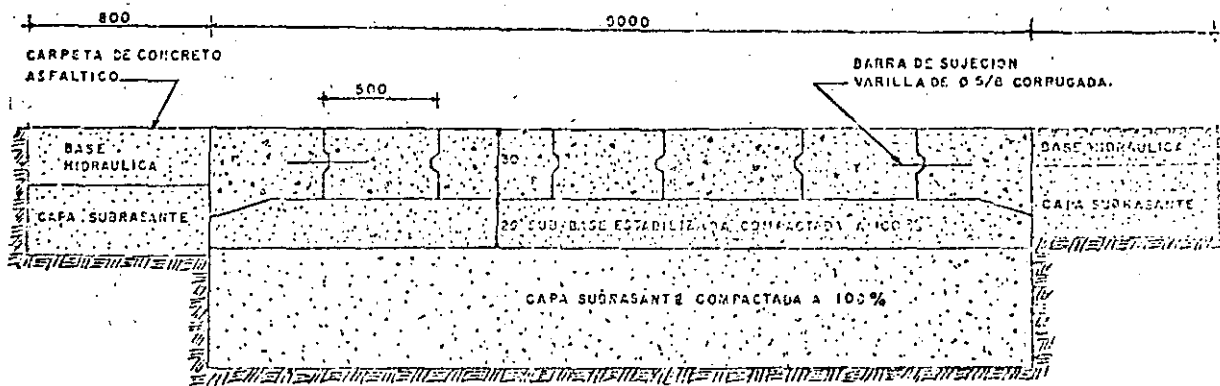


Material celular, Sello a prueba de agua

JUNTA DE CONSTRUCCION
ENTRE DOS COLUMNAS



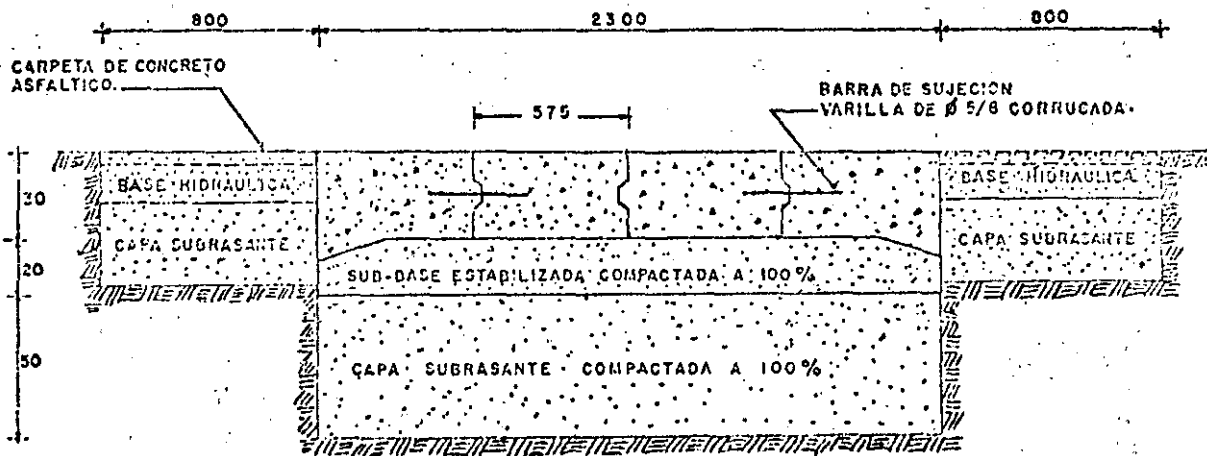
JUNTAS DE CONSTRUCCION PARA AEROPUERTOS



SECCION PLATAFORMA DE OPERACIONES

ACOTACIONES EN CM.

JUNTAS DE CONSTRUCCION PARA AEROPUERTOS



SECCION CALLES DE RODAJE

ACOTACIONES EN CM.

SUPERVISION DURANTE LA COLOCACION

A. ASPECTOS GENERALES

Al desarrollarse el proyecto de una estructura cualquiera, se presentan tres etapas o pasos que pueden definirse como:

a) Planeación

En esta etapa se analizan las diversas alternativas en un nivel muy general, relacionando insumos y productos.

b) Diseño

Es el siguiente paso y en él se detalla la estructura, se dan dimensiones, se fijan calidades de los materiales y acabados y se representa mediante planos y especificaciones.

c) Construcción

En esta etapa se aplican los insumos en forma física a fin de realizar la obra que el diseñador representó en planos y especificaciones.

Es evidente que el papel del contratista está relacionado con la etapa c, siendo muy conveniente que tenga una idea completa de las etapas anteriores que se mencionan, y aún de las etapas posteriores, que son Operación y Mantenimiento de la estructura.

Podría pensarse que lo más económico es que el propietario de la estructura se abocara por sí mismo a la realización de todas las etapas para la consecución de un proyecto, puesto que aparentemente le reportaría economías. Sin embargo, la ejecución de una obra implica, para que sea económica, una concentración de equipo especializado y experiencia previa. Es en la construcción, cuando se realiza el mayor gasto derivado del proyecto; los ahorros que pudieran realizarse en esta etapa son significativos para la bondad económica del mismo.

- Una organización especializada, que cuente con los medios adecuados para la realización de la cons-

truccion, es, por lo tanto, una necesidad, que aunado a un sistema bien diseñado de otorgamiento de obras por concurso, puede dar la respuesta a la necesidad de muchos propietarios que desean construir una gran diversidad de estructuras.

En nuestro medio es prácticamente común que las obras las realicen físicamente los contratistas; pero siempre bajo el estricto control de la parte contratante, quien verificará que lo que marcan los planos y las especificaciones se cumpla.

Queda entonces claro que el contratista, tiene la obligación de contar con un adecuado sistema de control que le permita realizar la obra con la calidad especificada. Dicho sistema de control debe ser planeado, definiéndose en esta etapa, el tipo de muestra y la frecuencia con la que esta debe ser obtenida. Para tal efecto, el contratista deberá contar con un laboratorio con cierto tipo de elementos, que permita realizar las pruebas planeadas. Se necesita también una organización que realice dichas pruebas; y de acuerdo con la complejidad de las mismas, tendrá una definición del tipo de personas requeridas para manejar el laboratorio.

Es frecuente que, independientemente del sistema de control de constructor, exista un sistema de control proveído por el cliente. A este sistema de control es al que se le conoce con el nombre de supervisión, sin embargo, en estas notas al emplear los términos "supervisión" o "supervisor", se entenderá indistintamente y por conveniencia, que se puede tratar de la supervisión proveída por el cliente o bien de todo el sistema de control de calidad que realiza el constructor.

Dicho lo anterior, vale la pena también aclarar, que dentro del aspecto "control durante la colocación del concreto" no solamente se debe vigilar que se realicen las pruebas adecuadas o que se obtengan los especímenes necesarios; sino que también existe una serie de actividades que es necesario llevar a cabo de acuerdo con ciertas normas.

Trataremos de ser más claros haciendo la siguiente lista de lo que el supervisor debe controlar durante la colocación del concreto.

- Trabajabilidad y consistencia.
- Calidad del concreto.
- Forma de colocación en los moldes.
- Compactación del concreto.
- Verificación de la temperatura ambiente.
- Curado del concreto.

B. TRABAJABILIDAD Y CONSISTENCIA

La trabajabilidad es la propiedad de la revoltura de concreto fresco que determina la facilidad con la cual puede manejarse, consolidarse y acabarse. Esto incluye factores tales como la fluidez, moldeabilidad, cohesividad, y compactibilidad. Esta trabajabilidad está afectada por la graduación de los agregados, por la forma de las partículas, por las proporciones de los agregados, por el contenido de cemento, por los aditivos (si se usan) y por la consistencia de la revoltura.

La consistencia es la facultad de la revoltura de concreto fresco para fluir. También nos determina ampliamente la facilidad con la cual el concreto puede ser consolidado.

Puede decirse que aun no existe una medida absoluta para la consistencia y para la trabajabilidad,

sin embargo, la prueba de revenimiento, que es la que se usa con mayor frecuencia en las obras, puede ser muy útil como una indicación de la consistencia y en ciertas mezclas también de la trabajabilidad. Esta prueba de revenimiento, es ampliamente utilizada para determinar la consistencia de las revolturas que se usan en la construcción normal; para revolturas más rígidas se recomienda la prueba Ve Be.

C. CALIDAD DEL CONCRETO

La medida más común por la cual se juzga la calidad del concreto es la resistencia a la compresión.

La función del supervisor en este aspecto, se limita a controlar que de cada determinado volumen de concreto, se elaboren los cilindros de prueba especificados vigilando que estén debidamente identificados. Estos cilindros de prueba pueden elaborarse en la forma tradicional, o bien, en moldes en los cuales se vierte el concreto para después cerrarse herméticamente; bien se trate de la prueba normal a los 28 días o de la prueba acelerada a los 28 1/2 horas, respectivamente.

D. FORMA DE COLOCACION EN LOS MOLDES

Un requisito básico del equipo y métodos de colocación, como de todos los demás equipos y métodos de manejo, es que debe conservar la calidad del concreto en lo que se refiere a la relación agua-cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. La selección del equipo debe basarse en su capacidad para manejar eficientemente el concreto en las condiciones más ventajosas de tal manera que pueda ser fácilmente consolidado en su lugar mediante vibración.

Debe preverse suficiente capacidad de colocación, mezclado y transporte, de manera que el concreto pueda mantenerse plástico y libre de juntas frías mientras se coloca. Debe colocarse en capas horizontales que no excedan de 60 cm. de espesor, evitando capas inclinadas y juntas de construcción.

Para construcción monolítica, cada capa debe colocarse cuando la capa anterior todavía responda a la vibración, y las capas deben ser lo suficientemente poco profundas como para permitir su unión entre sí mediante una vibración adecuada.

Las figuras de las tres páginas siguientes muestran cómo pueden evitarse muchas de las causas comunes de la segregación en la colocación del concreto.

E. COMPACTACION DEL CONCRETO

El proceso de compactación del concreto consiste esencialmente en la eliminación del aire atrapado. Para lograr la compactación existen diversos métodos y técnicas disponibles. La elección depende principalmente de la trabajabilidad de la revoltura, de las condiciones de colado y de la proporción de aire que se desee.

Debe seleccionarse un método de compactación que sea adecuado para la revoltura de concreto y las condiciones de colado. Hay disponible una amplia variedad de métodos manuales y mecánicos.

a) Metodos manuales

Los métodos manuales más antiguos, consistían en apisonar o consolidar la superficie del concreto a fin de desalojar el aire y forzar a las partículas a una configuración más estrecha. De hecho a causa de la acción de la gravedad se obtiene un cierto grado de consolidación cuando se deposita el concreto en la cimbra. Esto es particularmente cierto para mezclas fluidas en las que es necesario muy poca compactación adicional, como por ejemplo un ligero varillado. Sin embargo tiene la desventaja de gran contenido de agua, que como se sabe reduce la resistencia mecánica.

Las revolturas plásticas pueden consolidarse con un varillado (empujando una varilla consolidadora u otra herramienta adecuada en el concreto), o por medio de un apisonado. El pateado es algunas veces empleado para mejorar las superficies en contacto con la cimbra; una herramienta plana en forma de pala es repetidamente melida y sacada en el lugar adyacente a la cimbra. Esto obliga a las partículas gruesas a alejarse de la cimbra y ayudar a las burbujas de aire en su ascenso hacia la superficie superior. Aunque es una operación laboriosa, el resultado vale la pena algunas veces.

El compactado a mano puede utilizarse para consolidar revolturas rígidas. El concreto se coloca en capas delgadas y cada capa es cuidadosamente apisonada y compactada. Este es un método efectivo de consolidación, pero laborioso y costoso.

b) Métodos mecánicos

El método más comúnmente usado hoy en día es el de vibración, la cual se adapta especialmente a las consistencias más rígidas que van asociadas al concreto de alta calidad. La vibración puede ser interna o externa.

Otro método es el de barras apisonadoras operadas mecánicamente y son adecuadas para consolidar revolturas rígidas en algunos productos precolados, incluyendo los bloques de concreto.

Un equipo que aplique altas presiones estáticas en la superficie superior puede utilizarse para consolidar losas delgadas de concreto de consistencia plástica o fluida. Aquí el concreto es prácticamente exprimido en la cimbra, expulsando el aire atrapado y parte del agua de la revoltura.

La fuerza centrífuga es capaz de consolidar desde un concreto de revenimiento moderado a uno alto, en la fabricación de tuberías de concreto, postes, pilotes y otras secciones huecas.

Muchos tipos de vibradores de superficie están disponibles para la construcción de losas incluyendo reglas vibratorias, rodillos vibratorios, apisonadores vibratorios de placa o enrejado y herramientas vibratorias para acabado.

Las mesas de impacto (utilizadas en el proceso Schokkbeton), algunas veces llamadas mesas de golpeteo, son adecuadas para consolidar concreto de bajo revenimiento. El concreto se deposita en capas delgadas en moldes resistentes. Tan pronto como se llena el molde, se levanta alternativamente una corta distancia y se deja caer en una base sólida. Siendo que el molde y el concreto son repentinamente detenidos en caída libre, el impacto origina que el concreto se "compacte" en una masa densa. Las frecuencias varían en el rango de 150 a 250 golpes por minuto, y la caída libre es de 0.3 a 1.3 cm (1/8" a 1/2").

El proceso de vacío es un método que mejora la calidad del concreto cerca de su superficie y consiste en quitar parte del agua de la revoltura después que el concreto ha sido colado; sin embargo, esto implica algunas re-consolidación. Su principal aplicación está en la construcción de losas. En este caso, se aplican unas lonas a la superficie, después que se ha terminado la consolidación normal, y se conectan a las bombas de vacío. La succión ejercida por las bombas y la presión atmosférica del aire (una fuerza de consolidación), actúan simultáneamente en las lonas removiendo el agua y el aire atrapado en la región cercana a la superficie, cerrando los espacios ocupados previamente por el agua.

c) Combinación de métodos

Bajo ciertas condiciones, el combinar dos o más métodos de consolidación puede dar muy buenos resultados. Por ejemplo, la vibración interna y externa puede a menudo combinarse ventajosa-

mente en los precolados y en algunas ocasiones en concreto colado en el lugar. En algunos casos se pueden utilizar vibradores de cimbra para consolidación rutinaria y vibradores internos en puntos críticos, como pueden ser ciertas secciones altamente reforzadas en donde se tienden a crear vacíos y una mala adherencia entre el concreto y refuerzo. Inversamente en secciones donde la consolidación principal se hace con vibradores internos, la vibración de la cimbra puede aplicarse también para alcanzar la apariencia deseada en la superficie.

La vibración puede aplicarse simultáneamente a la cimbra y a la superficie expuesta. Este procedimiento se usa frecuentemente en la fabricación de unidades que utilizan mesas vibratorias. Mientras que el molde es vibrado, una placa o rejilla vibratoria aplicada a la superficie expuesta ejerce un impulso vibratorio y una presión adicionales.

La vibración del molde es algunas veces combinada con presión estática aplicada a la superficie expuesta. Esta "vibración bajo presión" es particularmente útil en muchas máquinas para fabricar bloques de concreto, donde las revolturas muy rígidas no responden favorablemente a la vibración sola.

Centrifugado (girado), vibración y rolado se combinan frecuentemente en la producción de tuberías de concreto de alta calidad y otras secciones huecas.

d) Vibrado

La vibración consiste en someter al concreto fresco a rápidos impulsos vibratorios los cuales reducen drásticamente la fricción interna entre las partículas de agregado. Mientras se encuentra en estas condiciones, el concreto se asienta por acción de la gravedad (algunas veces auxiliado por otras fuerzas). Cuando se detiene la vibración, la fricción se restablece.

Vibradores como el que se muestra en la figura de la página siguiente, son muy usados para compactar el concreto.

Los vibradores internos, llamados a menudo vibradores de corto alcance o hurgadores, tienen una cabeza o caja vibradora. La cabeza se sumerge y actúa directamente contra el concreto. En la mayoría de los casos para evitar el sobre-calentamiento los vibradores internos dependen del efecto de enfriamiento del concreto que los rodea.

Todos los vibradores internos actualmente en uso son del tipo rotatorio. Los impulsos vibratorios emanan en ángulo recto de la cabeza del vibrador.

Un vibrador para concreto tiene un rápido movimiento oscilatorio el cual se trasmite al concreto fresco. El movimiento oscilatorio está descrito básicamente en términos de frecuencia (número de oscilaciones o ciclos por unidad de tiempo), y amplitud (desviación del punto de reposo).

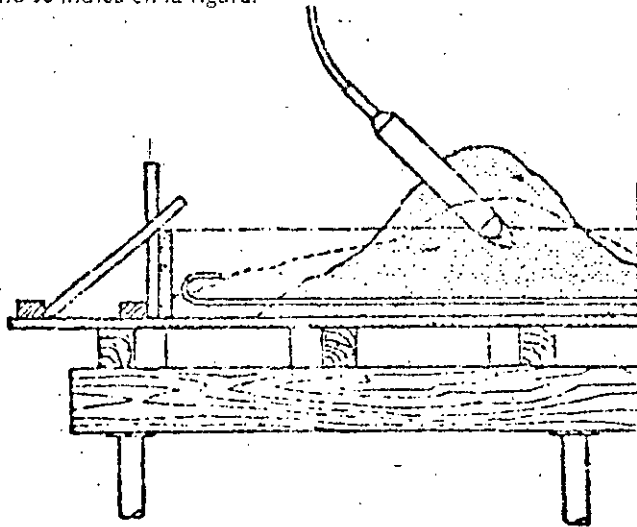
Los vibradores rotatorios siguen una trayectoria orbital que generalmente se alcanza al rotar un peso desbalanceado o excéntrico dentro de la caja del vibrador.

Generalmente el diámetro de los cabezales de un vibrador de 3 a 10 cm. y el radio de acción de 30 a 60 cm.

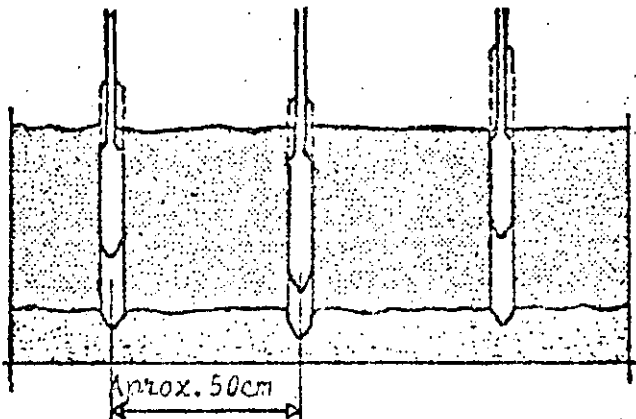
Resumiendo, podemos decir que para lograr buenos resultados en la vibración, es importante observar los siguientes aspectos.

- 1o. Debe tenerse cuidado para que al actuar un vibrador sobre el refuerzo no se provoque desplazamiento de este.
- 2o. Se recomienda no vibrar un concreto con demasiado contenido de agua porque se segrega fácilmente favoreciendo la formación de bolsas de grava.

30. Debe sumergirse el vibrador lentamente hasta que el agua y el aire aparezcan en la superficie. Una sobrevibración en el mismo sitio de inmersión en determinadas revolturas puede producir segregación.
40. Si al retirar el vibrador no se cierra el orificio inmediatamente, esto puede ser indicio de que se necesita más agua de mezclado.
50. Se recomienda no introducir el vibrador al azar sino de manera sistemática y de tal forma que la zona de acción de cada posición recubra parcialmente la de las inmersiones anteriores. No se debe permitir que el concreto sea extendido con una introducción muy pronunciada del vibrador, tal como se indica en la figura.



60. En losas nervadas hay que seleccionar un cabezal con un diámetro que permita su penetración en las nervaduras.
70. Cuando se está colando concreto masivo, se recomienda que las descargas formen capas de aproximadamente 50 cm. de espesor, profundidad a la que debe penetrar el cabezal más una pequeña parte adicional dentro de la capa inferior, tal como se indica en la figura.



Por último, diremos únicamente que una de las funciones del supervisor es también la de verificar el buen funcionamiento del equipo, comprobando que la frecuencia sea la especificada por el fabricante.

e) Revibrado

Es normal que el vibrado se haga inmediatamente después de la colocación del concreto, de modo que la compactación se complete antes de que el concreto se haya endurecido.

El revibrado es el proceso de volver a vibrar el concreto que ha sido vibrado anteriormente. Por ejemplo, para asegurar la buena unión entre capas, la parte superior de la capa inferior debe ser revibrada; siempre y cuando la capa inferior se encuentre aun en estado plástico; es así como pueden eliminarse grietas de asentamiento y efectos internos de sangrado.

De esta exitosa aplicación del revibrado surge la idea del uso general del revibrado. En base a resultados experimentales, se ve que el concreto puede revibrarse exitosamente después de 4 horas del tiempo de mezclado. Si se revibra 1 ó 2 horas después de la colocación, puede incrementarse la resistencia a la compresión a los 28 días. La comparación se basa en el mismo período total de vibración, aplicado inmediatamente después de la colocación o parcialmente en ese momento y parcialmente después de un tiempo especificado. Se han observado incrementos en resistencia de aproximadamente el 140/o; pero los valores reales pueden depender de la trabajabilidad de la mezcla y los detalles de procedimiento. En general, el mejoramiento en la resistencia es más pronunciado en edades tempranas, y es mayor en concretos propensos a sangrado fuerte ya que el agua atrapada se expelle con la vibración. Por la misma razón, el revibrado mejora grandemente la unión entre el concreto y el refuerzo. Probablemente también, en parte, el aumento en resistencia se deba al relajamiento de los esfuerzos de contracción plástica alrededor de las partículas del agregado.

A pesar de todas las ventajas ya expuestas, el revibrado en nuestro medio es poco usual, debiéndose esto a que implica un paso adicional en el proceso de colado y, consecuentemente, un incremento en el costo. Además, se debe tener un cuidado especial en no aplicar el revibrado demasiado tarde ya que puede dañar el concreto.

F. VERIFICACION DE LA TEMPERATURA AMBIENTE.

Las temperaturas tienen un efecto muy importante en la velocidad de endurecimiento del concreto. Cuando la colocación del concreto se realiza en climas extremos, esta se debe planear con todo cuidado para poder contrarrestar los efectos negativos que sobre el concreto, sobre todo a edades tempranas, se puedan tener.

a) Colocación en clima frío

En nuestro país es muy raro encontrar climas extremadamente fríos, si acaso, en determinadas épocas del año en el norte y eso no comparables con los extremos de los Estados Unidos.

Por la razón antes indicada, únicamente mencionaremos la siguiente recomendación: en climas fríos cuya temperatura promedio es superior a los 4.5°C (diario), solo se necesita proteger al concreto del congelamiento las primeras 24 horas, debiéndose procurar, por indeseable, no realizar colados con temperaturas abajo de los 4.5°C. Para casi todas las clases de construcción, la temperatura óptima para colocar el concreto es alrededor de los 16.5°C. Para quienes estén interesados en profundizar sobre este tema, se recomienda consultar la "Práctica Recomendada para la Colocación del Concreto en Clima Frío" (ACI 306-66).

b) Colocación de concreto en clima cálido

Los climas calurosos sí son frecuentes en la República Mexicana, siendo por ello que sobre el estudio de este aspecto, se ha profundizado más.

Hay algunos problemas especiales en la colocación del concreto en clima cálido, causados tanto por la alta temperatura del concreto como por la mayor evaporación en la mezcla fresca. Estos problemas son relativos al mezclado, la colocación y el colado del concreto.

Una mayor temperatura en el concreto fresco produce una hidratación más rápida, conduciendo, consecuentemente, a un fraguado acelerado y una resistencia más baja del concreto endurecido.

Una evaporación rápida puede causar contracción plástica y agrietamiento superficial y el enfriado posterior del concreto endurecido introduce esfuerzos de tensión.

Otras complicaciones adicionales son las siguientes: la inclusión de aire es más difícil, y cuando puede medirse con grandes cantidades de un agente inclusor el agua de curado tiende a evaporarse rápidamente.

Hay varias medidas correctivas que pueden tomarse. En primer lugar, el contenido de cemento debe mantenerse tan bajo como sea posible, a fin de que el calor de la hidratación no agrave indebidamente los efectos de la alta temperatura ambiente. La temperatura del concreto fresco puede bajarse al enfriar previamente uno o varios de los ingredientes de la mezcla. Por ejemplo, puede usarse hielo en vez de una parte del agua de la mezcla, pero es esencial que el hielo se haya derretido completamente antes de que el mezclado se complete. Es más difícil enfriar el agregado y, debido al bajo calor específico de la piedra, resulta menos efectivo. Todos los materiales que se usen deben protegerse de los rayos solares. También puede colarse de noche, y en algunas ocasiones se recomienda no usar cemento de resistencia rápida.

La temperatura del concreto entregado en la obra, debe ser tan baja como sea posible; se especifica con frecuencia un límite superior de 29°C.

Todas las superficies de contacto se deben humedecer antes que el concreto sea colocado, compactado, terminado y curado.

Para reducir la evaporación, el concreto deberá ser protegido del aire a elevadas temperaturas y del secado por viento, mediante un curado apropiado.

Se debe dar el acabado correspondiente lo más rápidamente posible, y cuando el concreto está listo para el acabado final, se descubre solamente la pequeña sección que queda inmediatamente adelante de los operarios que hacen el terminado y se cubre de inmediato una vez realizado, procurando que la cubierta se encuentre húmeda.

G. CURADO

A fin de obtener un buen curado, la colocación de la mezcla, apropiada, debe ir seguida de un curado en un ambiente adecuado durante las etapas tempranas de endurecimiento.

El nombre de curado se le dá al proceso para promover la hidratación del cemento, y consiste en controlar la temperatura y los movimientos de humedad hacia adentro y afuera del concreto.

La necesidad de curado procede de que la hidratación del cemento solamente puede tener lugar en capilares llenos de agua. Por esta razón debe prevenirse la pérdida de agua capilar por evaporación. Mas aún, el agua que se pierde internamente por desecación propia debe ser reemplazada por agua del exterior, o sea, que debe hacerse posible el ingreso de agua en el concreto.

En lo que sigue haremos tan solo una lista de los diferentes medios de curado, ya que los procedimientos reales que se usan varían ampliamente y dependen de las condiciones de la obra y del tamaño, la forma y la posición del elemento por curar.

Puede decirse que existen dos procedimientos básicos para mantener la humedad del concreto, a saber:

- a) Evitar la evaporación aplicando un material impermeable sobre la superficie.

b) Reponer el agua evaporada mediante aplicación adicional.

Para el curado de superficies horizontales se puede recurrir a los siguientes medios:

- 1o. Mantener en las mismas condiciones el material o producto empleado en el curado inicial durante el tiempo especificado para el curado final. Se entiende por curado inicial al que se realiza inmediatamente después del acabado, recubriendo la superficie con un material que impida la evaporación, de preferencia una tela o papel absorbente que se mantenga saturado de un día para otro o un compuesto líquido que forme una membrana impermeable.
- 2o. Aplicar una capa de 5 cm. de arena o tierra, manteniéndola saturada.
- 3o. Aplicar una capa de 7.5 cm. de heno, pasta o paja, manteniéndola saturada.
- 4o. Colocar láminas impermeables de plástico o papel de color claro.
- 5o. Recubrir con un compuesto líquido de calidad aprobada que forme una membrana impermeable. Si la superficie está expuesta al sol, el compuesto debe ser de color blanco.

Algunas especificaciones recomiendan que para concretos fabricados con cemento tipo I, II y V se mantenga la humedad por lo menos 7 días; mientras que para los concretos elaborados con cemento tipo IV o una combinación de cemento y puzolanas, se mantenga por lo menos 14 días.

BIBLIOGRAFIA

- | | |
|---|---|
| <p>1. ADMINISTRACION DE EMPRESAS</p> <p>Depto. de Ingeniería Civil, Topografía y Geodésica
Sección de Construcción
Facultad de Ingeniería, UNAM</p> | <p>4. SUPERVISION DE OBRAS DE CONCRETO</p> <p>Arq. Jorge García Bernardini
Instituto Mexicano del Cemento
y del Concreto, A.C. 1976</p> |
| <p>2. INTRODUCCION AL PROCESO CONSTRUCTIVO</p> <p>Depto. de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica
Sección de Construcción
Facultad de Ingeniería, UNAM
1977</p> | <p>5. ADVANCED BUILDING
CONSTRUCTIONS SYSTEMS</p> <p>Slip Form Construction of Building
Charles J. Pan Kow</p> |
| <p>3. TECNOLOGIA DEL CONCRETO</p> <p>Tomo I
A.M. Neville
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.
1977</p> | <p>6. PRACTICA RECOMENDADA PARA
LA MEDICION, MEZCLADO,
TRANSPORTE Y
COLOCACION DEL CONCRETO</p> <p>Instituto Mexicano del Cemento
y del Concreto, A.C. 1974</p> |

**ANALISIS DE PRECIO UNITARIO PARA CONCRETO REFORZADO EN LOSA DE 15 CM.
DE ESPESOR, CON UNA F'C = 240 KG/CM² Y ACERO DE ALTA RESISTENCIA
F_s = 2000 KG/CM₂, POR METRO CUBICO DE CONCRETO.**

DATOS BASICOS:

El concreto se fabricará a pie de obra utilizando una revolvedora 65. La obra se ejecutará en el Distrito Federal, sin condiciones severas de temperatura.

Se aceptará únicamente un 20% de valores de resistencia abajo de la de proyecto.

El espesor de la losa es de 15 cm. y sus dimensiones son de 8 x 6 m.

Se utilizarán 7.5 Kg. de acero por metro cuadrado de losa.

La distancia libre entre varillas es de 5.3 Cm.

El colado se hará en un segundo nivel a 5 M. de altura sobre el piso de la calle.— La altura de la cimbra será de 2.50 M.

Las condiciones de mezclado y colocación del concreto, consistirán en el pesado de todos los materiales control de la granulometría y del agua, tomando en cuenta la humedad de los agregados en el peso de la grava y en la arena y en la cantidad de agua. La supervisión será continua.

De las pruebas de laboratorio se encontraron los siguientes valores en los materiales que intervienen:

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO	PESO VOL. COMPACTO	HUMEDAD TOTAL%	ABSORCION %	MF.
Cemento.	3.13	1540			
Grava	2.38	1590	2.5	1.5	
Arena	2.45	1600	3.5	2.0	2.6

El cemento usado será tipo III (R. R.)

El análisis lo vamos a hacer considerando los recursos que intervienen en cada uno de estos tres aspectos:

a).— Concreto (Proporcionamiento, costo de materiales, costo de mano de obra y equipo de mezclado y colocación, vibrado y herramientas).

b).— Acero (costo material, obra de mano en habilitado y armado, herramienta).

c).— Cimbra (Costo materiales, obra de mano y herramienta).

a).— CONCRETO.

a-1).— Proporcionamiento

Volumen de concreto por colar:

$8 \times 6 \times 0.15 = 7.2 \text{ M}^3$, que es el concreto por colar. Sabiendo que las dimensiones de la losa son de $8 \times 6 \text{ M}$. y el espesor es de 0.15 M .

Se tomarán 2 muestras de concreto. De la tabla 3.3 y de acuerdo con la condiciones indicadas:

$$V = 7 \text{ a } 8\% \quad \text{Consideremos } 8\%$$

De la tabla 4, para 2 muestras y probabilidad de 2 en 10

$$T = 1.376$$

$$f_{cr} = \frac{f_c}{1 - tV} = \frac{240}{1 - (1.376 \times 0.08)}$$

$$f_{cr} = \frac{240}{1 - 0.11} = \frac{240}{0.89} = 269.66$$

Consideramos $f_{cr} = 270 \text{ Kg/Cm}^2$.

PASO I.— Determinación del revenimiento

De la tabla 1: De 2 a 8 Cm.

PASO II.— Determinación del tamaño máximo del agregado.

Por especificación $0.75 d = 0.75 \times 5.3 = 3.975 \text{ Cm}$.

Consideramos; 40 mm.

(I) REVENIMIENTO Y TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO.— Las tablas 1 y 2 presentan limitaciones recomendadas para el revenimiento y el tamaño máximo del agregado. Como se ha dicho, deben usarse mezclas con la consistencia más seca que pueda colocarse eficientemente. Siempre deben evitarse las mezclas aguadas; son difíciles de colocar sin segregación y casi siempre producen concreto débil y falto de durabilidad.

Dentro de los límites de la economía, debe usarse el máximo del tamaño de agregado permisible, ya que el uso del mayor tamaño de agregado permite una reducción en las cantidades de agua y de cemento. Sin embargo, el tamaño máximo no debe ser mayor que la quinta parte de la dimensión más estrecha entre los lados de la cimbra ni mayor que las tres cuartas partes del espaciamiento mínimo entre las barras de refuerzo. Pueden usarse tamaños menores por razones económicos o cuando no se disponga de otros mayores.

PASO III.— Cantidad de agua de la mezcla.

Se usará concreto sin inductor de aire

De la tabla 2; $A = 175 \text{ Kg}$.

$A = \text{Cantidad de agua en Kg}$.

Contenido de aire 1%

(2) ESTIMACION DE LA CANTIDAD TOTAL DE AGUA.— La cantidad de agua requerida por unidad de volumen de concreto para producir una mezcla de la consistencia deseada depende del tamaño máximo, la forma de la partícula y la granulometría de los agregados, y de la cantidad de aire incluido. Es relativamente independiente de la cantidad de cemento. Pueden encontrarse indicaciones sobre las granulometrías aceptables en las recomendaciones de organizaciones tales como: American Society for Testing and Materials (ASTM), American Association of State Highway Officials, Federal, Specifications Board, y en los requisitos de organismos locales tales como departamento de carreteras estatales, municipales y ciudadanos.

PASO IV.— Relación agua - cemento vs resistencia.

De la tabla 3 (a)

Para 250 Kg/Cm^2

+0.62

Para 300 " "

-0.55

0.07 Para 50 Kg .

$$\text{Para } 10 \text{ Kg/Cm}^2 \quad = \frac{0.07}{5} = 0.014$$

$$\text{Para } 250 \text{ Kg/Cm}^2 \quad = 0.620$$

$$\text{Pero como } 20 \text{ Kg/Cm}^2 = 0.014 \times 2 = \frac{0.028}{}$$

$$\text{Para } 270 \text{ Kg/Cm}^2 \quad = 0.592$$

$$\frac{A}{C} = 0.592$$

A = Cantidad de agua en Kg.

C = Cemento en Kg.

(3) SELECCION DE LA RELACION AGUA-CEMENTO.— Los requisitos de calidad del concreto, pueden establecerse en términos de durabilidad y resistencia mínimas, o, frecuentemente, de un mínimo de consumo de cemento. Puesto que la durabilidad del concreto depende de muchas variables que incluyen el mezclado, colocación, curado, calidad de los ingredientes, etc., debe seleccionarse el proporcionamiento que permita obtener una pasta del cemento de calidad adecuada para resistir las condiciones de exposición previstas. Entonces, el control adecuado de los otros factores asegura un concreto durable.

Como se mencionó antes, la inclusión de aire es de gran ayuda para lograr un concreto durable y debe usarse siempre que se esperen condiciones severas de exposición al medio ambiente. Cuando el concreto vaya a quedar expuesto a la acción de los sulfatos, se debe usar cemento resistente a los sulfatos (preferiblemente tipo V o, en su defecto, tipo II).

PASO V.— Consumo de cemento.

$$A = 175 \text{ L.} = 175 \text{ Kg. de agua}$$

$$\frac{A}{C} = 0.592$$

$$C = \frac{175}{0.592} = 295.6 \text{ Kg/M}^3$$

Consideramos 296 Kg/M³

PASO VI.— Cantidad de grava.

De la tabla 4: Volúmen unitario = 0.73

Sabiendo que el módulo de finura de la arena es de 2.60 y su peso volumétrico es de 1.590 Kg/M³

Por lo tanto:

$$0.73 \times 1.590 = 1,160.7 \text{ Kg/M}^3 = 1,161 \text{ Kg/M}^3$$

PASO VII.— Determinación del peso de la arena.

$$\text{Agua -- Vol.} = \frac{175}{1000} = 0.175 \text{ m}^3 \text{ volúmen abs.}$$

$$\text{Cemento} = \text{Vol.} = \frac{296}{3.13 \times 1000} = 0.095 \text{ M}^3 \text{ volúmen abs.}$$

(3.13 = Peso específico del cemento)

$$\text{Grava -- Vol.} = \frac{1161}{2.38 \times 1000} = 0.488 \text{ M}^3 \text{ volúmen abs.}$$

(2.38 = P.E. de la grava)

$$\text{Aire atrapado} = 1\% \quad \frac{0.010 \text{ M}^3 \text{ volúmen abs.}}{\text{SUMA} \quad 0.768 \text{ M}^3}$$

$$\text{Vol. abs. de arena} = 1.000 - 0.768 = 0.232 \text{ M}^3$$

$$\text{Peso requerido de arena seca} = \text{Vol. abs. de arena} \times \text{P.E. arena} \times 1000$$

$$\text{Peso requerido de arena seca} = 0.232 \text{ M}^3 \times 2.45 \times 1000 = 568.4 \text{ Kg}$$

Consideramos 568 Kg.

PROPORCIONAMIENTO	VOL. ABSOLUTO	PESO
Agua.	0.175	175 Kg
Cemento	0.095	296 Kg
Grava (seca)	0.488	1161 Kg
Arena (seca)	0.232	568 Kg
Aire atrapado.	0.010	---
SUMA =	1.000	2,200 Kg.

PASO VIII.— Correcciones por humedad y absorción:

Por humedad:

$$\text{Grava (Húmeda)} = 1161 \times 1.025 = 1190.025 = 1190 \text{ Kg}$$

$$\text{Arena (húmeda)} = 568 \times 1.035 = 587.88 = 587.9 \text{ Kg}$$

Agua superficial contiene agregado grueso: $2.5 - 1.5 = 1\%$

Agua superficial contiene agregado fino: $3.5 - 2.0 = 1.5\%$

NOTA: De la tabla de la primera hoja:

2.5% = humedad total de la grava

3.5% = humedad total de la arena

1.5% = absorción de la grava

2.0% = absorción de la arena.

Agua necesaria:

$$1161 \text{ Kg} = \text{Peso de la grava seca}$$

$$568 \text{ Kg} = \text{Peso de la arena seca}$$

$$175 \text{ L.} = \text{Cantidad de agua sin corrección.}$$

$$\text{Agua necesaria} = 175 - (0.01 \times 1161 + 0.015 \times 568)$$

$$= 175 - (11.61 + 8.52)$$

$$= 175 - (20.13) = 154.67 \text{ L.}$$

Consideramos 155 Lt.

Proporcionamiento final: (en peso)

$$\text{Agua} = 155 \text{ Kg}$$

$$\text{Cemento} = 296 \text{ Kg}$$

$$\text{Grava} = 1190 \text{ Kg}$$

$$\text{Arena} = 587.9 \text{ Kg}$$

$$\hline 2228.9 \text{ Kg}$$

a--2) COSTO MATERIALES QUE INTERVIENEN EN EL CONCRETO

Cemento Tipo III (R.R.)

Ver análisis pag. 16 Factores de Consistencia

Costo = \$ 680.00 /Ton.

Grava y Arena:

Costo de material

--Incluyendo flete en el D.F.	₡ 140.00/m ³
Desperdicio 6%	₡ 8.40/m ³
	<hr/>
	₡ 148.40/m ³

Suponemos que en este caso no nos cuesta el agua.

Costo cemento por m³ concreto:
₡ 680.00 /Ton x 0.296 Ton. /m³ = ₡201.28

Costo grava por m³ concreto:
(₡ 148.90/m³ ÷ 1.59 Ton/m³) x 1190.0 kg. =
= ₡ 93.33 Ton x 1.190 Ton = ₡ 111.06

Costo arena por m³ concreto:
(₡ 148.40/m³ ÷ 1.6 Ton./m³) x 587.9 kg. =
= ₡ 92.75 Ton x 0.5879 Ton. = ₡ 54.52

Costo materiales por m³ de concreto = ₡ 366.86/m³

a-3) COSTO DEL EQUIPO DE MEZCLADO

Revolvedora 6S

Analizamos su costo horario y nos dá: ₡ 63.75/hora
incluyendo operador.

La producción horaria de esta mezcladora es:

Capacidad: 6 x (0.305)³ = 0.170 m³

$$R = \frac{V \times 60}{t} \times \text{ef}$$

Consideramos un factor de eficiencia de 0.75 y un tiempo de mezclado de 2 minutos.

$$R = \frac{0.170 \text{ m}^3 \times 60 \times 0.75}{2} = 3.83 \text{ m}^3/\text{hora.}$$

El volumen de la losa se colaría en un poco más de una hora, así que necesitamos una sola revolvedora.

$$\frac{7.2}{3.83} = 1.88 \text{ hora} = 1 \text{ hora } 53 \text{ minutos}$$

Costo equipo revoltura: ₡63.75 /hora ÷ 3.83 m³/hora = ₡14.03/m³

a-4) MANO DE OBRA EN FABRICACION, MEZCLADO Y COLOCACION DE CONCRETO

Considerando transporte del concreto con malacate y canaletas por estar en un segundo piso, el personal necesario es:

Peones: 3.83 m³ / hora x 2.30 = 8.8 personas

Cabos: 3.83 m³ / hora x 0.22 = 0.8 personas

Operador de

Malacate : 3.83 m³ / hora x 0.22 = 0.8 personas

10.4 personas

Consideramos 11 personas:

9 peones, 1 cabo y un operador de malacate.

Los distribuimos en la forma siguiente:

Peón acarreado agua y cemento a la rev. = 2

Peones acarreado grava y arena = 3

Peones cargando botes abajo = 2

Peones distribuyendo y nivelando el concreto = 2

Para el D.F. consideramos peones a ₡ 106.40 } (977)

Cabo y operador malacate a ₡ 118.10 }

Total por día trabajado: (factor: 1.53 para salario mínimo y 1.48 para salarios mayores que el mínimo)

Peón: \$162.79

Cabo y Op: \$174.79

Costo mano de obra:

9 peones x \$162.79 = \$1,465.11

2 (cabo y op) x \$174.79 = \$349.58

\$1,814.69/Turno

Considerando un rendimiento del personal del 75% en turno de 8 horas.

$8 \times 0.75 = 6$ horas efectivas. por turno.

Mezclado y colocación por m^3

$$\frac{\$1,814.69/\text{Turno}}{6 \text{ horas} / \text{Turno} \times 3.83 \text{ m}^3/\text{hora}} = \$78.97/\text{m}^3$$

Costo mano de obra mezclado y colocación concreto: \$78.91/ m^3

a-5)

HERRAMIENTA

Consideramos un 10% de la obra de mano (varía de 5 a 20%).

$78.97 \times 0.10 = \$7.90/\text{m}^3$

Costo herramienta = \$7.90/ m^3

a-6)

VIBRADO DE CONCRETO

Costo horario del vibrador incluyendo operación = \$36.15/hora.

Rendimiento igual al del colado.

Costo Vibrado. = $\frac{\$36.15/\text{hora}}{3.83 \text{ m}^3/\text{hora}} = \$9.43/\text{m}^3$

a-7)

CURADO DEL CONCRETO

Costo curacreto: \$10.00/litro

Rendimiento por litro incluyendo desperdicios = $5.00 \text{ m}^2/1$.

(varía entre 4 y 6 m^2).

Para 15 cm. de espesor:

$5.00 \text{ m}^2 \times 0.15 \text{ m} = 0.75$

Costo curado por $m^3 = \$10.00/1 \div 0.75 \text{ m}^3/1$.

= \$13.33/ m^3

Costo del curado = \$13.33/ m^3

RESUMEN DEL COSTO DE CONCRETO

a-2 Materiales	\$ 366.86/ M^3
a-3 Equipo	\$ 14.03 "
1-4 Mano de obra	\$ 78.97 "
a-5 Herramienta	\$ 7.90 "
a-6 Vibrado	\$ 9.43 "
a-7 Curado	\$ 13.33 "

a) COSTO CONCRETO HECHO EN OBRA: \$ 490.52/ M^3

b) ACERO

b-1) Material

Del ejemplo No. 1 (Factores de consistencia), actualizado a Enero 1977.

Costo material puesto en obra por ton. = \$7.180.00/Ton.

Cantidad de acero necesario por M² de losa = 7.50 Kg

Material por M² de losa = 7.50 Kg/M² x \$ 7.18/Kg. = \$53.85/M²

b-2) Obra de mano (corte, habilitado y colocación)

Costo obra de mano por tonelada = \$1,754.92/ton. acero

Ejemplo No. 7

Obra de mano por M² de losa = \$1.75/Kg. x 7.50 Kg/M² = \$13.12/M²

b-3) Herramienta

Se representa como un porcentaje de la obra de mano; varía entre 5% y 10%; usaremos 8%

Herramienta por m² losa = 0.08 x 13.12 = \$ 1.05/m²

RESUMEN ACERO POR M2 DE LOSA

b-1) Material	\$ 53.85
b-2) Obra de Mano	\$ 13.12
b-3) Herramienta	\$ 1.05
SUMA	\$ 68.02/M²

Para 15 cm. de espesor: \$ 68.02/0.15 = \$ 453.47/M³.

COSTO ACERO = \$ 453.47/M³ DE CONCRETO

c) CIMBRA

c-1 Materiales

Daremos cantidades aproximadas de madera, clavo y aceite o diesel, necesarios por M² de losa, sin incluir trabes.

Madera (Núm. de pies tablón necesario). Por metro cuadrado de losa.

Duela 1 " Tablero, superficie contacto = 3.28' x 3.28' x 1" = 10.76 P. T.

Polín 3 " x 4 " Largueros (madrinas a cada 80 cm) =

3" x 4" x 3.28' x 1.25/12 = 4.10 "

Polín 4" x 4" Pies derechos a cada 1.25 mts.

4" x 4" x 8-1/4' x 1.00 = 11.00 "

Contraventeo pies derechos: 10%

0.10 x 11.00 P. T. = 1.10 "

Calzas, uniones, etc. estimado: = 1.00 "

SUMA = 27.96 P. T.

Desperdicios 10% = 0.10 x 27.96 P. T. = 2.80

Suma por M² inc. desperdicios = 30.76 P. T.

No. de usos = 6 usos (varía entre 4 y 10 usos)

No. de pies tablón por uso = 30.76/6 = 5.13 P. T./uso

Costo P. T. en el D. F. = \$ 9.50 (enero 1977)

Madera por M² de losa = 5.13 X \$ 9.50 \$ 48.73

(NOTA: En este ejemplo, consideramos que la madera y demás materiales empleados en las rampas, andamios y pasarelas, se involucra en los costos indirectos, así como la obra de mano para fabricarlos).

Clavo:Cantidad clavo necesaria/M² losa = 0.50 Kg.(varía entre : 0.2 y 0.8 Kg/M²)

Costo clavo por kilo = \$ 30.00 (enero 1977)

(varía según longitud)

Clavo por M² de losa = \$ 30.00 x 0.50 = \$ 15.00**Aceite quemado:**

Se emplea para la protección de la madera

Costo por litro = \$ 1.50

No. de litros por M² de losa = 1.0 lt.

(Varía entre: 0.50 y 2.00 lts.)

Aceite quemado por M² losa = 1.0 x \$ 1.50 = \$ 1.50Suma c-1) Materiales por M² de losa \$ 65.23**c-2) Obra de mano**Costo cimbrado y descimbrado/M² = \$ 50.52 (Ejemplo No. 8)Por M² de losa = 1.00 x \$ 50.52 = \$ 50.52**c-3) Herramienta**

Porcentaje de la obra de mano.

Varía entre el 1% y 5%, usaremos 2%.

Herramienta por M² de losa = 0.02 x \$ 50.52 = \$ 1.01Resúmen cimbra por M² de losa.

c-1) Materiales \$ 65.23

c-2) Obra de Mano \$ 50.52

c-3) Herramienta \$ 1.01

S U M A..... \$ 116.76

Para 15 cm. de espesor: \$ 116.76/0.15 = \$ 778.40

COSTO CIMBRA = \$ 778.40**COSTO DIRECTO DEL METRO CUBICO DE CONCRETO HECHO EN OBRA**a) CONCRETO : \$ 490.52/M³b) ACERO : \$ 453.47/M³c) CIMBRA : \$ 778.40/M³\$ 1,722.39/M³

COSTO DIRECTO	.....	\$ 1,722.39/M ³
INDIRECTOS (30% C. D.)	.....	\$ 516.72/M ³
COSTO UNITARIO	.....	\$ 2,239.11/M ³
UTILIDAD (15 % C.U.)	.....	\$ 335.87/M ³
PRECIO UNITARIO	.....	\$ 2,574.98/M ³

TABLAS PARA PROPORCIONAMIENTO DE CONCRETO HIDRAULICO

TABLA 1. Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcciones

Tipo de construcción	Revenimiento, cm	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	8	2
Zapatas, capones y muros de sub-estructura no reforzados	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas de edificios	10	2
Losas y pavimentos	8	2
Concreto en masa	5	2

*Se puede incrementar en 2 cm cuando se utilicen métodos de consolidación diferentes de la vibración.

TABLA 2 Requisitos aproximados de agua de la mezcla y contenidos de aire para diferentes revenimientos y tamaños máximos de agregado*

Revenimiento cm	Agua en kilogramos por metro cúbico de concreto para los tamaños máximos de agregado indicados						
	10 mm	13 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50 mm	75 mm
Concreto sin aire incluido							
3 a 5	205	200	185	180	160	155	145
8 a 10	225	215	200	195	175	170	160
15 a 18	240	230	210	205	185	180	170
Contenido de aire, por ciento	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3
Concreto con aire incluido							
3 a 5	180	175	165	160	145	140	135
8 a 10	200	190	180	175	165	155	150
15 a 18	215	205	190	185	170	165	160
Contenido de aire, por ciento	8	7	6	5	4.5	4	3.5

*Estas cantidades de agua de la mezcla deben usarse en el cálculo de factores de cemento para revolturas de prueba. Son las máximas para concreto con agregado grueso angular de buena forma, graduado dentro de los límites aceptados por las especificaciones.

Los valores del revenimiento para concreto con agregado grueso de 40 mm se basaron en pruebas de revenimiento hechas después de retirar las partículas mayores de 40 mm por cribado.

TABLA 3. (a) Correspondencia entre la relación agua/cemento y la resistencia del concreto a la compresión

Resistencia a la compresión a 28 días, kg/cm ² *	Relación agua/cemento, en peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450	0.38	—
400	0.43	—
350	0.48	0.49
300	0.55	0.45
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

*Las cifras indican resistencias promedio estimadas para concretos que contienen aire en porcentajes no mayores que los mostrados en la Tabla 5.2.3. Para una relación agua/cemento constante la resistencia del concreto se reduce a medida que el contenido de aire se incrementa.

La resistencia está basada en cilindros de 15x30 cm, sometidos a curado húmedo durante 28 días ± 1.7°C, de acuerdo con la Sección 9(b) de la norma ASTM C31, "Fabricación y Curado en el Campo de Especímenes de Concreto para Ensayos a Compresión y Flexión". La resistencia en cubos es aproximadamente un 20% más alta. Las relaciones suponen un tamaño máximo de agregado de 20 a 25 mm para agregados de una procedencia determinada, la resistencia producida por una relación agua/cemento dada debe aumentarse cuando disminuya el tamaño máximo; véanse las Secciones 3.4 y 5.2.2.

TABLA 4 Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto

Tamaño máximo de agregado, mm	Volumen de agregado grueso*, seco y compactado con varilla, por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura" de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
10	0.50	0.48	0.46	0.44
13	0.59	0.57	0.55	0.53
20	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
40	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.81	0.79	0.77	0.75
150	0.87	0.85	0.83	0.81

*Los volúmenes están basados en agregados en condición "seco y compactado con varilla" como se describe en ASTM C29, "Peso Unitario de Agregados".

Esos volúmenes se han seleccionado de relaciones empíricas que producen concretos con grados de manejabilidad convenientes para la construcción reforzada usual. Para concretos menos manejables, tales como los que se requieren en la construcción de pavimentos de concreto, estos valores se pueden incrementar en un 10%. Para concretos más manejables, como los que se requieren cuando la colocación se va a realizar con la vibración, se pueden reducir en un 10%.

TABLA 17-4 MANO DE OBRA EXPRESADA EN HORAS-HOMBRE, REQUERIDA PARA LA FABRICACION Y COLOCACION DE UN METRO CUBICO DE CONCRETO (+)

MEZCLADORA MODELO	METODOS DE MANEJO DE INGREDIENTES Y CONCRETO	TRABAJO DE PEONES	CABOS	OPERADOR DE MEZCLADORA	OPERADOR DE MALACATE	OPERADOR DE GRUA	CARPINTERO
COLADOS DE GRANDES MASAS DE CONCRETO (CIMENTACIONES, PRESAS, PLASTRAS, ETC.)							
16S	Cucharón de almeja, grúa y bala.	1.2	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12
20S	Cucharón de almeja, grúa y bala.	0.85	0.085	0.071	0.071	0.071	0.71
COLADOS EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIONES Y SIMILARES							
Ninguna	A mano	4.25	0.43				
6S	Corretillos de mano	2.95	0.22				
6S	Molcote y conaletas	2.30	0.22		0.22		
11S	Corretillos de mano	2.60	0.16	0.16	---	---	0.16
11S	Molcote y conaletas	2.30	0.16	0.16	0.16	---	0.16
14S	Corretillos de mano	2.60	0.13	0.13	---	---	0.13
14S	Molcote y conaletas	2.30	0.13	0.13	0.13	---	0.13
16S	Corretillos de mano	2.60	0.13	0.13	---	---	0.13
16S	Corretillo concreto (Vogue)	2.50	0.13	0.13	---	---	0.13
16S	Cucharón de almeja, molcote y "vogue"	2.00	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
28S	Cucharón de almeja, molcote y "vogue"	2.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

(+) Estos valores deberán considerarse como índices, y para convertirlos a datos prácticos, deberán afectarse de los correspondientes factores de rendimiento de trabajo, y los derivados del criterio de calificación racional de la mano de obra, de acuerdo con lo consignado en la Sexta Parte de este Manual.

TABLA 17-7 LABOR EXPRESADA EN HORAS-HOMBRE, REQUERIDA PARA HACER 100 GANCHOS O DOBLECES EN FIERRO DE REFUERZO. (+)

DIAMETRO DE LA VARILLA EN PULGADAS	TRABAJO A MANO		TRABAJO CON MAQUINA	
	doblez	gancho	doblez	gancho
1/2" o menor	3	4.5	1.2	1.9
de 5/8" a 7/8"	3.8	6	1.5	2.3
de 1" a 1 1/8"	4.5	7.5	1.9	3.0
1 1/4" a 1 1/2"	5.5	9	2.3	3.75

(+) El trabajo de cortado usualmente requiere un promedio de 2 horas por cada 100 cortes efectuados.

TABLA 17-8 LABOR REQUERIDA, EN HORAS-HOMBRE, PARA LA COLOCACION Y ARMADO DE 100 VARILLAS DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO. (+)

DIAMETRO DE LA VARILLA	LONGITUD DE LA VARILLA		
	Igual o menor a 3.0 m.	de 3 a 6 m.	de 6 a 9 m.
1/2" o menor	4.8	6	7
de 5/8" a 7/8"	5.8	7.3	8.3
de 1" a 1 1/8"	6.8	8.5	10
1 1/4" a 1 1/2"	7.8	10	12

(+) El trabajo de colocación incluye silletas, espaciadores, colocación y amarre con alambrcn.

CONCRETO LANZADO

I. GENERALIDADES

1-1. DESARROLLO

El concreto lanzado ha venido a revolucionar las técnicas de excavación y soporte de obras subterráneas. Su aplicación en todo tipo de obras de ingeniería civil y minería se extiende cada día más. A continuación se explican sus notables características, que son la base de sus magníficos resultados.

El concreto lanzado se define (ACI-506-66) como "mortero o concreto conducido a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad contra una determinada superficie".

La Allentown Cement Company patentó, en 1909, el mortero lanzado, al que llamó "gunite", y una máquina lanzadora, "cement gun". Su empleo por primera vez, en una obra subterránea, se estima que fue en 1914, en la mina experimental de Brucetown, de la Oficina de Minas de Pittsburgh. Posteriormente se ha aplicado como protección de superficies de roca, contra el deterioro por intemperismo y, en ocasiones, como medida de soporte temporal.

Sin embargo, esta última función la ha cumplido en forma limitada, ya que tiene tendencia a desprenderse ante presión de roca, por mínima que ésta sea. Puede aplicarse sólo en capas relativamente delgadas, ± 25 mm. (1"), las cuales en promedio pueden ser aún de menor espesor si se tienen en cuenta las irregularidades de la superficie de la roca, que agravan el problema de adherencia entre las capas.

He aquí algunos comentarios de A.A. Mathews de E.E.U.U. (1973):

“¿Qué es lo que permite que una capa relativamente delgada de concreto lanzado haga las veces de un ademe pesado de marcos de acero o de un revestimiento de concreto?”

“Desde luego, el hecho de que el aditivo produce un fraguado muy rápido y una alta resistencia temprana. También la aplicación inmediata del concreto lanzado ayuda a prevenir el aflojamiento de la roca después de la tronada. Si no se deja que se desprenda ningún fragmento de roca de la superficie excavada, el túnel, obviamente, permanecerá estable. Pero hay algo más que eso.

“Desde hace tiempo, se admite que algún desplazamiento o flujo plástico debe permitirse si se quiere disminuir lo más posible la carga de roca sobre los ademes. Por otra parte, a menos que este desplazamiento sea controlado, se manifiestan con frecuencia movimientos intolerables de la masa. Una capa de concreto lanzado aplicada de inmediato a la superficie de roca recién expuesta, parece tener la flexibilidad suficiente para fluir plásticamente junto con la roca vecina y, a la vez, contar con la capacidad estructural necesaria para mantener la estabilidad. Pero el cumplimiento de estos objetivos requiere la aplicación, la coordinación y el control de muchos elementos.

“El proyectista debe aplicar, con propiedad, los principios de la mecánica de rocas o de suelos al proyecto que se esté estudiando. Además, debe dimensionar y programar el concreto lanzado y seleccionar sus complementos, tales como anclas, soportes adicionales o refuerzo. Debe contarse con materiales y equipo adecuados. Los obreros deben ser calificados o deben prepararse para una aplicación correcta del concreto lanzado; y, finalmente, debe mantenerse un control de calidad”.

E.E. Mason y R.E. Mason de Canadá (1972) basándose en la experiencia europea y, concretamente, en las investigaciones y aplicaciones hechas por el grupo austríaco (el más activo en estas lides, encabezado por Rabcewicz) pregonan una función de colaboración, del concreto lanzado con la roca, más completa que la simple función de soporte de las presiones de aflojamiento.

Así citan que, de los conceptos de mecánica de rocas de Muller, se sabe que los factores principales que influyen en la integridad de una excavación subterránea son:

La dependencia de la resistencia de la masa de roca en el grado de aflojamiento (a mayor aflojamiento o dilatación menor resistencia).

La influencia del esfuerzo principal menor (lateral) en la resistencia de la masa. (Experimentos de Muller, Pacher y John muestran que aún esfuerzos transversales muy pequeños, σ_2 y σ_3 , son suficientes para prevenir, en gran medida, las deformaciones unitarias transversales y, por lo tanto, el aflojamiento).

La influencia muy principal del tiempo en su comportamiento, (Rabcewicz ha repetido numerosas veces que la absorción de esfuerzos y su redistribución no es un estado estático, sino un proceso dinámico y viene acompañado por una deformación progresiva que no es más que cambio de posición en el tiempo).

La conclusión de Muller —citan los Mason—, es que la estabilidad de un túnel se garantiza cumpliendo estos requisitos:

Evítese lo más posible el aflojamiento.

Aprovéchese lo más posible el tiempo que la roca requiere para deformarse.

Provéase de soporte lateral a la roca, mediante fuerzas aplicadas oportunamente, para evitar esfuerzos uniaxiales.

El objetivo es la estabilización de una excavación para volver al equilibrio la masa de roca que la rodea, más que proveer un soporte a las presiones de aflojamiento; principio este último en el que se basan en gran medida los sistemas de soporte convencionales. Un revestimiento continuo (estructural) de concreto lanzado, puede cumplir con todos los requisitos arriba dichos: Puede aplicarse inmediatamente después de la voladura, para evitar aflojamiento posterior, incluyendo las pequeñas fisuras que inician la desintegración de la roca. Puede aplicarse por áreas en cualquier parte de la sección completa, donde se requiera (un caso extremo fue el avance de pequeñas áreas en el arco y las paredes del túnel del metro en Milán en arenas y gravas no cementadas). No requiere reposición o sustitución por otro elemento de soporte alternativo. Proporciona soporte lateral a la superficie de la roca, para que se eviten estados de esfuerzos uniaxiales. Hace posible un drenaje efectivo de la roca.

Los esfuerzos en un sistema estructural de concreto lanzado son el resultado de un flujo plástico de la roca, desarrollado a medida que la roca, y el concreto adherido a ella, se ajustan a un estado de equilibrio, y no del peso y las deformaciones de una roca en estado de aflojamiento.

Sin embargo, los espesores convencionales de concreto lanzado pueden resistir sólo temporalmente cargas potenciales. El incremento de espesor más allá de los 20

TUNEL	GEOLOGIA	DIMENSIONES DEL TUNEL	TECHO DEL TUNEL	TIPO DE DISEÑO DE CONCRETO LANZADO Y CONDICIONES DE TERRENO	REFERENCIA
16. Vancouver RR Canada	Lutitas, areniscas conglomerados	20'x29' 6.10x8.90m	150-300' 46-92 m	4 a 6" aplicadas inmediatamente después de la tronada en terreno que se afloja	Mason RR (1968) Mason, RR (1968)
17. Hennil 1 canal de abastecimiento, - Moruega, -	fallas llenas de montmorillonita	12m ²	150m	falla del concreto lanzado -- por arcillas expansivas	Brakke & Selmer Olsen (1965)
18. Höljes canal de desagüe Suecia	pórfido de cuarzo alterado, esquistos de arcilla, fuertes alteraciones de caolín y montmorillonita	140m ²	50-100m	concreto lanzado con RCOOT aplicado inmediatamente después de la tronada, 8-20 cm para adorno provisional, 20-40cm para revestimiento permanente, fuerte hinchamiento	Farsson & Fryk. (1961) Vattenbyggnadsbyrå (1960)
19. canal de desagüe de Zultig varo, Suecia	granito alterado en montmorillonita	100m ² 9'x 12m	20m	falla debida al hinchamiento de la montmorillonita.	Cecil (1963)
20. Carretera de Skarvberg, No - ruega	esquistos, arcillas con arcilla que se hincha.	40m ²	--	20 cm de concreto lanzado con arcilla de acero, arcilla que se hincha, algunas fallas.	Bekken (1968)
21. Canal de drenaje de Sällsjö Suecia	esquistos con montmorillonita, zona fallada	64m ² 9x7.6m	120m	10 cm de concreto lanzado inmediatamente después de la tronada, derrumbe de 400cm en arcilla expansiva en zona de falla	Cecil (1967)
26. Ensenada de Hlover	riolita, localmente	60-90m ²	50-100m	Fuertes flujos de agua -- (1000lt/min), probablemente la peor roca tratada con concreto lanzado en un gran túnel.	Kravera, (1967) Kilström (1967)
27. Canal de abastecimiento de Fensalen, Moruega	zonas de montmorillonita y arcillas en arcas.	30-50m ²	100m	fallas locales por la poca adhesión del concreto lanzado con la arcilla. Po -- fuerte provisional con concreto lanzado.	Cecil (1967)
28. San Jacinto agua.	granito fallado, esquistos de mica.	--	--	construcción de concreto lanzado en forma de anillo, inyección grande flujos de agua a presiones elevadas.	Thompson (1966)
22. Minas de carbón en Gran Bretaña	capas de carbón	--	--	como soporte permanente inyectable	Lansdown & McElunie (1959)
23. Minas de carbón en Pensilvania Occidental	carbón, pizarras y arcilla	--	--	gunita para impedir el desmoronamiento por la acción del aire	Jeffers (1941)
24. Incharabök agua, Suecia	gnais, fuertes flujos de agua en varios lugares	12m ²	20-100m	lanzado de concreto en roca -- muy húmeda	Sandell (1968)
25. Linköping, transporte Suecia	placa caliza con zonas arcillosas y margosas, fuertes -- flujos de agua.	4x2m, 12m ²	20-90m	concreto lanzado utilizado como refuerzo y para desviar el agua, inyección de cemento complementaria.	Berntsson (1966)

obligan a variar rápidamente la cantidad de agua. Lleva, además, los riesgos de taponamiento inherentes a todo concreto bombeado cuando por alguna causa se interrumpe el suministro o la expulsión.

Este método se considera adecuado para emplearse con operadores poco capacitados y, en particular, en los accesos de pequeñas dimensiones a minas, los cuales en su mayor parte están secos.

El procedimiento de mezcla seca consiste en una revoltura de agregados, algo húmedos, y cemento, que es alimentada a una máquina lanzadora, de la cual se envía en un chorro de aire a presión a través de una manguera hasta la boquilla de expulsión. El agua de hidratación se añade en la boquilla misma, inmediatamente antes de la expulsión. La cantidad de agua la regula manualmente el lanzador. Los aditivos en polvo se añaden en la mezcla seca cuando ésta se alimenta a la máquina lanzadora; si se usan aditivos líquidos, éstos se mezclan con el agua de hidratación antes de llegar a la boquilla.

El procedimiento de mezcla seca es el más extensamente empleado para aplicar concreto lanzado de agregado grueso, particularmente en obras subterráneas.

1-4 MEZCLAS

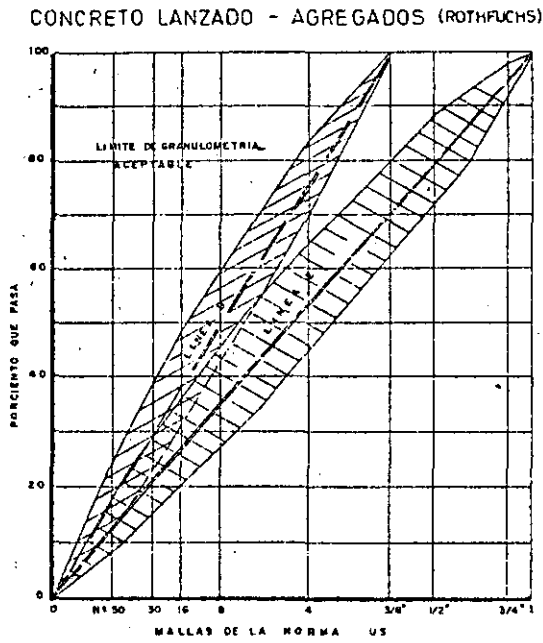
La cantidad del concreto lanzado depende de la calidad de los materiales que lo componen, de la granulometría de los agregados, de la relación agua/cemento y del grado de compactación.

La densidad de sólidos de los agregados debe ser 2.55 a 2.65 y el módulo de finura de la arena debe estar comprendido entre 2,5 y 3.0. Para agregados fuera de estos límites el contenido de cemento requiere ajuste.

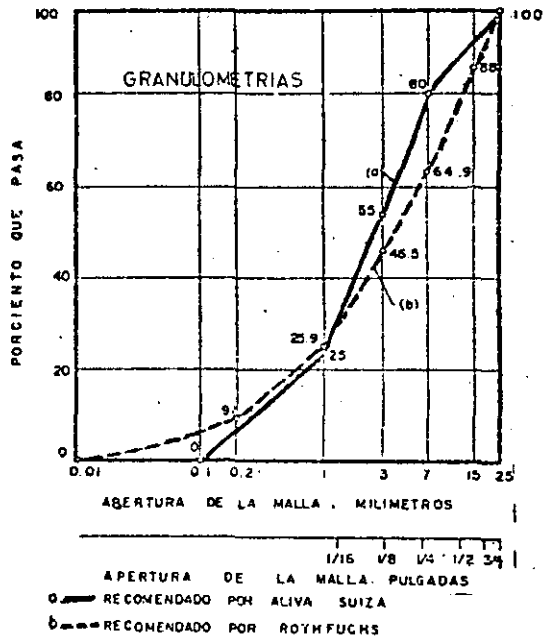
El agregado debe cumplir con las normas ASTM y estar bien graduado. Así puede obtenerse compactación óptima, máxima densidad, impermeabilidad y resistencia a la compresión y mínimo rebote. El agregado compuesto por partículas alargadas y aplanadas o el que contiene partículas astillables no da buena compactación y requiere corrección de las mezclas en los contenidos de agua y cemento.

Es el agregado grueso el que da estructura a la mezcla y el que la compacta al martillarla con presiones de 3 a 5 Kg/cm².

LIMITES DE GRANULOMETRIA RECOMENDABLES CON TAMAÑOS MAXIMOS DE AGREGADO DE 9.5 y 19mm. (3/8" y 3/4").



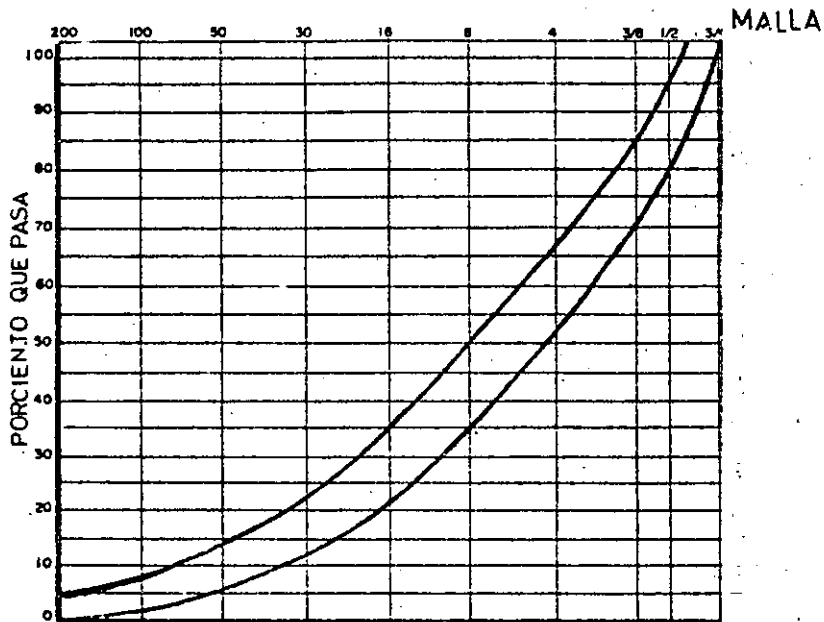
CONCRETO LANZADO - AGREGADOS GRUESOS



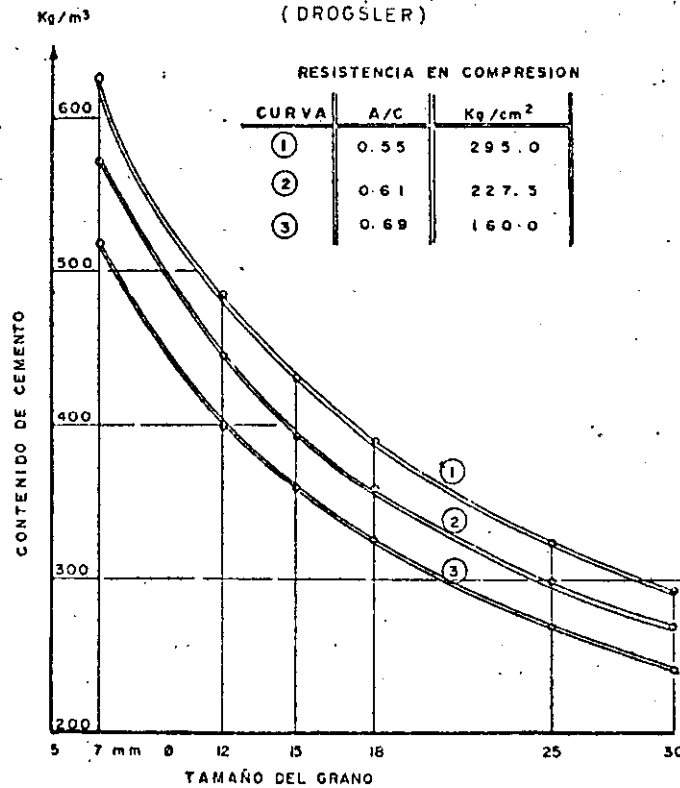
El segundo es por todos conceptos más recomendable que el primero para trabajo estructural. El primero se usa más bien para recubrimientos o para protección de superficies de acero. Las arenas (menor de la malla 4) deben constituir menos del 60% de la mezcla de agregados.

LIMITES DE GRANULOMETRIA ESPECIFICADOS PARA LAS OBRAS DEL DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

CONCRETO LANZADO - LIMITES GRANULOMETRICOS



RELACION CEMENTO - TAMAÑO DE GRANO - CALIDAD (DROGSLER)



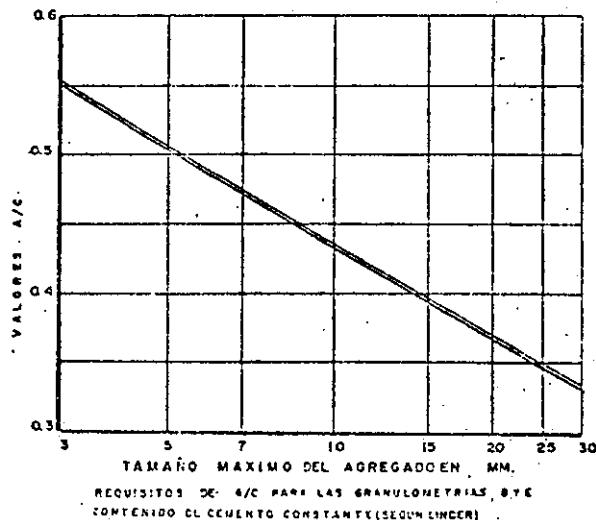
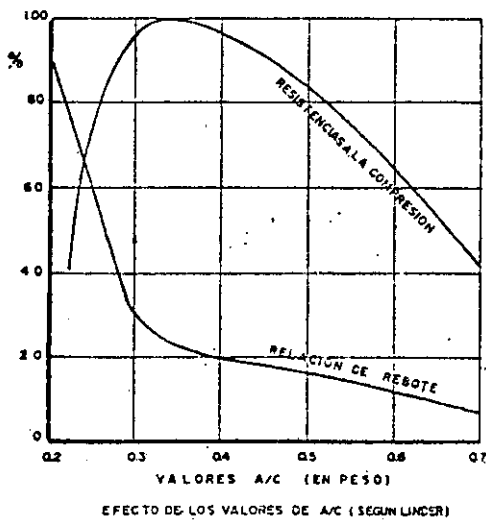
El contenido de cemento viene determinado por los requisitos de resistencia y por el tamaño máximo del agregado. Requisitos exagerados de resistencia implican un contenido de cemento excesivo, lo que dá lugar a contracciones y agrietamientos también excesivos. En el túnel de Vancouver, la mezcla tenía 400 kg. de cemento por m^3 , cuando alcanzó 480 kg/m^3 se presentaron agrietamientos importantes por contracción.

En el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se especificó una relación de cemento a agregados de 1 a 4 en promedio, ($450 kg/m^3$). Y no se presentaron agrietamientos importantes.

Es interesante anotar que la pasta ya aplicada suele tener un mayor contenido relativo de cemento que la mezcla seca y una relación agua/cemento algo más baja que el concreto normal, debido al rebote o desperdicio, el cual está formado principalmente por grava y en menor grado por arena y lechada que se desprenden de la pasta por el impacto del chorro.

El agua debe cumplir los requisitos que se exigen para el concreto común, es decir, debe ser limpia y estar libre de limo y materia orgánica, álcalis y otras sales minerales disueltas. La relación agua/cemento óptima para lograr máxima resistencia, se presenta en el punto de máxima densidad. El objetivo debe ser entonces colocar el material en la consistencia estable más húmeda posible, o sea, en el punto de abolsamiento o cedencia incipiente. El operador o lanzador, puede darse cuenta que se ha alcanzado ese punto cuando aparece en la superficie del concreto fresco un lustre de humedecimiento ligero.

RELACION AGUA/CEMENTO EN FUNCION DE OTRAS CARACTERISTICAS.



Los aditivos enérgicos, endurecedores y acelerantes del fraguado, producidos en la Europa Alpina, y cuyo uso se ha extendido después al resto del mundo, dan al concreto lanzado algunas de sus características más apreciadas, a saber, el poder aplicarse en terreno húmedo o mojado y el poder controlar fuertes filtraciones de agua.

Los principales ingredientes activos son: aluminato de sodio e hidróxido de sodio, con carbonatos de sodio, potasio y calcio e hidróxido de calcio como catalizadores. Debe verificarse la compatibilidad del acelerante con el cemento empleado; sus ingredientes pueden variarse (en sus proporciones relativas) para adaptarlos a los cuatro componentes principales del cemento Portland.

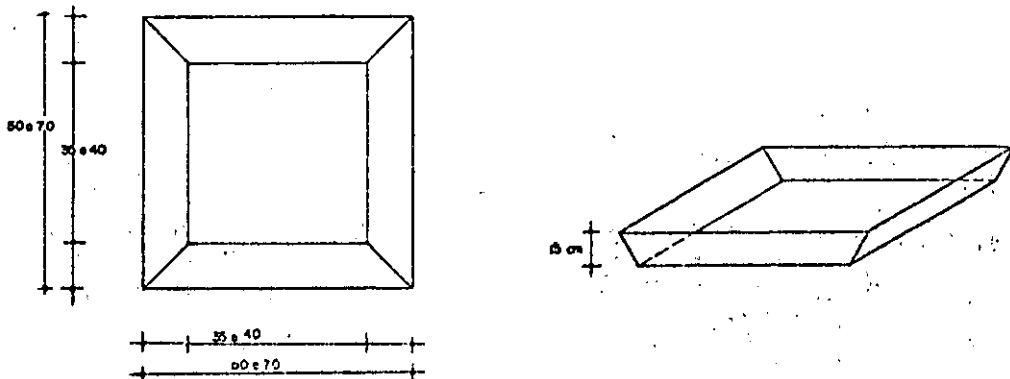
Las dosificaciones de aditivo varían normalmente entre 2 y 6% del peso del cemento.

El aditivo permite aumentar el espesor de las capas de concreto lanzado; el fraguado rápido y endurecimiento que provoca, le da al revestimiento resistencia para soportar tronadas a las pocas horas de aplicado (dos horas en Vancouver); reduce además el rebote.

En las primeras aplicaciones, cuando el espesor es muy delgado, se suele emplear más cantidad de aditivo para lograr una alta adhesividad aún a costa de una resistencia a la compresión más baja (hasta 30% menor que el concreto no acelerado). Las capas posteriores pueden llevar menos aditivo y su detrimento en la resistencia a la compresión será insignificante.

Un fraguado inicial máximo de 1 1/2 horas y uno final de 12 horas son los que se especifican normalmente, pero estos tiempos son demasiado largos, sólo útiles para trabajos de recubrimiento. Si se quieren dominar las filtraciones de agua y soportar el terreno de poca cohesión, se requieren tiempos de fraguado inicial y final muy cortos. Para el túnel de Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se ensayaron pastas de mortero con distintos aditivos y cementos y se lograron tiempos de 30 a 120 segundos.

ARTESA DE MADERA SOBRE LA QUE SE LANZA
PARA OBTENER LAS MUESTRAS DE C. L.



OBJETO DE LAS PRUEBAS DE LABORATORIO

Se requirió determinar el tiempo de fraguado de pasta de cemento conteniendo cuatro diferentes productos acelerantes, propuestos para aplicarse en la elaboración de concreto lanzado neumáticamente, alternando el uso de dos cementos distintos.

MUESTRAS

Se dispuso de muestras de los siguientes productos acelerantes:

Sigunite (polvo)

Rapidur (polvo)

PozLig^{XX} (polvo)

Stabilator (Líquido)

y de los siguientes cementos:

Cruz Azul, tipo II

Tolteca, tipo I

DOSIFICACIONES

Los tres productos en polvo se dosificaron a razón de 3%, en peso, respecto al contenido de cemento.

El producto líquido se dosificó substituyendo 25% del volumen del agua de mezcla.

DETERMINACIONES

Se ensayaron ocho pastas diferentes, empleando los cuatro productos con cada cemento. A cada pasta se le determinó tiempo de fraguado con aguja de Vicat y resistencia a compresión a 4, 8 y 24 horas de edad, usando especímenes cilíndricos de 5 cm de diámetro.

CONDICIONES DE PRUEBA

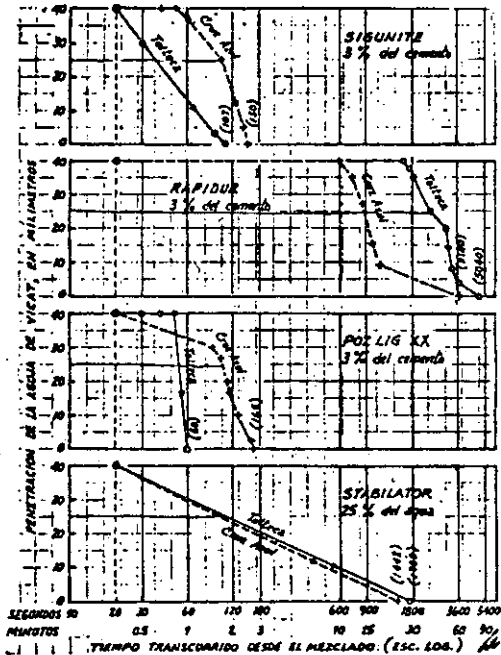
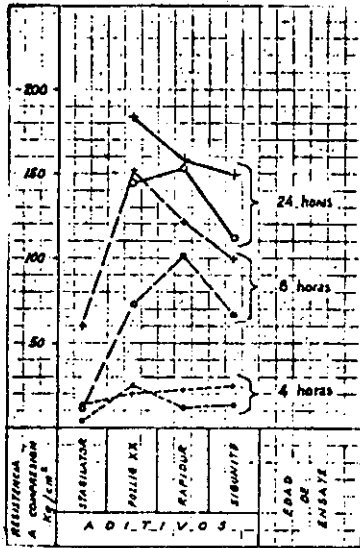
Teniéndose presente la posibilidad que ocurrieran tiempos de fraguado del orden de 20 segundos, se estableció un procedimiento de prueba que permitiera efectuar la primera observación en ese tiempo, bajo circunstancias comparativas. Las principales condiciones establecidas fueron como sigue:

- a) Se usó una relación agua/cemento constante e igual a 0.35, para producir pastas de consistencia ligeramente menos seca de la normal, como es definida en el método ASTM C 187 (1).
- b) El mezclado de cemento, agua y aditivo se hizo mecánicamente durante 10 seg, empleando la velocidad media de la batidora para pasta de cemento, especificada en el método ASTM C 305 (2).
- c) La determinación del tiempo de fraguado se realizó con el aparato de Vicat, como se describe en el método ASTM C 191 (3). La primera penetración de esta aguja se efectuó invariablemente a los 20 segundos de haberse iniciado el mezclado. Se consideró como tiempo de fraguado final, para fines comparativos, cuando la aguja (1 cm diám.) ya no penetró en la pasta.
- d) Para la elaboración de los especímenes de resistencia a compresión, se usaron moldes cilíndricos desechables, de lámina, con diámetro de 5 cm., y relación de esbeltez aproximadamente igual a dos. Para conservar invariables las condiciones de ejecución, se hizo una pasta individual para cada espécimen. Se elaboraron seis especímenes de cada mezcla diferente, para ensayar dos en cada edad de prueba.

R E S U L T A D O S

ESTUDIO COMPARATIVO DE ADITIVOS PARA CONCRETO LANZADO

MEZCLA	TIEMPO FRAGUADO (SEGUNDOS)	RESISTENCIA A COMPRESION f_c			CLAVE DE LAS MEZCLAS:
		4 hs. kg/cm^2	8 hs. kg/cm^2	24 hs. kg/cm^2	
C-S	150	25	89	130	C- Cemento Cruz Azul Tipo II. S- Aditivo Sigurite; 3 % en peso de cemento.
C-R	3780	23	121	108	R- Aditivo Rapidur; 3 % en peso de cemento.
C-P	128	20	132	184	P- Aditivo Por-Lig; 3 % en peso de cemento.
C-E	1442	13	60	—	E- Aditivo Stabilator; Sustituyendo 25% de contenido de Agua
T-S	107	14	87	111	Relación agua cemento en todos los casos A/g = 0.35
T-R	8040	13	102	154	
T-P	80	25	73	148	f_c Resistencia cilíndrica (L/d=2) corregida por esbeltez de los especímenes y obtenida del promedio de 2 cilindros compañeros
T-E	1700	4	12	—	

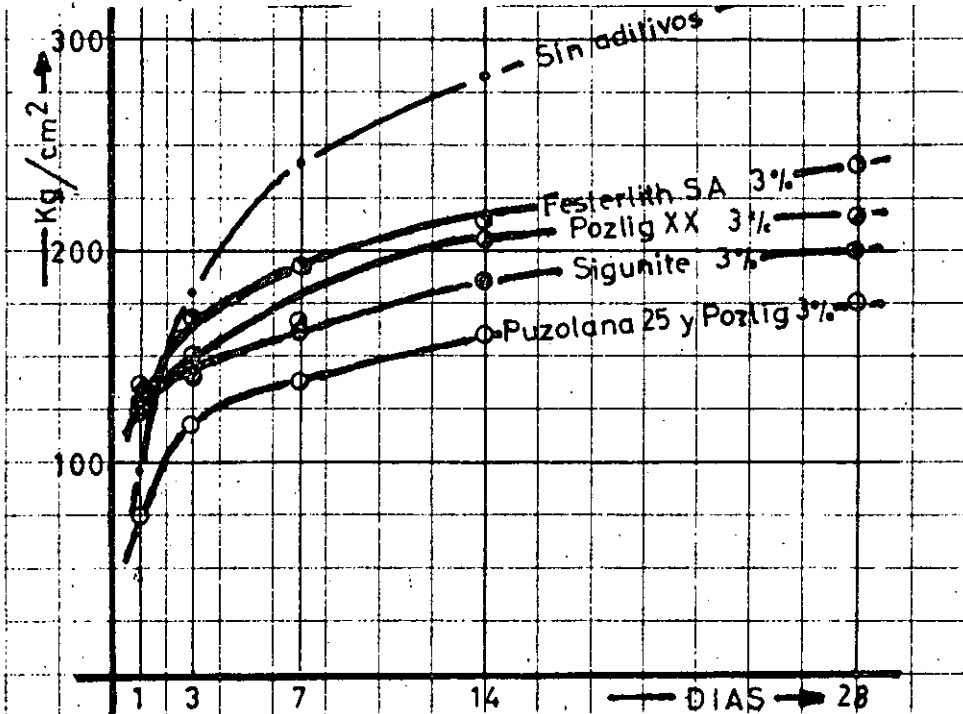


R E F E R E N C I A S

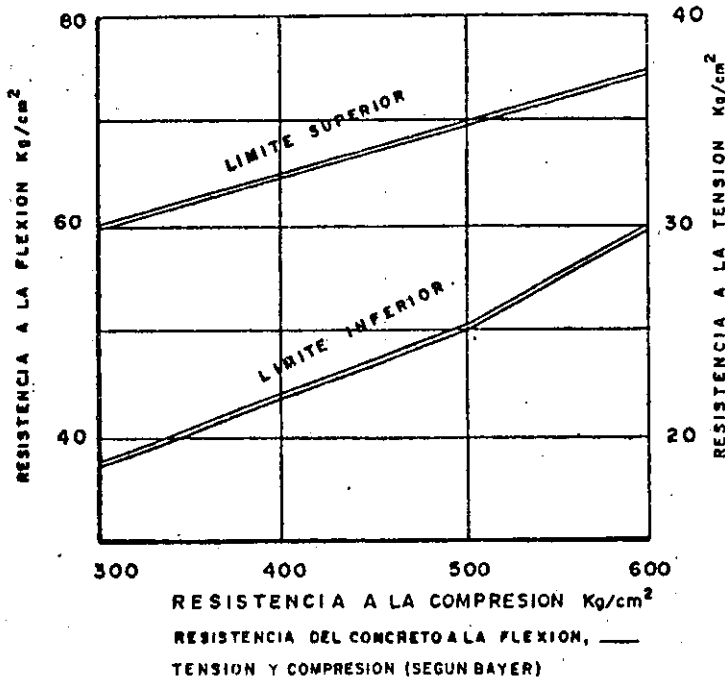
1. Método Estándar de Prueba para Consistencia Normal de Cemento Hidráulico.
ASTM, Designación C-187
2. Método Estándar para Mezclado Mecánico de Pastas y Morteros de Cemento Hidráulico de Consistencia Plástica.
ASTM, Designación C 305
3. Método Estándar de Prueba para tiempo de Fraguado de Cemento Hidráulico con la Aguja de Vicat.
ASTM, Designación C 191

RESISTENCIAS A COMPRESION

De cada muestra de prueba se obtuvieron núcleos de 7.1 cm (2 3/4" de diámetro para determinar la resistencia a compresión del concreto colocado, a edades de 1, 3 y 14 días. Los resultados actualmente disponibles, son:

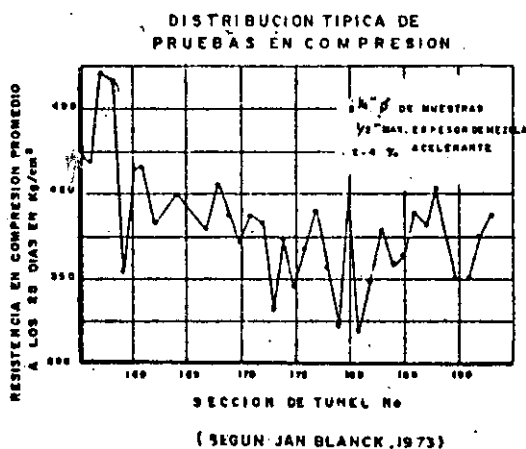


* Las resistencias a compresión que se reportan, corresponden al promedio de 2 especímenes cilíndricos de 7.1 cm de diámetro por aproximadamente 13 cm de altura. Estas resistencias han sido corregidas tomando en cuenta la esbeltez de los especímenes y están referidas a un valor de $h/d = 2$.



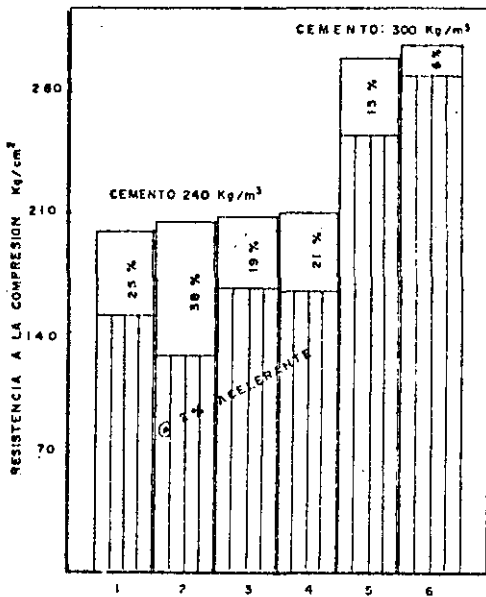
La adhesividad o adherencia del concreto es de primordial importancia en combinación con las resistencias al corte y a la flexión-tensión. Rabcewicz menciona que la resistencia al corte es 1.3 veces la resistencia a la flexión y el Instituto Sueco del Concreto (CBI) fija el valor de la adhesión en 10 a 15 kg/cm².

Es menos uniforme el valor de resistencia con mezclas secas de agregado grueso que con morteros de arena y cemento.

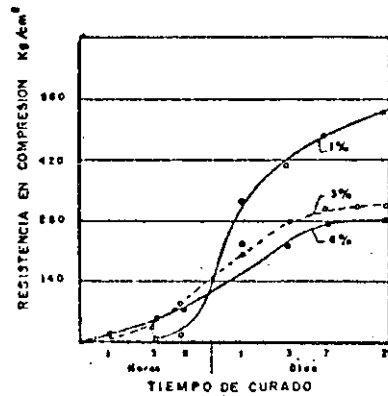
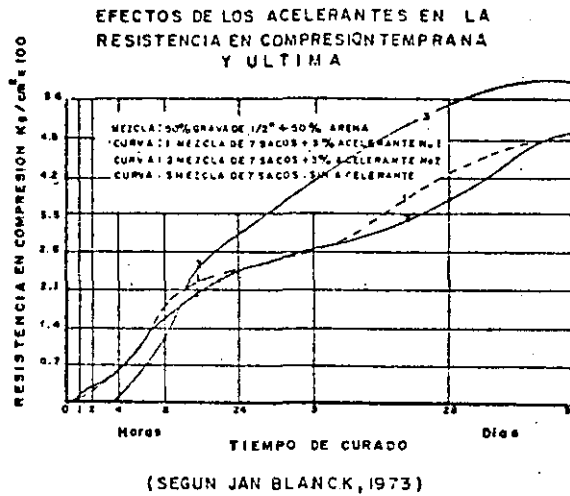


Se requiere mayor atención para asegurar la uniformidad de la granulometría y el mezclado y en el paso de la mezcla hacia la máquina lanzadora y a través de ésta. El producto final es muy sensible a variaciones en las mezclas por segregación, irregularidades en la alimentación y el agua y descuidos en la dirección y orientación del lanzado y en la distancia de la boquilla a la superficie de aplicación.

El aditivo también reduce los valores de resistencia. Reducciones de no más de 20% deben considerarse normales; reducciones mayores pueden obedecer a incompatibilidad de los ingredientes del aditivo con el cemento y deben hacerse estudios para confirmarlo.



DECREMENTO EN LA RESISTENCIA A COMPRESION CON EL USO DE ACELERANTES (DE 240 PRUEBAS EN CONCRETOS CON UN CONTENIDO DE 300 Kg/m³ 6 CEMENTOS DIFERENTES CON Y SIN ACELERANTE) (SEGUN LINDER)



Resistencia en compresion Mezcla de 9 sacos, acelerante TRICOSAL. (SEGUN ANDERSON Y POAD, 1973)

Las especificaciones más generalizadas establecen las siguientes resistencias a la compresión tempranas para un concreto de 280 kg/cm² con 3 a 4% de acelerante en peso del cemento.

Tiempo de Fraguado

Resistencia a la compresión

Horas

Kg/cm²

2

14

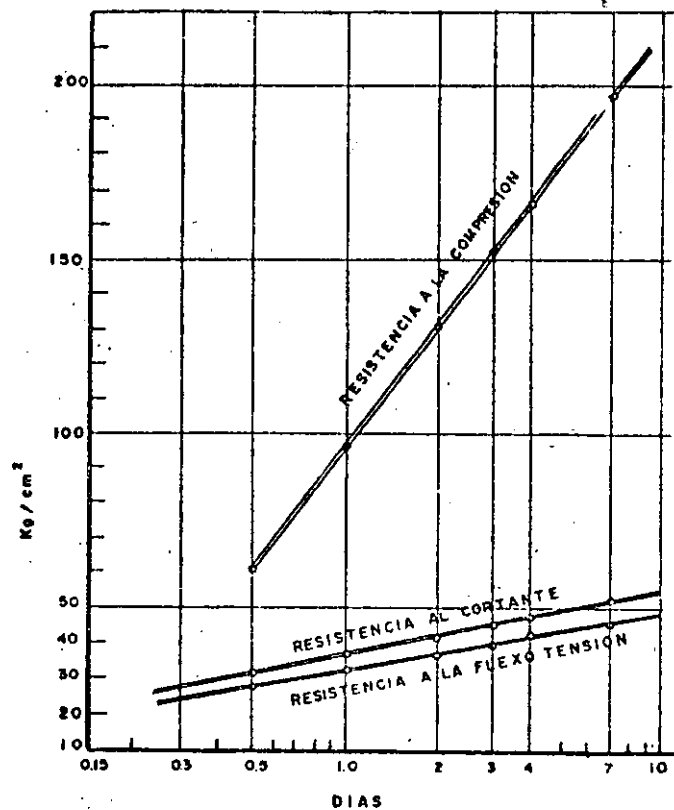
18

12

56

60

Rabcewicz muestra que la resistencia a la flexión alcanza el 50% de la correspondiente a la compresión a las 12 horas y el 30% después de dos días.



(SEGUN RABCEWICZ)
RESISTENCIA TEMPRANA RELATIVA

Se presenta un resumen de las resistencias a la compresión medidas en muestras del concreto lanzado en la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CARACTERÍSTICAS DE CONCRETO

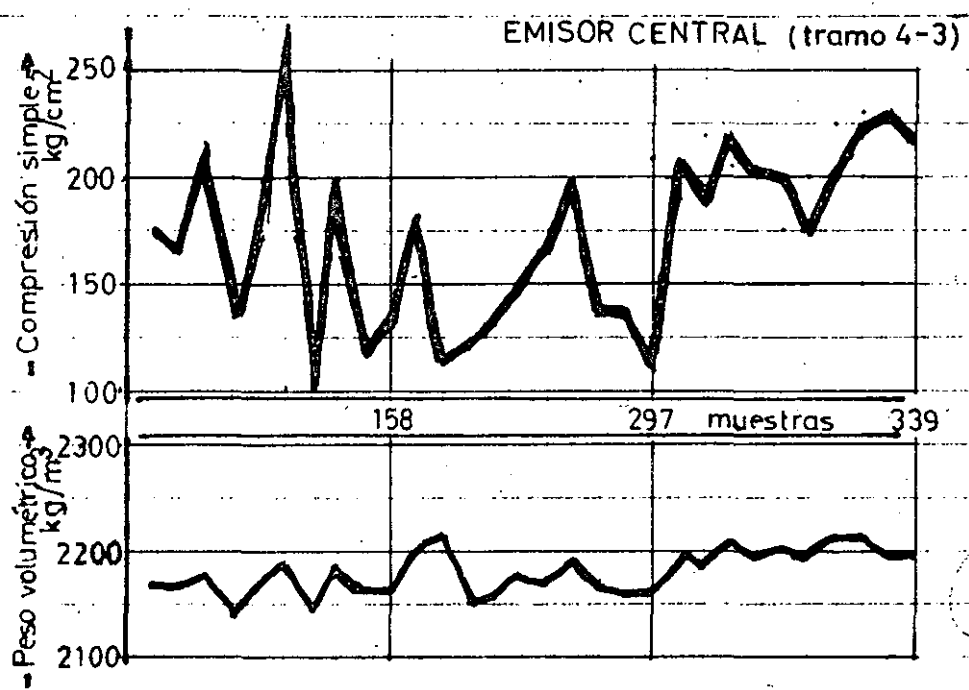
LANZADO
TRAMO: DE LUMBRETA 4 A LUMBRETA 3 EMISOR CENTRAL
PERIODO: NOVIEMBRE 1971 A DICIEMBRE 1973

U H E L, S.A. DE C.V.
GERENCIA DE CONCRETO
LANZADO

	Número de datos (n)	Promedio	Desviación Estándar	Valor Máximo	Valor Mínimo
Resistencia 3 días	23	116 kg/cm ²	28.5 kg/cm ²	176 kg/cm ²	70 kg/cm ²
Resistencia 14 días	32	156 kg/cm ²	35.5 kg/cm ²	276 kg/cm ²	99 kg/cm ²
% Grava	27	34.9 %	12.3 %	59.4 %	9.7 %
Pasa malla Núm. 100 (Lavado)	28	11.2 %	2.1 %	16.6 %	7.8 %
Contenido de cemento	27	23.1 %	7.9 %	40.4 %	11.0 %
Peso volumétrico	31	2181 kg/m ³	20.5 kg/m ³	2214 kg/m ³	2140 kg/m ³

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CARACTERÍSTICAS DE CONCRETO LANZADO (TODO EL EMISOR).	T U N E L, S.A. DE C.V.
PERIODO: DE NOVIEMBRE 1971 A ENERO 1973.	GERENCIA DE CONCRETO LANZADO

	Número de datos (n)	Promedio	Desviación Estándar	Valor Máximo	Valor Mínimo
Resistencia 3 días	227	116.9 kg/cm ²	35.7 kg/cm ²	310 kg/cm ²	27 kg/cm ²
Resistencia 14 días	316	155.7 kg/cm ²	42.3 kg/cm ²	334 kg/cm ²	63 kg/cm ²
% Grava	267	34.3 %	12.9 %	74.9 %	4.2 %
Pasa malla Núm. 100 (Lavado)	271	10.5 %	2.3 %	20.1 %	2.4 %
Contenido de cemento	263	20.5 %	7.2 %	50.5 %	5.4 %
Peso Volumétrico	316	2179 kg/m ³	27.6 kg/m ³	2282 kg/m ³	2070 kg/m ³



1-6 DOSIFICACION Y MEZCLADO

Se acostumbra agrupar los agregados en tres fracciones para ser mezclados; de 19 a 9.5 mm (3/4" a 3/8"), de 9.5 mm. (3/8") a menor de la malla No. 4 y arena. La humedad de los agregados ya dosificados antes de mezclarse con el cemento debe estar comprendida entre 3 y 6%. La dosificación de agregados y cemento debe

hacerse por peso en una mezcladora o revolvedora adecuada. El tiempo de mezclado debe ser de dos minutos.

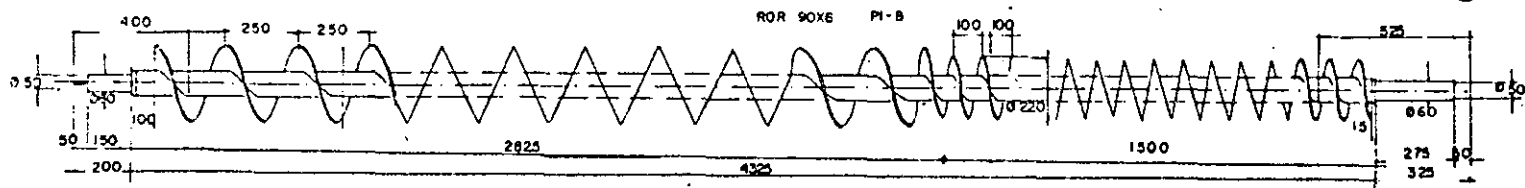
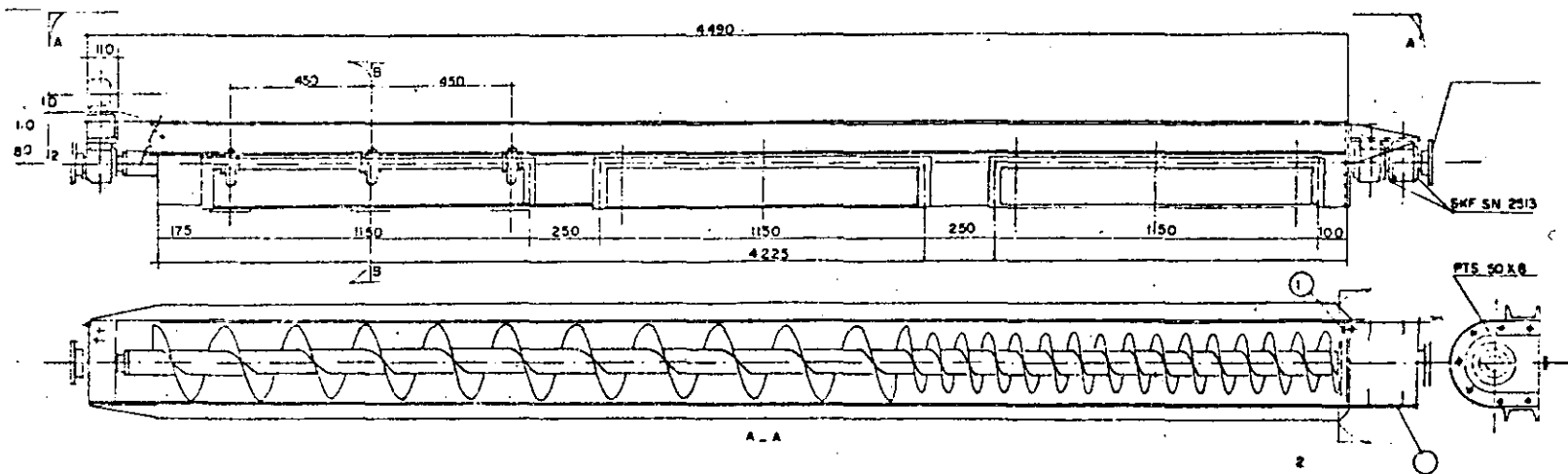
Hay que aprovechar la tendencia natural del agregado a drenar, por ser granular y permeable, para mantener su humedad dentro de los límites antes dichos. El drenaje es siempre más difícil en la arena que en la grava. Ello se evidenció en los agregados empleados para el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, en los que fue difícil, en épocas de lluvias, bajar el contenido de humedad a menos de 8%, a pesar de que la arena se almacenaba en grandes pilas con facilidades de drenaje en la parte inferior; esto ocasionó frecuentes taponaduras de las tuberías de 30 cm. (12") de diámetro por donde se descargaba el agregado de la superficie hasta el nivel del túnel. En algo pudo mejorarse esta condición almacenando el agregado cerca de las bocas de descarga y esparciéndolo y creándolo antes de usarlo. En el Alto Anchicayá, en Colombia, donde la precipitación anual es superior a los 500 cm., si se logró mantener una humedad del agregado de 6%, descargando la arena de río en tolvas de las que escurría toda el agua posible y almacenándola después en pilas durante 24 horas.

Mezclas muy húmedas de agregados y cemento producen taponamientos de las mangueras o tuberías de conducción y aumentan las velocidades de hidratación a niveles inaceptables. Mezclas muy secas dan problemas de no uniformidad del humedecimiento en la boquilla, lo que aumenta el polvo durante el lanzado y reduce la compactación.

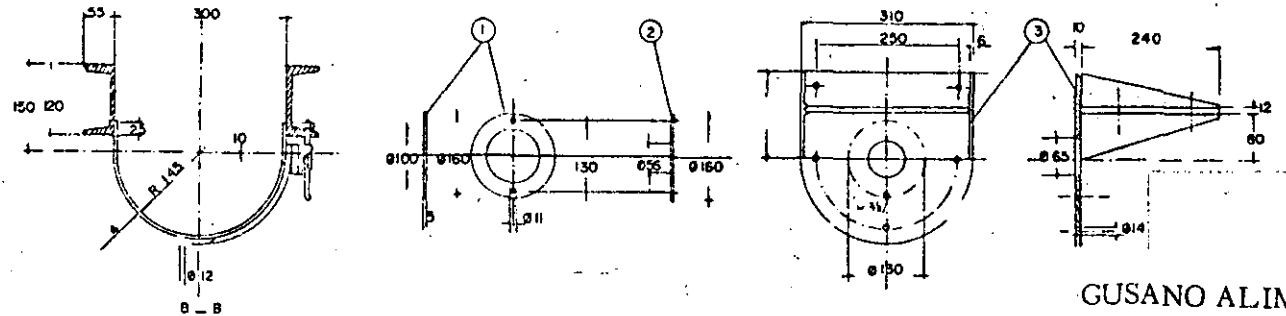
El agregado utilizado en el Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se surtió a las diferentes lumbreras, donde se iba a emplear, en forma dosificada, es decir, hecha ya la mezcla de agregado grueso (40%) y arena (60%). La mezcla se hizo en una mezcladora de turbina en la misma planta donde se trituraba el agregado grueso; éste fué producto de andesitas de un banco próximo a la planta. La arena fue, de una tercera parte a la mitad, producto de la trituración del agregado grueso, y el resto fue arena de mina de uno de los bancos del poniente de la Ciudad.

Hay diversos sistemas, en el procedimiento de mezcla seca, de transportación y de mezcla de agregados y cemento a pie de obra. Los más conocidos son los de la National Concrete Machinery de Lancaster, Penn., de la Card Corporation de Denver, Col., y de la Stabilator AB de Suecia.

Los carros tolva y mezcladores de gusano de esta última casa, se usaron en número de 45 en la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, con muy buenos resultados.



MOTOR. 5 hp 50 pA. 380V
 VOXEL. utq. var. 50 r/m



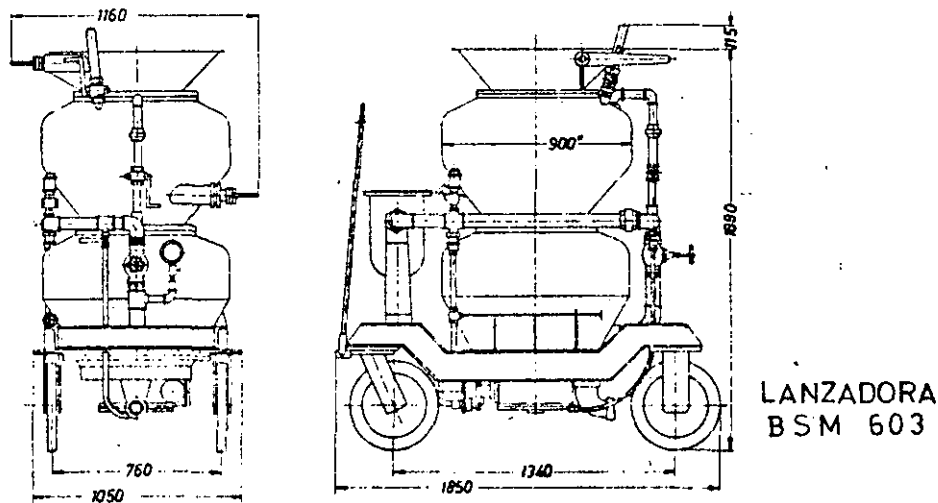
GUSANO ALIMENTADOR

El paso de los gusanos está diseñado para suministrar mezclas de 1 a 3, a 1 a 4 de cemento agregados y es posible variar su velocidad de revolución para ajustar las mezclas; a las tolvas van adosados vibradores eléctricos para facilitar el vaciado de los materiales hacia los gusanos. A través de unas puertas se puede tener libre acceso a los gusanos para limpiarlos cada vez que se vacían las tolvas y evitar así atascamientos y alteraciones de la dosificación.

El aditivo acelerante en polvo se debe añadir a la mezcla seca cuando entra ésta a la máquina lanzadora; es recomendable el uso de alimentadores mecánicos, de preferencia los de tornillo, ya que los de vibrador se atascan fácilmente. Si el aditivo es líquido se debe mezclar con el agua antes de descargarla en la boquilla lanzadora. En la obra de la Ciudad de México, el aditivo en polvo se alimentó con escudilla a mano directamente sobre el gusano y el aditivo líquido se mezcló con el agua y se alimentó a la boquilla mediante bombas dosificadoras de diseño especial también Stabilator A.B.

1-7. EQUIPO DE COLOCACION

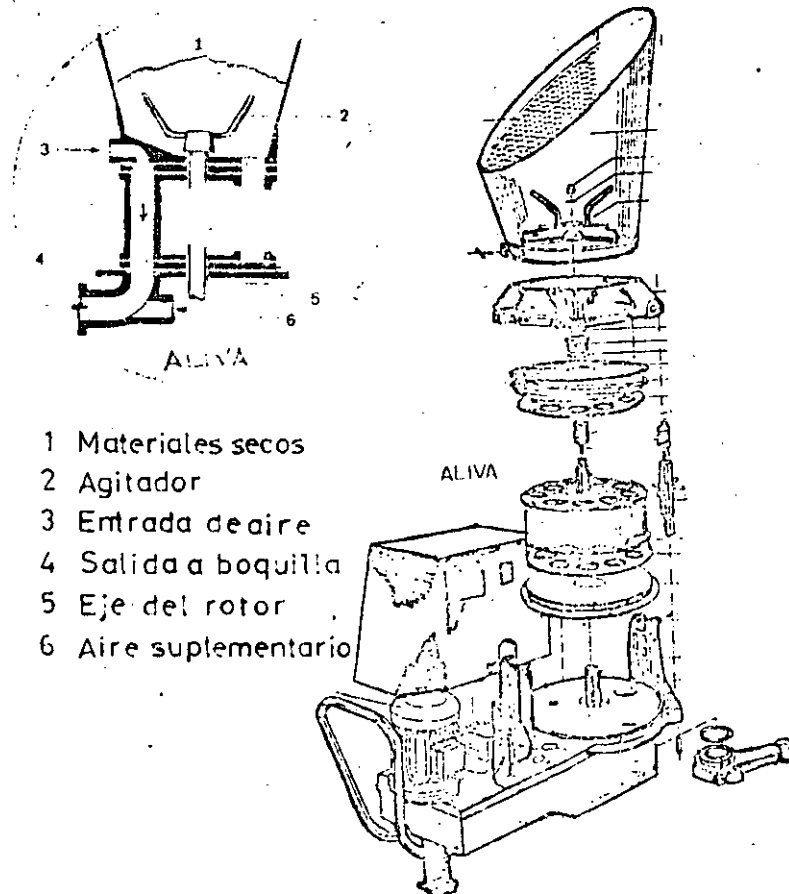
Se fabrican dos tipos de máquinas lanzadoras de concreto para el proceso de mezcla seca.



1.- La de doble cámara de presión con válvula de campana intermedia de acción neumática. La mezcla seca se introduce en la cámara superior, se cierra ésta y se levanta la presión que abre la válvula de campana intermedia y deja pasar la mezcla a la cámara inferior; en ésta se levanta a su vez la presión que cierra la válvula intermedia y la mezcla seca va alimentándose bajo presión a la tubería de descarga, mediante una rueda de cavidades. Mientras se efectúa la operación de descarga se está alimentando mezcla seca a la cámara superior para empezar un

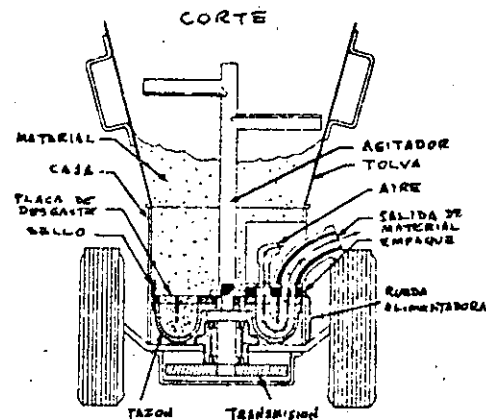
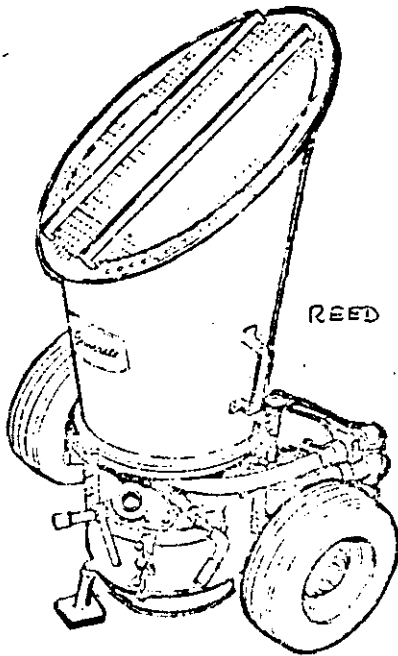
nuevo ciclo. Un buen operador puede lograr, con la ayuda de las dos cámaras, una descarga prácticamente continua. Requiere entonces una continua atención del operador, el cual debe desenvolverse con destreza. Son cualidades de este tipo de máquinas su robustez y el poco número de piezas delicadas o móviles que se desgastan o requieren frecuente mantenimiento.

2.— El tipo revólver. La mezcla seca se alimenta continuamente a la tolva que corona la parte superior de la máquina, de ahí cae al cilindro rotatorio tipo revólver que consta de nueve o más compartimentos cilíndricos, donde se deposita la mezcla. Cada carga de mezcla en cada compartimento cae a través de una escotadura y al pasar sobre el cuello de salida una corriente de aire a presión la impulsa hacia las mangueras. Este tipo de máquinas no requiere una atención tan continua del operador; además pueden manejar agregado más grueso más fácilmente que las del otro tipo. Tienen, por otra parte, más piezas de desgaste y suelen producir más polvo.



Las primeras tienen motor neumático, las segundas pueden venir con motor neumático o con motor eléctrico; por lo general el rendimiento es mayor con el motor neumático aunque el consumo de aire es considerable. Las del primer tipo consumen 600 p.c.m., en tanto que algunos tipos de las segundas, de muy altas revoluciones, consumen cerca de 900 p.c.m.

Los rendimientos varían entre 6 y 9 m³/h. La distancia de envío varía mucho en cada marca y tipo, pero puede llegar a 275 m. horizontales y 92 m. verticales. Para grandes distancias conviene usar, en los tramos intermedios, tubería de acero, en lugar de nangueras, para reducir la fricción. También pueden conectarse en serie dos máquinas, para ganar distancia.



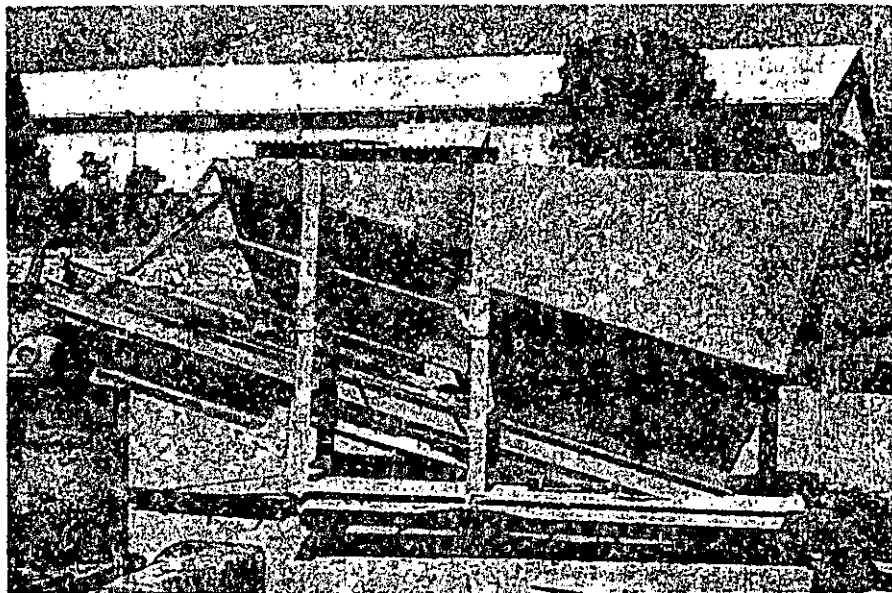
En la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se usaron los dos tipos de máquinas. Las de doble cámara fueror.en emanar, de la marca BSM (Beton Spritz Maschinen) y las de revólver fueron suizas de marca Aliva y norteamericanas de la marca Reed. Estas últimas, con motor neumático, son de alta velocidad de rotación y alto rendimiento, pero resultaron ser muy delicadas de manejo, requirieron frecuentemente mantenimiento y altos consumos de aire y sus distancias de envío eficiente fueron más cortas que las de las otras máquinas. Las BSM y las Aliva tuvieron un desempeño muy satisfactorio. Las Aliva se usaron, unas unidades —la mayoría— con motores eléctricos y otras con motores neumáticos.

1-8. TRANSPORTACION Y CONDUCCION

La transportación de los ingredientes o de la mezcla seca hasta la máquina lanzadora, se hace por diferentes medios, los que resulten más eficientes en cada caso. En camiones silo o en carros sobre ruedas neumáticas o en plataformas sobre vía. Algunos sistemas llevan los silos y las máquinas lanzadoras en la misma unidad de transporte, otros tienen silos y máquinas montadas sobre los jumbos de barrenación, algunos más llevan, además, un brazo telescópico con una plataforma para el lanzador, el cual opera la boquilla directamente o a control remoto a través de un brazo robot semi-automatizado.

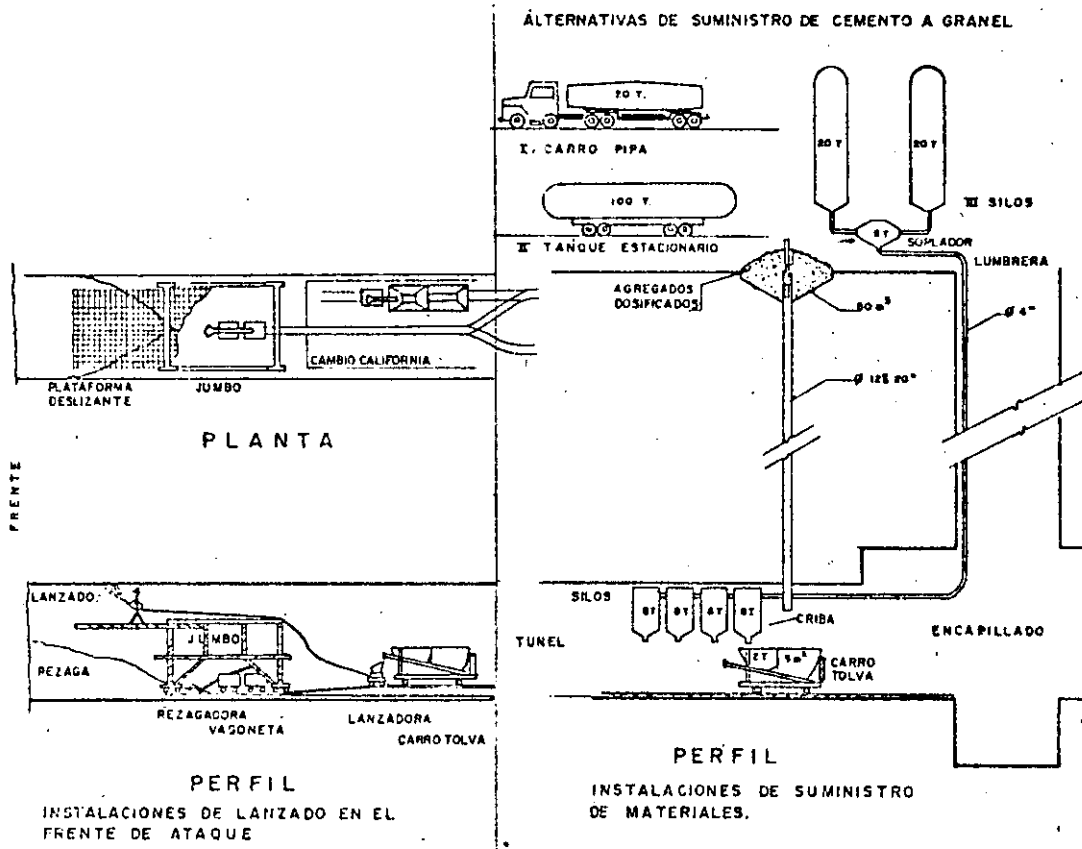
En la obra citada de la Ciudad de México, el sistema típico consistió en el almacenaje del cemento en silos, para cubrir el consumo de uno o dos días según el rendimiento de avance de la excavación (30 a 40 ton.). Se usaron silos de 8 ton. en el interior del túnel, ajustados a las dimensiones de los espacios libres del mismo y, en algunos casos, silos de 15 y 20 ton. en superficie. En una lumbrera se dejó estacionada una "salchicha" de 100 ton. El cemento a granel, que fue del tipo I Tolteca, y del tipo II Cruz Azul, se surtió en pipas de 20 ton. La descarga a los silos del túnel se hacía a través de tubería de 10 cm. (4") de diámetro, de acero, directamente de las pipas o desde los silos de superficie por intermedio de un silo pequeño de 5 ton., con un sistema de inyección neumática.

Los agregados venían ya dosificados de planta y se almacenaban en pilas cerca de la boca de la lumbrera, de donde se descargaban por tuberías verticales de acero de 30 cm. (12") de diámetro (en temporadas de lluvias se producían taponamientos con cierta frecuencia porque la humedad apelmazaba el agregado, por lo que se prefirió usar tubería de mayor diámetro, 51 cm. (20") directamente a los carros tolva o "trixers" que lo transportaban al frente.



La descarga se hacía paleando a mano, con bandas transportadoras o a través de tolvas y de válvulas tipo "pimentero" en la extremidad superior de las tuberías. Para eliminar los sobretamaños, había malla en las extremidades de las tuberías.

Los carros tolva o "trixers", como ya se dijo, fueron de diseño sueco (Stabilator AB) y se fabricaron en México. Constan de tolva de agregados ($5m^3$), tolva de cemento (2 ton.), gusano alimentador que en su mitad inferior transporta el agregado y, en su mitad superior recibe, además, el cemento, para descargar, al final, directamente a la máquina lanzadora, vibrador eléctrico adosado a las tolvas y plataforma o "truck" y lanza para ser transportada en vía con una locomotora.



Las máquinas lanzadoras se colocaban en espuelas de vía, adelante del cambio California, y por lo general, a distancia del frente no mayor de 50 m. Las Aliva iban montadas por parejas en su "truck", mientras una lanzaba la otra se limpiaba. En los

frentes donde el terreno se autoportaba por poco tiempo, inmediatamente antes de detonar se procuraba tener un carro tolva lleno, cerca del frente, dispuesto a alimentar las lanzadoras para empezar la aplicación del concreto tan pronto se terminara de ventilar y amacizar, poco después de la voladura.

1-9 LANZADO



De primordial importancia es la constancia del aire, el agua y el flujo de materiales hacia la máquina lanzadora y a través de la boquilla de expulsión. No puede lograrse un buen concreto lanzado cuando el chorro varía en composición o tiene intermitencias.

El aire y el agua deben mantenerse a presiones constantes, unos 3.5 a 4 kg/cm^2 la del primero y 1 kg/cm^2 más la de la segunda. Debe haber trampas de agua en la línea de aire para mantener reducida su humedad. No deben aceptarse pulsaciones en la línea de agua, si las hay debe contarse con un suministro independiente con una bomba y un tanque de presión.

La presión del aire debe aumentarse 0.3 kg/cm^2 por cada 15 m. de manguera que se añade a los primeros 30 m.

El lanzador siempre debe estar ubicado en una posición desde la que pueda lanzar en dirección normal a la superficie de la roca y a una distancia de ella de 1 a 1.2m para garantizar una buena compactación y calidad del concreto, con un mínimo de rebote. Es para ello necesario contar con andamios portátiles o equivalentes. En la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se usaron andamios portátiles, tarangos y unas plataformas deslizantes, accionadas hidráulicamente e integradas al piso superior de los jumbos de barrenación.

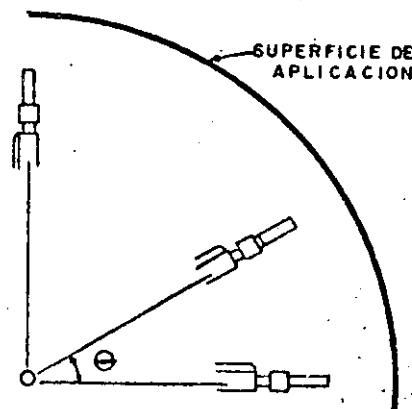
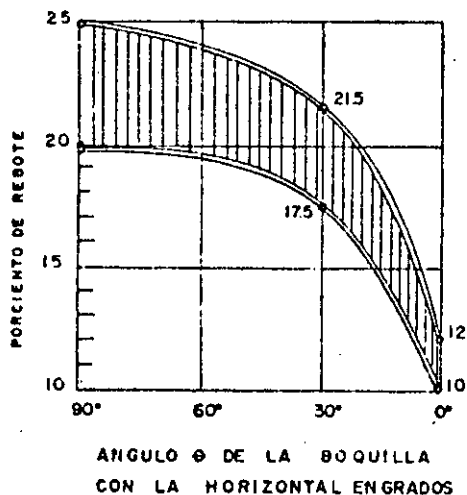
1-10 PREPARACION DE LA SUPERFICIE

La adhesión es probablemente el requisito más importante si el concreto lanzado ha de usarse como elemento estructural. La superficie donde se va a aplicar debe quedar limpia de polvo, de rebote o de otras materias extrañas, y debe quedar húmeda. No es recomendable usar el aire y el agua de la boquilla de lanzado para dicha limpieza, es preferible usar un soplador con un niple tobera de 13mm. (1/2") conectado a las líneas de aire y agua a presión. La presión puede regularse con las válvulas de las líneas.

1-11 REBOTE

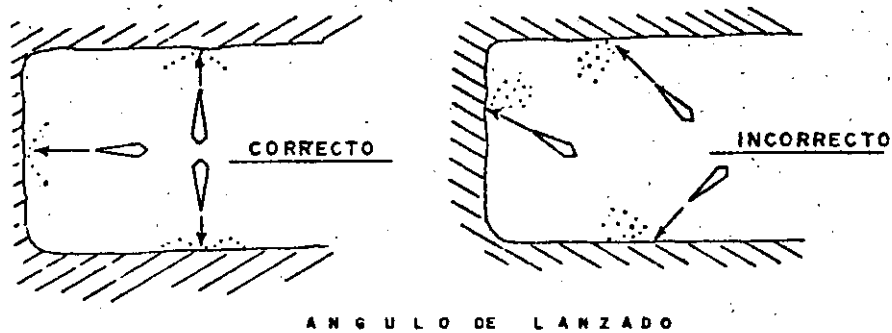
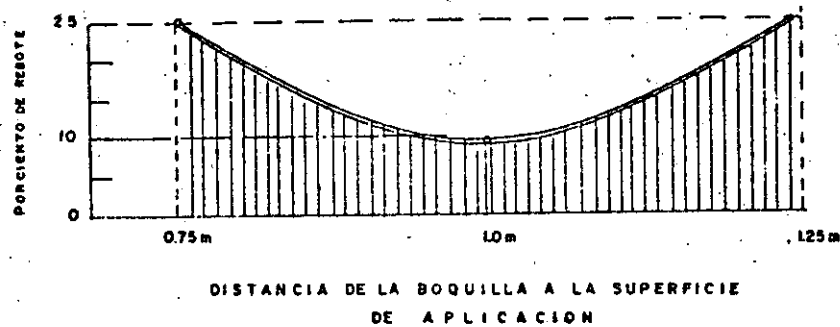
Las superficies húmedas o las infiltraciones de agua aumentan el rebote. Este es mayor además, cuando la calidad del lanzado es pobre.

INFLUENCIA QUE TIENEN EN LA CANTIDAD DE REBOTE EL ANGULO Y LA DISTANCIA DEL LANZADO.



E F E C T O D E L A D I R E C C I O N D E L L A N Z A D O E N E L P O R C I E N T O —
 D E R E B O T E N O T E S E Q U E L A B O Q U I L L A S E M A N T I E N E O R T O G O N A L
 A L A S U P E R F I C I E M I E N T R A S Q U E E L A N G U L O C O N L A H O R I Z O N T A L V A R I A
 (S E G U N D R O G S L E R)

El rebote aumenta, también, con la mala graduación del agregado, con la segregación en la alimentación, velocidades de descarga excesivas o insuficientes, presiones de agua insuficientes o pulsantes, descarga irregular de los ingredientes o el acelerante a la máquina y mala operación de ésta. Si no se presta atención a estos detalles, el rebote puede ser un 20% más alto que el que se indica.



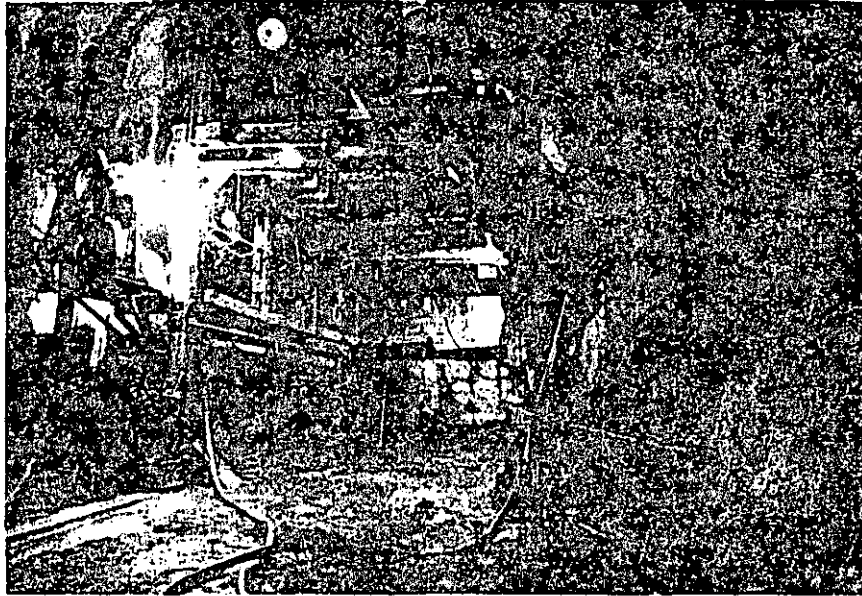
En el lanzamiento hacia abajo, es difícil no atrapar el rebote, por lo que es preferible, en estos casos, (cubetas por ejemplo), colar el concreto en lugar de lanzarlo.

1-12 SUCESION DE LAS OPERACIONES

El concreto lanzado debe aplicarse lo antes posible después de la detonación para frenar el aflojamiento de la roca expuesta o afectada por la explosión. Debe aplicarse antes de que transcurran dos horas. Claro está que ello depende del tiempo que el puente en que la roca es capaz de autosoportarse.

El arco o bóveda requiere la primera aplicación, a veces inclusive lanzado desde la pila de rezaga, aunque esta práctica debe evitarse siempre que sea posible porque la pila no constituye un buen apoyo y no se pueden mantener las distancias

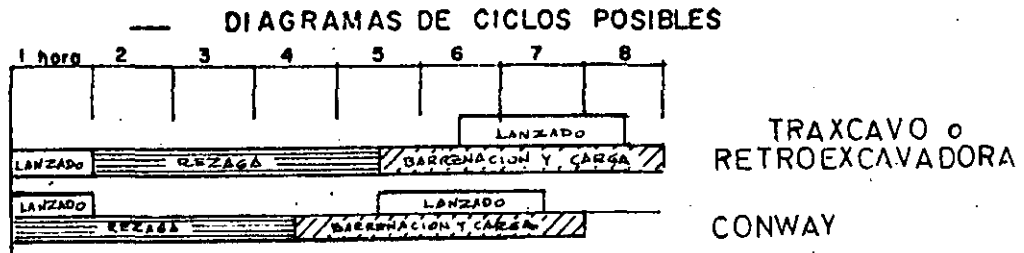
adecuadas. Lo mejor en túneles de más de 6m. de altura es lanzar desde una plataforma deslizante adaptada al jumbo de barrenación, en su piso superior, de manera que libre la parte alta de la pila de rezaga; para ello conviene que ésta sea ni excesivamente alta ni excesivamente extendida, así el jumbo puede arrimarse lo más posible a la frente recién tronada.



Hay jumbos especialmente diseñados para que se pueda estar rezagando mientras desde la plataforma superior se está lanzando; ésto acorta notablemente los ciclos de trabajo al poder traslapar parcial o enteramente las actividades de ademe y de rezaga.



En varios frentes de la obra del Drenaje Profundo de la Ciudad de México, se emplearon jumbos diseñados pra poder obtener dicho traslape; con las rezagadoras Conway (Goodman 100), el traslape de ademe y rezaga fue mayor que donde se emplearon traxcavos o palas.



La aplicación en el arco debe empezar pegada a la frente, que es donde más interesa impedir el aflojamiento. Este concreto lanzado debe ser capaz de soportar la detonación siguiente sin desprenderse, cuando apenas tenga unas dos horas de edad. El espesor final puede completarse después, desde el mismo jumbo, mientras se está barrenando para el siguiente ciclo, y antes de que trascurren 24 horas de la tronada. A menos de que tengan problemas de estabilidad particulares, las paredes pueden lanzarse de una sola vez, durante la barrenación siguiente, desde las plataformas laterales del jumbo y desde el piso. Una zona de atención especial es el arranque del arco, donde se presenta la junta del concreto de la bóveda con el de las tablas o paredes; el lanzado ahí debe ser de particular alta calidad para garantizar el apoyo del arco y la continuidad estructural. Esto es difícil de lograr en el procedimiento de ataque a media sección y banqueo, cuando no se cuenta con jumbo o con andamios portátiles, y se lanzan todas las tablas desde el piso.

1-13 CONTROL DE CALIDAD

Dado que el concreto lanzado es una operación pesada, requiere una vigilancia constante para evitar que el lanzador, al buscar comodidad, deje lugares mal lanzados o con poco espesor de concreto que pueden acarrear fatales consecuencias.

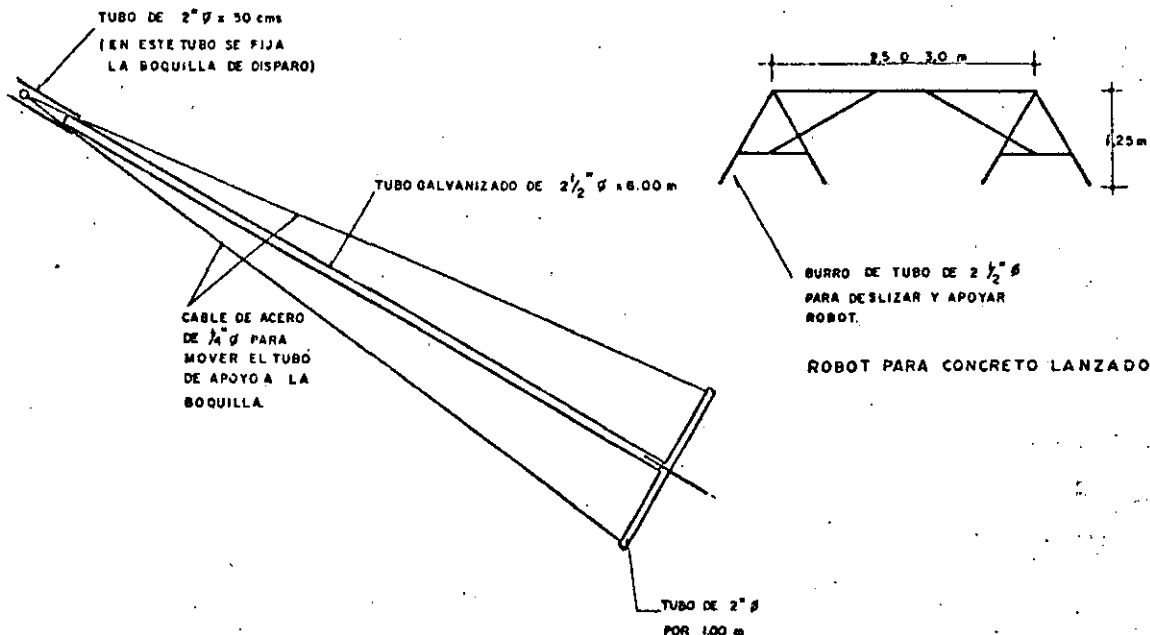
Se deben colocar maestras a espaciamientos de 1.5 a 2 m. para controlar el espesor del concreto en forma aproximada. Para certificar el espesor deben perforarse unos tres barrenos de 64mm. (2 1/2") por ciclo, en puntos elegidos al azar y en zonas críticas.

A su vez, deben realizarse pruebas de resistencia y de control de agregados (calidad y granulometría), periódicamente.

La instrumentación con celdas de presión, extensómetros y puntos de referencia es, en ciertos casos, de primordial importancia para seguir paso a paso el comportamiento del sistema de concreto lanzado en roca.

1-14. LANZADO MECANIZADO

En ciertas aplicaciones se ha mecanizado el lanzamiento de concreto. Stabilator AB de Suecia, aprovechando la regularidad de la excavación con máquina tuneladora en el túnel carretero de Heitersberg, en Suiza, (11 m. de diámetro), diseñó y puso a funcionar una estación automatizada de lanzamiento con brazos robots dirigidos desde un tablero de control. De este mismo tipo es el diseño de los brazos robots que han tenido gran aceptación en Europa, sobre todo en Suecia, ya que permiten al lanzador estar operando la boquilla a distancia, fuera de la zona de peligro de desprendimientos, y alejado del polvo y el impacto directo del rebote. La casa EIMCO también fabrica otro tipo similar de "robots". En la obra ya mencionada de la Ciudad de México, se construyeron unos "robots" elementales, no tan elaborados como los originales, que resultaron muy útiles en el lanzamiento de zonas que graneaban o estaban en proceso de desprendimiento.



1-15. SOPORTES COMPLEMENTARIOS

Cuando la masa de roca es competente, pero está formada por bloques relativamente grandes que pueden desprenderse en piezas individuales, es aconsejable utilizar anclas o pernos de tensión, para evitar el desprendimiento. Estos pueden usarse en combinación con el concreto lanzado, el cual sella las juntas entre bloques e impide o retrasa el aflojamiento.

En rocas poco competentes, donde cabe esperar movimientos importantes por relajación de esfuerzos al abrir la excavación, y donde las anclas de tensión no encuentran buen apoyo del expansor, es recomendable usar anclas de adherencia. Estas pueden ser del tipo PERFO, o simplemente varillas de refuerzo introducidas en barrenos inyectados con un mortero plástico, de consistencia de pasta de dientes, con un acelerador de fraguado y estabilizador de volumen.

Salvo las anclas que se aplican para sostener bloques individuales, el resto debe utilizarse en forma sistemática, en las condiciones dichas, con un patrón de distribución previamente elegido. Es común usar varillas de 16mm. (5/8") a 25mm. (1") de diámetro de longitudes variables entre 1.20 y 3.0m. y a separaciones de 1.50 a 2.50 m. En ocasiones se utilizan anclas de expansor huecas, para inyectar a través de ellas; el expansor en estos casos no es para levantar tensión, sino para mantener en posición el áncla, en tanto se inyecta, en aplicaciones sobre cabeza.

La malla de acero se acostumbra utilizarla como refuerzo del concreto lanzado, un poco pensando en que éste funciona como el concreto convencional que sin refuerzo de acero soporta poca tensión. En realidad, el concreto lanzado tiene una resistencia a la tensión que es del orden del 20% de la resistencia a la compresión y puede fluir y flexionarse como una membrana estructural para adaptarse a los movimientos de la roca. Por ello, en una gran cantidad de casos puede trabajar como soporte sin refuerzo alguno. En la técnica sueca generalmente se prescinde de la malla; en la técnica austríaca sólo se utiliza ocasionalmente, ya que se prefiere el trabajo combinado de anclas y concreto lanzado.

En lo posible debe evitarse el empleo de la malla porque presenta estos inconvenientes:

— Liga grandes tramos de concreto lanzado; si una porción tiende a fallar y desprenderse, por presiones o deficiencias locales, tiende a arrastrar todo el resto

provocando una falla general o de gran magnitud, que de otra forma hubiese sido reducida.

– La malla no se adapta a la geometría quebrada de la excavación y deja espacios donde se entrapa el rebote y no permite pasar el concreto lanzado posteriormente, por lo que el producto final queda de calidad muy irregular.

– La malla vibra al recibir el impacto del lanzado, y despega o desprende el concreto tierno recién colocado.

La malla se usa a veces para formar columnas o trabes de concreto lanzado en combinación con anclas, varillas de refuerzo o, en algunos casos, armaduras simples de celosía. Estos elementos se utilizan como refuerzo en grandes vanos o huecos dejados por la detonación en zonas de debilidad o para recibir cavidades formadas por caídos o desprendimientos.

Los marcos metálicos se usan también con frecuencia en combinación con el concreto lanzado; éste suele actuar en estos casos como revestimiento de protección contra intemperismo y como liga estructural, pero el resultado suele ser un ademe excesivamente rígido y muy sobrado.

2. APLICACION DEL CONCRETO LANZADO EN LAS EXCAVACIONES DEL SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO DE LA CIUDAD DE MEXICO.

2-1. ANTECEDENTES.

Antes de 1962 no se había utilizado concreto lanzado en obras de ingeniería civil en México; pero sí se había usado en algunos casos la "gunita". Por esas fechas se repararon los túneles de Tequisquiac, que tenían revestimiento de mampostería ya muy deteriorado; el revestimiento nuevo se formó con concreto lanzado con agregado grueso de tamaño máximo de 9.5 mm. (3/8"). El procedimiento fue el de mezcla seca y se emplearon máquinas BSM de doble cámara a presión.

En 1968 se empezó a aplicar concreto lanzado en los frentes de excavación 0-1 del Emisor y 0-13 de los Interceptores desde el entronque de los mismos con el Emisor. El primer frente mencionado contaba con un jumbo de barrenación con plataforma deslizante en el piso superior, diseñado para poder traslapar la actividad de lanzado con las actividades de rezaga y de barrenación. En 1969 se abrieron dos frentes más de concreto lanzado en los tramos 2-3 y 2-1 del Emisor. A partir de 1970 se extendió la aplicación de este sistema a varios otros frentes, hasta llegar a tener en 1971-1972, veinte frentes simultáneos de concreto lanzado (en el período de mayor actividad de excavación) y treinta y seis frentes en total donde se aplicó el sistema.

El volumen lanzado supera los 225,000m³ de mezcla seca pasada por la máquina, (que fue la unidad de medida utilizada para estimar la obra ejecutada). La mayor parte de este volumen se lanzó en los años 1971, 1972 y 1973, por lo que fue necesario contar con una organización del trabajo a la medida de las necesidades de producción.

Hasta la fecha ha sido la aplicación subterránea de concreto lanzado de mayor volumen y con mayor concentración de equipo en el mundo.

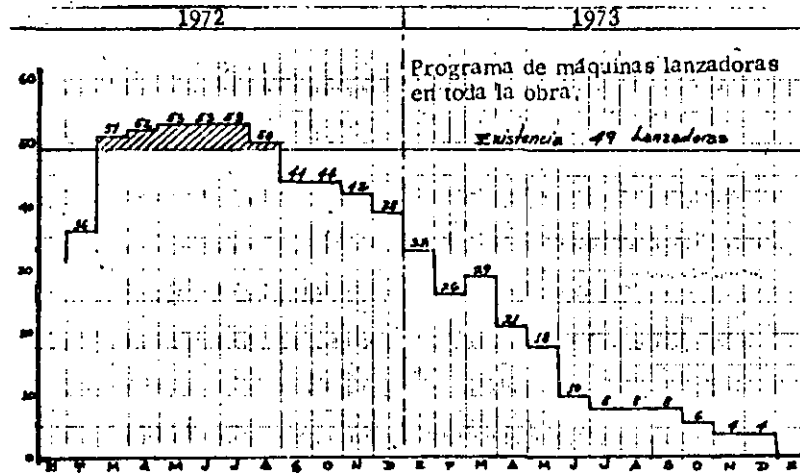
2-2 ORGANIZACION

Se contó para el control de calidad y para el diseño con la asesoría de la firma Mason, Stewart y Dolmage de Canadá, que fue la introductora de la técnica del concreto lanzado en norteamérica y la que asesoró las primeras aplicaciones en los frentes de la lumbrera 0 del Emisor.

En la capacitación del personal y en el aspecto operativo de la producción del concreto lanzado se contó con el auxilio de la firma sueca Stabilator AB que también había participado en las primeras aplicaciones antes dichas. Durante el período de mayor producción, Mason mantuvo a un ingeniero de planta en la obra, y Stabilator a un ingeniero y a seis sobrestantes. Con esta combinación de asesorías, se aplicaron, en donde más convino a la obra, principios de los métodos austriaco y sueco, con los ajustes locales.

La obra se organizó, para el empleo del concreto lanzado, en grupos de producción y en un grupo de diseño, control de calidad y coordinación. Los grupos de producción eran brigadas de lanzado adscritas a los frentes de excavación, formadas, para cada turno, por un cabo, dos lanzadores y sus ayudantes, un operador de lanzadora y su ayudante, dos tolveros en superficie y dos tolveros en el túnel. Se procuró tener dos carros tolva alimentadores y dos lanzadoras por frente de lanzado.

	LANZADORAS	CARROS DE AGREGADOS
L-11 Ote.	1 BSM	2
L-0 0-13 C.	1 REED	1
L-2 2-4	2 REED	3
L-4, 4-3	2 ALIVAS	2
4-5	2 ALIVAS	3
L-5, 5-4	2 REED	2
5-6	2 REED	3
L-6, 6-5	2 ALIVAS	2
6-7	2 ALIVAS	3
L-10 10-9	2 BSM	3
10-11	1 BSM	2
L-11, 11-10	2 REED	2
11-12	2 REED	3
L-12, 12-11	2 ALIVAS	3
L-14, 14-15	2 BSM	3
L-15, 15-14	2 BSM	2
15-17	1 BSM	3
L-17, 17-15	2 BSM	2
17-18	1 BSM	3
L-18-, 18-17	2 REED	2
18-19	1 REED	1
L-19, 19-18	2 REED	1
19-20	1 REED	1
L-10, 20-19	2 REED	1
20-P	1 REED	1
PORTAL	1 REED	-
T.M.C.	1 REED, 2 ALIVAS	-
	1 BSM,	-
TOTALES	22 REED, 12 ALIVAS	
	13 BSM.	
	(existencia presente)	54
		(existencia 45)



- 1.- El plan propuesto de distribución de maquinaria se hizo con el criterio siguiente: una BSM por frente, más una extra por lumbrera; dos REED por frente para asegurar una siempre operando; dos ALIVAS por frente para dar la producción adecuada; cinco tolvas por lumbrera de producción (dos por frente y una extra), y una como mínima en frentes de protección.

El grupo de control, llamado Gerencia de Concreto Lanzado, estaba formado por un Gerente, los asesores, un laboratorio de control de calidad, un auxiliar técnico, un auxiliar de maquinaria, tres inspectores de tramo y diez inspectores de frente. Este grupo formuló las especificaciones generales, los diseños del concreto lanzado en cada tramo, los instructivos de operación, catálogos de partes y máximos de refacciones de cada máquina, las normas de calidad y los controles; coordinó la

VI.- DESCRIPCION GENERAL DEL TRABAJO REALIZADO.
(Complementarla con la hoja de Descripción Geológica).

a) Condiciones del terreno: Tipo de roca, localización y espacia
ciamiento de fracturas, cantidad de agua, descripción del ---
perímetro tronado y del perfil del tramo avanzado, V.gr. regu

lar, irregular o rugoso, etc. *La roca encontrada en la frente
y en paredes es del tipo andesita, es roca fracturada lo cual no
ofrece ninguna seguridad para poder trabajar con seguridad
se aplican pequeños aseguramientos superficiales en el lado
derecho, el perfil tronado es de forma irregular*

b) Cantidad de sobrexcautación, (en el perímetro y en el perfil --
longitudinal), promedio 35 cm.

c) Condiciones del lanzado, Buenas

1.- Indicar desde donde se hizo el lanzado, la clave? De banquero y
jumbo y las paredes? de jumbo y pico natural

2.- Presión del aire 4 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$; distancia de boquilla 2 Mt.
ángulo del lanzado 90° y 75°, tiempo del fraguado 60 Seg.

3.- Observaciones de la calidad Buena

4.- Condiciones de maquinaria y equipo de lanzado y consumo de ---
refacciones y accesorios (incluir equipo en operación, en repara -
ción y en espera u ocioso) Trabajo en buenas condiciones

*el equipo y maquinaria, así les ha indicado a los opera-
dores de las talibris - que - tengan - la - precaución - de
mantener en buenas condiciones estas maquinarias sea limpien-
do las cada vez que haya oportunidad y vigilarlos el man-
tenimiento preventivo.*

5.- Interrupciones y tiempos perdidos (lanzado) _____

VII.- DESCRIPCION DEL CICLO.

a) Actividades y tiempos (anotar los traslapes) _____

- 1.- BARRENACION: De 1300-1403 hs. De 2005-2140 hs.
- 2.- CARGA: 1405-1459 hs. 2145-2230 hs. a.- TRONQ: 1520 hs
22 40 hs. b.- REZAGA: 1520-1650 hs.
- 5. LANZADO: 1700-1950

b) Equipo y personal del concreto lanzado en túnel y superficie--
(número de gentes y puestos. Dar una relación detallada la priera vez y cada vez que haya cambios)

EQUIPO ENTUNEL: 3 ALIVAS
2 en el frente 1 en confluencia de interceptores, 2 Tolvas
317-7001 y 317-7003 PERSONAL 1 cubo de lanz. 2 lanz. 2
Hytes de lanz. 1 op. de aliva 2 Hytes de op. de aliva

c) Descripción del sistema de adere y del procedimiento de instalación.

Se continúan colocando en las longitudes las
a base de barras de 1 1/4" recibiendo el marco de acero
en esta ocasión un se colocaron marcos de concreto espe-
riados cada 2.00 mts.

d). Trabajo de lanzado en otras localizaciones aparte de los frentes: (indicar cadenamamiento, características del trabajo y tolvas lanzadas).

VIII.- INVENTARIO DE MATERIALES, REFACCIONES Y ACCESORIOS PARA EL CONCRETO LANZADO DESCRIPCIONES Y CANTIDADES. (movimientos de almacén y de bodegas o depósitos de materiales)

No hubo movimientos de almacén

IX.- OBSERVACIONES:

de 5 a 12h Durante el turno del día no se lanzó se estuvo barrenando para salidas de agua y terminando de recibir el marco. Se barrenó la y media sección de arriba de 12 a 15 y tronó 15.15 hasta las 16.45 no se lanzó el concreto.

REVISOR:

SUPERVISOR:

Inq. Alfonso Vargas Hdez.

colocadas en barrenos de 2 ó 3 m. de profundidad rellenos de un mortero espeso inyectado con bomba; la separación varió entre 1.50 y 2.50 m. En algunos tramos se usaron anclas de expansor huecas, ya comentadas antes; el expansor servía no para dar tensión sino para detener el ancla en posiciones difíciles. La efectividad de las anclas fue demostrada tanto por la estabilidad del túnel como por los resultados de numerosas pruebas de extracción.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESIÓN SIMPLE A QUE SE SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCIÓN. DE LAS ANCLAS DE FRICCIÓN TIPO GS.F INSTALADAS ENTRE LAS LUMBRERAS 15 Y 17 DEL EMISOR CENTRAL.

Localización de la lechada muestreada	Fecha de muestreo	Resistencia a la compresión simple en kg/cm ² a la edad de			Observaciones
		1 día	3 días	7 días	
L15 + 700	3-V-73	-	-	97	
L15 + 700	3-V-73	20	60	149	
L15 + 700	25-IV-73	-	-	223	
L15 + 565	25-IV-73	-	-	145	
L15+ 565	25-IV-73	30	75	232	
L17 - 2340	16-V-73	57	127	70	Nota 1

Nota 1.- Aparentemente la lechada no se mezcló uniformemente.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESIÓN SIMPLE A QUE SE SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCIÓN EN LAS ANCLAS DE FRICCIÓN TIPO GS-F

LAPSO DE PRUEBAS DEL 3 DE OCTUBRE AL 7 DE NOVIEMBRE DE 1972

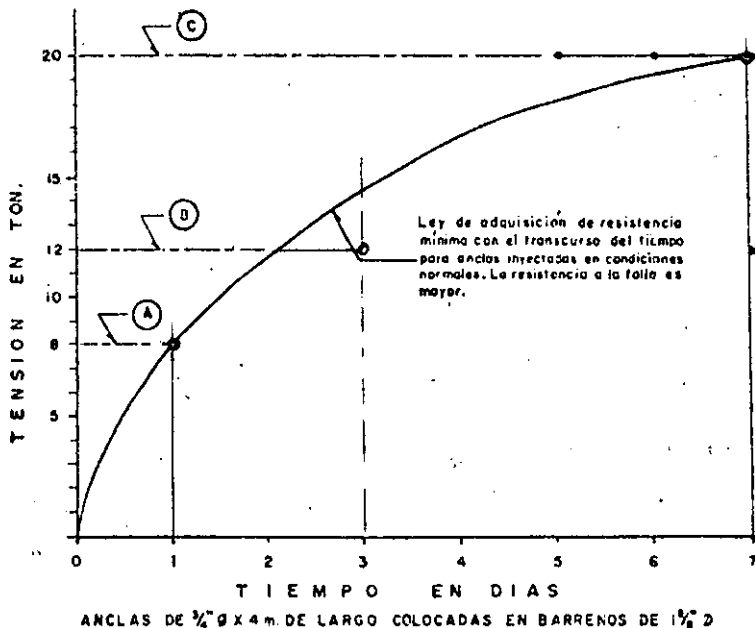
Lumbrera	Localización de la lechada muestreada		Fecha de muestreo	Resistencia a la compresión simple en Kg/cm ² a la edad de:		
	Frente	Cadenamiento		1 día	3 días	7 días
5	56	04725	3-X-72	31	60	216
6	65	04180 (muro)	3-X-72	48	163	226
5	54	04500	10-X-72	58	129	209
5	56	04750	10-X-72	42	102	183
5	54	04595	24-X-72	23	67	115
6	65	04240	24-X-72	20	53	113
5	54	04630	31-X-72	106*	106*	88*
5	56	04810	31-X-72	60	106*	117*
5	54	04660	7-XI-72	118	130	178

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE EXTRACCION EFECTUADAS EN LAS ANCLAS DE FRICCIÓN TIPO GS.F COLOCADAS ENTRE LAS LUMBRERAS 15 y 17 DEL EMISOR CENTRAL. TODAS LAS ANCLAS REPORTADAS SON DE $3/4"$ ϕ x 4.0m DE LARGO COLOCADAS EN BARRENOS DE $1.5/8"$ ϕ .

Localización del ancla probada	Fecha de prueba	Tiempo de inyectadas (días)	Tensión Máxima aplicada al ancla (ton)	Observaciones
Caido L15 + 700	17-IV-73	5	17	Nota 1
Muro Este	"	5	20	Nota 2
Caido L15 + 700	24-IV-73	7	20	Nota 2
Muro Este	"	7	20	Nota 2
L15 + 573	9-V-73	6	20	Nota 2
Muro Este	"	6	20	Nota 2
"	"	6	20	Nota 2
L15 + 573	16-V-73	7	12	Nota 2
Muro Este	"	7	20	Nota 2
L17 -1367	18-V-73	1	8	Nota 2
Muro Este	"	1	8	Nota 2
L17 -1524	6-VI-73	5	20	Nota 2
Muro Oeste	"	5	20	Nota 2
L17 -1526	6-VI-73	5	20	Nota 2
Muro Este	"			
L17 - 436	15-VI-73	1	8	Nota 2
Muro Este	"	1	8	Nota 2
"	"	1	8	Nota 2

Nota 1.- La prueba se suspendió, ya que aparentemente el ancla estaba fallando y dado que se había superado la tensión mínima requerida, no tenía que fallarla.

Nota 2.- La prueba se suspendió sin que el ancla fallara.



RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

Localización de las anclas probadas	Tiempo de inyectadas (días)	Longitud del ancla (m)	Tensión máxima aplicada al ancla (ton)	Observaciones
L5 Fte. 54 0+520 (Oct. 17, 72)	7	1.0	11.5	Falló en la cuerda de sujeción.
L6 Fte. 65 0+280 (Nov. 14, 72)	7	1.0	16.0	Falló en la cuerda de sujeción.

RESULTADOS OBTENIDOS EN PRUEBAS DE EXTRACCION DE ANCLAS

Localización de las anclas probadas	Tiempo de inyectadas (días)	Longitud del ancla (m)	Tensión máxima aplicada al ancla (ton)	Observaciones
L6 Fte. 67 Cad. 0+510 Muro oriente	+7	2.7	5	Zona en que el material es muy arenoso y está fracturado.
L5 Fte. 56 Cad. 0+390	+7	2.7	20	Nota 1 Aparentemente estaba mal inyectada.
0+532 Muro oriente	+7	2.7	4	
Cad. 0+580 Muro poniente	+7	2.7	15	Falló entre la lechada y la varilla.
L5 Fte. 54 Cad. 0+620	+7	2.7	0	No estaba inyectada.
0+700 Muro poniente	+7	2.7	20	Nota 1
Cad. 0+500 Muro oriente	+7	2.7	20	Nota 1
L6 Fte. 65 Cad. 0+135 Muro oriente	+7	2.7	20	Nota 1
Cad. 0+150 Muro poniente	+7	2.7	20	Nota 1
L5 Fte. 56 Cad. 0+920 Muro poniente	+7	2.7	13	Presentan inyección deficiente.
Cad. 0+910 Muro oriente	+7	2.7	8	

Nota (1) Prueba suspendida a las 20 Ton. capacidad máxima del equipo de prueba.

**RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE COMPRESION SIMPLE A QUE SE
SOMETIERON LAS MUESTRAS DE LECHADA DE INYECCION DE LAS ANCLAS DE FRICCION TIPO GS-F
LAPSO DE PRUEBAS DEL 13 DE NOV. DE 1972 AL 12 DE ENERO DE 1973**

<u>Localización de la lechada muestreada</u>			<u>Fecha de muestreo</u>	<u>Resistencia a la compresión simple en Kg/cm² a la edad de:</u>		
<u>Lumbrero</u>	<u>Frente</u>	<u>Cadenamiento</u>		<u>1 día</u>	<u>3 días</u>	<u>7 días</u>
5	54	04674	13-XI-72	17	81	122
5	54	04674	13-XI-72	12	53	106
5	54	04840	4-1-73	20	121	149
5	56	04980	4-1-73	20	82	128
6	65	04461	5-1-73	93*	108*	124

Entre las lumbreras 9A y 11 (serie Tepetzotlán), el concreto lanzado se usó junto con marcos metálicos y tornapuntas (viguetas H de 15 cm. (6") a separaciones de 1 a 1.5 m.), para resistir empujes del terreno. Estos empujes fueron causados por expansión de minerales montmoriloníticos presentes en el material excavado, que era un producto de descomposición y devitrificación de tobas riolíticas e ignimbritas. El concreto se colocaba primero, después los marcos y tornapuntas, que se castigaban con madera y, en algunos tramos se volvía a lanzar para ligar los marcos formando bóvedas de concreto entre ellos. Aunque la opinión de los asesores fue la de usar solamente concreto lanzado y anclas en este tramo, se prefirió el sistema dicho por las dificultades prácticas encontradas. Cuando se usaron los marcos metálicos sin concreto lanzado o cuando éste era de un espesor delgado, se presentaron desplazamientos de los marcos y fracturamiento del concreto. Hubo tramos que se tuvieron que reademar dos y tres veces.

En las series Huehuetoca y Sincoque, entre las lumbreras 14 y 18, la roca fue, en general, de buena calidad (andesitas y basaltos), salvo pequeños tramos problema en que aparecía una arcilla muy compacta menos competente que la roca, por lo que fue posible emplear la técnica sucra de colocar un pequeño espesor de concreto lanzado en toda la superficie y rellenar las esquinas y fracturas con espesores de 10 a 30 cm. (4" a 12"), para evitar el aflojamiento y deslizamiento de bloques. El método dió buenos resultados; en general, aunque el constructor cambiaba al ademe convencional de marcos metálicos y madera cuando encontraba agua o mal terreno con el objeto de mejorar el factor de seguridad.

En el tramo del túnel entre la lumbrera 18 y el Portal (margas calcáreas) se lanzó concreto sobre el ademe convencional de marcos metálicos con tornapuntas. Los frentes se avanzaron a media sección y banqueo, y el concreto se aplicó sólo para proteger al terreno del intemperismo; los asesores habían recomendado el uso de concreto lanzado y anclas en este tramo. En un gran caído que se produjo al estar rehabilitando el túnel, en un tramo donde no se habían puesto tornapuntas, se pudo emplear el sistema propuesto por los asesores para recuperar el tramo con muy buenos resultados, como se describe más adelante.

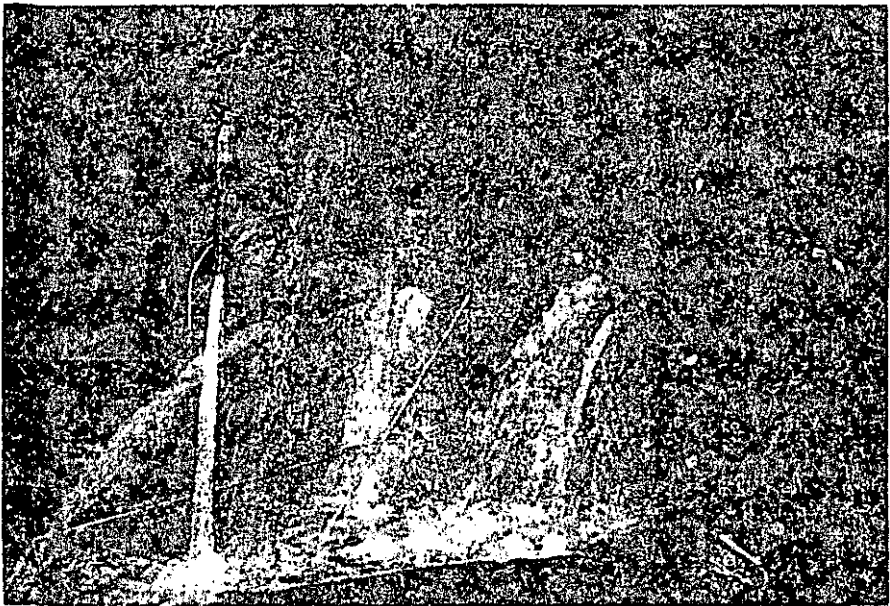
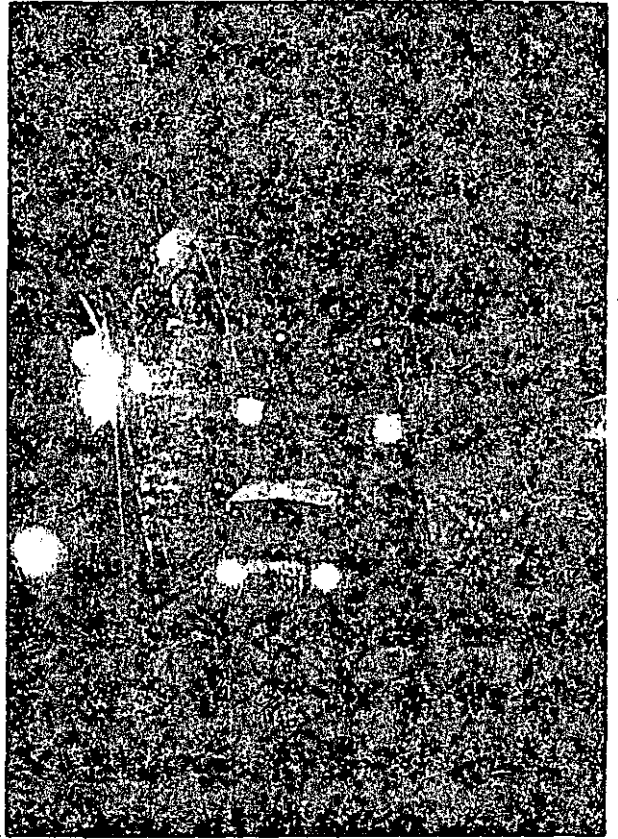
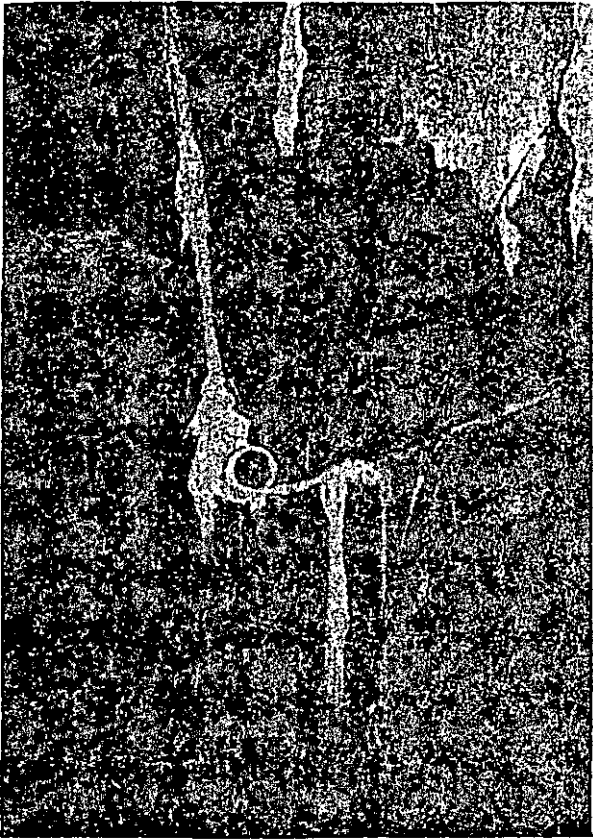
2-4. COMPONENTES Y TECNICAS

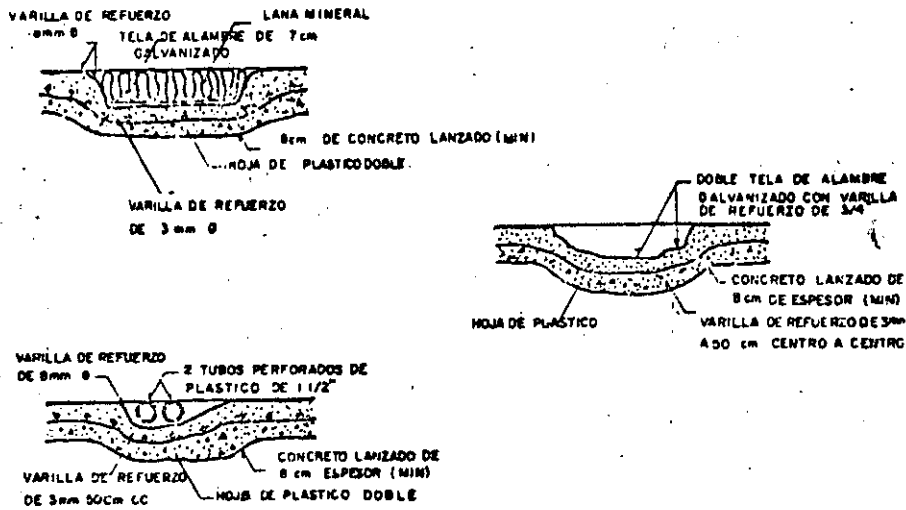
Aunque algo se ha mencionado al respecto en el inciso de Generalidades, conviene insistir sobre ciertos aspectos relevantes.

La cantidad de cemento por m^3 de mezcla seca fue de unos $450 \text{ kg}/m^3$, que es alta pero plenamente justificada dada la baja densidad de los agregados y su calidad media (en la zona es imposible conseguir agregados de alta calidad). Los aditivos acelerantes fueron de muy alta calidad. Dieron tiempos muy cortos de fraguado inicial (inferiores al minuto) necesarios en las aplicaciones en terrenos con filtraciones o con material desgranable o deleznable de corto tiempo de autoaporte. La pérdida de resistencia por el empleo de acelerantes fue aceptable (no mayor de 20%).

Bajo condiciones difíciles se usaba primero un concreto muy acelerado, aunque no fuese de alta calidad, para proveer de un soporte inmediato, sellando las juntas y fisuras de las rocas y asegurando los bloques menos estables y canalizando y drenando el agua. Después se completaba el espesor de concreto lanzado en capas de 5 a 15 cm. (2" a 6") con menos acelerante. Se lograba así el efecto de prolongar el tiempo puente o de autoaporte de la roca.

Las filtraciones de agua se controlaban con la instalación de tubos de drenaje que eran simples niples y tubos de PVC, algunos precedidos por pequeños barrenos colectores. Se controló más fácilmente el aguaproveniente de grietas o fracturas que el agua que trasminaba de formaciones porosas. En este último caso se recurrió a todo tipo de artimañas con tubos de drenaje, láminas, mallas y grandes cantidades de acelerante.





DISTINTOS METODOS DE DRENAJE PARA LANZADO DE CONCRETO EN TERRENO HUMEDO

2-5. EJEMPLOS SOBRESALIENTES

LUMBRERA - 0

En la transición de Interceptores al Emisor en la lumbrera 0, se excavó en la zona intermedia entre la serie Guadalupe y la llamada zona de Transición del subsuelo de la Ciudad de México en formaciones más parecidas a las de esta zona que las de aquélla, ya que eran tobas muy blandas (de 2 a 5 kg/cm² de resistencia en compresión simple), y limos arenosos y arcillosos compactos con intercalaciones de arena limpia acuífera (20 a 30 lt/seg.), de hasta 60 cm. de espesor que es arrastrada por el flujo de agua. La excavación llega a alcanzar un ancho de 17 m. y una altura de 10 m. en el entronque. La excavación se hizo con paletas neumáticas en sección superior y banqueo (15 m. de largo). El ademe fue de 20 cm. (8") de concreto lanzado cubriendo toda la sección y anclas de adherencia de 2.5 m. de longitud separadas 3 x 3 m. en el arco y en las paredes. Esta sección se mantuvo sin refuerzo adicional hasta que se revistió cuatro años después. Adentrándose en los Interceptores se siguió excavando con este procedimiento en limos, cuya calidad empeoraba a medida que se penetraba en la zona de Transición del subsuelo antes mencionada. Por falta de control de las filtraciones, el piso fue siempre un problema porque a causa de la sobre-saturación era poco estable. El concreto lanzado del arco y las paredes no tenía una buena base de apoyo y hubo desprendimientos en las paredes y

algunos caídos. Sin embargo, estos tramos permanecieron también por algo más de tres años sin otro refuerzo que el concreto lanzado y anclas de adherencia, hasta que fueron revestidos. Las excavaciones con este procedimiento se suspendieron en estos tramos al presentarse caídos importantes en el frente en zonas de arenas acuíferas con arrastré por filtraciones no controladas. De haberse controlado el drenaje por bombeo, como se hizo en el ataque posterior con escudo, seguramente se podría haber avanzado más con concreto lanzado y refuerzo adicional de anclas como ademe.

En la excavación del tramo 0-2, en la serie Guadalupe, hubo algunos caídos, en zonas de fallas y brechas, que fueron recibidos con concreto lanzado, anclas y marcos y trabes de concreto lanzado para poder recuperar el túnel en una o dos semanas en lugar de uno, dos o más meses que se habría tardado de no haber contado con este sistema.

En el frente 4-5 del Emisor Central, se excavó en andesitas muy fracturadas relativamente sanas y estables pero con algunas zonas de falla. A través de las fracturas y en fallas se infiltraba una gran cantidad de agua (hasta 4 lt/seg/m) que dificultaba considerablemente el avance y que amenazaba con inundar el túnel al rebasar la capacidad de bombeo instalada. Se decidió entonces efectuar un tratamiento de impermeabilización tal, que el gasto de filtración se mantuviera siempre en un 30 abajo de la capacidad de bombeo instalada. El tratamiento se efectuó desde un túnel piloto sin ademar, localizado al centro de la sección y adelantado 15 a 20 m. del frente de sección completa, y consistió en barrenos de exploración y de inyección distribuidos en aureolas al frente y radiales. Después de la inyección a alta presión, las infiltraciones se reducían lo suficiente para permitir el ataque a sección completa sin aumentar la capacidad de bombeo. El ataque a sección completa se llevaba con concreto lanzado como único ademe y con tubos de drenaje para localizar y canalizar los flujos de agua. El tratamiento se completaba en la excavación a sección plena con inyecciones de "piel" en las áreas donde todavía había flujos concentrados. El empleo del concreto lanzado como único soporte facilitó notablemente la inyección de "piel", ya que proporcionaba una cubierta continua de la roca y canalizaba el agua hacia los tubos de drenaje previamente instalados.



2-6. EFECTIVIDAD DEL CONCRETO LANZADO EN EL CONTROL DE CAIDOS.

En varias ocasiones el concreto lanzado se empleó no sólo para soportar una cavidad de derrumbe, una vez estabilizada naturalmente, sino para frenar de hecho el proceso del "caído". Esta cualidad fue tan ampliamente reconocida que aun frentes que no llevaban concreto lanzado como ademe principal estaban provistos de instalaciones y equipo de concreto lanzado para hacer frente a cualquier amenaza de caído

El proceso de estabilización era el siguiente:

Se elegía una área segura detrás del caído que se reforzaba con un marco de concreto lanzado y malla. Desde esta zona protegida se introducía la boquilla al interior de la cavidad mediante un "robot" formado por un tubo de unos 7 m. de largo con un maneral en el extremo del lanzador que accionaba unos cables sujetos en el otro extremo a un soporte de pivote donde estaba sujeta la boquilla; el robot se apoyaba en una barra transversal con pasadores. El lanzado se empezaba en las áreas que más graneaban, concentrándolo en las grietas y en las esquinas. Se iba formando el ademe de concreto de la boca de la cavidad hacia arriba, confinando poco a poco la zona que se caía hasta que cesaba de caer; entonces se terminaba de

lanzar y de reforzar, generalmente con marcos de concreto lanzado y anclas. De esta manera fue posible recobrar frentes caídos en una o dos semanas que de otra forma habrían causado mayor demora.

El caído que se produjo al rehabilitar el túnel entre las lumbreras 20 y 21, en margas calcáreas, abarcó una longitud de 20 m., ancho de 10 m. y una altura de 14 m. Inmediatamente después de terminar de caer, se lanzó concreto en espesores de 15 y 20 cm. (6" y 8") seguido por refuerzo adicional de marcos de concreto lanzado, formando arcos y trabes, y de anclas de adherencia de 4 y 7 m. de longitud. El material desprendido se retiró cuidadosamente y se fue completando el concreto lanzado hasta la cubeta. No se requirió rellenar el hueco o adicionarle más soporte antes de dejarlo definitivamente revestido, varios meses después.

3.- CONCLUSION

El concreto lanzado demostró ser una herramienta primordial y utilísima en la excavación del Sistema de Drenaje Profundo de la Ciudad de México. Probablemente por primera vez en América, su aplicación abarcó una gran diversidad de condiciones difíciles de tuneleo, y aun en circunstancias de caídos, en terrenos blandos, en rocas muy fracturadas, en formaciones expansivas y plásticas y en presencia de grandes filtraciones de agua.

Ello se logró gracias a una muy efectiva combinación de cemento y acelerante para alcanzar tiempos de fraguado extremadamente cortos, y a una oportuna y eficaz coordinación de la producción y del control de calidad

REFERENCIAS

- Spray Concrete (Shotcrete)
Section 12 Rock Mechanics
Por E.E. Mason y R.E. Mason a publicarse por Van Nostrand, Reinhold & Company.
- Support Shotcrete in the Mexico City Drainage Tunnels, por R.E. Mason, artículo no publicado.
- Use of Shotcrete for Underground Structural Support. Publication SP-45, ASCE 1973.
- Capítulo 8, "Shotcrete" de la publicación "Design of Tunnel Liners and Support Systems". Final Report 1969. Clearinghouse por D.U. Deere y al.
- Shotcrete Manual. Recopilación de varias publicaciones, hecha por A.A. Mathews.
- Especificaciones, instructivos y controles elaborados bajo el título de "Concreto Lanzado", Túnel, S.A. de C.V.



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

TRANSPORTACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS

ING. GUILLERMO DELGADO TERRAZAS

OCTUBRE, 1935

✓

" RESIDENTES DE CONSTRUCCION "

TEMA:-----TRANSPORTACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS-----

- 1.- Especificaciones:
Precios Unitarios
Contratación
Estimaciones
Seguros
Daños Típicos
Seguridad.

- 2.- Herramientas:
Grilletes
Cables
Estrobos
Grampas
Ganchos
Cadenas
Templadores.

- 3.- Equipos:
Trailers.
Plataformas Normales
Plataformas Telescópicas
Low-Boy
Dolly
Módulos
Grúas montadas en camión Telescópicas Hidráulicas
Grúas montadas en camión de Pluma Estructural.
Grúas montadas en orugas de Pluma Estructural.
Grúas
Grúas Torres sobre camión.
Grúas Torres fijas en Obra.

- 4.- Estructuras de acero:
Columnas.
Trabes
Largueros
Arcos.
Armaduras.
Tanques horizontales, elevados verticales

5.- Estructuras de Concreto:

Zapatas.

Columnas.

Trabes.

Largueros.

Losas Planas.

Doble "T"

Dovelas para Tanques.

Dovelas para Tomar Tubería.



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

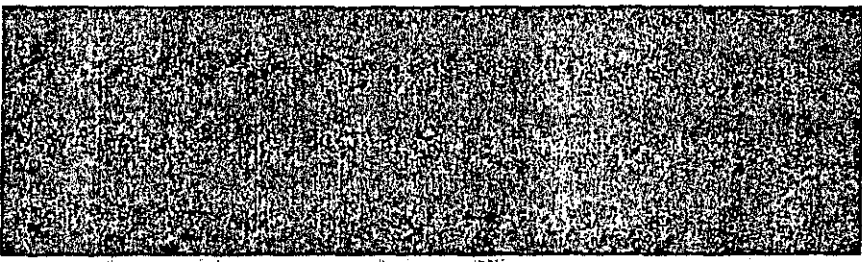
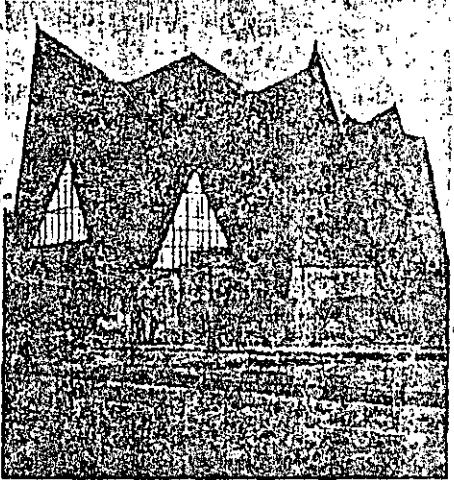
RESIDENTES DE CONSTRUCCION

IMPERMEABILIZACION

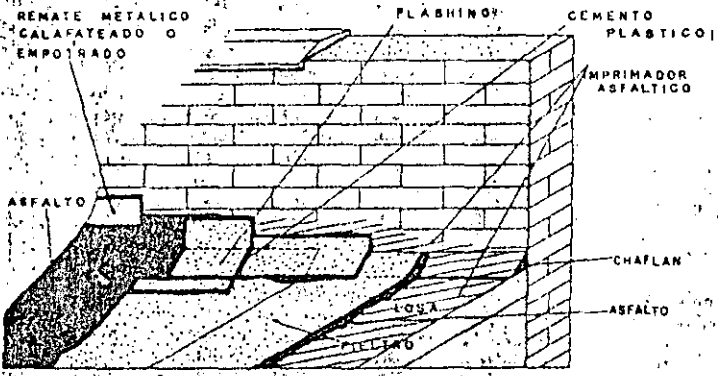
ING. MARIO GÓMEZ GALBARRIATO

OCTUBRE, 1985

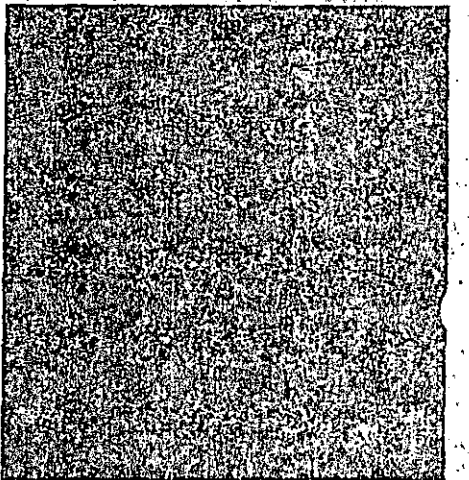
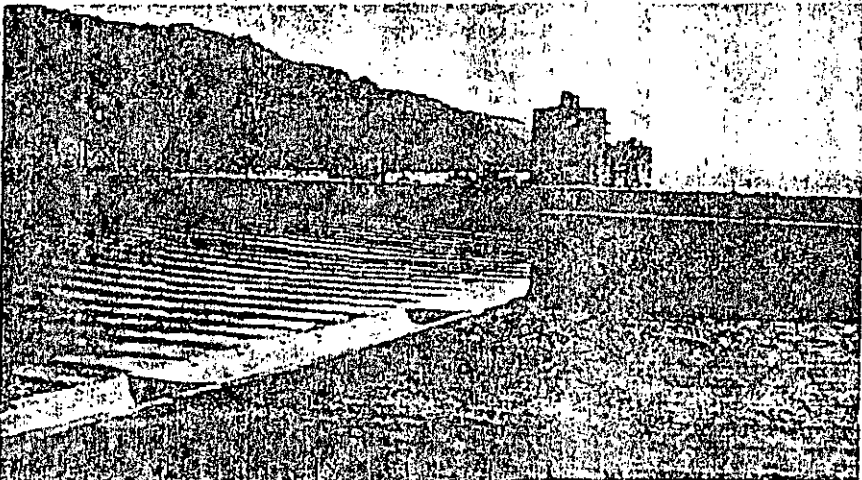
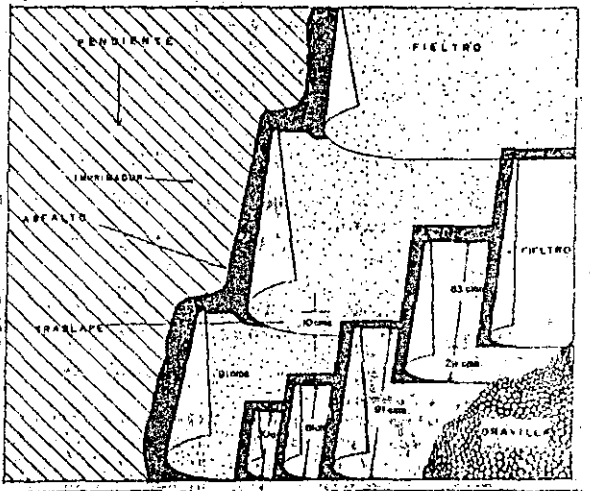
MATERIALES IMPERMEABILIZANTES



DETALLE DE REMATE EN PRETILES



IMPERMEABILIZACION EN CALIENTE A BASE DE FIELTROS



MATERIALES IMPERMEABILIZANTES

b) — DE APLICACION EN FRIO.

b.1) — REVESTIMIENTOS EN FRIO CON BASE EMULSION ACUOSA ("IMPERCOAT 540", "ELASTICOAT", "FIBRACOAT").

Estos revestimientos impermeables reúnen notables ventajas entre las que destacan las siguientes:

Se obtienen ya listos para usarse y no es necesario calentarlos previamente. Son flexibles a bajas temperaturas y no escurren en las condiciones más extremas.

Se adhieren sobre todo tipo de superficies a materiales húmedos o secos.

Funcionan sobre pendientes con cualquier inclinación, aún verticales.

Su manejo es sencillo y exento de peligros.

Se pueden aplicar en forma manual o con equipo neumático.

Conservan sus propiedades por largo tiempo, aún en exposición directa al intemperismo.

Se pueden emplear solos o combinados con membranas de refuerzo, para obtener sistemas multi-capas.

Las limitaciones de estos productos son las siguientes:

No son recomendables para servicios de inmersión muy prolongada o continua.

Requieren de 4 a 8 horas de tiempo de secado por capa, y su costo es algo mayor que los revestimientos de aplicación en caliente, pero tienen ventajas que, en algunos casos, los justifican ampliamente.

b.2) — REVESTIMIENTOS EN FRIO EN BASE DE SOLVENTES ORGANICOS ("ASFASOL", "FLEXOL").

Se clasifican dentro de este grupo a todos aquellos productos impermeabilizantes que se aplican directamente del envase y cuyo vehículo es un solvente; reciben también el nombre de impermeabilizantes rebajados. Estos impermeabilizantes son productos asfálticos mejorados con la adición de fibra de asbesto, elastómeros y rellenos minerales, que alargan su vida y permiten que formen capas, con una gran resistencia al agrietamiento producido por los efectos de la intemperie.

Los impermeabilizantes rebajados forman películas flexibles y sumamente impermeables con características de gran adhesividad, lo que permite que se utilicen no sólo como impermeabilizantes en sistemas nuevos, sino también como productos para rejuvenecimiento en sistemas ya aplicados y que puedan tener cierto deterioro. Además, ellos soportan inmersión continua.

4a. — MEMBRANAS DE REFUERZO ("FIETROQUIM", "IMPERFELT", "VITROCOAT").

Las membranas de refuerzo se aplican en sistemas impermeables generalmente en forma de "sandwich", entre dos capas de revestimiento impermeable, lográndose con esta impermeabilización más gruesas, resistentes e impermeables al paso del agua. Las membranas de refuerzo instaladas como componentes de un sistema, cubren las siguientes funciones:

- 1a. — Aumentan la impermeabilidad del sistema protector.
- 2a. — Permiten la aplicación de capas sucesivas de revestimientos impermeables.
- 3a. — Aseguran un espesor mínimo a la carpeta impermeable.
- 4a. — Aumentan la resistencia del sistema impermeable a los esfuerzos mecánicos.
- 5a. — Retrasan el avance de las grietas superficiales hacia la losa.

Las diversas membranas de refuerzo que se obtienen en el mercado mexicano, cubren las funciones enumeradas y es aceptado que dichas membranas son elementos recomendables en un buen sistema de impermeabilización.

En el mercado nacional existen diferentes tipos de membranas, teniendo entre ellas los fieltros, elaborados a base de fibras de celulosa, madera, algodón o fibras sintéticas, con las que se forman fieltros laminados que se saturan con asfalto y se utilizan como elementos de refuerzo con impermeabilizantes de aplicación en caliente. Estas membranas son impermeables por sí mismas, por lo cual aumentan la efectividad del sistema, además del refuerzo que le confieren.

Existen también membranas de filamentos de fibra de vidrio que se saturan o no con asfalto y que se utilizan como refuerzo en impermeabilizaciones de aplicación en caliente o en frío. Estas membranas no son impermeables de por sí, por lo cual sólo actúan como refuerzo.

5a. — MATERIALES PREFABRICADOS ("FIETROQUIM MINERALIZADO").

Los materiales prefabricados contienen tres de los elementos enunciados para un sistema impermeable, en un solo conjunto, ya que constan de un fieltro de celulosa o fibra de vidrio, recubierto con asfaltos estabilizados, terminando o no, con gravillas minerales opacas y decorativas. De acuerdo con las necesidades del diseño, se pueden colocar como capas intermedias o de acabado.

6a. — ACABADOS.

Los acabados son un elemento fundamental en la impermeabilización y con mucho acierto se ha dicho que la vida útil del acabado, es la vida del sistema impermeable.

Lo anterior es comprensible, si se considera que los techos de una construcción, son la parte que más severamente es atacada por el intemperismo y por los destructores rayos ultravioleta de la luz solar. También debe considerarse que los materiales asfálticos, principalmente los de aplicación en caliente, son muy poco resistentes a la acción de la intemperie, por lo cual no es recomendable que queden directamente expuestos. Por ello, debe procurarse mantener siempre en condiciones el acabado de cualquier impermeabilización.

Los acabados para impermeabilizaciones deben ser de colores claros, con el objeto de que los techos se calienten lo menos posible, lográndose con esto que los interiores se mantengan más frescos y que la vida útil de la impermeabilización se vea incrementada.

Los acabados más frecuentes para terminar los sistemas de impermeabilización, son los siguientes:

- 1 — Las gravillas naturales o pigmentadas.
- 2 — Las pinturas bituminosas en color aluminio ("BITUCOLOR ALUMINIO").
- 3 — Las pinturas elastoméricas blancas o en colores ("FLEXODECOR").
- 4 — Las pastas reflejantes (Fabricadas empleando "QUIMIWEID").
- 5 — El papel aluminio.
- 6 — En enladrillado u otro recubrimiento cerámico.
- 7 — Los pavimentos asfálticos, en frío o caliente ("FLEXOCRETO").
- 8 — Los recubrimientos elastoméricos, con alta resistencia a la abrasión ("TIROPLASTIC").
- 9 — Los acabados prefabricados ("FIETROQUIM MINERALIZADO").

Veamos ellos con más detalle:

1. — LAS GRAVILLAS NATURALES O PIGMENTADAS, son muy interesantes por su naturaleza inorgánica que las confiere alta resistencia al intemperismo, lográndose una amplia vida útil. Sin embargo, debe hacerse notar, que entre partícula y partícula, hay intersticios en los cuales queda expuesto el asfalto al ataque de los elementos, además de que estas gravillas, generalmente tienen algún contenido de humedad, por lo que, al aplicarse en asfalto caliente, hay un anclaje pobre, lo cual ocasiona que posteriormente las gravillas se desprendan y quede "calvo", por así decirlo, el recubrimiento impermeable. Para evitar estos problemas, se recomienda aplicar una capa de acabado adicional sobre la base de gravillas, con la cual se cubrirán los intersticios y se fijarán entre sí mismas, evitando que se desprendan.

2 — LAS PINTURAS BITUMINOSAS ("BITUCOLOR ALUMINIO"), de color aluminio, son un acabado muy fácil de instalar, por lo que son ideales para trabajos de mantenimiento continuo, tienen una vida útil del orden de 1 a 3 años, dependiendo de su calidad y deben ser renovadas frecuentemente. No se recomiendan para techos con tránsito y su reflectividad es de primera clase.

3 — LOS RECUBRIMIENTOS ELASTOMERICOS ("FLEXODECOR"), son muy decorativos y durables, pero deben de tener ciertas características para asegurar buenos resultados.

Ellos no se deben aplicar directamente sobre asfalto de aplicación en caliente, sino sobre una base previa de gravilla o fibras ancladas al asfalto y pueden ser aplicados en forma directa, sobre algunos revestimientos de aplicación en frío. Deben formar películas con buena elasticidad y estar formuladas con resinas exentas de plásticos volátiles, para que no se rigidicen rápidamente con la exposición directa al sol. Un acabado que cumpla las anteriores consideraciones, aplicado con un rendimiento del orden de 1/2 litro por metro cuadrado, tendrá una duración adecuada y soportará bien el tránsito eventual.

MATERIALES IMPERMEABILIZANTES

4 - LAS PASTAS REFLECTIVAS, se fabrican a partir de cal, cemento blanco y un ligante a base de resinas emulsionadas que las confiere cohesión y buena adherencia ("QUIMIWELED").

Estas pastas son durables y económicas, por lo cual su uso se ha extendido bastante. Son resistentes al intemperismo y soportan bien el tránsito eventual.

Por ser rígidas, pueden aparecer ligeras fisuras, pero ellas no crean fallos de impermeabilidad.

5 - EL PAPEL DE ALUMINIO, se emplea algunas veces para recubrir impermeabilizaciones, ya que tiene muy buen poder reflectante y es resistente al intemperismo. Sin embargo, su uso se ha visto limitado por su pobre adherencia al asfalto, que ocasiona rápidos desprendimientos y roturas, que dejan al descubierto el asfalto en un tiempo muy breve.

6 - EL ENLADRILLADO, es el recubrimiento tradicional de azoteas en nuestro país, y es un magnífico elemento protector para impermeabilizaciones. Entre sus cualidades podemos enumerar que es un material decorativo, que da un buen aislamiento al calor, siendo resistente a la intemperie, y al tránsito frecuente.

Cuando el ladrillo se coloca cuidadosamente sobre una impermeabilización, sin dañar a ésta, se puede asegurar que la impermeabilización tendrá una vida útil prolongada.

Sin embargo, en la práctica se observa que los enladrilladores destruyen la carpeta impermeable, casi en forma inevitable, con lo que las filtraciones se manifiestan en seguida. La viciada práctica constructiva de fijar los hilos de nivel con clavos, directamente sobre la superficie; la de pallear mezcla sobre la azotea; la de hacer pilas de ladrillos o de transitar con carretillas sobre las impermeabilizaciones, producen daños que rompen la continuidad del sistema y se presentan posteriormente las humedades. Es muy importante llamar la atención sobre el punto anterior, para así poder lograr una mayor colaboración entre los residentes, albañiles e impermeabilizadores, que redunde en trabajos más seguros, mejor coordinados y ejecutados. Siempre el trabajo en equipo, dará mejores frutos.

7 - LOS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS ("FLEXOCRETO"), han ido adquiriendo en los últimos tiempos mayor importancia, como acabados para impermeabilización.

Ellos son verdaderos sustitutos del enladrillado, ya que soportan tránsito pesado, aún de vehículos, y su vida útil es muy prolongada. Estos acabados se aplican con espesores mínimos de 1 cm. y se hacen a base de emulsiones asfálticas, con agregados de granulometría controlada y cemento Portland, colocándose sobre el techo por medio de maestras y enparejando con reglas de madera, en la misma forma en que se cuele un piso de concreto, pudiéndose obtener tanto acabados finos, como ásperos.

Como estos acabados son colocados por el mismo instalador de la impermeabilización, se logra una garantía total sobre la impermeabilidad del techo, ya que se elimina la posibilidad de que durante el enladrillado se dañe la impermeabilización.

Creemos que este tipo de acabados se irá aplicando cada vez más por las ventajas que posee. Estos acabados son magníficos sustitutos del ladrillo, pero no deben emplearse como impermeabilización única. Con ellos se obtendrá un funcionamiento óptimo si se colocan siempre sobre un sistema de impermeabilización completo, que contenga todos los elementos requeridos.

8 - RECUBRIMIENTOS ELASTOMERICOS CON ALTA RESISTENCIA A LA ABRASION ("TIROPLASTIC"). En los últimos tiempos se han venido desarrollando algunos recubrimientos "tipo pintura", que llevan en su formulación agregados de muy alta resistencia a la abrasión, con lo cual se obtienen superficies que no se desgastan fácilmente con el tránsito de personas.

Estos revestimientos especiales superan a otro tipo de materiales semejantes, en cuanto a su resistencia al tránsito. Son de muy alta duración y se instalan fácilmente, teniendo también la característica de poderse colocar prácticamente en cualquier calor.

9 - ACABADOS PREFABRICADOS ("FILTROQUIM MINERALIZADO"). La característica de estos acabados es que son sumamente resistentes a la intemperie y de color uniforme, son fáciles de colocar y dan buena impermeabilidad a los sistemas en los que se aplican.

Estos son, a grandes rasgos, los materiales impermeabilizantes más usados hoy en día. Claro está que faltarían mencionar otros tales como las láminas metálicas, ya de cobre o plomo, u otros materiales como tejas o pizarras que aún si no son materiales impermeabilizantes.

II.-SISTEMAS IMPERMEABLES:

Ya se ha establecido que los sistemas impermeabilizantes deben constar con un mínimo de tres componentes principales que son:

- 1 - EL PRIMARIO O BASE ADHERENTE.
- 2 - LA CARPETA IMPERMEABLE.
- 3 - EL ACABADO.

El primario o base adherente tendrá por objeto sellar la porosidad y las partículas de polvo sueltas en la superficie. La carpeta impermeable, será la verdaderamente responsable de la impermeabilidad del sistema. Estas carpetas pueden estar formadas por capas alternadas de revestimientos y membranas de refuerzo. Se acepta generalmente que, a mayor número de capas, se obtiene más seguridad y mayor duración, lo cual es relativamente cierto cuando se comparan entre sí sistemas a base de los mismos materiales. Sin embargo, debe de considerarse también, que existen materiales de mejor funcionamiento con los que se obtienen óptimos resultados, a espesores menores. Podemos establecer que un material más elástico, dúctil, impermeable y resistente al envejecimiento, dará un funcionamiento equivalente con menor espesor. Los acabados, como ya quedó dicho también, tienen por función proteger a la carpeta impermeable contra el ataque del intemperismo y del ataque físico por el uso inadecuado e imprudente que se somete esa carpeta.

Una vez establecidas ya los componentes de los sistemas de impermeabilización, se podrían clasificar en cuatro grupos:

- 1 - Los de aplicación en frío.
- 2 - Los de aplicación en caliente.
- 3 - Los de aplicación mixta.
- 4 - Los prefabricados.

Las características de cada uno de estos tipos de sistemas son las siguientes:

1 - LOS DE APLICACION EN FRIO:

Ellos se efectúan partiendo de materiales listos, para usarse, sin necesidad de calentarlos.

Los materiales de aplicación en frío se adhieren firmemente sobre todo tipo de superficies, en algunos casos aún estando húmedas, lo cual reduce la posibilidad de que se presenten las tan comunes burbujas y desprendimientos, aunque algunos veces aparecen cuando se trabaja, con superficies con alto contenido de humedad.

Otro aspecto interesante es que los refuerzos que se emplean para aplicaciones en frío son generalmente dúctiles y flexibles, lográndose con ello trabajos mejor adaptados a los sinuosidades de las superficies.

Ventajas también muy importantes de estos sistemas de aplicación en frío, son que, no se escurren, sea cual fuere la inclinación de las superficies o la temperatura de operación y que tampoco se cristalizan.

Se debe mencionar que estos sistemas son muy resistentes al intemperismo y al envejecimiento natural, manteniéndose impermeables, flexibles y dúctiles durante muchos años.

Así pues, los impermeabilizantes en frío, son sumamente ventajosos en la mayoría de los casos, ya que su instalación es rápida y sin molestias, además de que tienen una gran efectividad y larga duración.

Por otra parte, estos materiales son bastante indicados para trabajos de mantenimiento local, ya que por su facilidad de aplicación pueden ser instalados por personal que tenga poco entrenamiento.

2 - SISTEMAS DE APLICACION EN CALIENTE:

Los sistemas de impermeabilización que se aplican en caliente, tienen la ventaja de ser económicos, formar carpetas fuertes y resistentes a la penetración y resistir el tránsito y el uso rudo, que suele existir en algunas obras en construcción. Por estas razones es recomendable su uso en techos que serán recubiertos con enladrillado, además de cualquier otro tipo de obra en las que se requiera una buena protección a bajo costo. Ventaja adicional de estos materiales, es la de que están exentos de solventes.

Para que estos materiales se puedan aplicar en forma adecuada, deben de ser calentados hasta que se fundan. Sin embargo, la temperatura del calentamiento no debe ser superior de 270° C., porque se degradan. Tampoco debe recalentarse el material durante más de 10 hs., porque se logra un efecto similar. Debemos señalar que estos materiales no se adhieren sobre superficies hú-

medas. Se puede decir pues, que los procedimientos de impermeabilización a base de asfaltos oxidados aplicados en caliente, están llamados a perdurar en la industria de la construcción, mientras no se encarezcan demasiado los derivados del petróleo requeridos para su obtención.

3 — SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION DE APLICACION MIXTA.

Estos sistemas consisten en la combinación de aplicaciones de sistemas de impermeabilización en caliente, terminados con una capa superior de impermeabilizante en frío, con la cual se logran conjugar las ventajas de ambos procedimientos, que son: obtener fuerza y resistencia al mal trato, que confiere la impermeabilización en caliente; protegerla por un recubrimiento en frío, que soporta el intemperismo y el envejecimiento. Simultáneamente se fijan mejor las gravillas y se pueden terminar bien varios detalles que son fundamentales para asegurar la eficacia de la impermeabilización, tales como: pretilas, bajadas pluviales, tuberías, etc., lográndose además una cubierta superior, sumamente resistente al agrietamiento.

Lo anterior explica el porqué, con los sistemas mixtos, se obtienen carpetas impermeables seguras y durables.

4 — SISTEMAS A BASE DE PREFABRICADOS.

Estos sistemas tienen la ventaja de poseer un espesor uniforme controlado en fábrica, con lo cual se obtiene una protección adecuada en todos los puntos recubiertos.

Son indicados para recubrir superficies desde bajas temperaturas, hasta de 60°C., sin riesgo de escurrimiento.

Además, debemos mencionar que su acabado granulado en colores, se aplica en fábrica, lográndose con ello un aspecto decorativo de larga duración.

Este tipo de sistemas se pueden fijar sobre la superficie, bien por medios mecánicos o bien por medio de adhesivos asfálticos en frío o caliente, con bastante rapidez; es recomendable colocar membranas de refuerzo adicionales.

IMPERMEABILIZANTES NO BITUMINOSOS.

Todo lo que se ha mencionado anteriormente se refiere a impermeabilizantes de índole asfáltica. Sin embargo, hay que indicar que existen otros impermeabilizantes de distinta base, los cuales se pueden dividir en:

1 — ELASTOMERICOS ("FLEXODECOR", "ALBERQUIM"), que pueden ser líquidos o ya en membranas prefabricadas.

LOS ELASTOMERICOS LIQUIDOS — Son los productos que se aplican por medio de brocha o equipo de aspersión, sobre las superficies.

Algunos de ellos curan por evaporación del solvente y algunos otros por reacciones químicas, significando que son cien por ciento sólidos.

Estos materiales tienen magníficas propiedades generales. Por ejemplo: los hay que son a base de neopreno-hypalon, poliuretanos o hule clorado, y se emplean con éxito en el acabado de albercas. Tienen alta resistencia al intemperismo y una gran elasticidad. Sin embargo, su uso en techos es bastante limitado, debido al muy alto precio del producto.

LOS ELASTOMERICOS SOLIDOS, que se presentan ya en forma de membranas prefabricadas, tales como los de hule butilo, P.V.C. o similares; tienen el inconveniente de que son sumamente difíciles de sellar en los traslapes entre membrana y membrana. Además, como las superficies no son siempre totalmente planas, sino que hay algunos irregularidades, se forman pequeños aleros durante su colocación, que son prácticamente imposibles de pegar en forma eficiente. El resultado es que aunque a través de la membrana no logra pasar el agua, ella pasará por el traslape, ocasionando muy serios problemas. Por esta razón, la aplicación de estos materiales se debe encargar a compañías muy especializadas en este tipo de trabajos.

2 — MATERIALES VARIOS

Otro grupo sería el formado por los materiales rígidos, cerámicos, materiales rígidos laminados tales como las tejas, las láminas metálicas, que pueden ser de cobre, plomo, hierro u aluminio y un tercer grupo que estaría formado por los materiales de capilaridad negativa o hidrófugos, en los cuales podríamos señalar dos grupos: los silicónes para impermeabilizaciones de superficies

verticales y el de los impermeabilizantes integrales, formados a base de jabones metálicos.

3 — MATERIALES CERAMICOS — En el grupo de los materiales rígidos, cerámicos, tenemos por ejemplo las tejas, que en algunas épocas se han usado como materiales únicos en los techos, pero que debido a que se rompen y desacomodan fácilmente con el viento, se considera que su uso, hoy en día, debería de destinarse más bien a fines únicamente decorativos y de protección contra la intemperie. Lo correcto sería colocar debajo de las tejas una impermeabilización formal, como sucede en otros países. Este material día a día va cayendo en desuso.

4 — LAMINAS METALICAS.

Podríamos citar las láminas metálicas de plomo o de cobre. Como ejemplo de la aplicación de ellas se pueden mencionar el Palacio de los Deportes o la misma Basílica de Nuestra Señora de Guadalupe en la Ciudad de México. Con su uso se pueden lograr efectos decorativos muy interesantes y de muy alta duración. Sin embargo, se debe señalar que su colocación significa una verdadera obra de artesanía, ya que deben de soldarse con toda cuidado los traslapes oblicuos. Además, en ellos deben de hacerse recortes muy finos y su costo es muy elevado, lográndose muy buenos resultados, aunque deben ser tomados en cuenta los inconvenientes ya mencionados.

En cambio, no es lo mismo cuando se usan láminas de hierro, aun cuando éste esté galvanizado, porque existen puntos, sobre todo donde se daña el galvanizado a la hora del engargolado en los traslapes, que inevitablemente se oxidan, se corrompen y dan puntos de penetración al agua. Lo más grave de este tipo de recubrimientos, es que posteriormente el agua se almacena debajo de ellos y "sigue lloviendo" muchos meses después de que pasa la temporada de lluvias. Así pues, se recomienda que estos acabados sean tratados con mucho cuidado, cuando decidan usarse las láminas de hierro como impermeabilizantes.

5 — Un quinto grupo sería, como ya se mencionó, el de los **MATERIALES DE CAPILARIDAD NEGATIVA**. Estos materiales no forman verdaderas películas sobre los materiales que protegen, sino que su acción consiste en invertir la capilaridad de las porosidades, de tal manera que de ser afines hacia el agua sean repelentes hacia ella, por lo cual habrá cierto rechazo al agua que está en contacto con esa superficie. Naturalmente que el agua es rechazada en tanto que la presión que la empuja hacia dentro, no supere a la fuerza de repelenia.

Estos materiales de capilaridad negativa, hay que considerarlos a su vez, divididos en dos grupos, formados por:

a) — **SILICONES REPELENTES ("AQUASIL "A" Y "S")**, los cuales se emplean para proteger de la entrada de agua de la lluvia, superficies verticales. Debe hacerse hincapié en que estos repelentes a base de silicónes, no son para impermeabilizar techos, puesto que ahí se acumulan tirantes de agua, con presiones suficientes para vencer a la repelenia de los silicónes. Deben emplearse exclusivamente en fachadas en las cuales se tengan acabados a base de materiales absorbentes, con la limitación de que los poros de dichos materiales deben de ser de tamaño capilar. Si son poros grandes, entonces la acción de los silicónes se va bastante disminuida y el agua será absorbida hacia el interior.

b) — El segundo grupo de estos materiales es el formado por los **IMPERMEABILIZANTES INTEGRALES ("IMPERQUIM POLVO, LIQUIDO Y PASTA")** que, generalmente, están formados a base de jabones metálicos, con lo cual se disminuye grandemente la absorción del agua. Debe decirse que estos materiales tampoco son una solución completa en lasas de concreto, ya que ahí el agua no entrará exclusivamente por la porosidad que queda en el concreto, sino que también penetrará a través de las fisuras capilares y por todos los detalles constructivos que componen la losa; independientemente de que en ellos invariablemente se presentan agrietamientos posteriores al colado, por la hidratación natural del cemento, o bien, por los asentamientos de las construcciones. Así pues, los impermeabilizantes integrales son adecuados y se recomiendan más bien para disminuir en alto grado la absorción de agua a través de cimentaciones, en muros de concreto, cisternas, etc., pero con las serias reservas ya mencionadas. Una vez enumerados los diferentes materiales impermeabilizantes con que se cuenta, y explicada la forma de combinarse para lograr lo que se llama un sistema impermeable, se señalan algunos sistemas:

MATERIALES IMPERMEABILIZANTES

IMPERQUIMIA, S.A.

SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION

TIPO DE SUPERFICIE	VIDA UTIL ESPERADA					
	3 AÑOS		5 AÑOS		10 AÑOS	
	FRIO	CALIENTE	FRIO	CALIENTE	FRIO	CALIENTE
LOSAS HONDITAS	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
LOSAS ALIBERADAS	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
CASCADERAS DE CONCRETO	IQF1	---	IQF2	---	IQF4	---
LOSAS DE SIPORES	IQF1S	IQC1S	IQF2S	IQC2S	IQF4S	IQC4S
EDUECA CATALANA	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
NADERA	IQF1M	IQC1M	IQF2M	IQC2M	IQF4M	IQC4M
TRABELOSAS	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2	IQF4	IQC4
CHAROLAS DE BARD	---	---	IQF1	IQC1	IQF2	---
CONCRETO DE CIMENTACION	---	---	IQF1	IQC1	IQF2	IQC2

"IQF1"

- Limpieza y preparación de la superficie, eliminando materiales sueltos o mal adheridos.
- Calafateo de zonas críticas, tales como grietas, juntas, chafflanas, bajadas, tuberías, etc., empleando "Bitustlastic".
- Aplicación de una mano de imprimador "Imperprim S-1", para sellar la porosidad de la superficie a razón de 0.2 lt/m².
- Aplicación en frío de una capa de impermeabilizante "Impercoat S-40" a razón de 1.5 lt/m².
- Colocación de una malla de fibra de vidrio "Vitricoat" con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de "Impercoat S-40" a razón de 1.5 lt/m².
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQF2"

- Sigáanse los cuatro primeros pasos realizados para "IQF1".
- Colocación de una malla de fibra de vidrio "Vitricoat" con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de "Impercoat S-40" a razón de 1.5 lt/m².
- Colocación de una segunda malla "Vitricoat".
- Aplicación de una tercera capa de "Impercoat S-40".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQC1"

- Sigáanse los tres primeros pasos realizados para "IQF1".
- Aplicación en caliente de una capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512" a razón de 1.5 kg/m².
- Colocación de una lámina de fieltro impermeable "Fieltroquim No. 15", con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQC2"

- Sigáñse los cuatro primeros pasos realizados para "IQC1".
- Colocación de una lámina de fieltro impermeable "Fieltroquim No. 15", con traslapes mínimos de 5 cm.
- Aplicación de una segunda capa de impermeabilizante "Asfalquim 1512".
- Colocación de una segunda lámina de "Fieltroquim No. 15".
- Aplicación de una tercera capa de "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQF4"

- Sigáñse los ocho primeros pasos realizados para "IQF2".
- Colocación de una tercera malla de "Vitricoat".
- Aplicación de una cuarta capa de "Impercoat S-40".
- Colocación de una cuarta malla de "Vitricoat".
- Aplicación de una quinta capa de "Impercoat S-40".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

"IQC4"

- Sigáñse los ocho primeros pasos realizados para "IQC2".
- Colocación de una tercera lámina de "Fieltroquim No. 15".
- Aplicación de una cuarta capa de "Asfalquim 1512".
- Colocación de una cuarta lámina de "Fieltroquim No. 15".
- Aplicación de una quinta capa de "Asfalquim 1512".
- Aplicación de gravilla o grano de mármol.
- Acabado (Véase la Tabla de Acabados).

NOTAS:

"S.": En los sistemas terminados en "S", aumentese lo siguiente al punto segundo: sellado de juntas entre losa y losa, empleando "Gasolastic".

"M.": En los sistemas terminados en "M", sustituyase el punto tercero por lo siguiente: claveteado sobre toda la superficie de una lámina de "Fieltroquim No. 15" con traslapes mínimos de 20 cm.

ACABADOS PARA IMPERMEABILIZACION

MATERIAL	VIDA UTIL ESPERADA	RESISTENCIA AL TRÁNSITO	COLOR	NIVEL DE PRECIO	CICLO DE MANTENIMIENTO
PLEXODECOR	5 A 8 AÑOS	EVENTUAL	TODOS COLORES	5 M	5 AÑOS
PASTA QUINIEL	5 AÑOS	EVENTUAL	BLANCO	5 M	5 AÑOS
SITUCOLOR ALUMINIO	5 AÑOS	NO	ALUMINIO	5 M	5 AÑOS
SITUCOLOR ROJO	5 AÑOS	NO	ROJO OSCURO	5 M	5 AÑOS
PLEXOCRETO	10 AÑOS	EXCELENTE	TODOS COLORES	10 M	10 AÑOS
ENLADRILLADO	20 AÑOS	EXCELENTE	ROJO	100 M	10 AÑOS



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

OCTUBRE, 1985

REGULACION.

DEBE DE PROVEER LA MAXIMA ESTABILIDAD DEL VOLTAJE, O SEA PROPORCIONAR LA CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA EN CADA PUNTO AL VOLTAJE REQUERIDO.

DEBEN POR LO TANTO CONSIDERARSE LA LONGITUD DE LOS CONDUCTORES EN RELACION CON LA LOCALIZACION DE LAS CARGAS PARA DEFINIR CAIDAS DE VOLTAJE ACEPTABLES.

DEBEN ESTUDIARSE LAS VARIACIONES DE LAS DIFERENTES CARGAS EN FUNCION CON SU CONCENTRACION EN ALIMENTADORES INDIVIDUALES.

ACCESIBILIDAD.

DEBE SER ACCESIBLE PARA:

INSTALACION
OPERACION
MANTENIMIENTO
AMPLIACIONES FUTURAS

FLEXIBILIDAD.

DEBERA EN LO POSIBLE CONSIDERAR LA POSIBILIDAD DE CAMBIOS EN OPERACION O POR LOCALIZACION.

SEGURIDAD.

SE DEBE DE CONSIDERAR LA SEGURIDAD DE:

EQUIPO
PERSONAL EN OPERACION
PERSONAL EN MANTENIMIENTO
FALLAS DE OPERACION

LA CONDICION BASICA MINIMA DE SEGURIDAD, LA ESTABLECE EL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACION. LA REGLAMENTACION EN NUESTRO PAIS LA PODEMOS CONSIDERAR FORMADA POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

SOBRE METODOS Y SISTEMAS.

MEDIANTE EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS, EL CUAL FUE PUBLICADO EL 22 DE JUNIO DE 1981 Y LAS "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS" DE LA D.G.M. DE SEPAFIN (NTIE-1981)

SUS ANTECEDENTES SON: EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (1950) Y EL CODIGO NACIONAL ELECTRICO (1926) BASADO EN EL NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) DE LOS ESTADOS UNIDOS.

EL NATIONAL ELECTRICAL CODE ESTA PATROCINADO POR "NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION" ASOCIACION PRIVADA. ES NORMA OFICIAL EN LOS EE. UU.

EL PRIMER CODIGO (O LA PRIMERA EDICION) FUE PUBLICADO EN 1897 Y HA SUFRIDO MULTIPLES REVISIONES.

SE REvisa DE TIEMPO EN TIEMPO, PERO NO A INTERVALOS FIJOS. FUNCIONA UN COMITE PERMANENTE PARA SU REVISION, ACTUALMENTE ESTA EN VIGOR EL DE 1981.

SOBRE LAS PERSONAS.

MEDIANTE EL CAPITULO XIX DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELECTRICA.

SOBRE MATERIALES.

MEDIANTE EL REGISTRO "SEPAFIN", EXPEDIDO POR LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, DE TODOS LOS MA-

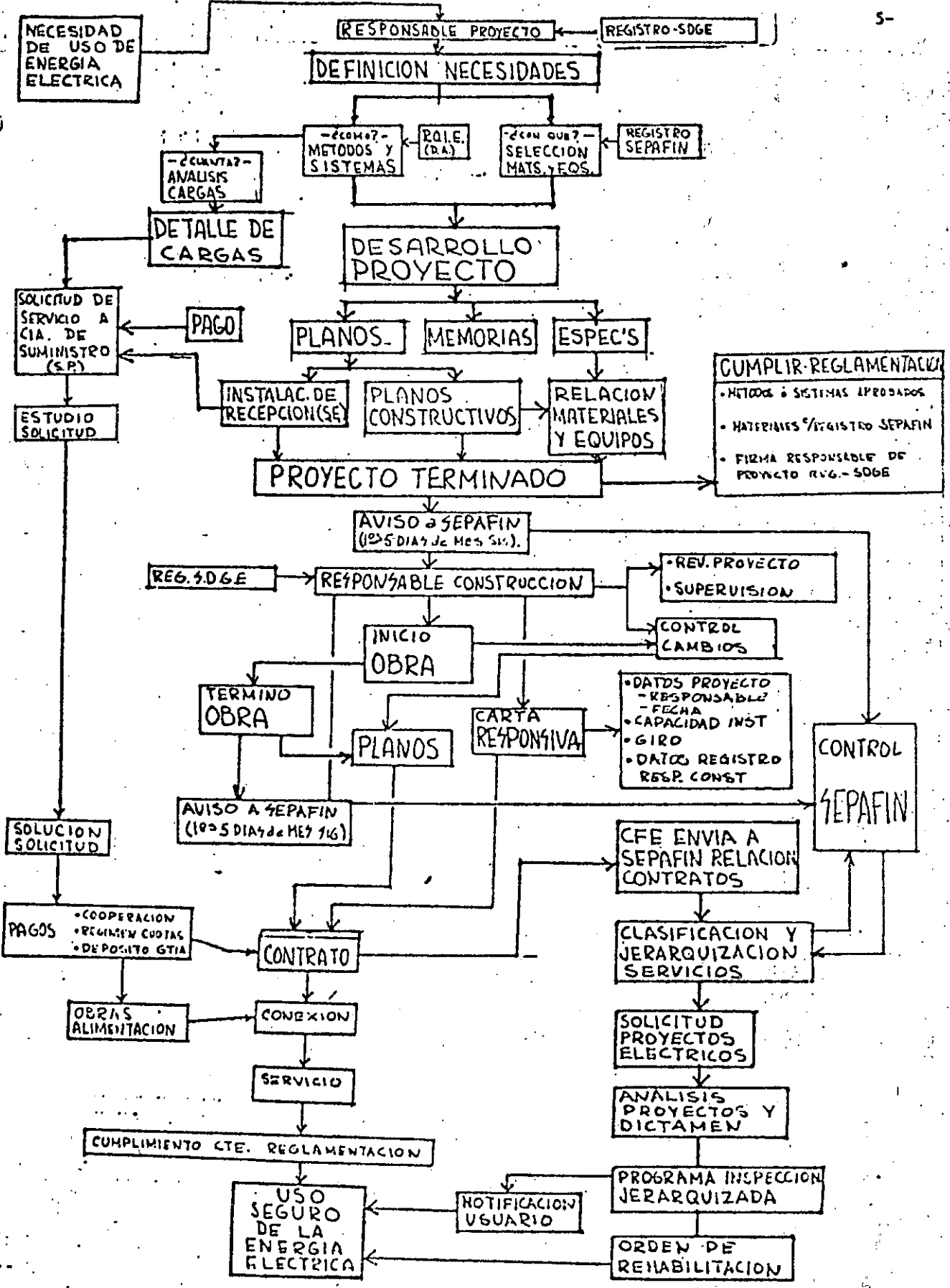
TERIALES Y EQUIPOS USADOS. (ES EL ANTIGUO REGISTRO "SC-DGE" QUE HASTA FEBRERO DE 1979 EXPEDIA LA SECOM.

TODAS ESTAS DISPOSICIONES, FORMAN PARTE DE LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL EL 22 DE DICIEMBRE DE 1975.

CONTROL ESTABLECIDO POR LA REGLAMENTACION.

LA AUTORIDAD QUE VIGILA EL CONTROL DE LA REGLAMENTACION EN MEXICO, ES LA SECRETARIA DEL PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, A TRAVES DE LA SUBDIRECCION GENERAL DE ELCTRICIDAD, DE LA DIRECCION GENERAL DE ENERGIA.

EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y TRAMITE, EL CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE NUESTRA REGLAMENTACION SE ESTABLECE SEGUN SE OBSERVA EN LA FIGURA SIGUIENTE.



166/...



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

OCTUBRE, 1985

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO

EL TERMINO "INSTALACION ELECTRICA" COMPRENDE EL CONJUNTO DE APARATOS, CONDUCTORES Y ACCESORIOS DESTINADOS A LA PRODUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.

ESTE CONJUNTO LO PODEMOS CONSIDERAR DESDE DOS PUNTOS DE VISTA:

EXTERNO E INTERNO

DESDE EL PUNTO DE VISTA EXTERNO, SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS, GENERALMENTE FORMADOS POR INSTALACIONES DE LAS COMPANIAS SUMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ENERGIA (CIA. DE LUZ, CFE):

FUENTE DE ENERGIA
EQUIPO DE GENERACION
SISTEMA DE TRANSMISION
SISTEMA DE DISTRIBUCION

LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE ESTE PUNTO DE VISTA, PARA EL CASO DEL SISTEMA CENTRAL DE LA RED DE LA CFE PUEDEN OBSERVARSE EN LAS FIGURAS 1, 2, 3 y 4

DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO, EL CONCEPTO "INSTALACION ELECTRICA", RESTRINGE, DE TODOS LOS ELEMENTOS MENCIONADOS, ES DECIR, CONDUCTORES, APARATOS Y ACCESORIOS NECESARIOS, AQUELLAS INSTALACIONES DE LA CIA. SUMINISTRADORA, Y ABARCA SOLAMENTE LAS INSTALACIONES DEL USUARIO, Y ESTA INTEGRADO POR LOS ELEMENTOS GENERALES QUE SE DETALLAN EN LA FIG. 5.

Localización geográfica de Plantas, Subestaciones y
Líneas de Transmisión que dan servicio al Sistema Central

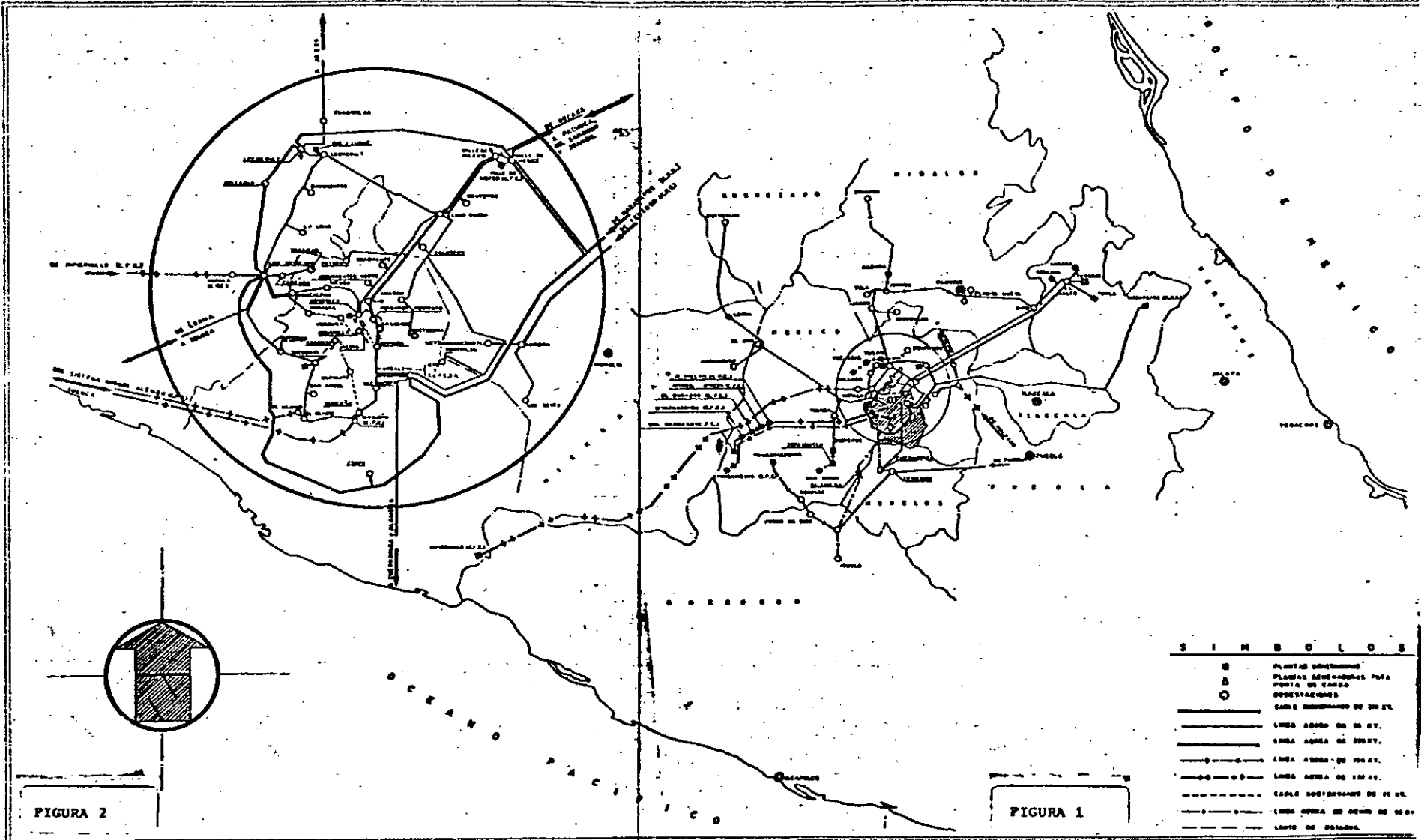
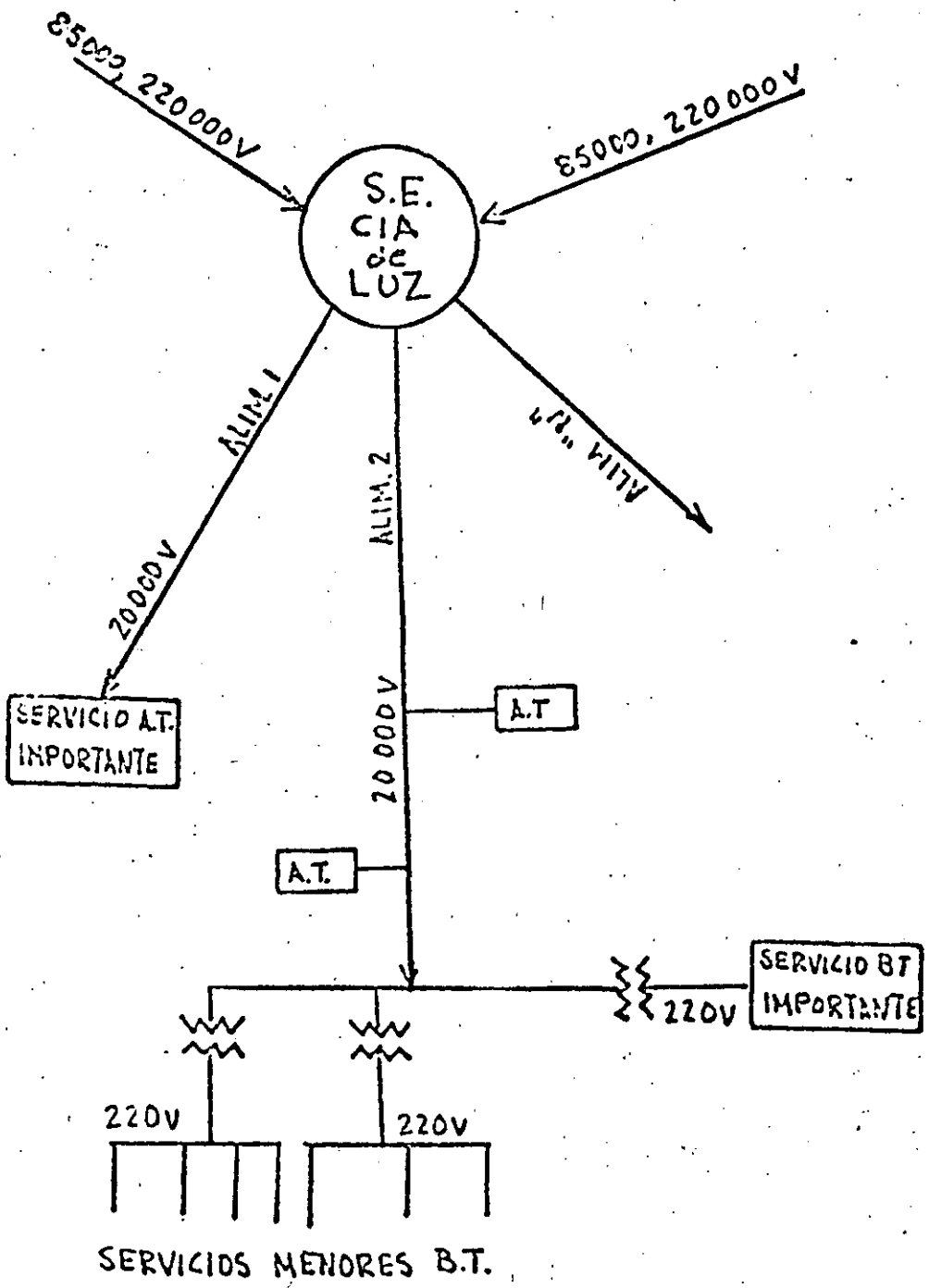


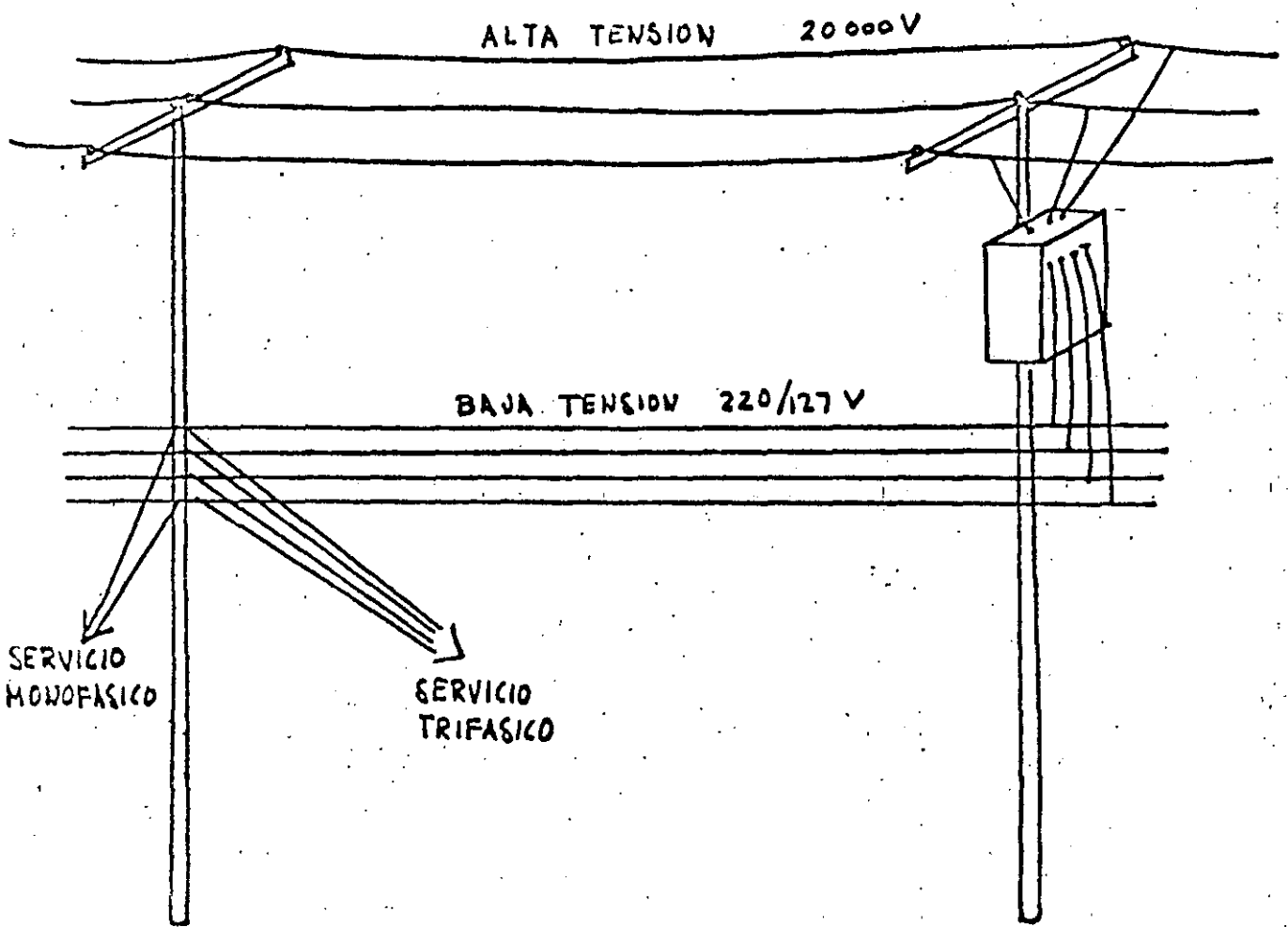
FIGURA 2

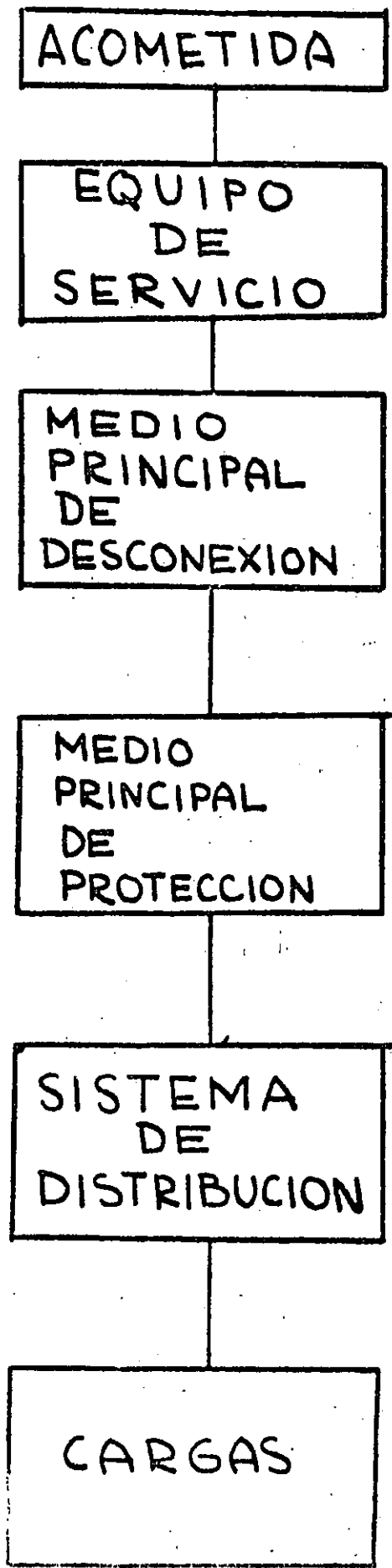
FIGURA 1

S I M B O L O S

●	PLANTAS HIDROELECTRICAS
▲	PLANTAS BIOMASA PARA FUENTE DE ENERGIA
○	SUBESTACIONES
—	LINEA TRANSMISION DE 50 KV
—	LINEA TRANSMISION DE 132 KV
—	LINEA TRANSMISION DE 220 KV
—	LINEA TRANSMISION DE 300 KV
—	LINEA TRANSMISION DE 400 KV
—	CABLE TRANSMISION DE 50 KV
—	CABLE TRANSMISION DE 132 KV
—	CABLE TRANSMISION DE 220 KV
—	CABLE TRANSMISION DE 300 KV
—	CABLE TRANSMISION DE 400 KV







ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

LOS CONDUCTORES QUE LIGAN LA RED DE DISTRIBUCION, DEL SISTEMA DE SUMINISTRO, CON EL PUNTO EN QUE SE CONECTA EL SERVICIO A LA INSTALACION DEL USUARIO.

(NTIE-81-101).

ACOMETIDA

CARACTERISTICAS

(NTIE-81-201-2)

- UNA SOLA POR INMUEBLE
(Caso General)



EXCEPCION:

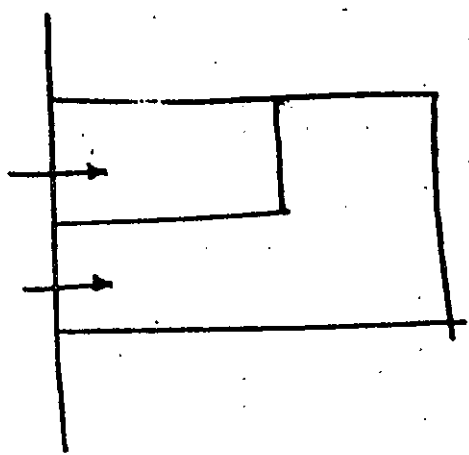
- ACUERDO CON
- SEPAFIN
- CFE

- CANALIZACION EXCLUSIVA

- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE

- ZONAS INDEPENDIENTES
(sin comunicacion)

(NTIE-81-201-3)

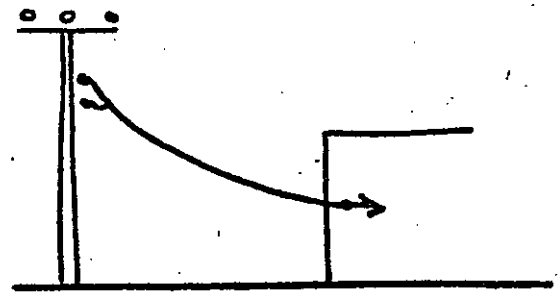


ACOMETIDA

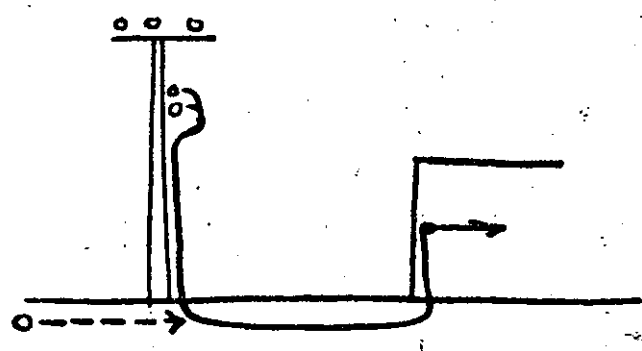
CLASIFICACION

- DE ACUERDO AL TIPO DE LINEA

- AEREA



- SUBTERRANEA



- DE ACUERDO A LA TENSION

- BAJA TENSION

- 1 HC
- 2 HC
- 3 HC

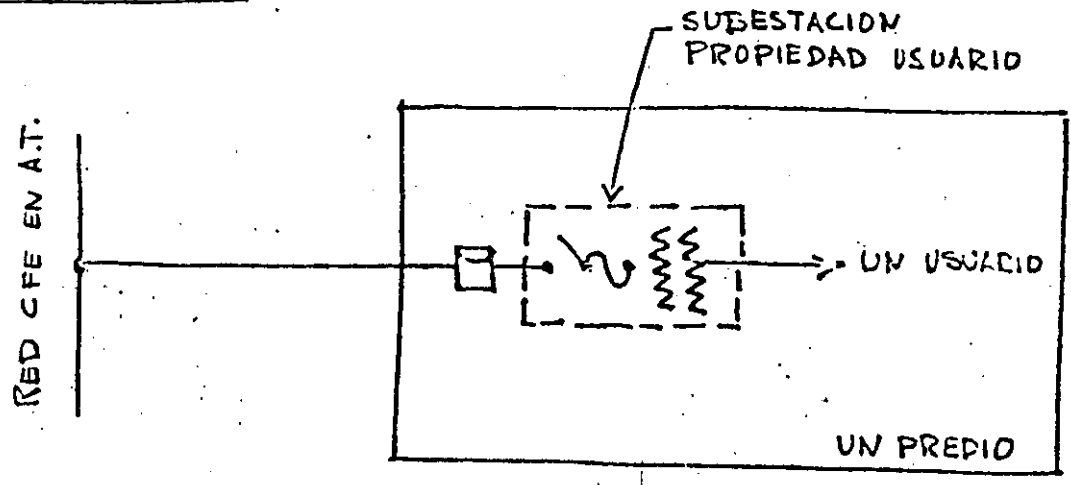
- ALTA TENSION

- SERV. AT
- SERV. BT

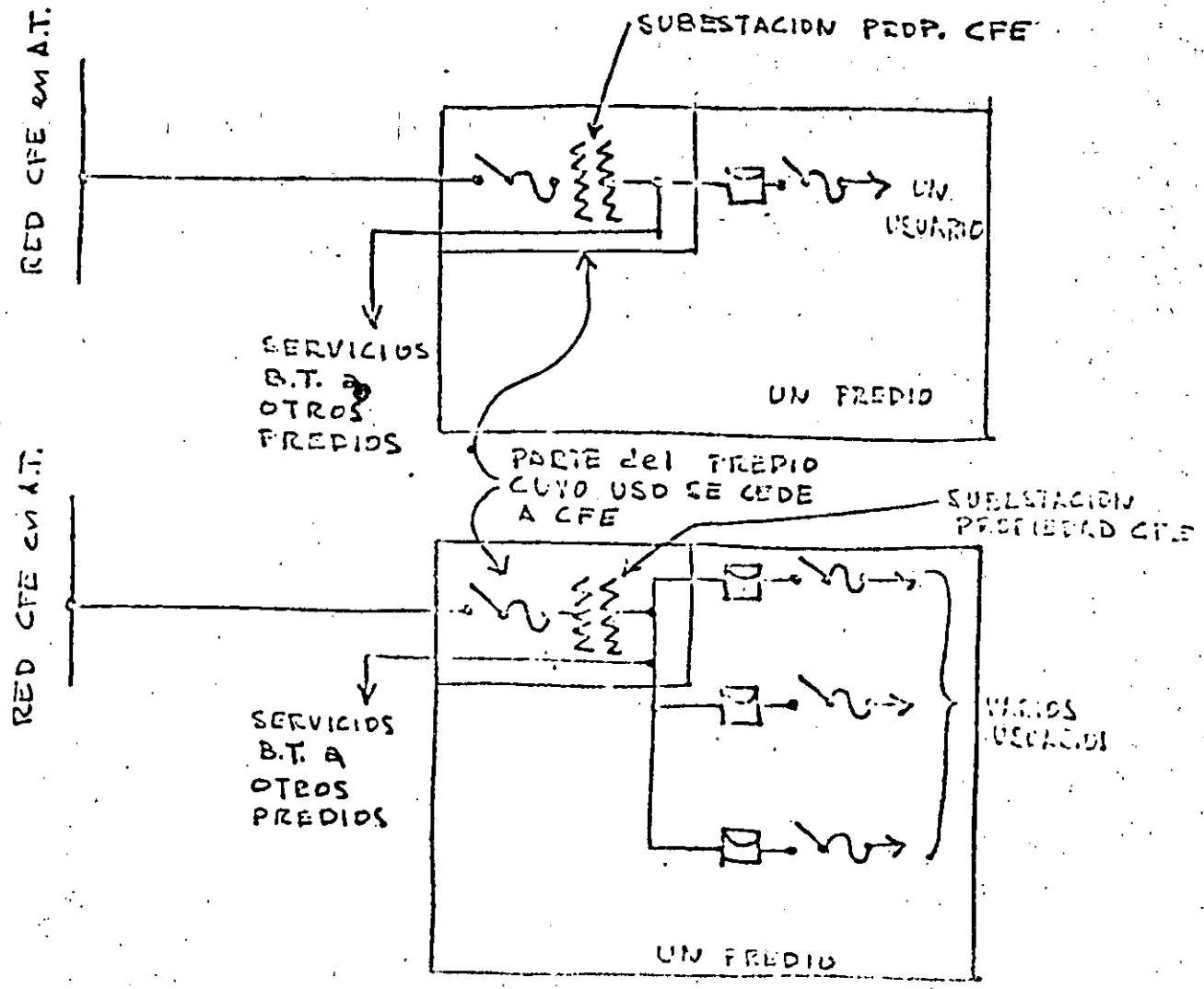
LINEA DE SERVICIO en A.T.

- 1) Para Servicio en Alta Tension.
- 2) Para Servicio en Baja Tension

1) SERVICIO en A.T.:-



2) SERVICIO en B.T.



EQUIPO DEL SERVICIO

CARACTERISTICAS :

(NTIE-81-201-4)

• DEL LOCAL :

- FACIL ACCESO A PERSONAL CFE
 - LIBRE DE MATERIAL FACILMENTE INFLAMABLE
 - DIMENSIONES QUE PERMITAN
 - INSTALAR
 - OPERAR
 - MANTENER
 - RETIRAR
- } CON "FACILIDAD
Y
SEGURIDAD"

• DEL EQUIPO

- PARTES "VIVAS" PROTEGIDAS
CON CUBIERTAS (salvo acceso restringido)
- GABINETES CONECTADOS
A TIERRA.

DISPOSITIVO DE DESCONEXION

PRINCIPAL

NTIE-81-201-8

OBJETIVO:

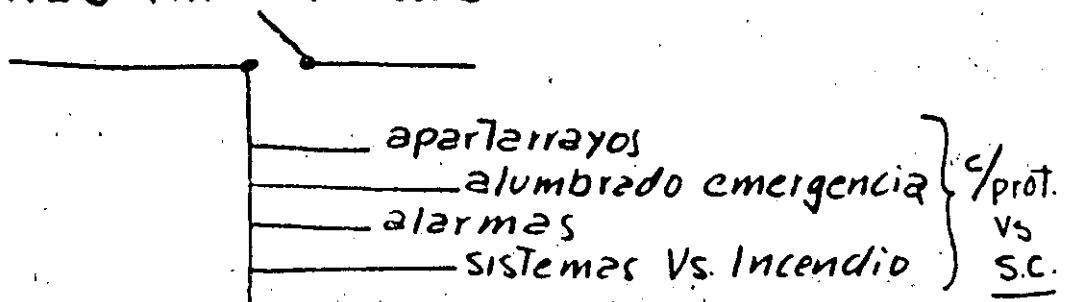
PODER INDEPENDIZAR

TOTALMENTE

A LA INSTALACION SERVIDA

CARACTERISTICAS:

- INSTALADO DESPUES DEL EQ. DEL SERVICIO
- ADECUADO A TENSION DE SUMINISTRO
- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA LA CARGA MAXIMA
- APERTURA SIMULTANEA y MANUAL DE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICACION DE POSICION CLARA.
- CONEXIONES ANTERIORES



DISPOSITIVO DE

PROTECCION PRINCIPAL

(VS SOBRECORRIENTE)

NTIE-81-201-9

OBJETIVO:

DESCONECTAR AUTOMATICAMENTE A LA INSTALACION SERVIDA DE LA RED DE SUMINISTRO CUANDO OCURRE UNA SOBRECORRIENTE

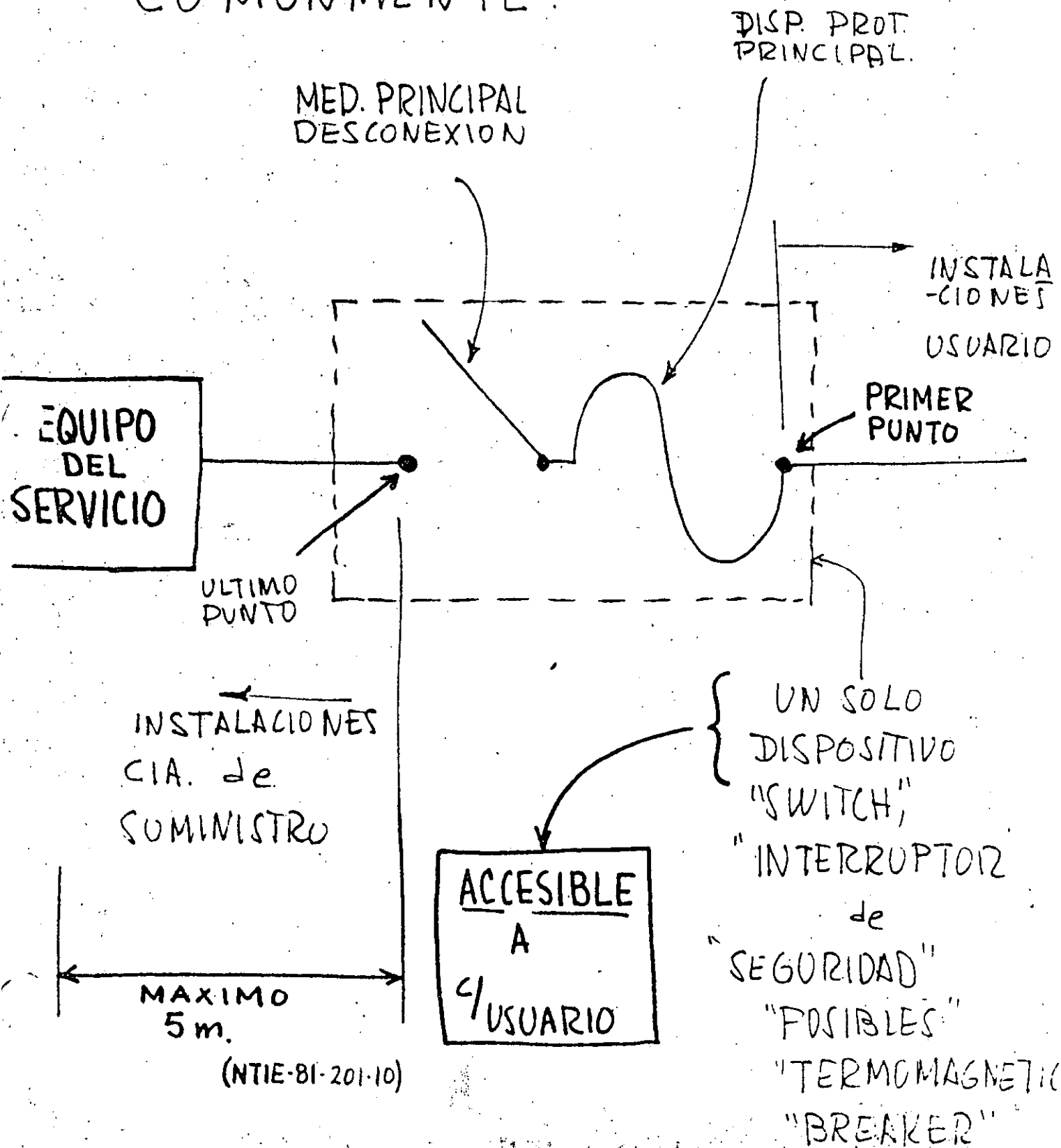
SOBRECORRIENTE :

$$I_{\text{CIRCULANTE}} > I_{\text{DISEÑO}}$$

CAPACIDAD INTERRUPTIVA

→ ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO

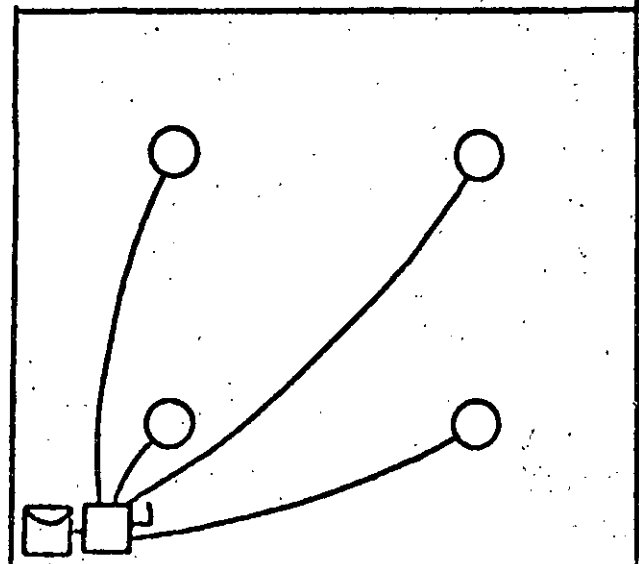
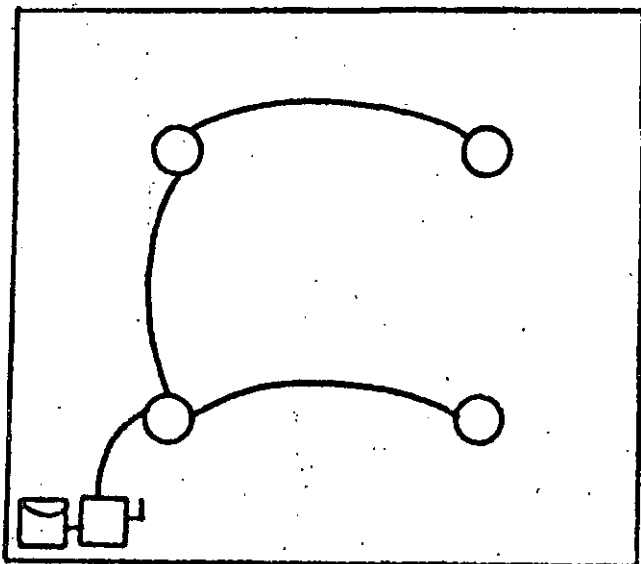
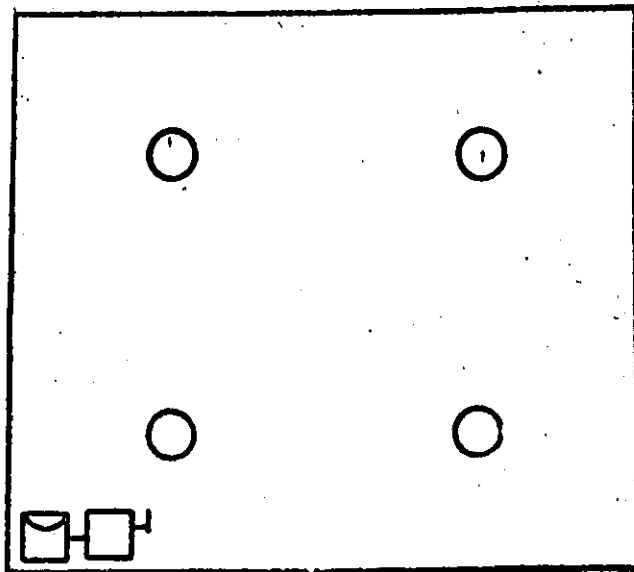
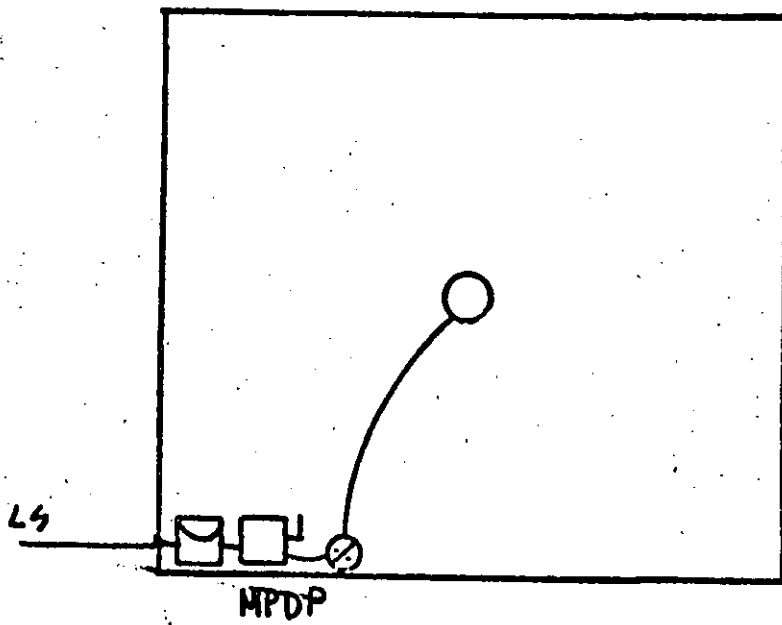
COMUNMENTE :

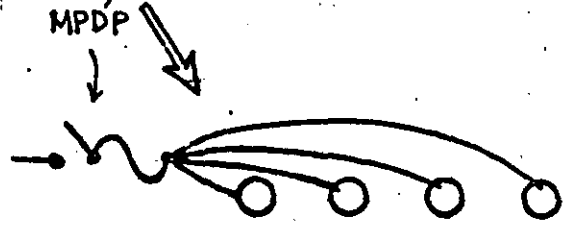
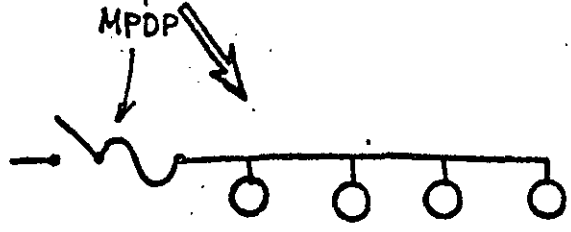
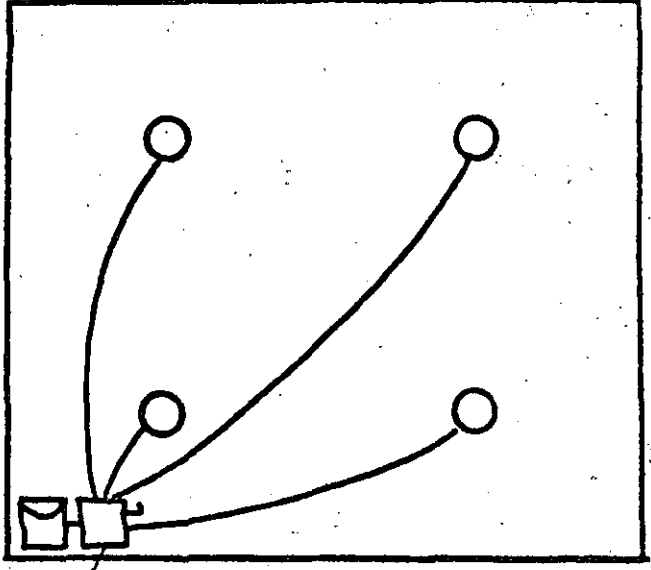
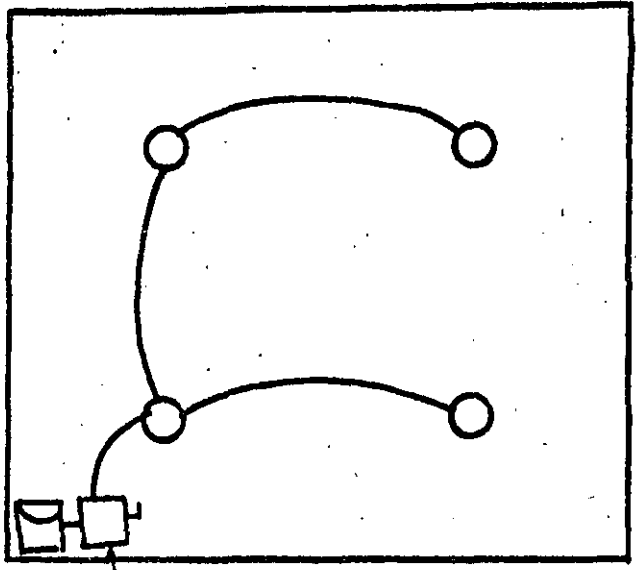


SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR :-

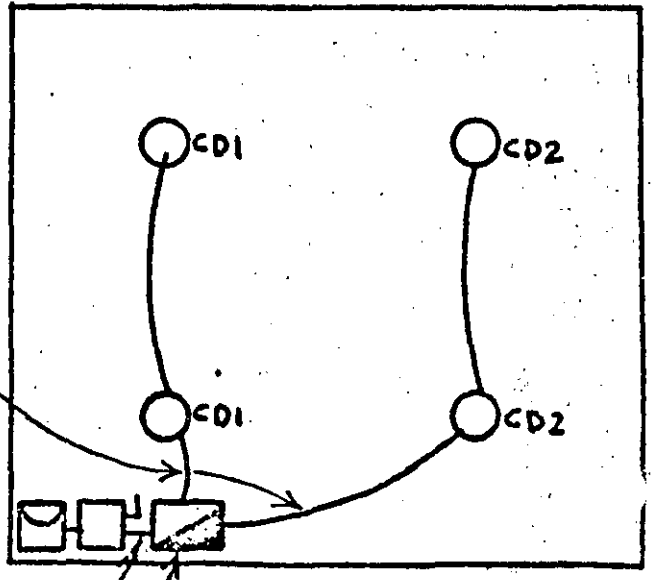
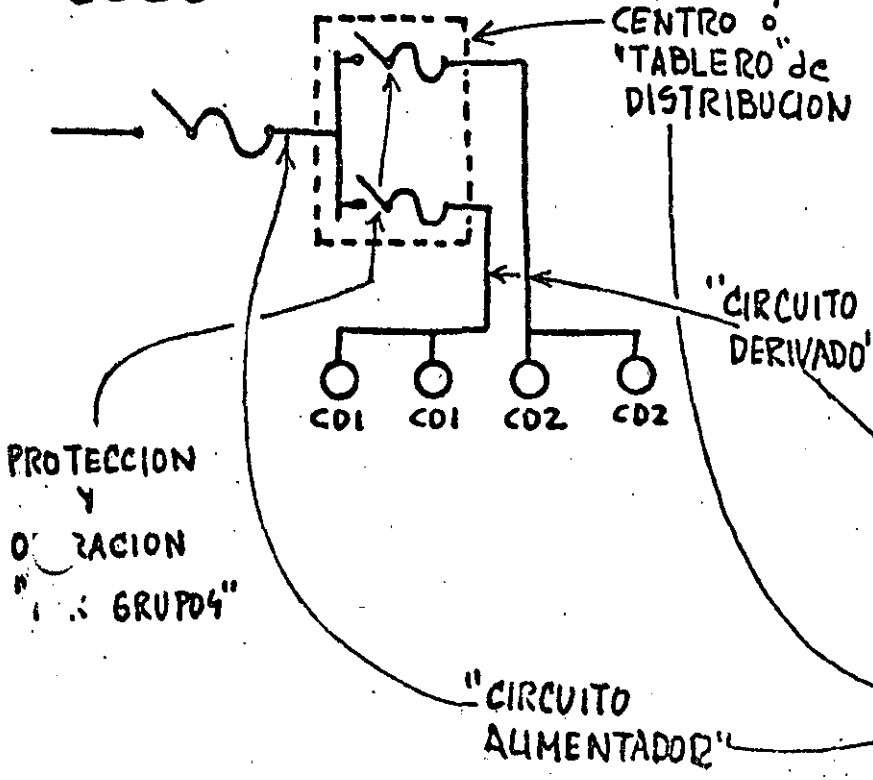
- CIRCUITOS ALIMENTADORES -
- CENTROS de DISTRIBUCION -
(TABLEROS)
- CIRCUITOS DERIVADOS. -

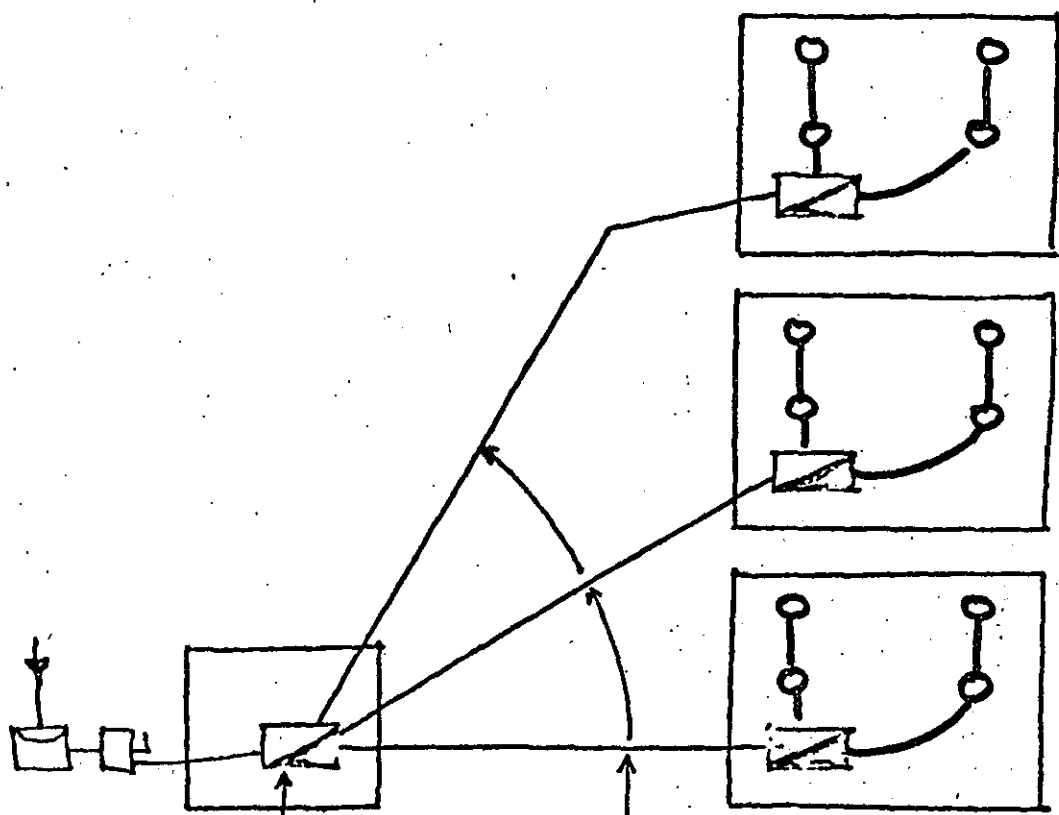




FALLA ————— }
 POSIBILIDAD } TOTAL
 OPERACION ————— }

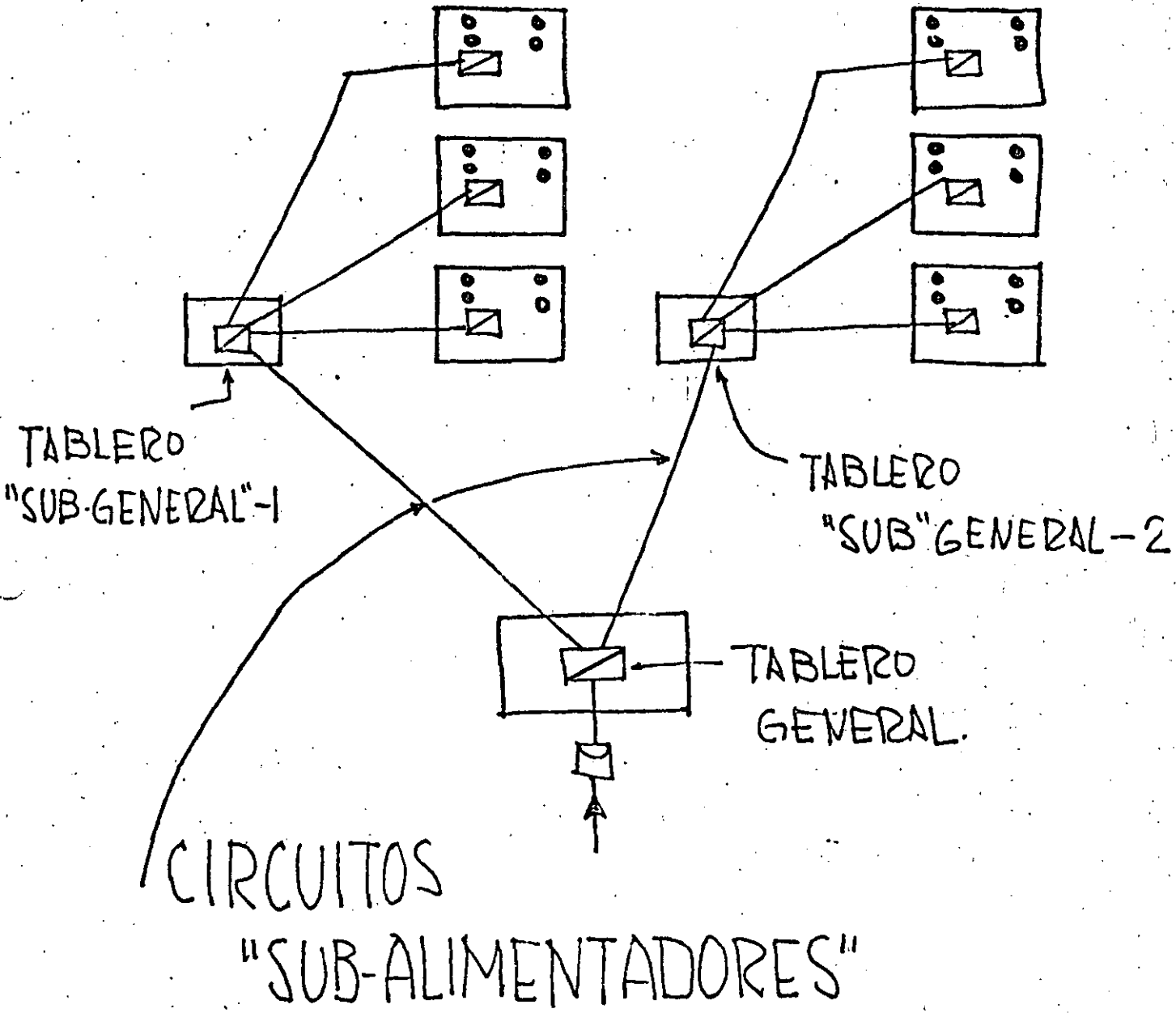
SOLUCION:





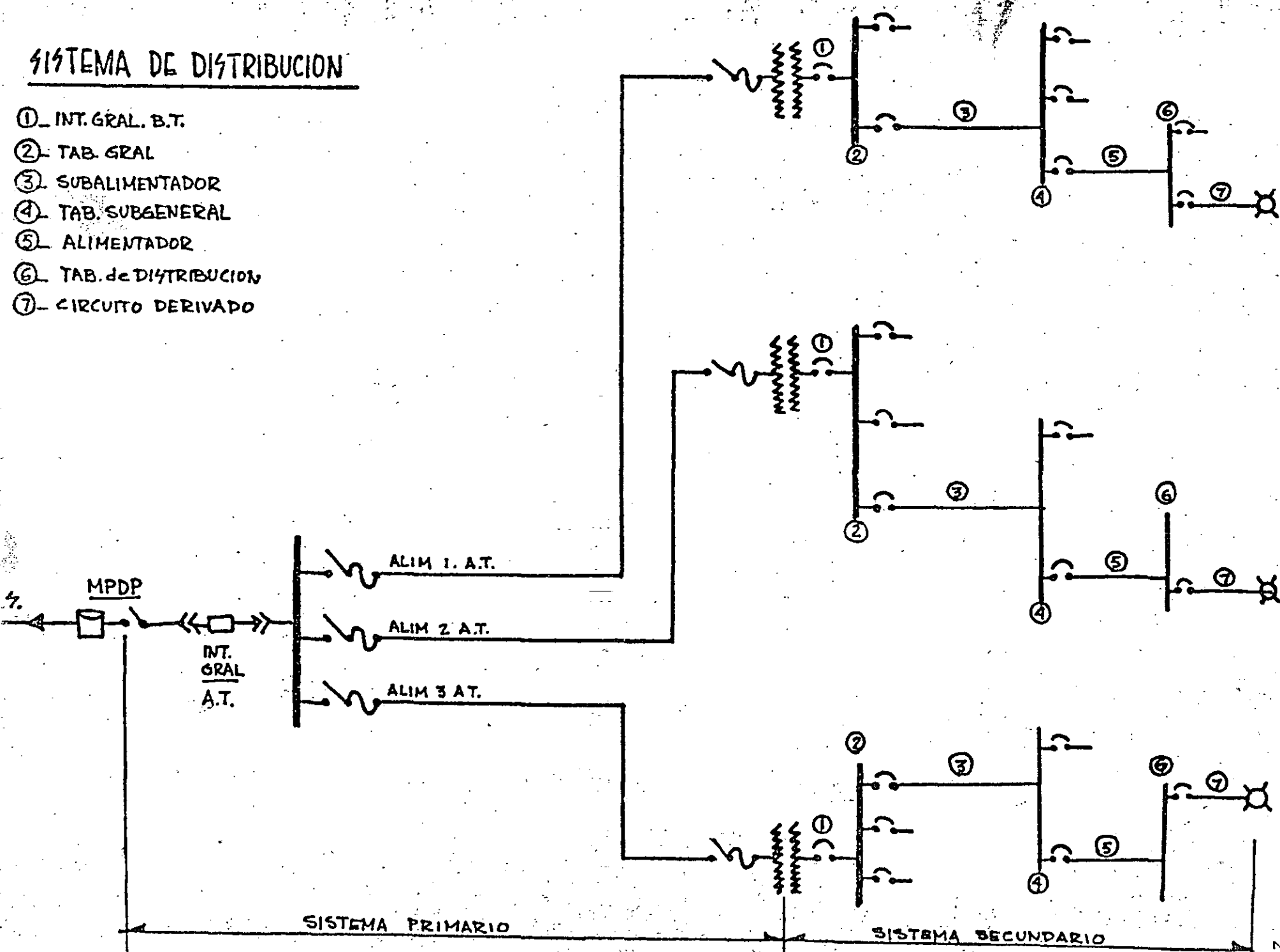
TABLERO
GENERAL

CIRCUITOS
ALIMENTADORES



SISTEMA DE DISTRIBUCION

- ① INT. GRAL. B.T.
- ② TAB. GRAL
- ③ SUBALIMENTADOR
- ④ TAB. SUBGENERAL
- ⑤ ALIMENTADOR
- ⑥ TAB. de DISTRIBUCION
- ⑦ CIRCUITO DERIVADO



CARGA

24

NTIE-101: "POTENCIA QUE DEMANDA UN APARATO O MAQUINA O UN CONJUNTO DE APARATOS DE UTILIZACION..."

"UNA CARGA" → - DISPOSITIVO ADECUADO PARA ABSORBER O TRANSFORMAR LA ENERGIA ELECTRICA A OTRAS FORMAS DE ENERGIA, PARA SU UTILIZACION

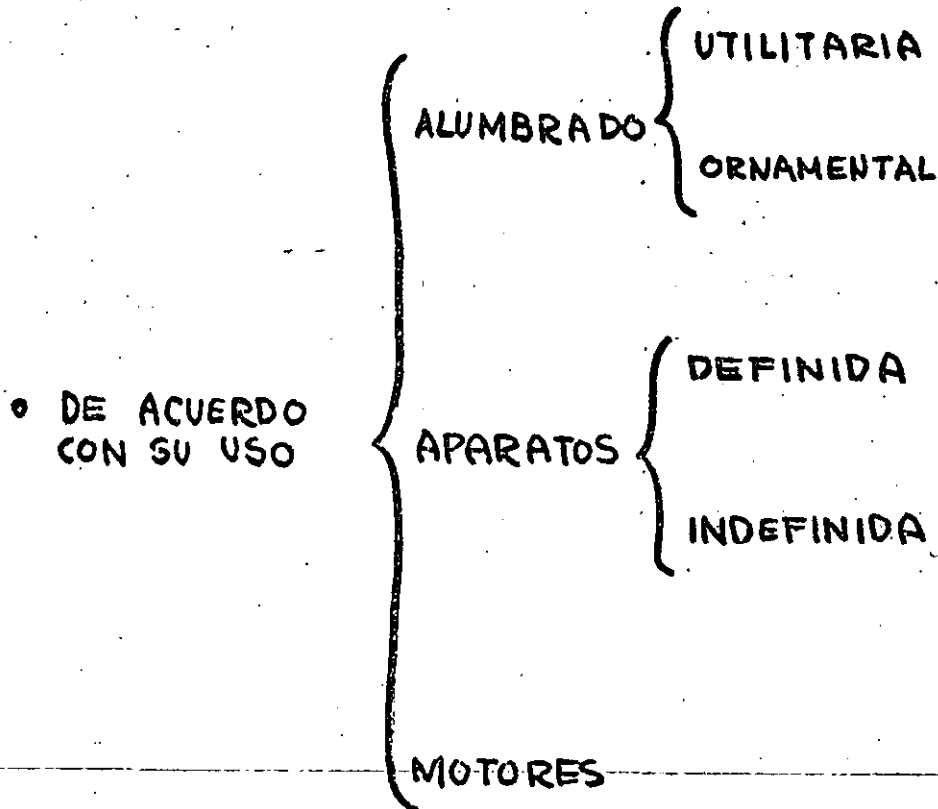
- LUMINOSA → LAMPARAS
- MECANICA → MOTORES
- TERMICA → CALEFACTORES

"DETERMINACION" DE UNA CARGA: CONOCIMIENTO O DEFINICION DE SUS CARACTERISTICAS: -

CARACTERISTICAS DE UNA CARGA:

- ① PARAMETROS ELECTRICOS:
 - POTENCIA
 - TENSION
 - CORRIENTE DEMANDADA
 - NOMINAL
 - DE ARRANQUE
 - A ROTOR BLOQUEADO
 - F.P.
 - FRECUENCIA
- ② LOCALIZACION:
 - DE LA CARGA
 - DE SU CONTROL
 - DE SUS PROTECCIONES
- ③ OPERACION:
 - REGIMEN DE CARGA
 - TIPO DE SERVICIO.

CLASIFICACION DE LAS CARGAS:



SISTEMAS QUE INTEGRAN UNA I.E.

1.- SISTEMA DE CONDUCTORES

2.- SISTEMA DE CANALIZACION

3.- SISTEMA DE PROTECCION

4.- SISTEMA DE CONTROL

CARACTERISTICAS DE UN

CONDUCTOR :-

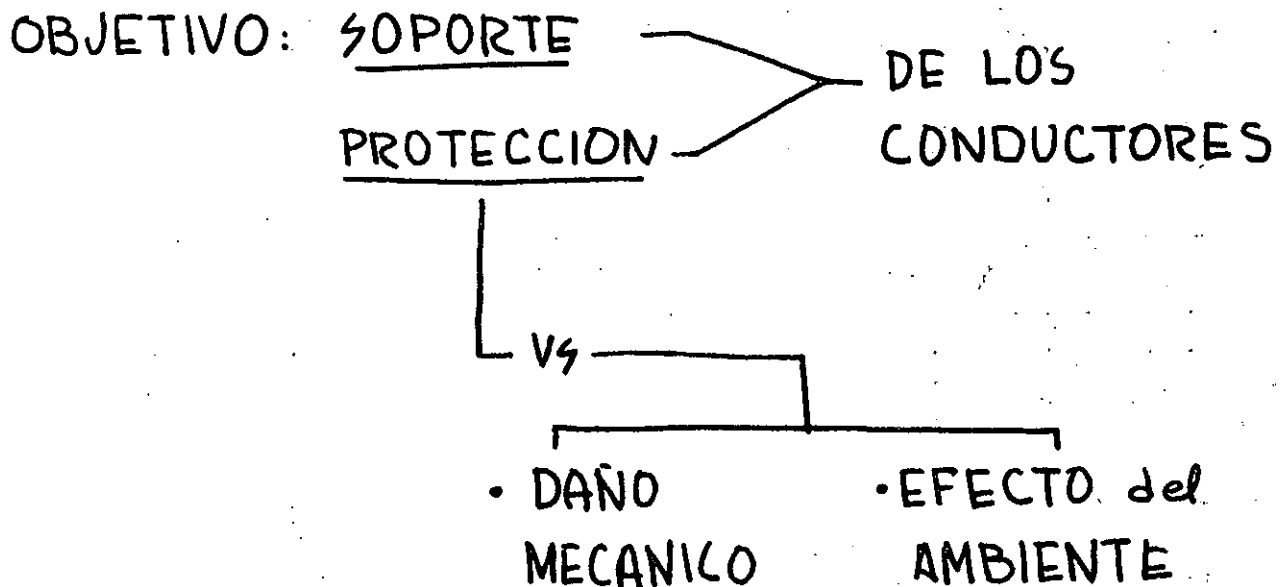
- 1- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA CONDUCIR LA CORRIENTE MAXIMA DEL CIRCUITO
- 2- SECCION TRANSVERSAL SUFICIENTE PARA LIMITAR LA CAIDA DE VOLTAJE
- 3- AISLAMIENTO ADECUADO PARA LAS CONDICIONES DE INSTALACION.
- 4- RESISTENCIA MECANICA.

MEDIOS DE CANALIZACION

CANALIZACION :- " MEDIO o MEDIOS QUE SE USAN PARA ALOJAR A LOS CONDUCTORES DE UNA I.E. Y QUE SON :

- DISEÑADOS
- CONSTRUIDOS
- UTILIZADOS

..... PARA TAL FIN."
(NTIE-81-101)



CARACTERISTICAS GENERALES (29)

• DEBEN TENER CONTINUIDAD :

• ELECTRICA:

METALICA SIEMPRE CONECTADA A TIERRA

(NTIE-81-301-5, 206-21)

• MECANICA:

• RENATADAS (FIJAS) A CADA CAJA O ACCESORIO

• SI CAMBIA EL TIPO DE CANALIZACION

↓
CAJA ADECUADA

• NO DEBE ALOJAR CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES : EJ:

- 220/127.5 vs 440V

- C.D.

- FRECUENCIA DIFERENTE

- COMUNICACION - etc.

Excep: - CONTROL CON CIRCUITO DE FZA → SI ↓

MISMO AISLAMIENTO

CTO. Balastro y CTO Alumbiado.

• CANTIDAD DE CONDUCTORES:

DEBE PERMITIR FACILIDAD PARA

• COLOCARLOS

• REMOVERLOS

• DISIPAR CALOR

CARACTERISTICAS GENERALES (2)

• DEBE EVITARSE :

• LA CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE UNA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS. (301-13)

• LA CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE INDUCIDA EN UNA CANALIZACION METALICA. (301-14)

• INSTALAR UNA CANALIZACION EN DUCTOS DE EXTRACCION DE POLVOS, VAPORES o BASURA. (301-16)

(SI EN DUCTOS de A.A → TUBERIA METALICA)

• CANALIZACION PARA DIVERSOS USUARIOS :- (301-17)

• PUEDE OCUPAR MISMA CANALIZACION

(EN AREAS COMUNES)

• EN CONDOMINIOS →

CANALIZACIONES SEPARADAS

METODOS DE CANALIZACION REGLAMENTADOS

- TUBO CONDUIT
 - METALICO RIGIDO
 - PESADO
 - SEMIPESADO
 - LIGERO
 - METALICO FLEXIBLE
 - NO METALICO
 - PVC
 - POLIETILENO
- DUCTOS METALICOS CON TAPA
- DUCTOS METALICOS CON BARRAS
- DUCTOS PARA PISO
- CHAROLAS
- INSTALACION VISIBLE SOBRE AISLADORES
- EXTENSIONES CORTAS VISIBLES

VENTAJAS del TUBO CONDUIT METALICO

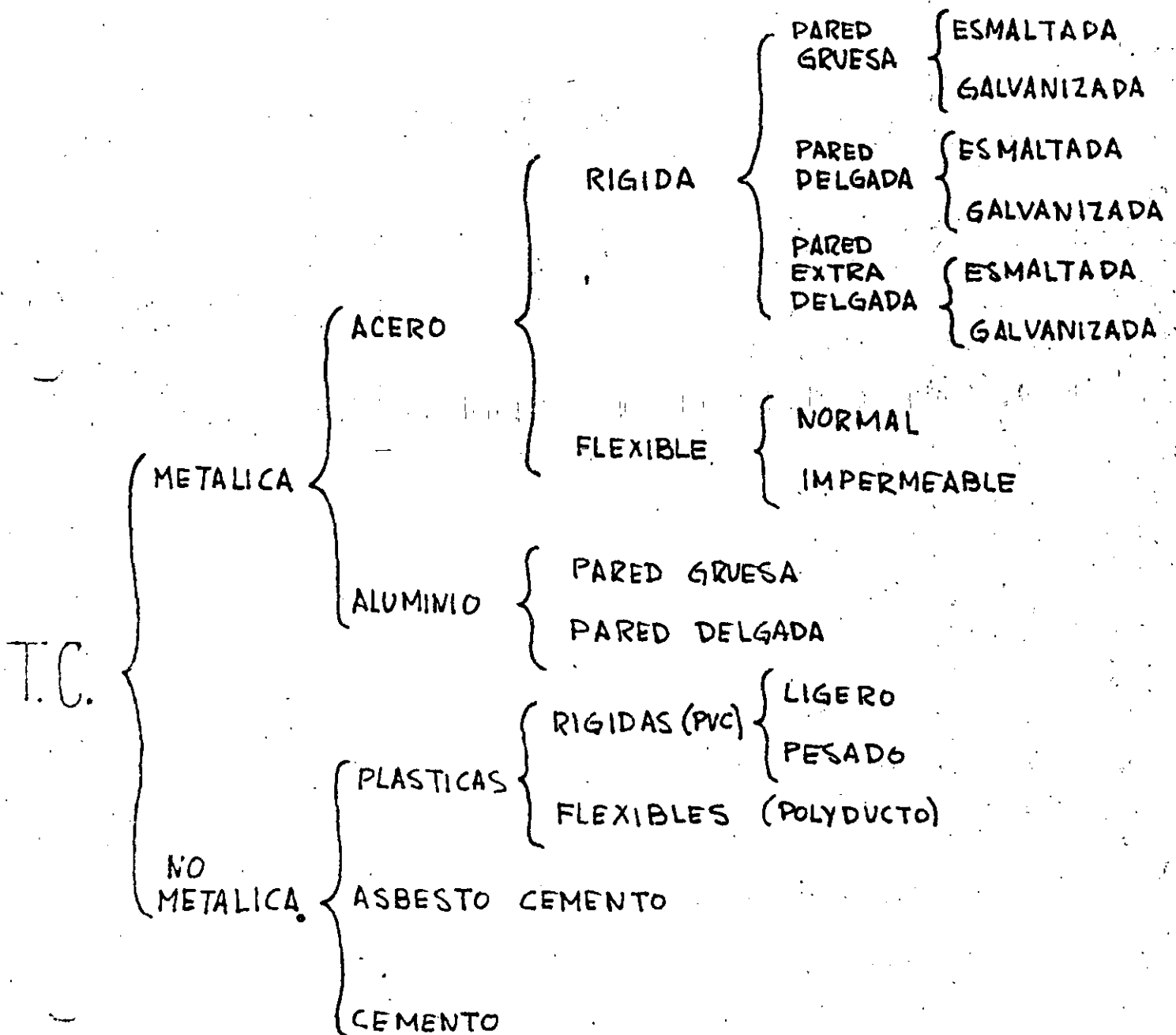
-) PROTECCION vs CORROSION
-) PROTECCION MECANICA
-) CONTINUIDAD ELECTRICA
-) ESTANQUEIDAD
-) APARIENCIA

CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

"CONDUIT" = TUBERIA DISEÑADA Y FABRICADA ESPECIALMENTE PARA ALOJAR CONDUCTORES.

- SUPERFICIE INTERIOR ADECUADA.
- PERMITE DOBLEZ.

TIPOS DE TUBERIA CONDUIT:



ANALISIS COMPARATIVO DE LAS
CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS
TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

	ALUMINIO		A C E R O					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV.	ESM.	GALV.	ESM.	GALV.	ESM.
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

USOS TÍPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

- PARED GRUESA GALV.	INDUSTRIA - INTERIOR, EXT. - APARENTE
- PARED GRUESA ESM.	INDUSTRIA - INTERIOR - OCULTA
- PARED DELG. GALV.	RESIDENCIAL EXTERIOR
- PARED DELG. ESM.	RESIDENCIAL INTERIOR - OCULTA
- PARED EXT. DELG. GALV.	RESIDENCIAL ECONOMICA - EXTERIOR
- PARED EXT. DELG. ESM.	RESIDENCIAL ECONOMICA - INTERIOR - OCULTA
- FLEXIBLE NORMAL	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES SECOS
- FLEXIBLE IMPERM.	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES HUMEDOS
- ALUMINIO P.G.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA
- ALUMINIO P.D.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO -
- PLASTICA RIG. PESADA	JARDINES - EXTERIORES
- PLASTICA RIG. LIGERA	INTERIOR - RESIDENCIAL
- PLASTICA FLEXIBLE	RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA.
- ASBESTO CEMENTO	DIST. EXTERIOR - ENTERRADA.
- CEMENTO	ALUMBRADO PUBLICO

USOS TÍPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

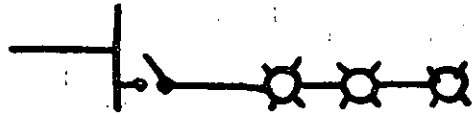
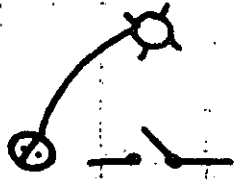
- PARED GRUESA GALV.	INDUSTRIA - INTERIOR, EXT. - APARENTE
- PARED GRUESA ESM.	INDUSTRIA - INTERIOR - OCULTA
- PARED DELG. GALV.	RESIDENCIAL EXTERIOR
- PARED DELG. ESM.	RESIDENCIAL INTERIOR - OCULTA.
- PARED EXT. DELG. GALV.	RESIDENCIAL ECONOMICA - EXTERIOR
- PARED EXT. DELG. ESM.	RESIDENCIAL ECONOMICA - INTERIOR - OCULTA
- FLEXIBLE NORMAL	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES SECOS
- FLEXIBLE IMPERM.	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES HUMEDOS.
- ALUMINIO P.G.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA
- ALUMINIO P.D.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO -
- PLASTICA RIG. PESADA	JARDINES - EXTERIORES
- PLASTICA RIG. LIGERA	INTERIOR - RESIDENCIAL
- PLASTICA FLEXIBLE	RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA.
- ASBESTO CEMENTO	DIST. EXTERIOR - ENTERRADA.
- CEMENTO	ALUMBRADO PUBLICO

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

	ALUMINIO		A C E R O					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV.	ESM.	GALV.	ESM.	GALV.	ESM.
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

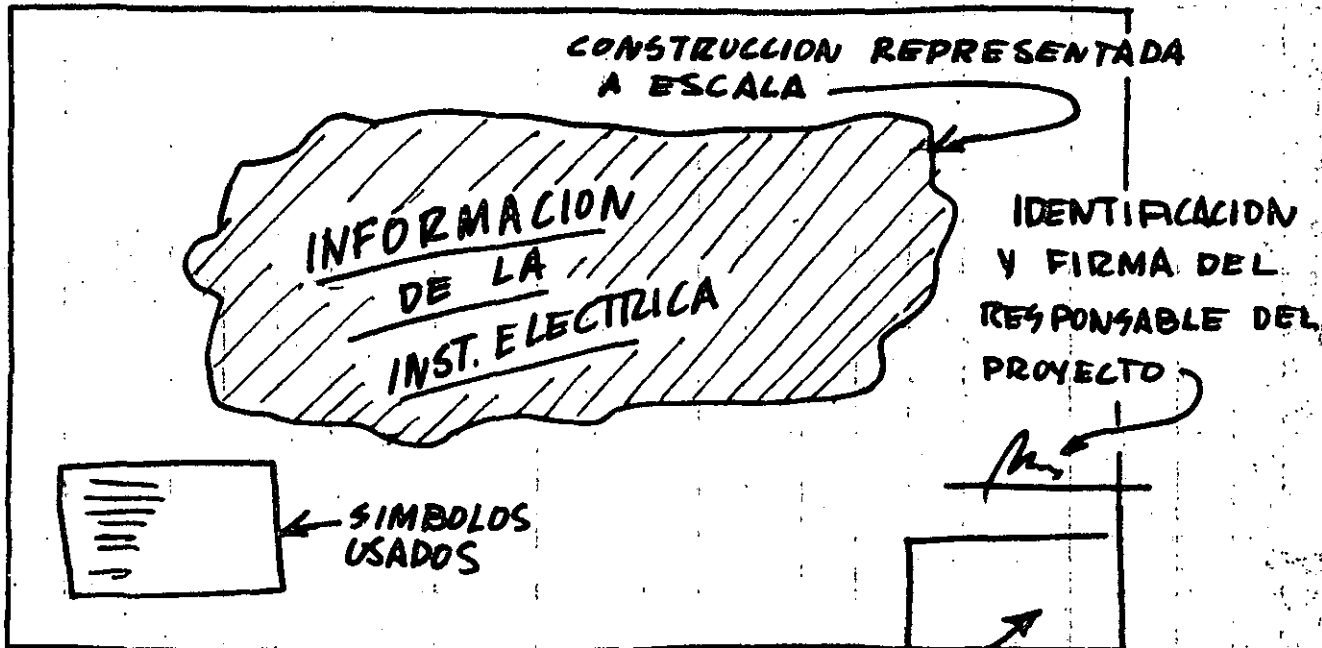
MEDIOS de CONTROL

- SE ESTABLECE POR MEDIO DE:
 - INTERRUPTORES INDEPENDIENTES:
 - MEDIOS DE DESCONEXION DEL CIRCUITO DERIVADO:



• SE REPRESENTA EN LOS PLANOS DE LA INSTALACION ELECTRICA

→ REPRESENTACION EN UN PLANO ARQUITECTONICO A ESCALA, DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN UNA INSTALACION ELECTRICA :-



- DATOS DE IDENTIFICACION (EDIFICIO, DIRECCION, ARQ, ETC.)
- ESCALA, - FECHA - V_s.

38

rán los plazos que al respecto fija el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica y demás disposiciones aplicables, a fin de que sea corregida, y en el supuesto de que no se efectúen, se mandará suspender el servicio en la forma prevenida por la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, independientemente de que se apliquen las sanciones que correspondan.

registro, independientemente de la aplicación de las sanciones que legalmente procedan.

TRANSITORIO

UNICO.—El presente Acuerdo entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

ARTICULO DUODECIMO.—Se llevará un control de las actividades que realicen los responsables inscritos en la Dirección General de Energía, y con base en él se determinarán los casos en que sea procedente refrendar o revocar el

Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los dos días del mes de marzo de 1982.—El Secretario de Patrimonio y Fomento Industrial, José Andrés Oteyza.—Rúbrica.

TABLA I

SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES DE SUBESTACIONES

	APARTARRAYOS		TRANSFORMADOR DE POTENCIAL
	INTERRUPTOR		TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	DESCONECTADOR		EQUIPO DE MEDICION
	DESCONECTADOR FUSIBLE		CAPACITOR
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA		GRUPO GENERADOR
			ACOMETIDA

SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS Y PLANOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

	SALIDA PARA LAMPARA INCANDESCENTE		CAJA DE CONEXION
	SALIDA PARA LAMPARA FLUORESCENTE		ABRIDOR ELECTRICO PARA PUERTA
	ARBOTANTE		ESTACION DE BOTONES
	PORTALAMPARA CON INTERRUPTOR DE CORDON		ZUMBADOR
	SALIDA DE PISO		TIMBRE
	SALIDA PARA ACCESORIO OCULTO (El trazo muestra la forma del accesorio)		CAMPANA
	SALIDA PARA TELEVISOR		INTERFONO
	SALIDA PARA PROPOSITO ESPECIAL (Las letras indican las funciones. Ejemplo: LP Lavadora de platos)		TELEFONO INTERCOMUNICACION
	SALIDA TRIFASICA		TELEFONO AL EXTERIOR
	CONTACTO DOBLE, CIRCUITO INDEPENDIENTE		RELOJ
	CONTACTO DOBLE (La T muestra que es del tipo de conexión a tierra)		CONEXION A TIERRA
	CONTACTO DOBLE, CIRCUITO GENERAL		TABLERO DE ALUMBRADO
	CONTACTO PARA INTEMPERIE		TABLERO DE FUERZA
	CONTACTO DE USO GENERAL DIFERENTE DEL DOBLE (El número muestra la cantidad de polos)		TABLERO GENERAL
	APAGADOR SENCILLO		BATERIA
	APAGADOR DE ESCALERA		MEDIO DE DESCONEXION
	APAGADOR DE 4 VIAS		INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	APAGADOR CON LUZ PILOTO		FUSIBLE
	APAGADOR DE INTEMPERIE		MOTOR
	CABLE O CONDUCTO POR TECHO O MURO		ARRANCADOR (Protección contra sobrecarga)
	CABLE O CONDUCTO POR PISO		SOLDADORA
			RESISTENCIA
			CAPACITOR
			RECTIFICADOR

D = Diámetro de la canalización
 N = Número de conductores
 C = Calibre de los conductores

INFORMACION DE LA I.E. QUE PROPORCIONA:

① - DE LAS "SALIDAS"

(SITIO EN EL CUAL LA INSTALACION PROVEE DE ENERGIA A UNA UTILIZACION O CARGA)

- 1.1- LOCALIZACION
- 1.2- ESPECIFICACION (DE ACUERDO CON -SIMBOLOGIA)
- 1.3- CIRCUITO QUE LAS ALIMENTA
- 1.4- DISPOSITIVO DE CONTROL QUE LAS OPERA

② DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL:

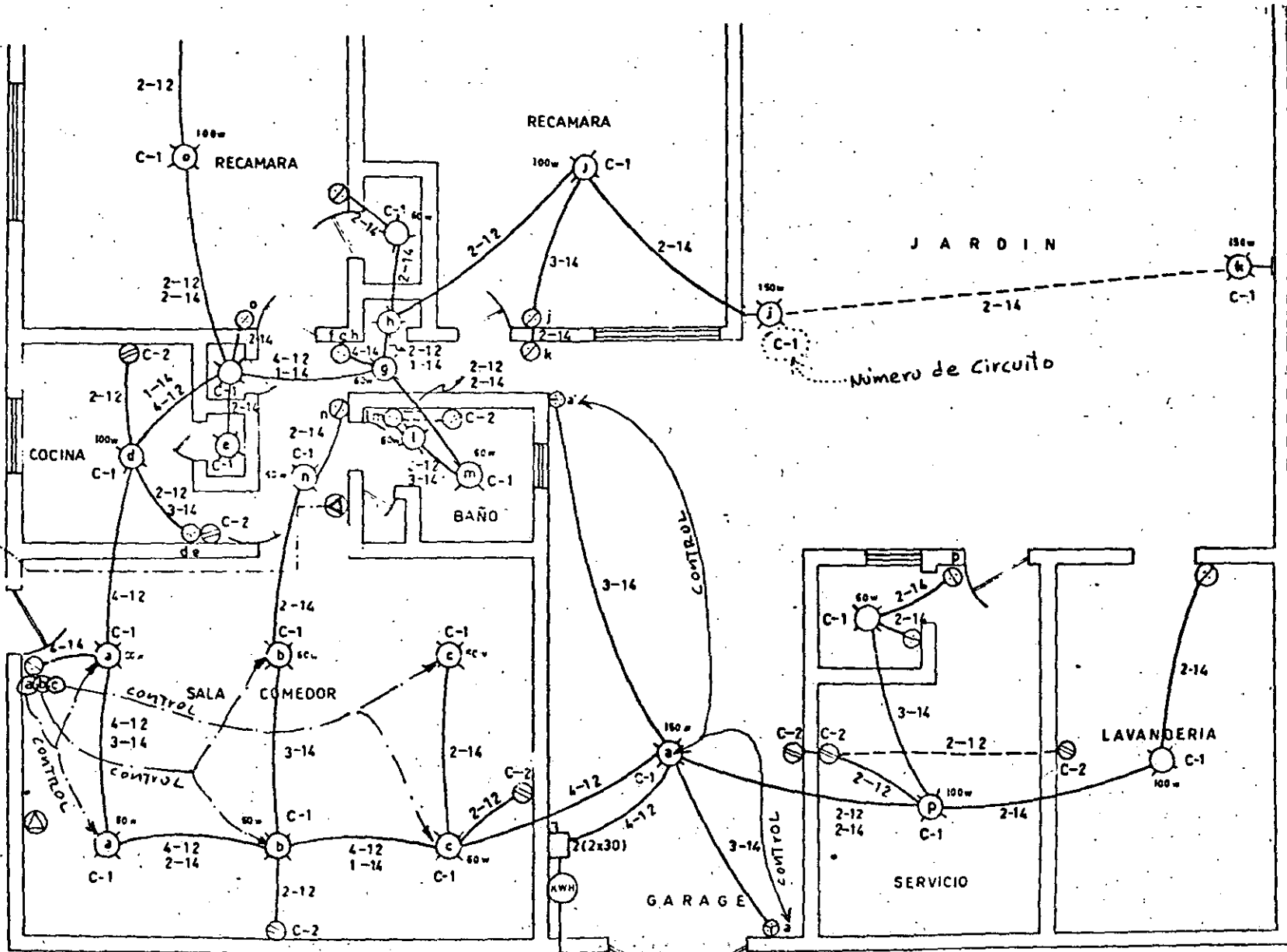
- 2.1- LOCALIZACION
- 2.2- ESPECIFICACION (DE ACUERDO CON SIMBOLOGIA)
- 2.3- CARGA O SALIDA QUE CONTROLA

③ DE LAS CANALIZACIONES

- 3.1- TRAYECTORIA APROXIMADA - (DE DONDE A DONDE VA.)
- 3.2- LOCALIZACION (EN MURO, TECHO O PISO)
- 3.3- ESPECIFICACION
- 3.4- CONDUCTORES ALOJADOS EN ELLA, Y SU ESPECIFICACION

④ DE LOS TABLEROS

- 4.1- LOCALIZACION
- 4.2- ESPECIFICACION
- 4.3- CUADRO DE CARGAS
 - 4.3.1- CANTIDAD Y TIPOS DE CARGAS: { POR CIRCUITO
 - 4.3.2- CARGA CONECTADA: - P/CIRCUITO } TOTAL
 - P/FASE
 - TOTAL
 - 4.3.3- DESBALANCEO
- 4.4- ESPECIFICACION PROTECCION CIRCUITOS



ACOMETIDA CIA. TELEFONOS
ver nota 3

Acometida Compañía Suministradora

Ver nota 2

PLANTA

43

CP

TUBERIA EN TEGNO

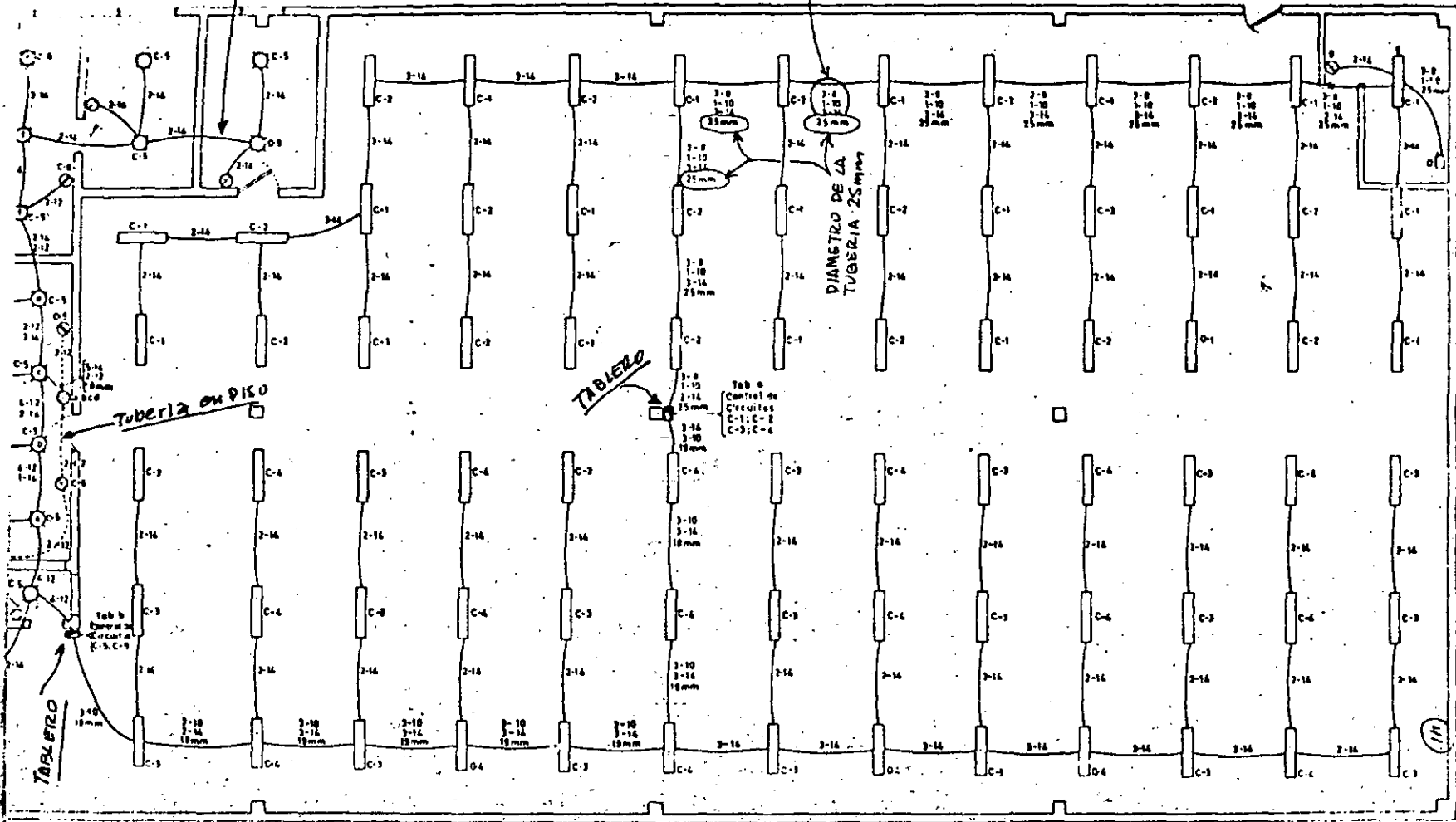
3 conductores calibre # 8 AWG
1 conductor calibre # 10 AWG
3 conductores calibre # 14 AWG

DIAMETRO DE LA TUBERIA 25 mm

Tuberia en PISO

TABLERO

Tab. 6
Control de Circuitos
C-1; C-2
C-3; C-4



45

3 conductores calibre # 8 AWG
 1 conductor calibre # 10 AWG
 3 conductores calibre # 14 AWG

TUBERIA EN TEGURO

DIAMETRO DE LA TUBERIA 25mm

Tuberia en PISO

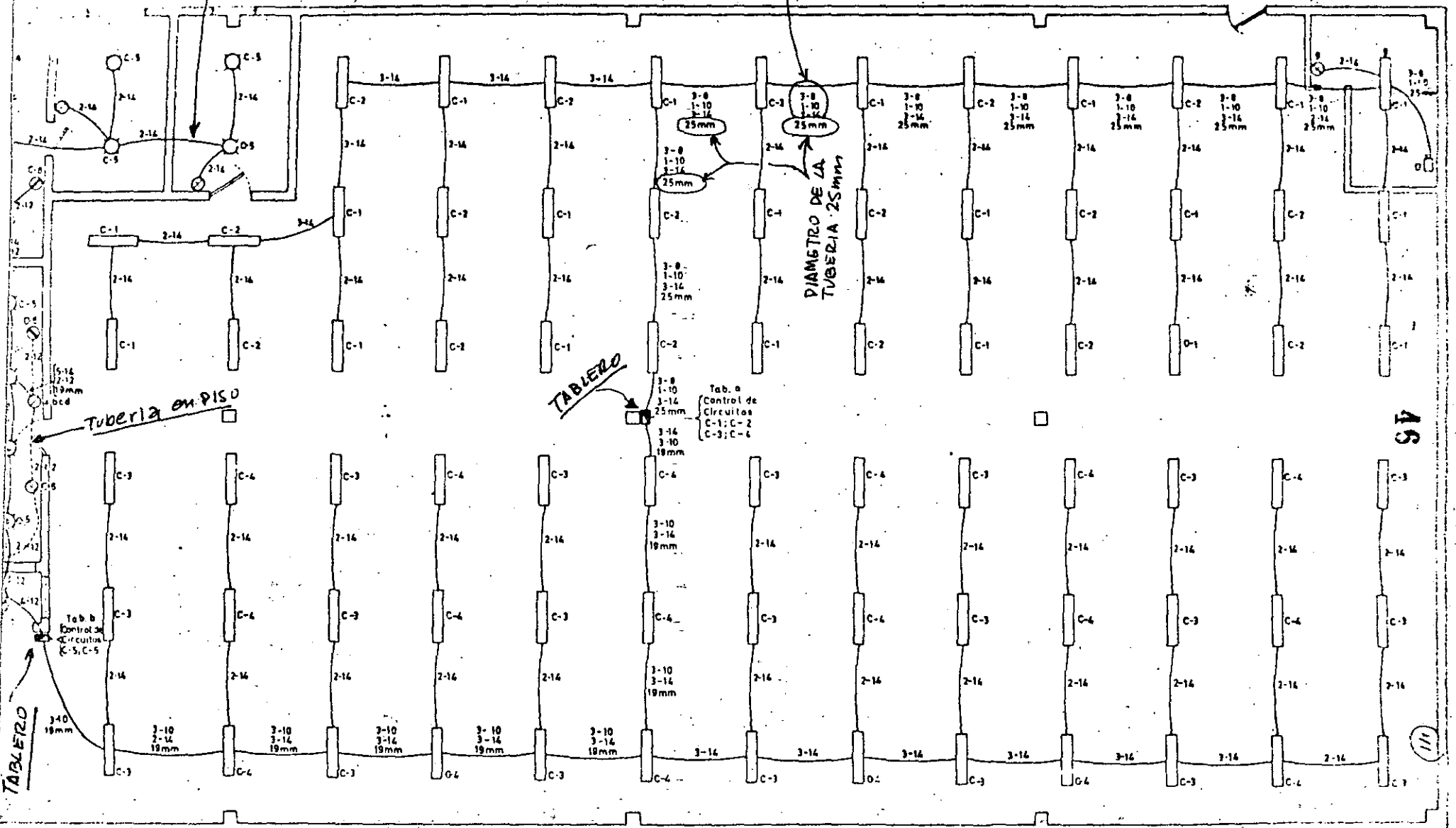
TABLERO

Tab. a
 Control de Circuitos
 C-1; C-2
 C-3; C-4

Tab. b
 Control de Circuitos
 C-5; C-6

TABLERO

AS



Nº	MOTOR		ARRANCADOR			INTERRUPTOR		A.L.S. C-D-E	
	HP	Velocidad	HP	HP	HP	HP	HP	HP	HP
1	3	220							
2	3	220							
3	1	220							
4	5	220							
5	2	220							
6	3	220							
7a	10	220							
7b	1	220							
7c	1	220							
7d	1	220							
8	1	220							
9	5	220							
10	3	220							
11	0.50	220							
12	1	220							
13	4.00	220							
14	6	127							
15	3.25	220							
16	2.50	220							
17	2.05	220							
18	15	220							
suma	53.00	26.00							

"TIPOS DE SALIDAS"

Carga conectada por circuito

TOTAL SALIDAS POR CIRCUITO

CIRCUITO	Nº	W	FASE		
			A	B	C
1	20	80 W	1690		
2	17	69 W	1360		
3	21	123 W			1680
4	18			1640	
5	1	23		1460	
6		10			1650
suma	77	23	2950	2900	2930

CAPACIDAD TOTAL EN FUERZA = 65.432 KW
CAPACIDAD TOTAL ALUMBRADO = 8.665 KW

CARGA TOTAL POR FASE

fase A = 25.000 KW.
fase B = 24.840 KW.
fase C = 24.970 KW.

DESBALANCEO ENTRE FASES = 0.24%
CALCULO:

$$\frac{\text{Fase Mayor} - \text{Fase Menor}}{\text{Fase Mayor}} \times 100 = \frac{25 - 24.84}{25.000} \times 100 = 0.24\%$$

DESBALANCEO

TOTAL SALIDAS POR TIPO

CARGA CONECTADA POR FASE

SIMBOLOS

- Medidor de Watts-Horas
- Tablero de Fuerza
- Interruptor de navajas con elemento fusible
- Interruptor de navajas con elemento fusible
- Tablero de alumbrado
- Interruptor termomagnético
- Arrancador
- Arrancador a tensión completa
- Arrancador a tensión reducida
- Motor
- Estación de botones
- Contacto trifásico
- Contacto monofásico
- Salida especial (trifásica o monofásica)
- Horno de Resistencias
- Lámpara incandescente
- Lámpara fluorescente
- Apagador sencillo
- Caja de conexiones
- Tubería por loza y techo
- Tubería por piso y muro

NOTAS:

- 1.- El diámetro de tubería no indicado, corresponde a 13mm.
- 2.- Toda acometida aérea para el suministro de energía eléctrica, deberá tener una altura mínima de 3 mts desde el nivel de la Banqueta y constará de un tubo de diámetro no menor de 32 mm.
- 3.- Es optativo indicar:
 - a) Configuración de la maquinaria
 - b) Elaboración de una Memoria Técnica Descriptiva
- 4.- Dejar espacio de 10x20cm para sello y firma de esta dependencia.
- 5.- El desbalanceo entre fases no debe exceder del 5% de la fase mayor
- 6.- Todos los interruptores que controlan circuitos principales deberán estar con centrados cerca del equipo de medición de la cia. Suministradora

DISPOSITIVOS DE PROTECCION VS SOBRECORRIENTE

OBJETIVO: ABRIR CIRCUITO → OPERACION AUTOMATICA

PRINCIPIOS
DE
OPERACION :-

① - TERMICO

- FUSIBLES
- ELEMENTOS TERMICOS
- INTERRUPTORES TERMICOS

② - MAGNETICO

- RELEVADORES
- INTERRUPTORES MAGNETICOS

③ - MIXTOS

- INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS



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

R E S I D E N T E S D E C O N S T R U C C I O N

1. TRACTORES
2. MOTOESCREPAS
3. PALAS MECANICAS Y CARGADORES FRONTALES
4. COMPRESORES
5. EQUIPO DE ACARREO
6. MOTOCONFORMADORAS
7. EQUIPO DE COMPACTACION

OCTUBRE, 1985

1. TRACTORES

1.1. Definición y Clasificación

1.2. Influencia sobre la potencia del motor

1.2.1. Altitud y temperatura

1.2.2. Resistencia al rodamiento

1.2.3. Pendientes

1.3. Eficiencia a la tracción

1.4. Orugas o zapatas

1.5. Accesorios diversos

1.5.1. Cuchillas

1.5.2. Posición de las cuchillas

1.6. Cálculo del rendimiento de tractores con cuchilla

1.7. Utilización de los «dozers»

1.8. Desgarrador o Escarificador

1.8.1 Punta de los desgarradores

1.8.2. Producción estimada del desgarrador

1. TRACTORES

1.1. DEFINICION Y CLASIFICACION

Son máquinas que convierten la energía del motor en energía de tracción. Su principal objeto es el de jalar o empujar cargas, aunque a veces, pueden utilizarse para otros fines. Son máquinas útiles, eficaces y, generalmente, indispensables en todos los trabajos de construcción de grandes obras.

Se clasifican, tanto por su rodamiento como por su potencia en el volante:

Por su rodamiento:

a) Tractores sobre neumáticos de dos ruedas y de cuatro ruedas

b) Tractores sobre orugas

Por su potencia en el volante:

Esta depende del fabricante, como ejemplo véase la tabla 1.

TABLA 1

CARACTERISTICAS DE LOS TRACTORES

Modelo	Potencia en el Volante	Hojas Topadoras			Peso en Toneladas		
		Tipo	Longitud m.	Altura m.	Tractor sin equipo	Hoja Topadora	Ripper
CAT. D-8	300 H.P.	Recta	3.93	1.52	24.8	5.3	4.8
		Angulable	4.72	1.12		5.3	
CAT. D-7	200 H.P.	Recta	3.65	1.27	15.2	3.2	3.0
		Angulable	4.29	0.96		3.1	
CAT. D-6	140 H.P.	Recta	3.20	1.13	11.8	2.1	1.5
		Angulable	3.86	0.91		2.3	
Komatsu D-155	320 H.P.	Recta	4.13	1.59	27.3	5.7	5.9
		Angulable	4.85	1.14		5.5	
Komatsu D-85	180 H.P.	Recta	3.62	1.28	18.2	3.7	3.6
		Angulable	4.26	1.06		3.6	

Al hablar de potencia, hay que hacer un distingo entre la del motor, la de la polea y la de la barra. Esta última es la más característica o principal, puesto que es la efectiva y de ella se puede disponer. Las diferencias entre ellas se derivan de las pérdidas por el accionamiento de los mecanismos intermedios; de ahí que la potencia real o

efectiva usada en el trabajo de la máquina queda determinada por la siguiente fórmula:

$$FV = 75 PK \therefore F = \frac{75 PK}{V}$$

donde:

F = Fuerza efectiva de trabajo (kg).

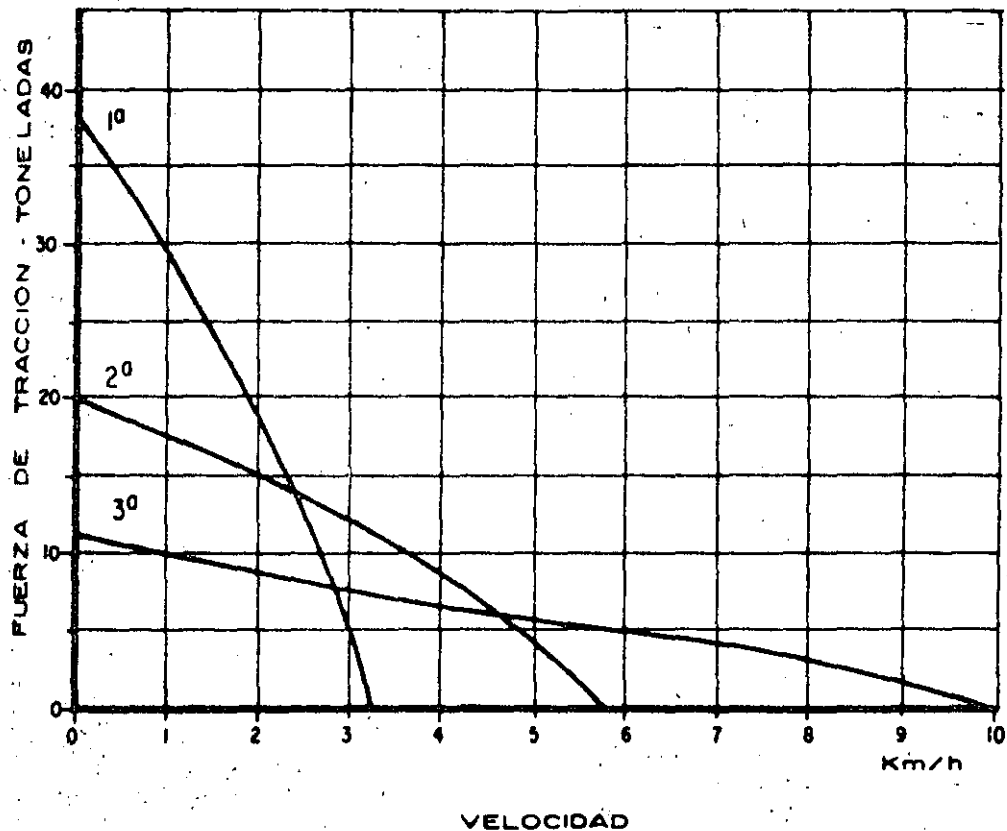
P = Potencia en el motor (cv).

V = Velocidad de operación (m/s).

K = Constante o factor de eficiencia.

Si representamos gráficamente la fórmula anterior (Fig. 1), nos damos cuenta, en forma fácil y rápida, que la fuerza de tracción utilizable depende del peso de la máquina debidamente equipada, de la velocidad desarrollada y según las condiciones del suelo.

NOTA: Para esta gráfica se consideró un tractor Komatsu, Tipo D-85A-12.



1.2. INFLUENCIAS SOBRE LA POTENCIA DEL MOTOR

Sobre la potencia del motor influyen los siguientes factores:

- La altitud y la temperatura.
- La resistencia al rodamiento.
- La pendiente.

1.2.1. **Altitud y Temperatura.** Estos factores influyen en el peso específico del aire y, por consiguiente, en la potencia del equipo. En la Tabla No. 2, se listan los porcentajes, en función de la altitud y temperatura del lugar, que modifican la potencia del tractor.

TABLA 2

*Altitud en m.	Temperatura °C						
	42°	32°	21°	15°	10°	4°	-7°
0	95.4	97.1	99.1	100.0	100.8	101.8	103.9
305	92.0	93.7	95.5	96.4	97.4	98.4	100.3
915	85.5	87.2	88.8	89.6	90.5	91.4	93.3
1525	79.5	80.9	82.5	83.3	84.2	84.9	86.7
2135	73.8	75.2	76.7	77.5	78.2	79.0	80.6
2745	68.6	69.9	71.3	72.0	72.7	73.4	74.8

* Sobre el nivel medio del mar.

Ejemplo: ¿Cuál será la potencia efectiva de un tractor que trabaja a 2135 m de altura y a una temperatura de 21°C?

Solución: De acuerdo a la Tabla 2, el factor de influencia correctora es de 76.7%; por lo tanto, la potencial real será:

$$P_{\text{real}} = \frac{P \times 76.7}{100} = 0.767 P$$

Para determinar la potencia real, pueden seguirse o aplicarse las siguientes reglas prácticas:

- 1a. A partir de los 16°C y para elevaciones de cinco en cinco grados, deducir 1% de la potencia a nivel del mar.
- 2a. Para disminuciones de temperatura, por cada 5°C menos, aumentar en 1% la potencia a nivel del mar.

3a. Por cada 100,00 m de altitud, disminuir en 1% la potencia a nivel del mar.

Ejemplo: Supongamos el mismo caso anterior:

Solución: De acuerdo con la regla primera:

$21^\circ - 16^\circ = 5^\circ$, deberá descontarse 1% a la potencia.

Según la regla tercera $\frac{2135 \text{ m}}{100 \text{ m}} = 21.35\%$ deberá decontarse 21.35%, por tanto, la potencia real será:

$$(100\% - 1\% - 21.35\%) P = 0.777 P$$

Valor muy próximo al que aparece en la tabla.

Los descuentos anteriores se modifican si se usa turbogenerador, ya que con este mecanismo se inyecta aire a presión, con lo que se compensa la influencia de la altitud. Por ejemplo, en el tractor Caterpillar D7G, con turbogenerador, el porcentaje de la potencia en el volante para diferentes elevaciones significa:

De 0 a 2300 m	100%
De 2300 a 3000 m	92%
De 3000 a 3800 m	85%

Es decir que la reducción de potencia influye arriba de los 2300 m. de altitud.

1.2.2. Resistencia al Rodamiento. Esta resistencia se define como la fuerza motriz necesaria para mover una máquina a velocidad pequeña y uniforme, sobre una superficie plana.

Se ha comprobado que, para mover una máquina sobre superficies de condición y naturaleza variable, más importante que el material del piso es su estado físico; es decir, su compacidad y la naturaleza y frecuencia de sus ondulaciones:

Como norma puede establecerse que la resistencia al rodamiento, expresada en kilogramos por tonelada de carga (kg/t), es como se lista en la siguiente tabla:

TABLA 3

Naturaleza del terreno	Resistencia al rodamiento	
	Orugas	Neumáticos a Baja presión
1. Camino duro, estabilizado, pavimentado, sin penetración bajo la acción de las cargas. Humedecido y conservado	28 kg/t	20 kg/t
2. Camino firme, uniforme, aplanado, afectado ligeramente bajo la acción de las cargas y regularmente conservado	40 kg/t	33 kg/t
3. Camino de tierra, ondulado, que flexiona bajo la acción de cargas ligeras, con poco mantenimiento, sin humedad	70 kg/t	50 kg/t
4. Camino en tierra con surcos y rodadas, mal conservado y sin ninguna estabilización	90 kg/t	75 kg/t
5. Camino lodoso, blando, fangoso, sin mantenimiento	110 kg/t	100 a 200 kg/t

Ejemplo: Supongamos un tractor Caterpillar D7, sobre orugas, equipado con cuchilla regulable, con peso de 18.5 toneladas, que ha de trabajar sobre un suelo de tierra, ondulado, flexionable bajo la acción de cargas ligeras, con poco mantenimiento, sin humedad. ¿Cuál será la fuerza tractiva necesaria para vencer la resistencia al rodamiento?

Solución: La resistencia al rodamiento en kg. por tonelada, según la tabla es 70 kg/t; por tanto, la resistencia total a vencer, será:

$$70 \text{ kg/t} \times 18.5 \text{ t} = 1295 \text{ kg.}$$

1.2.3. **Pendiente.** La fuerza necesaria "N" (fig. 2) para vencer una pendiente tiene como valor, según la figura:

$$N = Q \text{ sen } i$$

Ejemplo: ¿Cuál es la fuerza tractiva máxima de un tractor de orugas, D-7, si la carga sobre las ruedas motrices es de 18.5t, y su coeficiente de eficiencia a la tracción es 90%?

Solución: $F_{\max.} = 0.90 \times 18.5t = 16650 \text{ kg.}$

$$F_{\max.} = 16500 \text{ kg.}$$

Nota.— Un tractor D-7, con fuerza tractiva de 17595 kg, en primera velocidad, puede trabajar en estas condiciones.

Ejemplo: Si un tractor de orugas, con peso 18.5t, opera sobre tierra floja y su coeficiente de eficiencia a la tracción es de 0.60; ¿Cuál es su fuerza tractiva máxima?

Solución: $F_{\max} = 0.60 \times 18,500 = 11,100 \text{ kg.}$

$$F_{\max.} = 11,100 \text{ kg.}$$

Si se cuenta con un tractor D-7 cuya fuerza tractiva máxima, en segunda velocidad es de 11750 kg., se deduce que operará sobrado en el primer caso, pero que en tercera velocidad sólo utiliza 7,680 kg., de las 11,100 que representa la fuerza tractiva máxima.

En la tabla 5 se listan los coeficientes de eficiencia a la tracción para diversos tipos de suelos.

TABLA 5

Tipo de camino	Coeficiente de eficiencia a la tracción	
	Neumáticos	Orugas
Concreto	0.88 – 1.00	0.45
Arcilla seca	0.50 – 0.58	
Arcilla mojada	0.40 – 0.49	
Arena disgregada	0.20 – 0.35	0.30
Grava de cantera	0.60 – 0.70	
Tierra suelta	0.30 – 0.40	0.60
Tierra compacta	0.50 – 0.60	0.90

1.4 ORUGAS O ZAPATAS.

En cuanto al rodamiento, a la oruga se le puede definir como un rail que se iría tendiendo ante la rueda de la máquina a medida que ésta avanza. Por su continuidad se le puede definir también como el rail o zapata que la propia máquina tiende para su avance.

La rodadura del tractor sobre orugas es comparable a la de una locomotora de cremallera; ya que como ésta, el tractor posee una rueda dentada motriz en la parte de atrás que engrana sobre la autovía que va tendiendo.

El ancho de la oruga constituye una verdadera zapata de apoyo; por ello, entre más ancha mayor estabilidad para la máquina, mejor reparto del peso y menos presión sobre el piso de rodamiento.

Se lista a continuación las características de área y presión derivadas del ancho de las zapatas de la oruga, para un tractor Caterpillar D7.

Ancho de la zapata		Área de contacto m^2	Presión (kg/cm^2)
0.508 metros	20 pulgadas	2.76	0.54
0.559 metros	22 pulgadas	3.03	0.50
0.61 metros	24 pulgadas	3.31	0.45

Puede afirmarse, en forma general, que las zapatas anchas son deseables; pero, para condiciones de trabajo en las que el tractor deba pivotar frecuentemente, las garras de la zapata deben ser pequeñas, aunque con ello se obtenga una fuerza tractiva menor.

1.5 ACCESORIOS DIVERSOS.

Generalmente la versatilidad de los tractores se deriva de los distintos accesorios que se le pueden adaptar, en forma rápida, para transformarlo en un equipo mecánico para diversos trabajos específicos.

Entre estos accesorios se señalan primeramente las cuchillas* con lo que el tractor se convierte en "Dozer"; es decir, en tractor con una cuchilla explanadora al frente que lo convierte en una máquina útil de múltiples empleos: para excavar, empujar, verter y extender.

*De los otros accesorios informaremos posteriormente.

1.5.1. Cuchillas. Se les denominan también hojas topadoras y se distinguen:

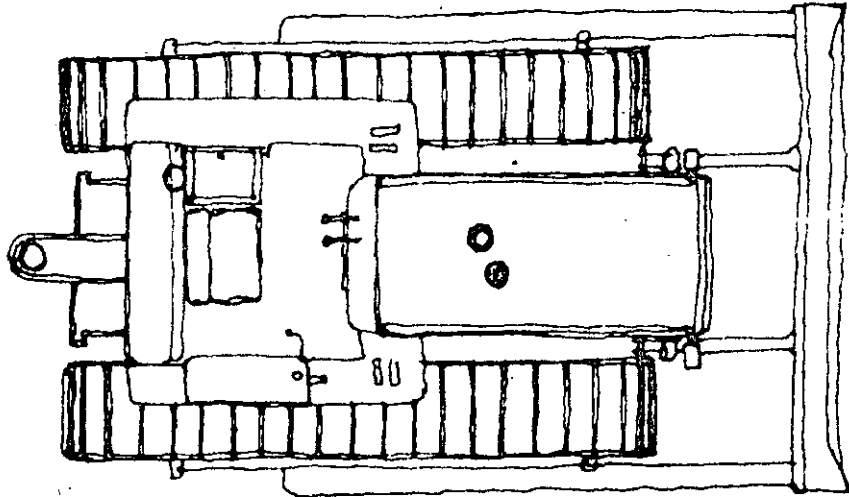
- Hoja "U", Universal
- Hoja "S", Recta
- Hoja "A", angulable o de giro

a) Hoja "U" Universal). Las grandes alas de esta hoja empujadora frontal, que forma un ángulo recto con el eje longitudinal del tractor, facilitan el empuje de grandes cargas a grandes distancias en todo trabajo de habilitación de tierras, amontonamiento, alimentación de tolvas, etc.

b) Hoja "S", Recta. Por su diseño en "U" modificada es muy útil, ya que por ser más pequeña que la hoja "U" es más fácil de maniobrar y puede empujar una gran variedad de materiales. Esta hoja proporciona una relación más alta de "hp" por metro de cuchilla que la hoja "U"; por ello, su penetración es mejor y se obtienen buenas cargas. Por esta mejor relación de hp/m³, puede mover con facilidad materiales más densos. Como plancha de empuje se usa también para ayudar a las traillas en su carga.

Con la cuchilla "U" o con la "S", el tractor se convierte en la máquina denominada "BULLDOZER" o Empujadora, Ver. Fig. 3.

Fig. 3

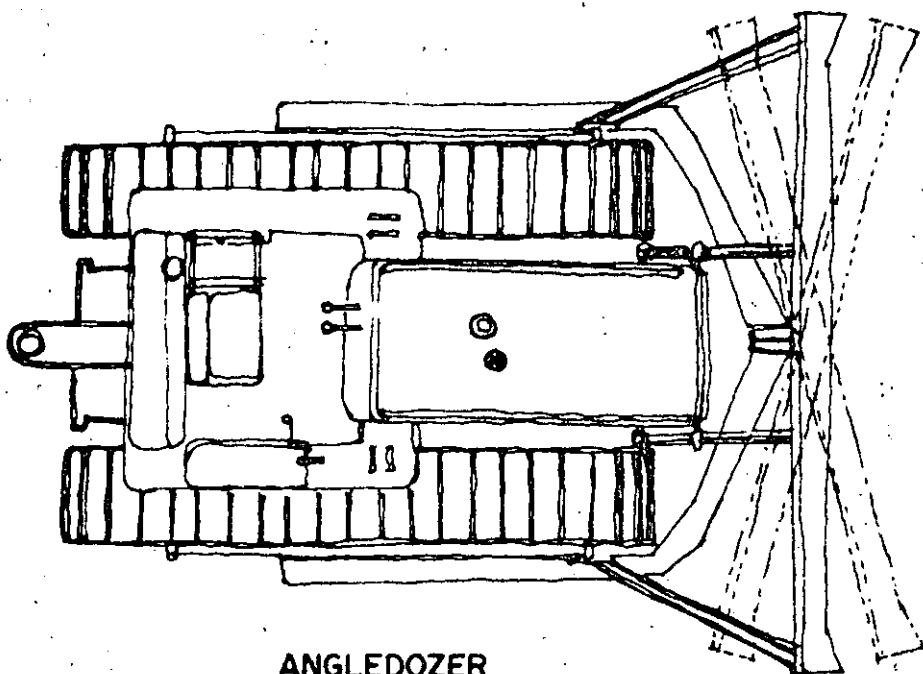


BULLDOZER

Hoja "A" angulable o de giro. Esta hoja puede emplearse en posición recta o puede girar para formar hasta un ángulo de 65° con el eje longitudinal del tractor. Se ha diseñado para empuje lateral, corte inicial para caminos, rellenos, aberturas de zanjas y otras labores similares. (Fig. 4).

Los tres tipos de hojas analizadas, pueden también pivotar e inclinarse con relación al plano horizontal. Este movimiento o acción se denomina "Operación Tiltadozer" (fig. 5a.).

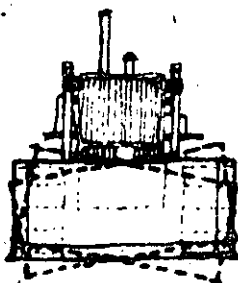
1.5.2. Posición de las cuchillas. Tanto las hojas rectas como las "angulables" o de giro, pueden levantarse o bajarse para empuje alto a bajo, y al mismo tiempo inclinarse alrededor de un plano horizontal. Estos movimientos pueden reali-



ANGLED OZER

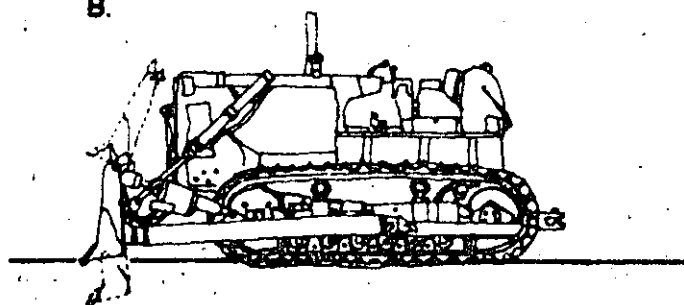
FIG. 4

A.



TILTDOZER

B.



ACCIONAMIENTO VERTICAL DE LA CUCHILLA

FIG. 5

zarse hidráulica o mecánicamente. En la figura 5b se aprecia un accionamiento vertical de la cuchilla en posición de excavar.

1.6. CALCULO DEL RENDIMIENTO DE TRACTORES CON CUCHILLA

En excavaciones y rellenos se emplea la fórmula que se indica a continuación para calcular el rendimiento en metros cúbicos por hora, pero antes debe seleccionarse la cuchilla más eficaz, según la clase de trabajo por efectuar.

$$V = \frac{C \cdot E \cdot 60}{T \cdot F}$$

Donde:

V = Rendimiento en m³/hora de suelo compacto.

C = Capacidad de la cuchilla en m³ suelto.

F = Coeficiente de abundamiento del suelo.

E = Coeficiente de eficacia del "dozer".

T = Duración del ciclo en minutos.

60 = Número de minutos en una hora.

Ejemplo: Dados los siguientes datos, calcular el rendimiento del tractor.

$$C = 6 \text{ m}^3; E = 0.8; F = 1.25$$

Distancia media de transporte = 50.00 m.

Velocidad de recorrido = 3 km/hr

Velocidad de regreso = 6 km/hr.

Solución: Para calcular el tiempo T, recuérdese que se integra con los tiempos fijos y los variables. Los primeros incluyen los cambios de velocidad, que puede estimarse en 10 segundos. Los tiempos variables dependen de las velocidades; por lo tanto

$$T = \frac{2 \times 10 \text{ s}}{60 \text{ s}} + \frac{50 \text{ m} \times 60 \text{ min}}{3000 \text{ m}} + \frac{50 \times 60 \text{ min}}{6000 \text{ m}}$$

$$T = 0.33 + 1.0 + 0.5 = 1.83 \text{ min.}$$

$$V = \frac{6 \times 0.80 \times 60}{1.83 \times 1.25} = 125.9 \text{ m}^3/\text{hr.}$$

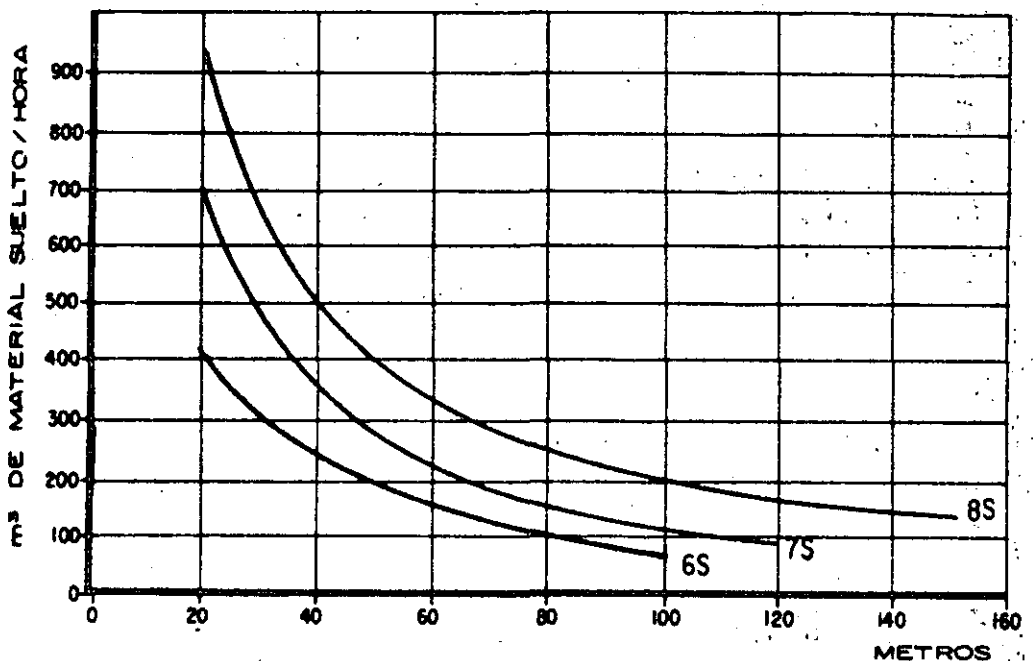
$$V = 125.90 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Parte de este volumen se pierde a través de la distancia de acarreo; por ello conviene colmar la cuchilla para compensar esta pérdida que se calcula en 5% por cada 25 ó 30 m. de recorrido.

Como una norma puede establecerse que una cuchilla empuje $1.30 \text{ m}^3/\text{m}^2$ de su propia superficie, en material cuyo peso volumétrico sea $1600 \text{ kg}/\text{m}^3$ y con una eficacia de 100% del equipo. Se sobreentiende que el material está suelto y que la operación se lleva a cabo sobre un terreno plano y sólido.

Si el tractor trabaja en rampas, el volumen, comparado con el rendimiento trabajando a nivel, disminuye en 3% por cada grado que aumente la pendiente, o aumenta en 6% por cada grado que disminuya.

La producción estimada para tractores Caterpillar, con hoja recta, se da en la gráfica siguiente (Fig. 6).



DISTANCIA MEDIA DE RECORRIDO CON HOJA RECTA

Esta Gráfica se basa en las siguientes consideraciones:

1. 100% de eficiencia (60 minutos/hora).
2. Tiempos fijos de 0.05 minutos, en máquinas de servo transmisión.
3. Para el rendimiento máximo, la máquina excava en un trayecto de 15.00 m. y llega al borde para arrojar la carga.
4. Densidad del material: $1370 \text{ kg}/\text{m}^3$ suelto y $1790 \text{ kg}/\text{m}^3$ en banco, con expansión de 30%.
5. Coeficiente de tracción con carriles de 0.5 o más.
6. Se utilizan hojas de control hidráulico.

Los factores de corrección aplicables a la producción estimada en la gráfica, de acuerdo al tipo de operador son:

1.8 DESGARRADOR O ESCARIFICADOR.

Otro de los accesorios que se acoplan al tractor y le dan versatilidad son los desgarradores que, montados en su parte trasera, han sustituido muy ventajosamente a los arados remolcados. Estos desgarradores pueden ser de uno o varios vástagos, ajustables manual o hidráulicamente, y están destinados principalmente a arrancar raíces, roturar suelos compactos y desarticular rocas en formación o terrenos con rocas y roturar también suelos, antes de ser excavados con traillas o "dozer". El desgarramiento, sustitución de una voladura, puede resultar oneroso; por ello debe tomarse con cautela y analizar, en cada caso, hasta donde puede ser costeable.

Los desgarramientos pesados elevan los costos normales de posesión y operación del tractor; por esta razón, cuando se trata de fragmentación de rocas, debe aumentarse en 30 o 40% el costo obtenido en fragmentaciones normales.

Aunque no hay fórmulas precisas ni reglas empíricas para estimar la producción con este equipo; para obtener el máximo rendimiento han de observarse las siguientes normas de trabajo:

- Controlar la penetración de los dientes en el terreno, para evitar que el tractor se frene o que se rompan los dientes si éstos tropiezan con un obstáculo importante.
- Si se quiere el máximo rendimiento, es necesario que los dientes del desgarrador o escarificador se utilicen con la máxima penetración, según la dureza del material. Podrá utilizarse el diente central, los laterales o los tres dientes, según lo permita la potencia del motor y la naturaleza del suelo.
- En las vueltas deben levantarse los dientes, pues si no se procede así pueden torcerse.
- Cuando el desgarrador va seguido de una trailla, resulta preferible emplear los dos dientes laterales, en vez de los tres. La experiencia enseña que de esta forma se obtiene un llenado más perfecto de la trailla.
- Para condiciones fáciles de rotura úsense los tres dientes. Cuando se dificulte el cavar debe quitarse el diente o punta central, para reducir así la resistencia de penetración. En condiciones difíciles, sólo deberá usarse el diente central.

1.8.1. Puntas de los desgarradores. Estos se fabrican de tres tipos: para condiciones fáciles, para condiciones moderadas y para condiciones extremas; además se ofrecen en dos o tres longitudes para la mejor selección de acuerdo con el trabajo.

La punta o diente corto tiene menos posibilidades de fracturarse pero cuenta con menos material para desgaste. La punta mediana posee gran resistencia al desgaste, y soporta bien las cargas de choque. La punta larga es la que tiene más resistencia al desgaste; pero, por su longitud, tiene mayores posibilidades de fracturarse. Para determinar cuál de las puntas es la más económica para un trabajo determinado, lo mejor es someter a pruebas los diferentes tipos de ellas.

1.8.2. Producción estimada del desgarrador. De la gráfica (Fig. 7), se puede obtener la producción de un desgarrador 8D, de un solo vástago o diente, acoplado a un tractor D8K.

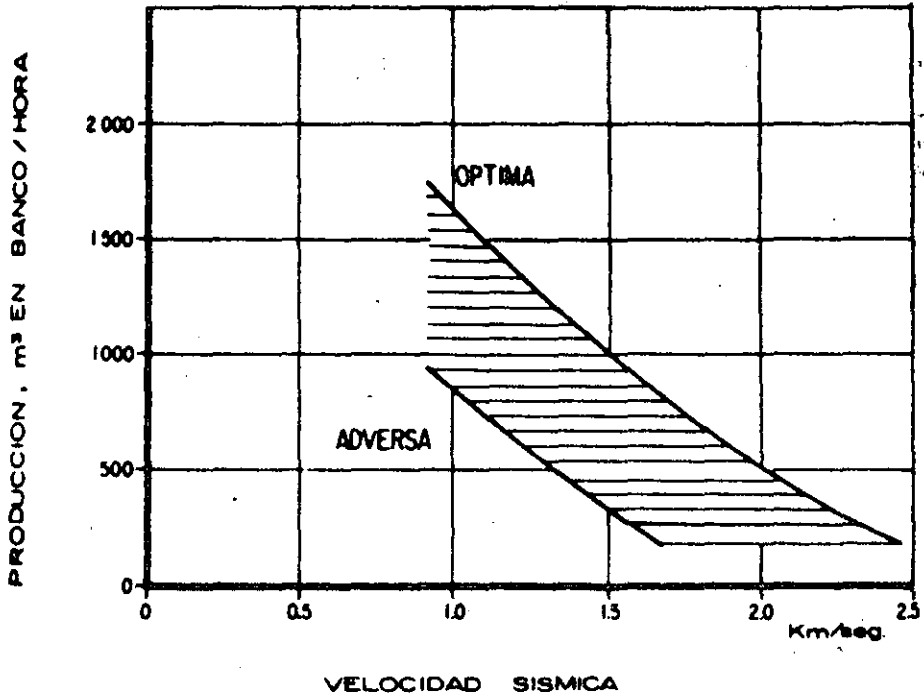


FIG. 7

Los resultados de la fig. se obtuvieron haciendo las siguientes consideraciones:

- La máquina desgarradora o trabaja toda la jornada y se utiliza sin hoja topadora.
- El tractor usado es con servotransmisión.
- La eficiencia considerada: 100% (60 minutos por hora).
- En la gráfica está considerado todo tipo de material, clasificado por la velocidad de transmisión de una onda sísmica.
- La curva "óptima", de la gráfica, se refiere a condiciones totalmente favorables. Si se trata de capas laminares gruesas o de tipo vertical, o si existiese cualquier otro factor desfavorable, debe usarse la curva "adversa", o de menor rendimiento.
- Para rocas volcánicas, con velocidad sísmica superiores a 1.83 km/s, debe reducirse en un 25% el valor obtenido de la curva "óptima".

2. MOTOESCREPAS

2.1. Definición

2.2. Operaciones básicas

2.3. Condiciones de carga

2.3.1. Recomendaciones para cargar

2.4. Transporte del material

2.5. Descarga del material

2.6. Capacidad de carga

2.7. Ciclos de la motoescrepa

2.8. Cálculo de la producción

2.8.1. Estimación de la carga útil

2.8.2. Peso de la máquina

2.8.3. Fuerza de tracción utilizable

2.8.4. Pérdida de potencia por altitud

2.8.5. Comparación entre resistencia total y esfuerzo de tracción en el acarreo

2.8.6. Determinación del tiempo del viaje por acarreo

2.8.7. Comparación de la resistencia con la fuerza de tracción en el retorno

2.8.8. Tiempo de retorno

2.8.9. Tiempo total del ciclo

2.8.10. Relación tiempos de tractor y motoescrepa

2. MOTOESCREPAS

2.1. DEFINICION.

Son máquinas motorizadas para movimiento de tierra y pueden realizar excavaciones, carga, transporte, vertido y extendido del material excavado. Pueden considerarse como la combinación del tractor y la escrepa. Su movilidad y su gran rapidez en el desplazamiento se deben a que están montadas sobre neumáticos, lo que las convierte en productoras de grandes rendimientos. Sus velocidades máximas de desplazamiento varía entre 50 y 70 km/h. Estas velocidades entrañan una servidumbre, la de tener la superficie de rodaje en buenas condiciones.

Debido a su sistema de rodaje, la motoescrepa normal es prácticamente incapaz de autocargarse, por lo que requiere de un empujador.

2.2. OPERACIONES BASICAS.

Estas son:

- Carga.
- Acarreo o transporte
- Extendido.

2.3 CONDICIONES DE CARGA.

Para óptimo rendimiento debe procurarse:

- Cargar a la capacidad máxima tolerable.
- Efectuar la carga en la distancia más corta y en el menor tiempo posible.

Para cumplir con estas condiciones, la profundidad de corte, en tierra común, debe ser de 15 a 20 cm., pues la experiencia demuestra que una profundidad menor aumenta el tiempo de carga y también la distancia para efectuarla, y una profundidad mayor produce atorones, patinamientos y pérdida de eficiencia. A mayor potencia del tractor de empuje mayor incremento en la profundidad de corte.

Cuando el material es duro, conviene ararlo o desgarrarlo previamente para facilitar la carga; tal es el caso de las arcillas duras y compactas.

Para incrementar la velocidad de carga de la motoescrepa, el tractor empujador debe ser de la potencia y peso adecuado.

2.3.1. Recomendaciones para cargar. Para mayor facilidad de carga, se recomienda que

- Se realice hacia abajo, ya que la acción de la gravedad ayuda y se dispone de mayor potencia.
- Cuando se cargue en laderas, el corte debe hacerse en forma tal que permi-

ta el escurrimiento del agua; para ello debe comenzarse el corte en la parte superior del talud, continuando hacia abajo. El corte queda escalonado, y cada escalón debe hacerse de altura tal que vaya fijándose la línea del talud, sobre todo para el caso que se requiera afinar este talud.

- Cuando se trabaja en cortes, debe comenzarse por los lados, dejando el centro del corte más alto. La máquina debe operar del centro hacia el talud.
- Para descargar, en rellenos o terraplenes, el centro deberá quedar más bajo que las orillas y, en este caso, la máquina debe operar de la orilla hacia el centro.
- En los dos casos anteriores, se facilita más la formación de taludes y se evitan deslizamientos perjudiciales; tanto para la máquina como para el afine. En los dibujos del (a) al (h) de la Figura 8a y 8b, se representa gráficamente lo explicado.

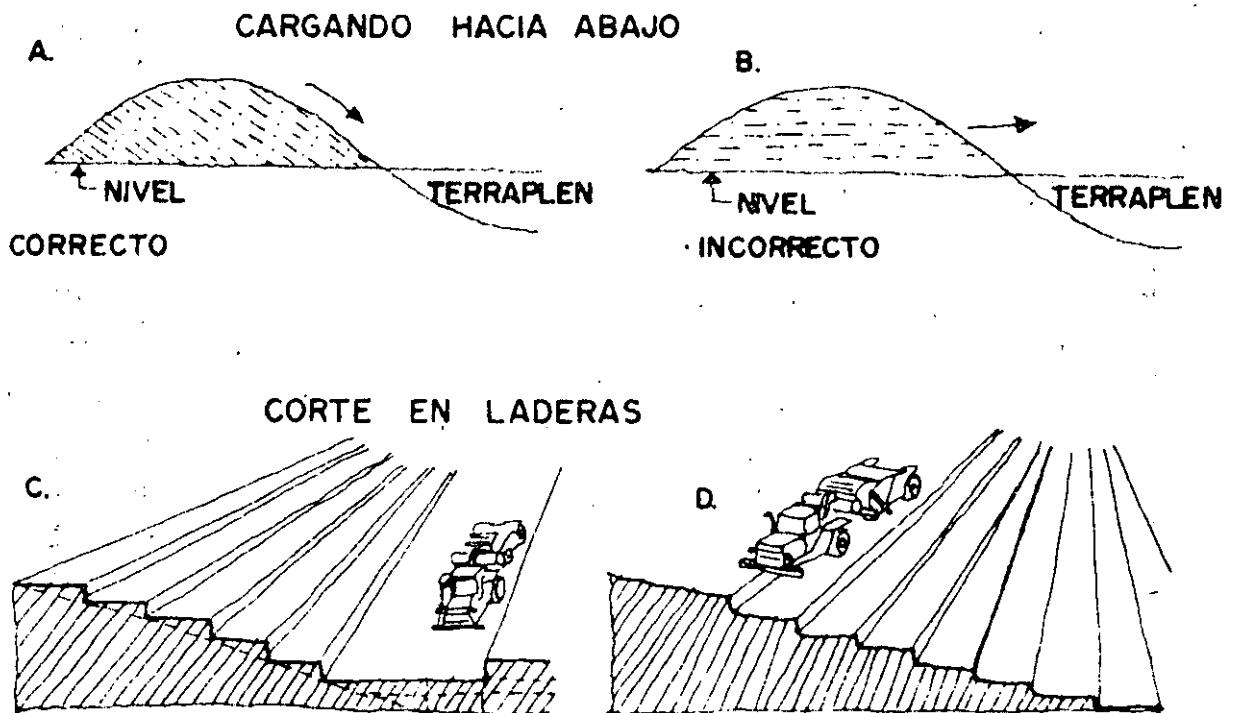


FIG. 8

2.4. TRANSPORTE DEL MATERIAL.

Para que el transporte resulte más fácil y más ágil, deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

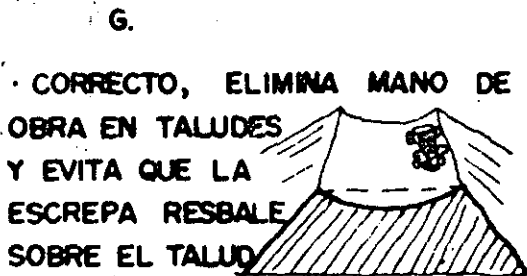
- El estado del camino permitirá las máximas velocidades; para ello debe arreglarse la superficie de rodamiento.
- Emplear la potencia total del motor; pues de existir superficies mal niveladas se incrementa la resistencia al rodamiento; se originan vibraciones y golpes en el

equipo que, además, fatigan al operador. Todo ello disminuye el rendimiento.

- Las pendientes desfavorables deben, en principio, evitarse, combinando distancias y movimientos.
- Las vueltas deben llevarse a cabo lo más rápido posible y consumiendo mínima distancia.
- Cuidar la presión óptima de los neumáticos para que la fuerza de tracción dé su máximo rendimiento; pues cada centímetro de penetración suplementaria de los neumáticos en el suelo, exige un esfuerzo adicional de 9 kg. por tonelada bruta del peso de la escropa.



CARGA EN CORTES



FORMACION DE TERRAPLENES

2.5 DESCARGA DEL MATERIAL.

Para obtener un rendimiento máximo, debe procurarse:

- Que se haga en capas de igual espesor: de 15 a 20 cm., según el tipo del material y de acuerdo al equipo de compactación de que se disponga.
- Que se efectúe a velocidad máxima posible, empleando mínima distancia, pero para suelos arcillosos mojados, por la resistencia del rodamiento, la descarga debe ser más lenta.

2.6. CAPACIDAD.

Esta se mide en dos formas:

- En metros cúbicos a ras. (Fig. 9 a)

— En metros cúbicos colmada (Fig. 9 b)

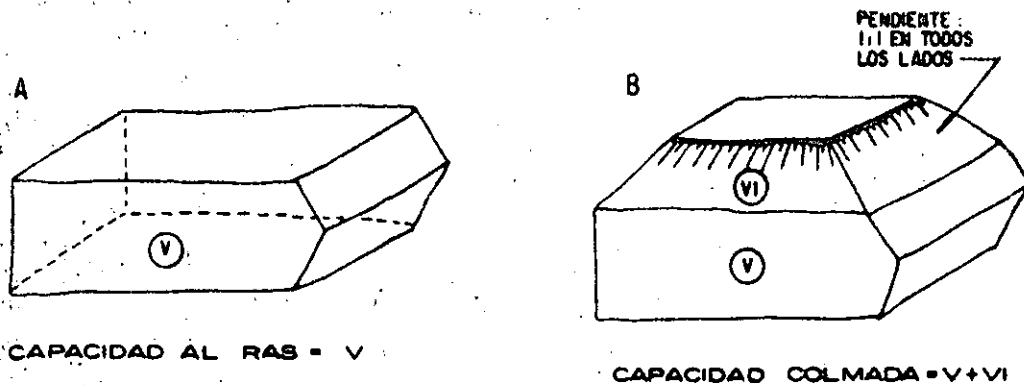


FIG. 9

2.7. CICLO DE LA MOTOESCREPA.

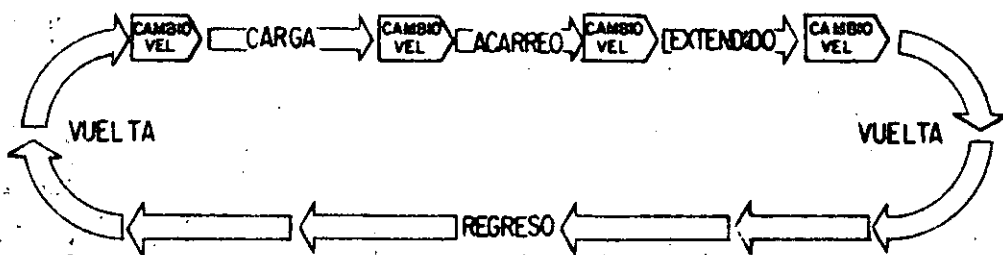


FIG. 10

T A B L A 6

U n i d a d	Máquina utilizada para Cargar	Tiempo de carga en minutos	Maniobras y Esparcimiento o maniobras y descarga en minutos
613	Autocargadora	0.9	0.7
621B	Un D8K	0.6	0.7
623B	Autocargadora	0.9	0.7
627B	Un D8K	0.6	0.6
627B E. y T.*	Autocargadora	0.8	0.7
613C	Un D9H	0.6	0.7
633C	Autocargadora	0.9	0.7
637	Un D9H	0.6	0.6
637 E. y T.*	Autocargadora	0.9	0.7
641B	Dos D9H	0.6	0.7
651B	Dos D9H	0.6	0.7
657B	Dos D9HH	0.6	0.6
657 E. y T.*	Autocargadora	1.0	0.7
660B	Dos D9H	0.7	0.8
666B	Dos D9H	0.7	0.7

*E. y T. = Empuje y Tiro

De un juicioso análisis del cuadro anterior, se puede concluir que las traillas o motoescrepas se clasifican, por su carga, en tres tipos:

- a) Las autocargadoras, cuya capacidad se mide colmada. (No requieren de ayuda). Ejemp. 613, 623B, etc.
- b) Las estándar que, para carga eficiente y estar dentro de los tiempos fijados en la tabla, requieren de tractores empujadores. Ejemp. 621B, 627B.
- c) Las autocargadoras de empuje y tiro con dos motores. Ejemp. 627B E. y T., 637 E y T., etc.

2.8 Procedimientos para el cálculo de producción: Para terminar con motoescrepas, analicemos un problema práctico de producción: Supongamos el modelo 631C que, según la Tabla, requiere de un tractor de empuje D9H.

D a t o s

Material: Arcilla arenosa, en barro natural húmedo.

Densidad del material en banco = 1975 Kg/m^3 .

Factor volumétrico de conversión (FVC) = 0.72

Factor de compresibilidad = 0.85

Condiciones de Trabajo:

Factor de tracción = 0.50

Altitud = 2,600.00 m.

Ciclo de trabajo, acarreo y retorno: (Fig. 11).

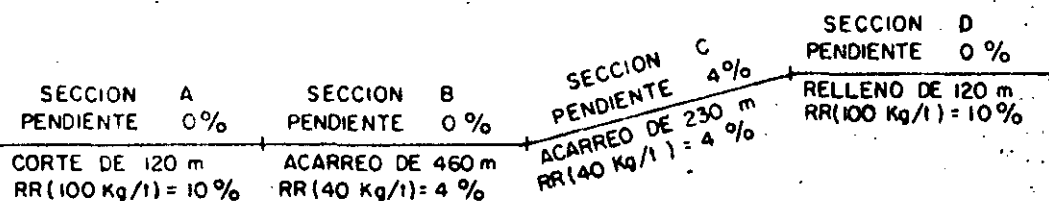


FIG. 11

Los valores de la resistencia al rodamiento, "RR" se toman de la tabla número tres del apartado 1.2.2.

El valor de porcentaje es la relación (kg/kg).

A la suma algebraica de las resistencias al rodamiento con la pendiente, se le llama pendiente total o compensada; así:

$$\text{Sec. "A": Pendiente total o compensada} = 10\% + 0\% = 10\%$$

$$\text{Sec. "B": Pendiente total o compensada} = 4\% + 0\% = 4\%$$

$$\text{Sec. "C": Pendiente total o compensada} = 4\% + 4\% = 8\%$$

$$\text{Sec. "D": Pendiente total o compensada} = 10\% + 0\% = 10\%$$

2.8.1. Estimación de la Carga Util. C.V. La carga útil es igual al número de metros cúbicos por el factor volumétrico de conversión por la densidad del material en banco; así:

$$\text{C.V.} = 23.00 \text{ m}^3 \cdot x 0.72 \cdot x 1975 \text{ Kg/m}^3 = 32,700 \text{ Kg.}$$

$$\text{C.V.} = 32,700 \text{ Kg.}$$

2.8.2. Peso De La Máquina:

$$\text{Peso de la máquina vacía, dato de catálogo} = 35,200 \text{ Kg.}$$

$$\text{Peso de la carga calculada} = 32,700 \text{ Kg.}$$

$$\text{Peso total "PBT"} = 67,900 \text{ Kg.}$$

2.8.3. Fuerza de tracción utilizable. Esta depende del peso de la máquina debidamente equipada, de la velocidad desarrollada y de las condiciones del suelo. El peso en las ruedas propulsadas, cuando el vehículo está totalmente cargado es igual al 53% del PBT.

Por lo tanto:

$$\text{FTU, cargado: Factor de tracción} \times 0.53 \times \text{PBT}$$

$$= 0.50 \times 0.53 \times 67900 \text{ kg} = 17993 \text{ kg.}$$

$$\text{ETU, vacío} = 0.50 \times 0.68 \times 35200 = 11968 \text{ kg.}$$

donde: 0.68 es el peso en las ruedas propulsadas para vehículo vacío.

2.8.4. Pérdida de potencia por altitud. Por contar con turbocargadores, y de acuerdo a las indicaciones del fabricante, la potencia disponible es de:

100% para la motoescropa, y de
94% para el tractor D9H.

De acuerdo con estos valores, el tiempo de viaje de la motoescropa 631C, no cambia; pero el tiempo de carga aumenta en 5%, por ser el porcentaje en que se reduce la potencia del tractor.

2.8.5: Comparación entre la resistencia total y el esfuerzo de tracción en el acarreo.

La resistencia total es la suma de la resistencia en las pendientes "R.P." más la resistencia al rodamiento "RR".

a) Resistencia en las pendientes "RP"

R.P. = 10 kg/t X PBT X pérd. adversa en porcentaje.

Sec. "C": 10 kg/t X 67.9 t X 4% = 2716 kg.

b) Resistencia al rodamiento, "RR":

RR = kg/t (factor de RR) X t (PBT)

Sec. "A": 100 kg/t X 67.9 t = 6790 kg.

Sec. "B": 40 kg/t X 67.9 t = 2716 kg.

Sec. "C": 40 kg/t X 67.9 t = 2716 kg.

Sec. "D": 100 kg/t X 67.9 t = 6790 kg.

c) Resistencia total:

Sec. "A" = 6790 kg.

Sec. "B" = 2716 kg.

Sec. "C" = 2716 kg + 2716 kg. 5432 kg.

Sec. "D" = 6790 kg.

La tracción máxima que se requiere para mover el 631C es de 6790 kg y disponemos de una fuerza de tracción útil de 17993 kg.

2.8.6. Determinación del tiempo de viaje para el acarreo. Este tema depende de la distancia y de la pendiente compensada. De las gráficas del manual Caterpillar, se obtiene:

Sec. "A": 0.75 min.

Sec. "B": 1.10 min.

Sec. "C": 0.70 min.

Sec. "D": 0.80 min.

3.35 min.

Nota: Tiempo aproximado, ya que no se considera el tiempo de aceleración ni desaceleración.

2.8.7. Comparación de la resistencia total con la fuerza de tracción en el retorno.

Cuando el equipo retorna, la pendiente ayuda; por lo tanto:

Ayuda de pendiente = AP = 10 kg/t X PBT X (-4%)

De ahí que la resistencia al rodamiento para el equipo en viaje vacío, para cada sección, vale:

RR = Factor de RR X peso del vehículo sin carga.

Sec. "D" = 100 kg/t X 35.2 t = 3520 kg.

Sec. "C" = 40 kg/t X 35.2 t = 1408 kg.

Sec. "B" = 40 kg/t X 35.2 t = 1408 kg.

Sec. "A" = 100 kg/t X 35.2 t = 3520 kg.

Por tanto la resistencia total:

Sec. "D" = 3520 kg.

Sec. "C" = 1408 - 1408 = 0 kg.

Sec. "B" = 1408 kg.

Sec. "A" = 3520 kg.

La fuerza de tracción que se requiera para mover la motoescrepa 631C, en viaje de regreso, es de 3520 kg. y disponemos, según se ha calculado en el apartado 2.8.3., de una fuerza de tracción utilizable de 11968 kg.

2.8.8. Tiempo de viaje de retorno. De las gráficas del manual Caterpillar, se tiene:

Sec. "D": 0.42 min.

Sec. "C": 0.43 min.

Sec. "B": 0.78 min.

Sec. "A": 0.42 min.

Tiempo total = 2.05 min.

2.8.9. **Tiempo total del ciclo.** Este tiempo será igual a la suma de los tiempos de acarreo y retorno, más los derivados del ajuste por altitud y tiempo de carga y maniobra, es decir:

Tiempo de acarreo =	3.35 min.	
Tiempo de retorno =	2.05 min.	5.40 min.
Ajuste por altitud = 0.06×5.40	0.32 min.	
Tiempo de carga =	0.60 min.	(Tabla 6)
Maniobra y esparcimiento =	0.70 min.	(Tabla 6)
Tiempo total del ciclo =	7.02 min.	

Para obtener el número de metros cúbicos en banco, que pueden obtenerse, se procede de la manera siguiente:

$$\text{Ciclos/hora} = 60 \text{ min.} \div 7.02 \text{ min.} = 8.54 \text{ ciclos/hr.}$$

$$\text{Carga estimada} = \text{Cap. colmada} \times \text{FVC} = 23 \text{ m}^3 \times 0.72 = 16.6 \text{ m}^3 \text{ en banco}$$

$$\text{Rendimiento en banco/hr} = 16.6 \text{ m}^3 \times 8.54 \text{ ciclos/hr} = 141.76 \text{ m}^3$$

$$\text{Rendimiento en banco/hr} = 141.76 \text{ m}^3$$

2.8.10. **Relación tiempos de tractor y motoescropa.** Esta relación es importantísima, puesto que nos determina la óptima utilización del tractor para ayudar a otras traillas o motoescropas.

El tiempo del ciclo del empujador consta de los tiempos parciales de carga, impulso, retorno y maniobras:

$$\text{Tiempo en el impulso} = 0.10 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo empleado para carga y retorno} \\ \text{(140\% del tiempo de carga)} = 0.84 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo de maniobra} = 0.15 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo del ciclo} \\ \text{del empujador} = 1.09 \text{ min.}$$

Por lo tanto, un tractor podrá atender: seis motoescepas, puesto que

$$\frac{7.02 \text{ min.}}{1.09 \text{ min.}} = 6.44$$

3. PALAS MECANICAS Y CARGADORES FRONTALES

3.1. Definición

3.2. Tipos de excavadoras de «carga estacionaria»

3.3. Orugas vs. neumáticos

3.4. Aditamentos o accesorios de las palas

3.4.1. Equipo de la pala frontal

3.4.2. Usos más comunes de la pala frontal

3.4.3. Usos más comunes del aguilón de la grúa

3.4.4. Cucharón de draga en el aguilón de grúa

3.4.5. La retroexcavadora y su empleo

3.5. Selección de máquinas

3.6. Profundidad óptima para el llenado del cucharón de la pala

3.7. Efectos de la profundidad de corte y ángulo de rotación en el rendimiento de las palas

3.8. Profundidad óptima de corte de las dragas de arrastre

3.9. Efectos de profundidd de corte y ángulo de rotación en el rendimiento de las dragas

3.10. Estimación del rendimiento de palas mecánicas

3.10.1. Determinación del valor de «K»

3.11. Producción teórica tabulada

3.12. Retroexcavadora

3.12.1. Definición y descripción

3.13. Cargadores frontales

3.13.1. Definición y características

3.13.2. Ciclo de carga

3.13.3. Producción

3. PALAS MECANICAS Y CARGADORES FRONTALES

3.1. DEFINICION.

Son máquinas de movimiento de tierra de "carga estacionaria", adecuada para cualquier tipo de terreno. Se dice de "carga estacionaria" para distinguirla de las máquinas de excavación y carga remolcada por tractor, en las que la carga se produce a medida que avanza el remolcador; en cambio, la pala excava, carga y deposita los materiales estando parada. Su dispositivo de propulsión sólo sirve para su transporte y para proporcionarle una cierta movilidad en el lugar de trabajo.

3.2. TIPO DE EXCAVADORAS DE "CARGA ESTACIONARIA".

Vienen montadas sobre orugas o sobre neumáticos. Se distinguen cinco tipos (Fig. 12):

- 1) La pala normal o pala frontal.
- 2) La pala retroexcavadora.
- 3) La pala rastreadora.
- 4) La draga o excavadora con balde de arrastre.
- 5) La excavadora con cuchara de almeja o bivalva.

Además se cuenta con la grúa (6) que, en resumen, no es sino una excavadora con cuchara bivalva o una dragalina adaptada a ciertas necesidades particulares, o bien, es una máquina básica a la que se le adapta gran variedad de dispositivos de carga (cable sencillo y gancho de carga); de carga y excavación (cucharones de almeja, de draga); así como bolas rompedoras, hincadoras de pilote de gravedad, martillo de aire para pilotes, etc.

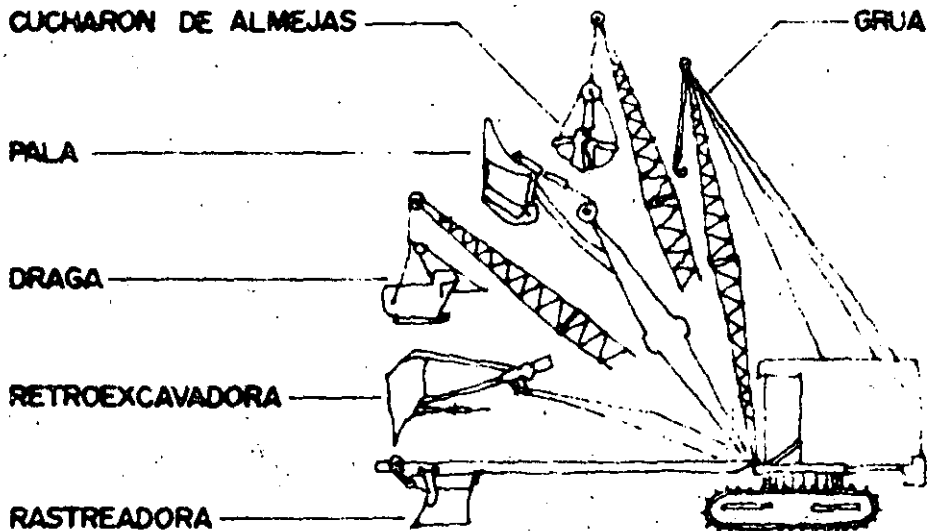


Fig. 12

3.3. ORUGAS VS. NEUMATICOS.

Las que vienen montadas sobre orugas presentan ventajas que pueden aprovecharse para trabajar:

- a) En terrenos flojos, puesto que el área de sustentación que proporcionan las orugas asegura un movimiento adecuado y buena estabilidad.
- b) En excavaciones pesadas, ya que las orugas dan más estabilidad al equipo y mayor resistencia contra las cargas de impacto de la excavación.
- c) En terrenos disparejos o cuando los fragmentos de roca pueden dañar los neumáticos.
- d) En excavaciones donde no haya necesidad de movimientos frecuentes y rápidos.

Las ventajas del equipo montado sobre neumáticos se obtienen cuando:

- a) El transporte rápido sea requisito importante.
- b) El terreno presenta superficies firmes y a nivel.
- c) El uso de la oruga sea perjudicial al terreno, o por no poderse ajustar a las disposiciones legales.
- d) Los materiales abrasivos provoquen desgastes excesivos en las orugas, siempre que los neumáticos resistan las condiciones del trabajo.

3.4. ADITAMENTOS O ACCESORIOS DE LAS PALAS.

De la clasificación señalada en el apartado 3.2. se desprende que las palas mecánicas se diseñan para recibir diversos aditamentos o accesorios, que constituyen sus herramientas de trabajo. Estos a su vez, se clasifican en tres grupos básicos:

Aguilón de pala.

Aguilón de grúa.

Aguilón retroexcavador.

El aguilón de grúa sirve, como ya se dijo, para diferentes usos, no así el de pala y el retroexcavador, cuyos usos se limitan a sus específicas funciones: Pala excavadora frontal y retroexcavadora, respectivamente.

3.4.1. Equipo de pala frontal. Es el de mayor aplicación y consta de: pluma o aguilón de la pala, brazo de ataque, cucharón y mecanismo de apertura y de cierre del cucharón. Los movimientos que efectúa son:

- a) Elevación del cucharón dentro del material por excavar.
- b) Excavación; operación por la cual el cucharón se introduce avanzando en el material.
- c) Retirada una vez cargada la cuchara.
- d) Giro y descarga.

3.4.2. Usos más comunes de la pala frontal.

- a) Excavación de bancos o préstamos.
- b) Excavación de cortes, resultan convenientes en trabajos de afine.
- c) Descargando sobre pilas de desechos.
- d) Carga de unidades o vehículos de acarreo.
- e) Descarga en tolvas, cribas o bandas.
- f) Zanjas poco profundas, no siendo una operación recomendable.
- g) Excavación en plano horizontal, para rasante final o despeje de materiales. Esta no es una operación recomendable.

3.4.3. Usos más comunes del aguilón de grúa. Con el de almeja, se utiliza para:

- a) Excavaciones verticales abajo del nivel del terreno:
 - Pozos y excavaciones de cimientos para pilares y muros.
 - Zanjas profundas para alcantarillado, canalizaciones, tuberías (cuando la profundidad sobrepasa los límites de trabajo de la retroexcavadora; sobre todo, cuando la excavación es estrecha y lleva una entibación apuntalada).
 - Excavaciones sumergidas.
- b) Traslado de materiales sueltos de las pilas de almacenaje a tolvas y a transportadores y su aplicación más común es para manejar materiales sueltos: arena, grava, roca triturada;

Nota: La selección del cucharón de almeja debe hacerse tomando en cuenta la penetración y capacidad de carga. La penetración depende del peso del cucharón y la capacidad de carga de la propia máquina.

3.4.4. Cucharón de draga en el aguilón de grúa. Además del aguilón, el dispositivo de trabajo se completa con el cucharón de arrastre, cable de izar y cable de arrastre con su guía. Este conjunto o máquina ha sido proyectado para grandes radios de acción. Por su forma de operar, las fuerzas aplicadas al cucharón se reducen al tiro del cable tractor; por lo que su uso se concreta a excavaciones en materiales blandos o desintegrados ubicados abajo del nivel de asiento de la propia máquina; tales como:

- Dragado de ríos, para extraer grava o arena y formar con ellas pilas.
- Excavación y limpieza de canales y zanjas.
- Para despejar la capa vegetal.
- Alimentación de bandas transportadoras, de tolvas y ocasionalmente cribas.
- Carga de depósitos de arcilla o materiales sueltos.
- Ocasionalmente para cargar camiones, siempre que la capacidad de éstos sea de cinco a seis veces la capacidad del cucharón.

3.4.5. La retroexcavadora y su empleo. El aditamento o dispositivo retroexcavador consiste en un pórtico auxiliar, un aguilón, brazos y refuerzos para el cucharón. Por su ataque análogo al de la pala, se le selecciona para excavaciones abajo de su nivel de asiento y en materiales más duros que en los que excava la draga; es decir, que esta máquina es propia para:

- Apertura de zanjas y relleno de ellas.
- El perfilado del terreno en plano horizontal.
- Limpieza de cunetas.
- Descarga de material sobre pilas y carga de unidades de acarreo.

3.5. SELECCION DE MAQUINAS.

La selección de una máquina excavadora, en cuanto a su capacidad, debe basarse en:

1. Tipo de materiales	{	Duros	}	Máquinas grandes facilitan la excavación.
		Suaves		Máquinas chicas, por representar mayor movilidad.

2. Profundidad del banco

A profundidades grandes.

Máquinas grandes.

Cortes poco profundos

Máquinas chicas, que tienen avances frecuentes para que el bote pueda llenarse.

3. Movilidad

Sobre orugas

Sobre neumáticos

4. Otras consideraciones

Colocación de la máquina

Altura máxima de descarga

3.6. PROFUNDIDADES OPTIMAS PARA EL LLENADO DEL CUCARON DE LA PALA.

En la tabla 7 siguiente, se dan los valores óptimos de las profundidades para que el llenado del cucharón de la pala se realice sin esfuerzo excesivo de empuje. La profundidad óptima de corte no está fijada por el alcance máximo de excavación.

TABLA 7

Capacidad en yardas cúbicas	Materiales suaves arena y grava. metros	Materiales corrientes, tierra común. metros	Materiales compactos, arcilla húmeda, pegajosa, dura, pesada. metros
3/8	1.16	1.37	1.83
1/2	1.40	1.74	2.14
3/4	1.61	2.07	2.44
1	1.83	2.38	2.74
1 1/4	1.98	2.59	2.99
1 1/2	2.14	2.80	3.26
1 3/4	2.26	2.96	3.51
2	2.38	3.11	3.71
2 1/2	2.56	3.42	4.06

3.7. EFECTOS DE LA PROFUNDIDAD DE CORTE Y ANGULO DE ROTACION EN EL RENDIMIENTO DE LAS PALAS

En el cuadro siguiente, Tabla No. 8, se han listado los valores que afectan los rendimientos de las palas, según la profundidad de corte y el ángulo de rotación o viraje. Para profundidad óptima de banco y ángulo de rotación de 90° se consideró el rendimiento igual a UNO.

TABLA 8

Profundidad del corte en porcentaje del corte óptimo	ANGULO DE VIRAJE						
	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
40	0.93	0.89	0.85	0.80	0.72	0.65	0.59
60	1.10	1.03	0.96	0.91	0.81	0.73	0.66
80	1.22	1.12	1.04	0.98	0.76	0.77	0.69
100	1.26	1.16	1.07	1.00	0.88	0.79	0.71
120	1.20	1.11	1.03	0.97	0.86	0.77	0.70
140	1.12	1.04	0.92	0.91	0.81	0.73	0.66
160	1.03	0.96	0.90	0.85	0.75	0.67	0.62

3.8. PROFUNDIDAD OPTIMA DE CORTE DE LAS DRAGAS DE ARRASTRE.

Véase el cuadro siguiente, Tabla No. 9.

TABLA 9

Clase de material	TAMAÑO DEL CUCHARON EN YARDAS CUBICAS								
	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/2
Lama y arenas húmedas livianas	1.53	1.68	1.83	2.01	2.13	2.26	2.35	2.44	2.59
Arena y grava	1.53	1.68	1.83	2.01	2.13	2.26	2.35	2.44	2.59
Tierra común	1.83	2.04	2.26	2.44	2.59	2.74	2.89	3.02	3.20
Arcilla dura compacta	2.22	2.44	2.65	2.84	3.05	3.37	3.45	3.60	3.75
Arcilla húmeda pegajosa	2.22	2.44	2.65	2.84	3.05	3.27	3.45	3.60	3.75
Longitudes normales de la pluma en pies:									
De:	25	30	35	40	45	50	50	50	60
A :	35	40	50	55	60	70	80	90	100
Longitud máxima aproximada en metros	10.5	12.0	15.0	16.5	18.0	21.0	24.0	27.0	30.5

*Profundidades en metros

3.9. EFECTO DE LA PROFUNDIDAD DE CORTE Y ANGULO DE ROTACION EN EL RENDIMIENTO DE LAS DRAGAS.

En el cuadro siguiente, Tabla 10, se han listado los valores que afectan los rendimientos de las dragas, según la profundidad de corte y el ángulo de rotación.

TABLA 10

Profundidad del corte en porcentaje del corte óptimo	ANGULO DE VIRAJE							
	30°	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
20	1.06	0.99	0.94	0.90	0.87	0.81	0.75	0.70
40	1.17	1.08	1.02	0.97	0.93	0.85	0.78	0.72
60	1.24	1.13	1.06	1.01	0.97	0.88	0.80	0.74
80	1.29	1.17	1.09	1.04	0.99	0.90	0.82	0.76
100	1.32	1.19	1.11	1.05	1.00	0.91	0.83	0.77
120	1.29	1.17	1.09	1.03	0.98	0.90	0.82	0.76
140	1.25	1.14	1.06	1.00	0.96	0.88	0.81	0.75
160	1.20	1.10	1.02	0.97	0.93	0.85	0.79	0.73
180	1.15	1.05	0.98	0.94	0.90	0.82	0.76	0.71
200	1.10	1.00	0.94	0.90	0.87	0.79	0.73	0.69

3.10. ESTIMACION DEL RENDIMIENTO DE PALAS MECANICAS.

Para el cálculo de la producción o rendimiento de palas, dragas y retroexcavadoras puede emplearse la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad horaria o rendimiento} = \frac{3600 \times Q \times E \times K}{C_m \times F} \quad \text{donde:}$$

3600 = Segundos por hora.

Q = Capacidad de cucharón en yardas o metros cúbicos.

F = Factor de abundamiento del material excavado.

E = Relación del volumen realmente cargado al volumen nominal del cucharón.

C_m = Tiempo total del ciclo en segundos.

Para la correcta aplicación de la fórmula han de tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La capacidad del cucharón se debe expresar como la capacidad a ras.
- La capacidad del cucharón se expresa en yardas cúbicas sueltas o metros cúbicos sueltos.
- "E" toma en consideración el hecho de que una hora completa de trabajo de 60 minutos es casi imposible ya que se pierde tiempo cuando se mueve la máquina, cuando se cambia la posición del mango, cuando se lubrica, cuando el operador descansa, etc. En condiciones ideales y con operadores diestros, puede usarse 0.80 para E; pero varía en cada condición de trabajo. El valor usual de "E" es de 0.60.

3.10.1. Determinación del valor de "K". En la Tabla 11, se dan los valores de "K" para palas y dragas, según las condiciones de trabajo y clase de materiales.

TABLA 11

EXCAVACION	FACIL	MEDIANA
FACTOR DEL CUCHARON DE PALA	95% al 100%	85% al 90%
FACTOR DEL CUCHARON DE DRAGA DE ARRASTRE	95% al 100% Materiales regados, sueltos, flojos, materiales que llenan completamente y con frecuencia proporcionan cargas colmadas. (La sobrecarga compensa el abundamiento del material).	85% al 90% Materiales duros que no requieren voladura, pero que se fragmentan en pedazos grandes que producen vacíos en el cucharón.
EXCAVACION	MEDIA DIFICIL	DIFICIL
FACTOR DEL CUCHARON DE PALA	70% al 80%	50% al 70%
FACTOR DEL CUCHARON DE DRAGA DE ARRASTRE	65% al 75% Materiales que, requieren voladura con bajo consumo de explosivos por M ³ , pero voluminosos y algo duros de penetración, lo que produce vacíos en el cucharón. Caliza bien quebrada, roca arenosa y otras rocas bien voladas. Esquisto volado, arcilla pegajosa, mojada y pesada. Grava con piedras grandes. Gravas cementadas.	40% al 65% Roca volada, tierra endurecida y otros materiales difíciles de penetrar y producen grandes vacíos en el cucharón. Esquisto duro volados Caliza En grandes pedazos, mezclados con fi- Arenisca nos y tierra. Conglomerado Roca de cali- che Arcilla dura que se raspa del banco.

3.11. PRODUCCION TEORICA TABULADA.

En las Tablas 12 y 13, se incluyen los valores de producción estimada en m³/hora, para palas mecánicas y dragas de arrastre.

TABLA 12

PALAS MECANICAS

CAPACIDAD DEL CUCHARON M ³ y yd ³							
Tipo de Material	0.57 3/4	0.75 1	0.94 1 1/4	1.13 1 1/2	1.32 1 3/4	1.53 2	1.87 2 1/2
Marga húmeda o arcilla arenosa	126	157	191	218	245	271	310
Arena y grava	119	153	176	206	229	252	298
Tierra común	103	134	161	183	206	229	271
Arcilla dura y de alta cohesión	84	111	138	161	180	203	237
Roca bien dinamitada	73	96	119	138	157	176	210
Excav. común con rocas y raíces	61	80	99	119	138	153	187
Arcilla mojada y pegosa	54	73	92	111	126	141	176
Roca mal dinamitada	38	57	73	88	107	122	149

TABLA 13

DRAGAS DE ARRASTRE

CAPACIDAD DEL CUCHARON M ³ y yd ³							
Tipo de Material	0.57 3/4	0.75 1	0.94 1 1/4	1.13 1 1/2	1.32 1 3/4	1.53 2	1.87 2 1/2
Arcilla liviana y húmeda o marga	99	122	149	168	187	203	233
Arena o grava	96	119	141	161	180	195	226
Tierra común	80	103	126	145	161	176	203
Arcilla dura, de alta cohesión	69	84	103	122	138	149	176
Arcilla mojada y pegajosa	42	57	73	84	99	111	134

3.12. RETROESCAVADORA.

3.12.1. Definición y descripción. Son máquinas propias para excavar zanjas o trincheras, que retroceden durante el proceso de trabajo. En la figura No. 13, se representa un dibujo esquemático con sus dimensiones de operación, las cuales varían de acuerdo con los modelos.

Dimensiones de Operación:

- K = Alcance máximo a ras del suelo.
- L = Profundidad máxima.
- M = Profundidad de excavación.
- N = Profundidad máxima de pared vertical.
- O = Espacio libre mínimo para cargar camiones.
- P = Espacio libre máximo para cargar camiones.
- Q = Altura máxima hasta diente del cucharón.
- S = Alcance máximo a pleno ascenso del aguilón.

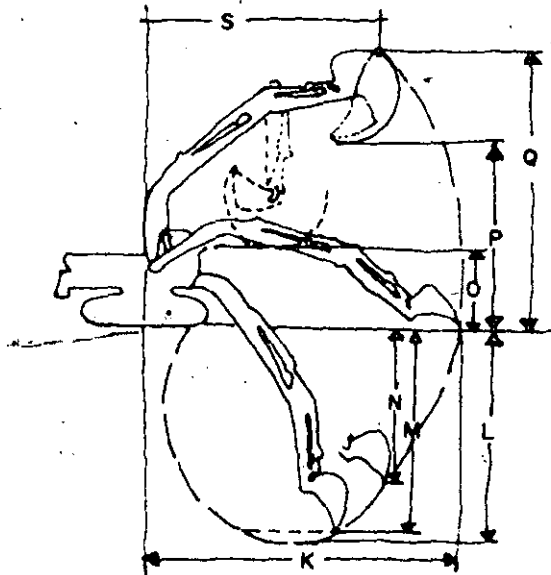


FIG. 13.

Los cucharones que emplea esta máquina pueden ser anchos o angostos; anchos para suelos fáciles de atacar y angostos para terrenos duros o difíciles.

La capacidad de estos cucharones se mide a rás o bien colmada, y su carga útil depende de su tamaño y de ciertas características del suelo. En función de ambos —tamaño del cucharón y tipo de suelo— se determina el factor de acarreo (Fa). De ahí que la carga útil "Cu" sea igual al producto de la capacidad colmada "Cc" por el factor de acarreo "Fa", así:

$$C_u = C_c \times F_a$$

En el cuadro siguiente se tabulan los valores de los factores de acarreo o porcentajes de la capacidad colmada del cucharón, en función de las características de los suelos.

TABLA 14

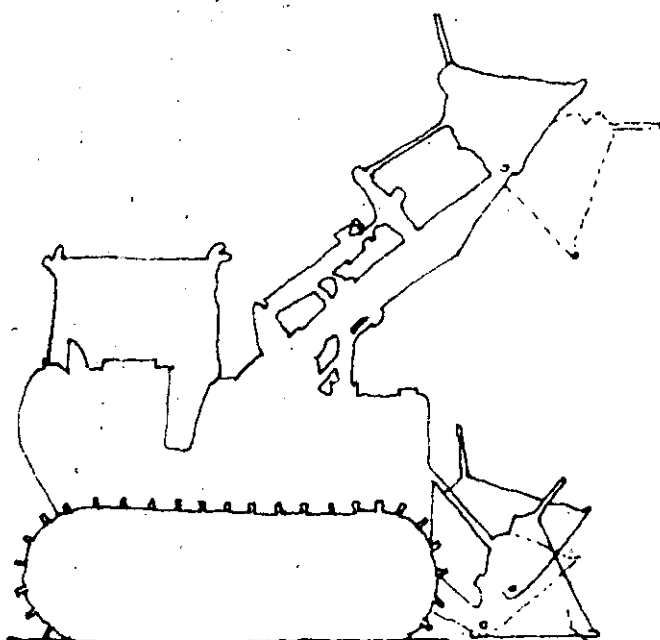
MATERIAL	Factor de Acarreo *
Marga mojada o arcilla arenosa	100 al 110%
Arena y grava	90 al 100%
Arcilla dura y tenaz	75 al 85%
Roca de voladura, bien fragmentada	60 al 75%
Roca de voladura, mal fragmentada	40 al 50%

* Porcentaje de la capacidad colmada del cucharón.

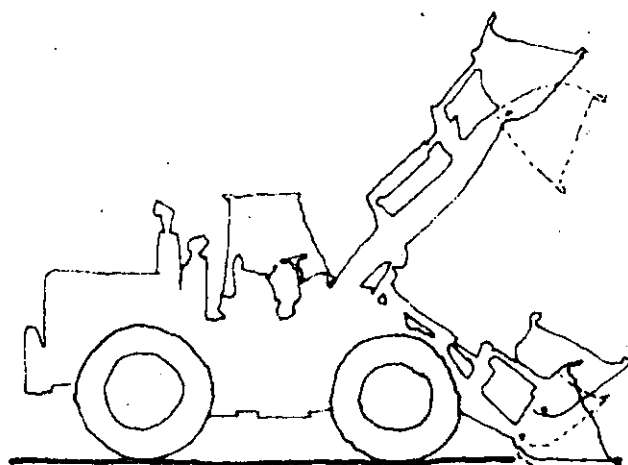
3.13. CARGADORES FRONTALES

3.13.1. Definición y características. Son tractores montados sobre orugas o neumáticos, los cuales llevan en su parte delantera un cucharón accionado por mandos hidráulicos (Fig. 14). Sirven para manipular materiales sueltos, sobre todo para elevar --tomándolos del suelo-- y descargar sobre camiones u otros medios de transporte.

CARGADORES FRONTALES



CARGADOR DE CARRILES.



CARGADOR DE RUEDAS.

FIG. 14

Para una misma máquina existen cucharones de construcción ligera y de construcción reforzada, los primeros, de mayor capacidad, se seleccionan para materiales ligeros; los segundos, que incluyen dientes para ataque, se seleccionan para materiales pesados.

3.13.2. Ciclo de carga. El ciclo de carga incluye los tiempos de carga, de maniobra, de viaje y de descarga. Sus valores medios recomendados se enlistan a continuación.

- El tiempo de carga. Varía de 0.03 minutos a 0.20, según el material: desde agregados sueltos hasta cementados.
- El tiempo de maniobra. Incluye el tiempo invertido en el recorrido básico, el empleado en los cuatro cambios de sentido de la marcha y el de los virajes. Con un buen operador, se estima en 0.22 minutos.
- El tiempo de viaje. Incluye los que se invierten en el acarreo y en el retorno.
- El tiempo de descarga. Se estima como normal de 0.04 a 0.07 minutos, y depende del tamaño y resistencia de la caja del volteo o de la tolva en que se descarga.

Como un ejemplo de tiempos estimados de viaje, se incluye una gráfica del modelo 955 L de Caterpillar, Fig. 15.

Distancia de viaje en medio ciclo

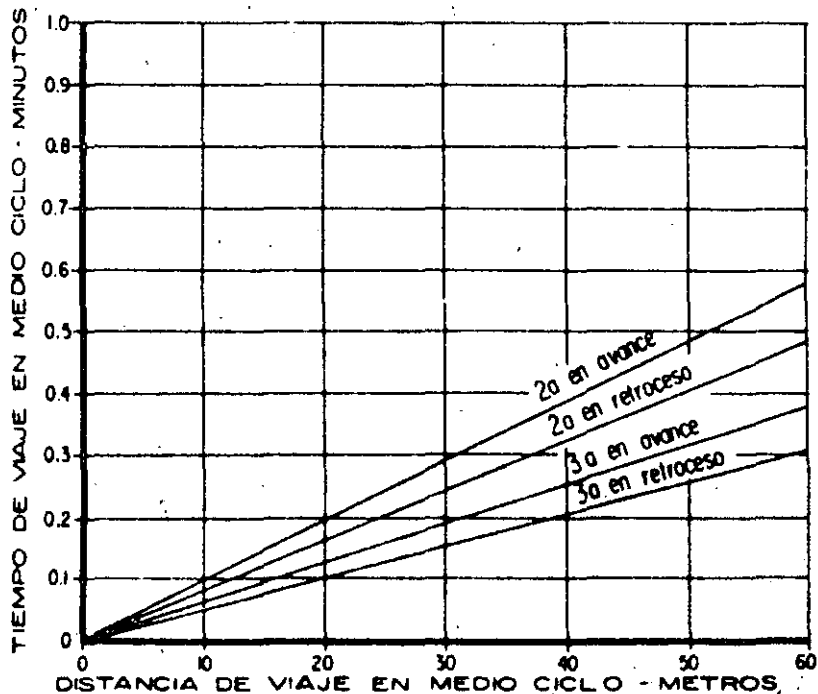


FIG. 15

Condiciones:

- Sin pendientes.
- Las velocidades son prácticamente las mismas con carga o sin ella.
- La posición del cucharón es constante en el recorrido.
- No se incluye el recorrido efectuado en el tiempo en maniobras.
- Se considera el tiempo de aceleración en el tiempo de maniobras.

3.13.3. Producción. Es la capacidad del cucharón por número de cargas/hora.

Para este equipo son también válidas las recomendaciones dadas para las palas, tanto en cuanto a su sistema de sustentación como en su uso.

Para una mayor eficiencia en la carga de los camiones debe tomarse en cuenta que:

- a) La distancia de recorrido, del lugar de carga al de descarga —sobre los camiones— debe ser la mínima posible.
- b) Las unidades de acarreo deben colocarse en forma tal que el ángulo de giro del tractor sea el menor posible. Se recomienda que siempre sea menor de 90° ; para ello se recomienda que el frente del banco tenga suficiente amplitud, para que las unidades de acarreo se acomoden, Fig. 16, y se eviten así pérdidas de tiempo por acomodo.

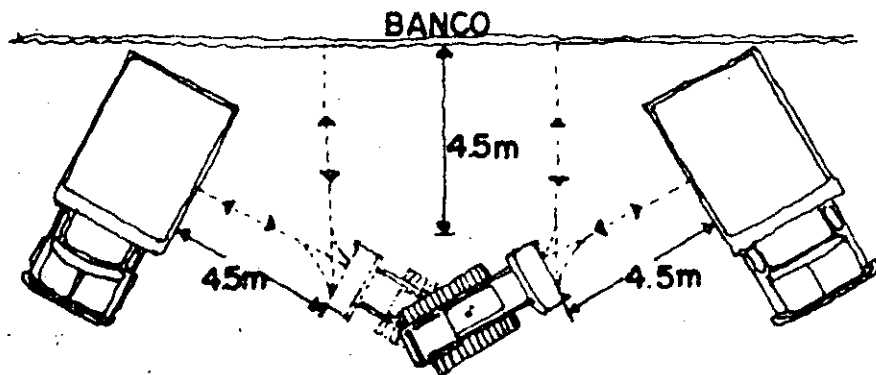


FIG. 16

- c) El terreno, sobre el que se mueve, debe ser firme y lo más llano que se pueda, libre de piedras y bordos que resten eficiencia y produzcan balanceos fuertes en el equipo, sobre todo cuando éste lleva el cucharón cargado y en alto.

En el cuadro siguiente se tabula la producción estimada en m^3 /hora para los cargadores frontales montados sobre ruedas, operando en material suelto.

TABLA 15

Producción estimada en m^3/h					
		Carga útil estimada de los cucharones en m^3 de material suelto			
Minutos por Ciclo	Ciclos hora	0.75* (1)	1.13* (1.5)	1.53* (2)	1.87* (2.5)
0.4	150	115	172	229	286
0.45	133	102	153	205	253
0.5	120	92	137	183	229
0.55	109	83	125	166	208
0.6	100	77	114	153	191
0.65	92	70	105	140	175

* Capacidad nominal del cucharón en yd^3

/ hora de 60 minutos.

TABLA 16

Eficiencia del trabajo min/hr.	Factor de eficiencia %	Factor Volumétrico de conversión
60	100	Volúmen cucharón x 1.00
55	91	Volúmen cucharón x 0.95
50	83	Volúmen cucharón x 0.90
45	75	Volúmen cucharón x 0.85
40	69	Volúmen cucharón x 0.80
		Volúmen cucharón x 0.75

4. COMPRESORES

4.1. Definición y descripción

4.2. Pérdidas de presión

4.3. Capacidad del compresor

4.4. Herramientas

4.4.1. Perforadoras

4.4.2. Rompedoras

4.4.3. Apisonadoras

4.4.4. Wagon – drills y track-drills

4.5. Aceros de perforación

4. COMPRESORES

4.1. DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN

Son máquinas de gran empleo en obras diversas de construcción que comprimen y almacenan aire para alimentar herramientas neumáticas; tales como: *perforadoras*, *rompedoras*, *apisonadoras*, etc. Sus partes esenciales son: el motor, el compresor y el tanque o receptor del aire, que sirve para regularizar la descarga.

Además de estas partes esenciales pueden considerarse como elementos necesarios: el regulador o gobernador, que incrementa, disminuye o para la fase de compresión; la válvula de seguridad, que evita presiones peligrosas en el tanque; y los manómetros para el control de las presiones en las herramientas de trabajo. Asimismo, en el tanque se ubica la válvula de salida a la que se conecta la tubería de conducción que alimenta las herramientas.

4.2. PERDIDAS DE PRESION

Se deben a la fricción, a la longitud de tubería, a los cambios de dirección y estrechamientos; por ello, para que las pérdidas sean mínimas y el rendimiento, máximo, deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Nivelar el compresor lo mejor posible.
- b) Seleccionar adecuadamente el diámetro de la tubería de distribución ya que a mayor diámetro menos fricción.
- c) Colocar el compresor lo más cerca posible de las herramientas, a fin de acortar la longitud de las tuberías.
- d) El tendido de la tubería debe ser lo más recto posible, evitando quiebres muy agudos.
- e) No sobrecargarlos nunca con demasiadas herramientas. El compresor estará sobrecargado, cuando el total del aire necesario para todas las herramientas acopladas exceda de su capacidad normal; pues los compresores sobrecargados se calientan y no rinden lo que deben.
- f) Extraer del compresor el agua condensada y conservar todas las válvulas perfectamente ajustadas.

Como ejemplo, puede citarse la pérdida de 9.3 libras por pulgada cuadrada que sufre una tubería de 3" de diámetro y longitud de 1000 piés, conduciendo 1000 piés cúbicos de aire por minuto.

Los mismos principios asentados rigen para las mangueras de conducción. Como ejemplo, una manguera de 50 piés de longitud que opera a una presión de 80 lb/pulg.2, conduciendo 100 piés cúbicos de aire por minuto, tendrá las pérdidas que se listan.

Diám. de la manguera en pulgadas	Pérdida de presión en libras/pulg. ²
3/4	5.8
1	1.4
1 1/4	0.4

Lo que comprueba que a menor diámetro, mayor pérdida de presión.

4.3. CAPACIDAD DEL COMPRESOR

Los compresores utilizan aire comprimido a 100 libras por pulgada cuadrada (7 kg/cm²), y se clasifican por el volumen de aire que, a la presión señalada, producen en un minuto en pies cúbicos/min o m³/min. Su capacidad deberá estar acorde con el número de herramientas que ha de alimentar.

4.4. HERRAMIENTAS

4.4.1. Perforadoras. Se utilizan en las excavaciones en roca y en los trabajos de canteras para hacer los barrenos destinados a las cargas explosivas.

4.4.1.1. Clasificación y uso de las perforadoras.

Se clasifican por su peso, en: pesadas, medianas y ligeras. Las pesadas se seleccionan para rocas semiduras y terrenos cementados duros; y las medianas, para bancos de conglomerados, brechas suaves y en terrenos tepetatosos.

Dada la función que desempeñan en cuanto a su peso; la cantidad de aire a presión en pies cúbicos/min. requerida, será mayor en las de mayor peso y menor en las ligeras. Este tipo de herramienta se emplea básicamente en la barrenación vertical; y por su forma de operar, se recomienda para barrenaciones de profundidad no mayor de 3.00 m.

Para su máxima eficiencia se recomienda:

- a) Conservar la barrena bien afilada. No tratar de afilar la barrena en la obra, sino remitirla para tal fin al taller.
- b) No utilizar nunca puntas desgastadas.
- c) Conservar las uniones y los empalmes de las tuberías bien ajustadas.
- d) Procurar siempre la verticalidad en la perforación, pues así se aprovecha el peso del martillo y el de la barrena.
- e) Cuando el aire que pasa a través de la barrena no basta para conservar limpio el orificio, utilizar una tubería con aire para soplar ésta antes de que se obture.

4.4.2. Rompedoras. Se seleccionan, específicamente para romper pavimentos de asfalto y de concreto, bloques de concreto, piedras estratificadas; así como rocas suaves y medianas, evitándose el uso de explosivos; etc. Su máximo rendimiento se obtiene si se observan las siguientes recomendaciones:

- a) Utilizar siempre puntas de tamaño adecuado y conservarlas bien afiladas.
- b) Emplear simultáneamente varias herramientas rompedoras; así se mejora la acción.
- c) Actuar sobre trozos pequeños.
- d) Conservar todas las uniones bien ajustadas y comprobar frecuentemente la tubería del aire hasta el empalme del martillo, a fin de asegurarse de que no existe ninguna fuga.
- e) Asegurarse de que los operarios sólo guíen las herramientas; pues no deben accionarla hacia abajo ni apoyarse en ellas.

4.4.3. Apisonadoras. Como su nombre lo indica, se usan para apisonar y compactar terrenos no accesibles para otro tipo de equipo o maquinaria; es decir, en zanjas, en perímetros de obras de fábrica, etc.; y para asentar materiales de bacheo en las reparaciones de pavimento. Su máximo rendimiento se obtiene, observando las recomendaciones siguientes:

- a) Conservar todas las uniones y empalmes de la tubería bien apretados.
- b) Cuando se apisona tierra floja, recubrir con una arpillera (tela tejida gruesa) la cabeza del pisón.
- c) Cuando se apisona grava, utilizar la cabeza del pisón sin recubrimiento alguno.
- d) Desplazar el pisón por el relleno, no conservarlo nunca apisonando sobre el mismo sitio.
- e) Cuando se apisona alrededor de una obra de fábrica, apisonar por capas, sin permitir nunca que el pisón choque contra el muro de la obra.
- f) El espesor de la capa por apisonar debe ser función del material mismo.

4.4.4. Wagon-drills y Track-drills. Son dispositivos móviles, en los cuales se montan las perforadoras. (Fig. 17). Además de su movimiento de avance, cuentan con mecanismos, orientadores de las perforaciones en la dirección deseada, vertical, horizontal o inclinada, lo que garantiza siempre el alineamiento. Con los Wagon-drills pueden realizarse perforaciones hasta de 7.00 m. de profundidad, y con los Track-drills, puede perforarse hasta 12.00 m.

Estos equipos requieren más consumo de aire por minuto que las perforado-

ras que se guían o soportan manualmente. Por ejemplo: un compresor de 600 piés cúbicos/min., podrá alimentar a las siguientes herramientas:

Perforadoras

medianas: de 8 a 12 unidades
pesadas: de 4 a 6 unidades

Wagon-drills:

pesados: 2

Track-drills:

1

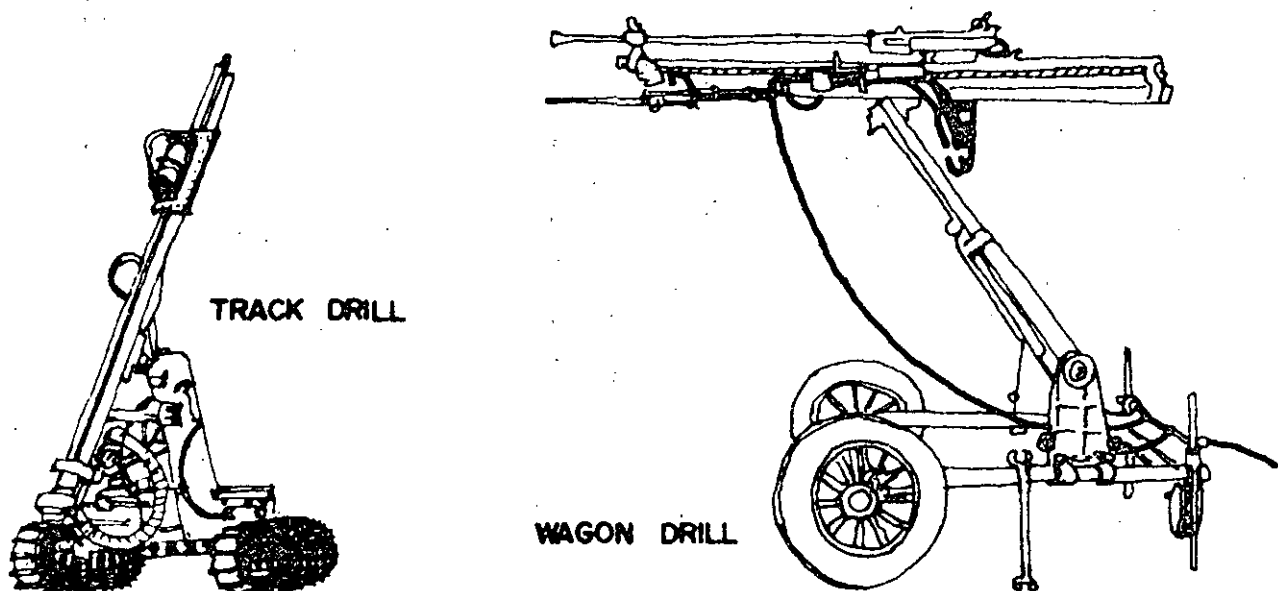


FIG. 17

4.5. ACERO DE PERFORACION

Son barras de acero al bajo carbón, huecas para permitir el paso del aire, de sección, generalmente exagonal. Se componen de tres partes esenciales: zanco, barra y rosca.

Para la rotura de la roca, el acero de perforación requiere de brocas. Estas son insertos de tungsteno que se fijan a la barra o se enroscan a ella. (Fig. 18).

Cabe señalar que a mayor diámetro de la broca o del inserto, mayor superficie por barrenar y, por consiguiente, más tarda la perforación.

Los promedios de barrenación varían según:

- a) Características del material.
- b) Tipo de equipo.
- c) Manejo y aprovechamiento de equipo.

En la tabla 17, se incluye información relativa, según el material; y en la tabla 18, según las presiones y para dos tipos de materiales.

INSERTOS DE TUNGSTENO

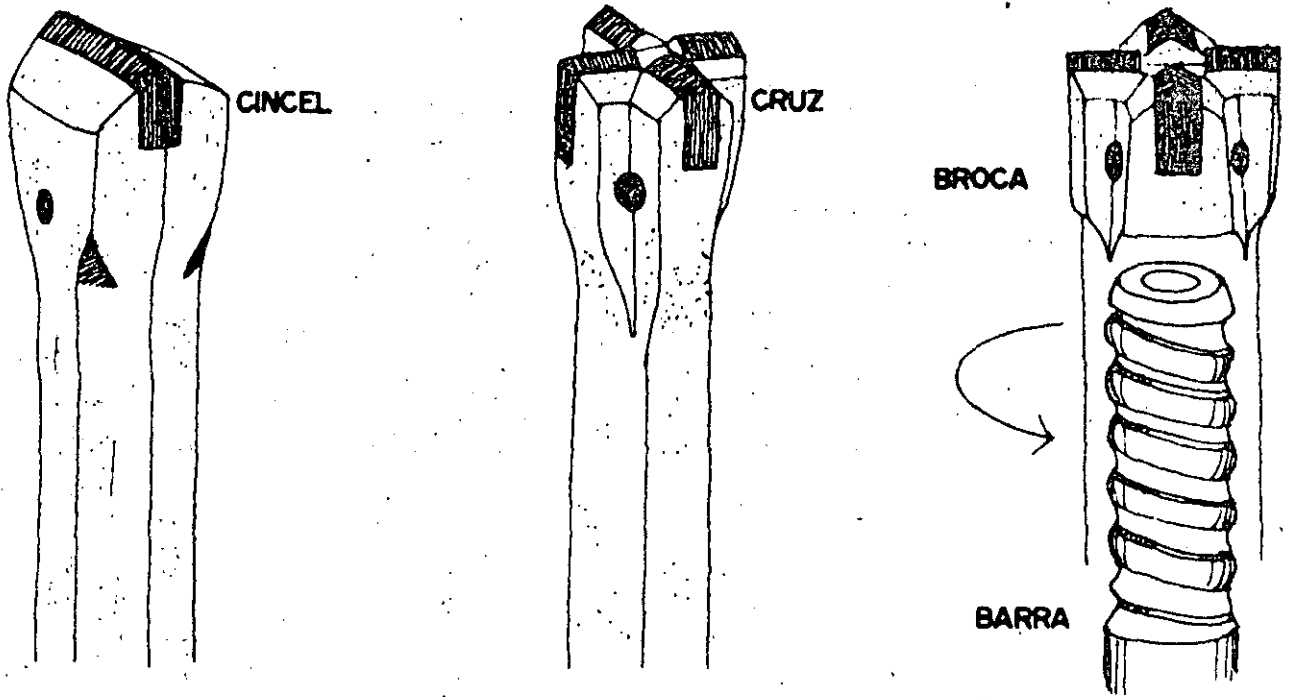


FIG. 18

TABLA 17

	Areniscas, Choy suave pizarras, granito desintegrado	Granito Basalto	Calizas duras y estratificadas con dureza uniforme	Caliza Estratificadas con fracturas y arcilla
Metros efectivos barre- nados por hora.	4.25	4.55	4.75	3.50
Metros por barrenar sin pérdidas de tiempo o cambio.	11.00	8.85	7.35	6.45

Nota: Se consideran pérdidas de tiempo: Cambio de barras; limpieza y soplado de barrenos; roturas y atasca-
miento de la barra; cambios de lugar para iniciar otro barreno; fallas mecánicas, habilidad de perforista; y,
otras.

TABLA 18

Presión de Trabajo en la Perforadora en libras/pulgada²		Avance de la Barrenación sin Considerar tiempos perdidos m/hr
para caliza dura con estratos horizontales		
56		3.35
60 a 70		4.25
70 a 80		6.95
Más de 80		8.85
Para granito duro		
45		0.45
50		1.50
60 a 70		4.25
75 a 87		6.65

5. EQUIPO DE ACARREO

5.1. Definición y clasificación

5.2. Rendimiento del equipo

5.3. Selección del equipo

5.4. El transporte en la construcción

5.5. Determinación del número de unidades

5. EQUIPO DE ACARREO

5.1. DEFINICION Y CLASIFICACION

Independientemente de las motoescrepas, se define como equipo de acarreo a la máquina o combinación de máquinas que, contando con un sistema adecuado de carga y con un dispositivo de descarga, se utilizan para transportar materiales de un lugar a otro. Dentro de estos materiales y para nuestro objetivo debemos considerar sólo dos tipos: los sólidos, como tierras, arenas, rocas, etc., y líquidos, como agua y asfaltos.

Por sus sistema de rodamiento el transporte puede realizarse sobre orugas, sobre neumáticos y sobre rieles. También existen otros medios de transportación: los de banda, los de tubo, los acuáticos y los de canastilla sobre cables aéreos.

En cuanto a su descarga, las unidades de acarreo pueden ser:

- Con descarga por el fondo.
- Con descarga trasera.
- Con descarga lateral.
- Con descarga frontal.

En cuanto a su desplazamiento, pueden ser:

- De autopropulsión.
- De remolque.

5.2. RENDIMIENTO DEL EQUIPO DE TRANSPORTE

En las tablas siguientes, se tabulan las características o variables que deben tenerse presente para el rendimiento de los equipos de acarreo.

TABLA 19

TIPO DEL EQUIPO	CONDICIONES FISICAS DEL TRABAJO	MATERIALES POR TRANSPORTARSE	LIMITACIONES EN LA MAQUINA	METODO DE OPERACION
Motoescrapas, camiones, tractores, etc.	<p>Longitud de recorrido.</p> <p>Tipo de superficie: lodoso, duro, suave, arenoso, rocoso, escabroso.</p> <p>Pendientes de recorrido.</p> <p>Condiciones climáticas.</p> <p>Proximidad y abastecimiento de combustibles y refacciones.</p>	<p>Tipo del material: arena, grava, roca, arcilla.</p> <p>Tamaño del material.</p> <p>Peso volumétrico.</p> <p>Abundamiento del material.</p> <p>Pegajoso o fácil en la descarga.</p>	<p>Capacidad de carga.</p> <p>Velocidad.</p> <p>Maniobrabilidad en diferentes caminos y condiciones del tiempo.</p> <p>Potencia del motor.</p> <p>Tipo de transmisión.</p> <p>Tipo del mecanismo de descarga.</p> <p>Impacto de la carga.</p>	<p>Número de unidades.</p> <p>Sistema de carga.</p> <p>Capacidad de equipo de carga.</p> <p>Velocidad de carga.</p> <p>Sistema de descarga.</p> <p>Desperdicio, terraplén.</p> <p>Descarga en montones o en capas.</p> <p>Localización de accesos rampas y caminos.</p>

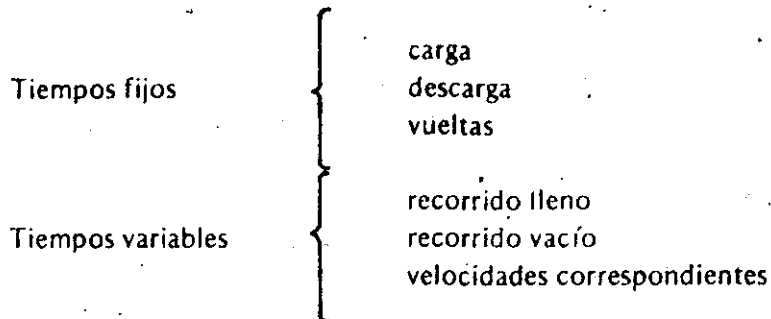
En cuanto al uso del equipo de acarreo, deben tenerse presente las recomendaciones que se tabulan en el cuadro siguiente:

TABLA 20

TIPO	VENTAJAS	TIEMPO	LIMITACIONES	CAMINO
Camiones	<p>Su fácil movilidad.</p> <p>Su adaptación a varios tipos de caminos.</p> <p>Altas velocidades.</p> <p>Facilidad en las reversas.</p>	<p>Dificultad al rodamiento con lluvia y lodo.</p>	<p>Facilidad de manejo en todos los tipos, dependiendo del diseño de la caja.</p>	<p>Requiere superficies con mantenimiento.</p> <p>Pendientes adecuadas.</p>
Tractores sobre neumáticos y remolques.	<p>Movilidad eficiente.</p> <p>Velocidad media de recorrido.</p> <p>Descargas lateral, trasera, o por el fondo.</p> <p>Operación en tándem para recorridos largos.</p> <p>Radio de vuelta reducido.</p>	<p>Dificultad al rodamiento con lluvia y lodo.</p>	<p>Facilidad de manejo en todos los tipos, dependiendo del diseño de la caja.</p>	<p>Requiere superficies con mantenimiento para mejorar eficiencia.</p> <p>Pendientes adecuadas.</p>

5.3. SELECCION DEL EQUIPO

Esto puede establecerse reuniendo los requisitos de las diferentes variables; pero la idea primordial al escoger los diferentes equipos de acarreo es que éstos estén relacionados, tanto en la eficiencia combinada como en los costos, con el equipo de ataque y carga disponible. El ciclo de los equipos de acarreo está integrado con:



5.4. EL TRANSPORTE EN LA CONSTRUCCION

Este renglón importantísimo en la construcción, es difícil de operar dentro de bases verdaderamente eficientes. Se debe ésto a que en ocasiones se peca por exceso y en otras por deficiencia en el número de unidades de acarreo seleccionadas; en ambos casos se originan pérdidas, que el constructor debe reducir al mínimo.

En los trabajos de caminos, el continuo cambio de distancias de acarreo obliga a la correspondiente variación en el número de unidades; causa primaria provocadora del desequilibrio entre las unidades de acarreo y el equipo de carga. Aquí, el constructor alivia su inversión y encuentra un coadyuvante a la solución parcial del problema mediante la renta de camiones; forma común generalizada en los trabajos de acarreo de materiales.

Otros varios factores son los que afectan al problema de la selección del número de camiones; entre ellos mencionamos:

- a) El tamaño económico del camión, que puede variar según las características y condiciones de trabajo.
- b) La pendiente del camino.
- c) La condición del camino.
- d) El gasto de mantenimiento de la superficie de rodamiento.

El meollo del problema es mantener constantemente equilibrado el número de unidades de acarreo con el del equipo de carga. Este es un problema difícil que se motiva por el número reducido de vehículos de transporte o por operaciones impropias de ellos. Se infiere, por tanto, que un equipo de carga podrá rendir el máximo de producción si se cuenta con un número suficiente de unidades de acarreo.

5.5. DETERMINACION DEL NUMERO DE UNIDADES DE ACARREO

Para el balanceo o equilibrio entre las unidades de acarreo y los equipos de carga, ha de tenerse presente:

- El número de unidades de acarreo varía en forma casi directa, con las distancias de acarreo. Como éstas sufren grandes variaciones, resulta muy difícil alcanzar un equilibrio perfecto.
- Para llegar al punto económico del equilibrio, es necesario contar con la facilidad de poder conseguir o retirar los vehículos de acarreo, según las necesidades de trabajo.
- Como regla práctica puede aceptarse que: "El número de unidades o camiones de transporte debe ser aquél que motive en ellos, de cuando en cuando, pérdidas de tiempo igual a las que, por espera, pueda perder el cargador".

Para determinar el número de camiones, basta relacionar los ciclos del cargador con el de los camiones. Por ejemplo, si consideramos un cargador de $1\ 1/2\ yd^3$, o sea $1.14\ m^3$, con un ciclo de carga de 36 segundos, para llenar un camión de $6.00\ m^3$, se requieren:

$$\frac{6\ m^3}{1.14\ m^3} = 5.3\ \text{ciclos} \approx 6\ \text{ciclos}$$

El tiempo total de llenado será: $36\ s \times 6\ \text{ciclos} = 216\ s$. Si la eficiencia horaria es de 50 min/hora, se necesitarán $\frac{216\ s}{0.83} = 260\ s$; o sean 4.5 minutos aproximadamente por

carga de camión. Si el acarreo se efectúa a una distancia de 500 m, con una velocidad promedio, de ida y regreso, de 20 km/h., se tendrá:

Ciclo del camión: Tiempo de carga = 4.5 min.

$$\text{Descarga} = 1.0\ \text{min.}$$

$$\text{Acomodo y vuelta} = 2.0\ \text{min.}$$

$$\text{Recorrido} = \frac{1\ \text{h} \times 60\ \text{min./h}}{20\ \text{km/h}} = \frac{3.0\ \text{min.}}{10.5\ \text{min.}}$$

$$\text{Camiones necesarios} = \frac{10.5\ \text{min} \times 60\ \text{s}}{260\ \text{seg}} = 2.4\ \text{camiones.}$$

Si se considera una eficiencia del 66% en los camiones, el número de éstos, será:

$$\frac{2.4}{0.66} = 3.6\ \text{camiones; es decir}$$

cuatro camiones. Número que equilibran las pérdidas que ocasionaría el cargador, si se considera 34% del ciclo para la carga del camión, como tiempo perdido.

6. MOTOCONFORMADORAS

6.1. Definición

6.2. Dispositivo principal

6.3. Dispositivos auxiliares

6.4. Cómo aprovecharla

6.5. Velocidades de trabajo

6.6. Cálculo de rendimiento

6. MOTOCONFORMADORAS

6.1. DEFINICION

Son máquinas de aplicaciones múltiples, destinadas a mover, nivelar y afinar suelos; utilizadas en la construcción y en la conservación de caminos.

6.2. DISPOSITIVO PRINCIPAL.

La importancia de estas máquinas se debe tanto a su potencia como al dispositivo para mover la cuchilla o principal elemento. Esta hoja o cuchilla de perfil curvo (Fig. 19), cuya longitud determina el modelo y potencia de la máquina, está localizado abajo del chasis. El dispositivo especial de movimiento permite a la cuchilla girar y moverse en todos los sentidos. Es decir:

- a) Puede regular su altura con relación al plano del suelo.
- b) En el plano horizontal puede quedar fija, formando un ángulo cualquiera con el eje horizontal de la máquina.
- c) Puede también inclinarse con relación al plano horizontal, llegando, incluso, a quedar en posición vertical, fuera del chasis.

6.3. DISPOSITIVOS AUXILIARES.

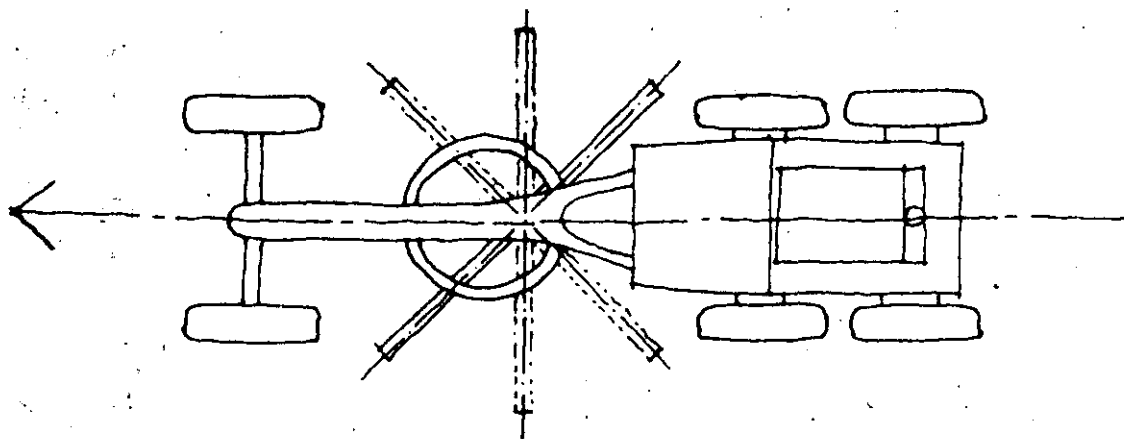
Esta máquina es específica para:

- a) Desyerbar y remover vegetación ligera.
- b) Limpiar bancos.
- c) Construir canales y formar terraplenes.
- d) Extender materiales.
- e) Mezclar y revolver materiales con objeto de uniformarlos.
- f) Terminar y afinar taludes.
- g) Mantener y conservar caminos.

Sin embargo, se le adaptan otros dispositivos auxiliares para trabajos diversos; por ejemplo:

- a) Escarificadores para arar o remover el terreno, como trabajo preliminar a la acción de la cuchilla.

- b) Hoja frontal de empuje para ejercer la acción de "Bulldozer" o empujador.
- c) Cargadores de materiales que le permiten, en forma simultánea, excavar y descargar sobre las unidades de acarreo.



MOTOCONFORMADORA.

FIG. 19

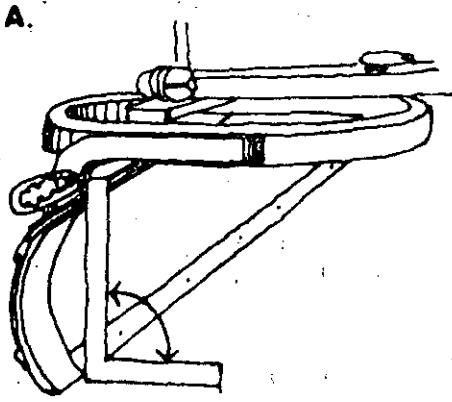
6.4. COMO APROVECHARLA.

Como toda máquina, para su máximo rendimiento es necesario aprovechar correctamente su potencia, por ejemplo:

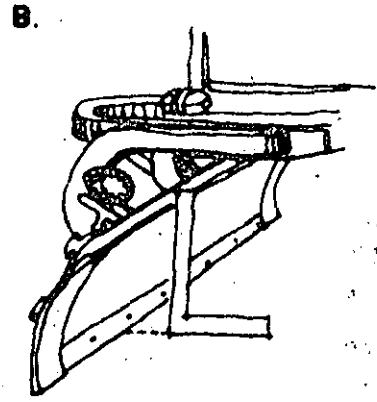
- a) El ajuste de la cuchilla a las condiciones de trabajo, es indispensable para que los trabajos de cortar, de rastrear y de mezclar se realicen en óptimas condiciones.
- b) Dado el diseño cóncavo de la cuchilla, su posición frontal más efectiva para cortar o revolver es cuando los filos o aristas de ella quedan en un mismo plano vertical (Fig. 20).

Este ajuste vertical se usa para emparejar superficies y dar formas definitivas.

- c) Para trabajos de conservación de caminos, la parte superior se inclina hacia adelante (Fig. 20b), hasta lograr una inclinación frontal conveniente para el rastreo o raspamiento.
- d) Con relación al eje longitudinal de la máquina, la posición de la cuchilla debe formar un ángulo tal que permita al material correr libremente hacia el extremo de la cuchilla (Fig. 21). Para el rastreo, el ángulo aconsejable debe estar entre 60° y 70°



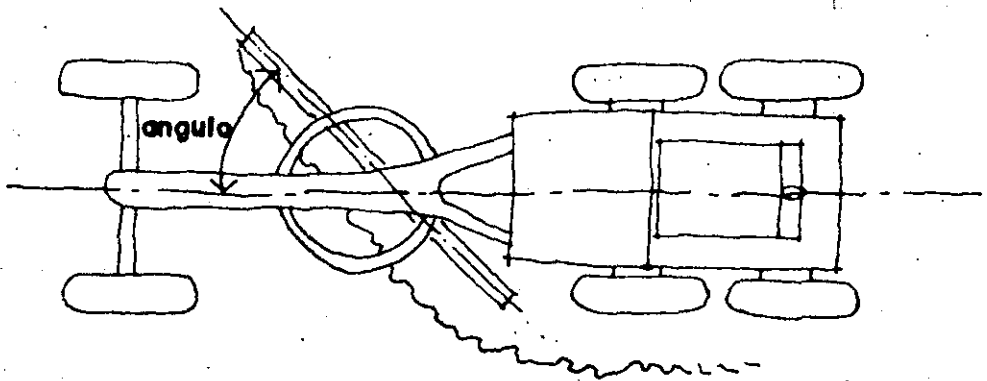
**POSICION FRONTAL DE LA CUCHILLA
PARA CORTAR O REVOLVER**



**POSICION DE LA CUCHILLA
PARA RASTREOS**

FIG 20

e) Cuidar la inclinación de las ruedas delanteras. La posición de éstas es básica, ya que en casi todas sus aplicaciones las motoconformadoras soportan una fuerza lateral que tiende a desviar su parte delantera hacia un lado. Para contrarrestar esta fuerza, las ruedas delanteras deben inclinarse hacia la dirección en que se desliza o corre la tierra sobre la hoja. (Fig. 22).

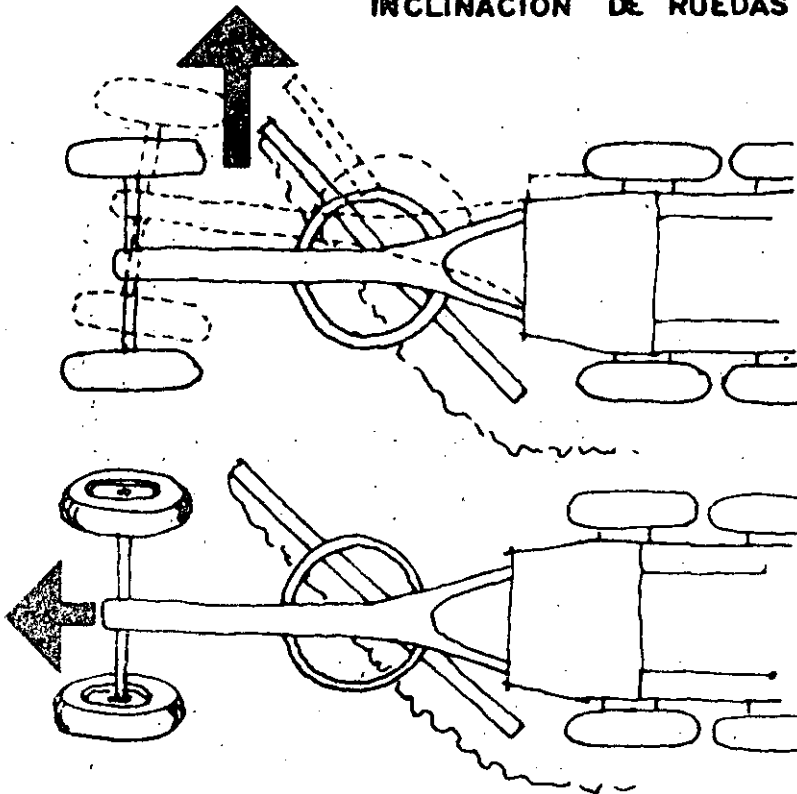


ANGULO DE LA CUCHILLA CON RESPECTO AL EJE LONGITUDINAL

FIG. 21

f) Además de la posición de la cuchilla debe cuidarse que su regreso lo realice en un tramo no menor de 300 m., pues en distancias menores conviene utilizar la reversa.

INCLINACION DE RUEDAS DELANTERAS



DESPLAZAMIENTO LATERAL CON LAS RUEDAS DERECHAS CUANDO NO SE DA LA INCLINACION

AVANCE CORRECTO CON LAS RUEDAS INCLINADAS.

FIG. 22

6.5. VELOCIDADES DE TRABAJO.

En la tabla siguiente se especifican las velocidades en la transmisión, recomendables para varios trabajos.

TABLA 21

Tipo de trabajo	Velocidades en la transmisión recomendables
Conservación de caminos	3a. a 5a.
Extendido de materiales	2a. a 4a.
Mezcla de materiales	4a. a 6a.
Afinamiento de Taludes	1a.
Desyerbes	1a. a 2a.
Acabados finales	2a. a 4a.

6.6. CALCULO DEL RENDIMIENTO.

Puede establecerse que el rendimiento de una motoconformadora es inversamente proporcional al número de pasadas efectuadas en un mismo tramo. Por ejemplo, con una buena organización se requieren cinco pasadas para un tramo de 10 km. Si éstas aumentan a siete y la velocidad de trabajo o recorrido es de 2.5 km/h., la pérdida de tiempo es:

$$\frac{7 \text{ pasadas} \times 10}{2.5 \text{ km/h.}} - \frac{5 \text{ pasadas} \times 10}{2.5 \text{ km/h.}} = 28 - 20 = 8 \text{ horas}$$

Para el cálculo del rendimiento de una motoconformadora puede aplicarse la fórmula siguiente:

$$T = \frac{N \times L}{V_1 \times E} + \frac{N \times L}{V_2 \times E} + \frac{N \times L}{V_3 \times E}$$

En donde:

T = Tiempo en horas utilizado

N = Número de pasadas.

L = Longitud recorrida en km. en cada pasada.

E = Factor de eficiencia.

V_1, V_2, V_3 = Velocidad en km/h. en cada pasada.

Recomendaciones:

L, debe determinarse de acuerdo a la naturaleza del trabajo,

N, debe ser estimado de acuerdo con la clase de trabajo,

E, varía con las diferentes condiciones trabajo.

Ejemplo: Se necesita rastrear y nivelar 8 kilómetros de carretera mediante una motoconformadora de 3.60 m de longitud de cuchilla.

Se precisan seis pasadas para completar la operación de rastreo y nivelado.

La clase del material permite efectuar las pasadas primera y segunda a 4.5 km/hr las pasadas tercera y cuarta a 5.4 km/hr y las pasadas quinta y sexta a 8.6 km/hr, el factor de eficiencia "E", es de 0.6.

Sustituyendo en la fórmula del rendimiento, se obtiene:

$$T = \frac{2 \times 8}{4.5 \times 0.6} + \frac{2 \times 8}{5.4 \times 0.6} + \frac{2 \times 8}{8.6 \times 0.6} \quad 6.0 + 4.9 + 3.1 = 14 \text{ h.}$$

$$T = 14.00 \text{ h.}$$

Como en todas las máquinas:

La velocidad de la transmisión de la motoconformadora queda definida por la pendiente del terreno; y la eficiencia, por la rugosidad del terreno, por su compacidad, por su peso volumétrico y por el tamaño del material por trabajarse.

En tramos de poca longitud, en que las motoconformadoras deben voltear frecuentemente, al calcular los ciclos deben tomarse en cuenta los tiempos empleados en cambiar el sentido, así como los tiempos de espera cuando al realizar las vueltas una máquina tenga que esperar la salida de otras.

7. EQUIPO DE COMPACTACION

7.1. Definición

7.1.1. Generalidades sobre compactación

7.1.2. Clasificación

7.1.3. Zona de utilización de compactadores

7.2. Breve descripción de los compactadores

7.2.1. Rodillo de «pata de cabra»

7.2.2. Rodillo de reja

7.2.3. Tambores de acero liso o aplanadoras

7.2.4. Compactadores de neumáticos

7.2.5. Compactadores de pisones

7.2.6. Compactadores autopropulsados

7.3. Recomendaciones

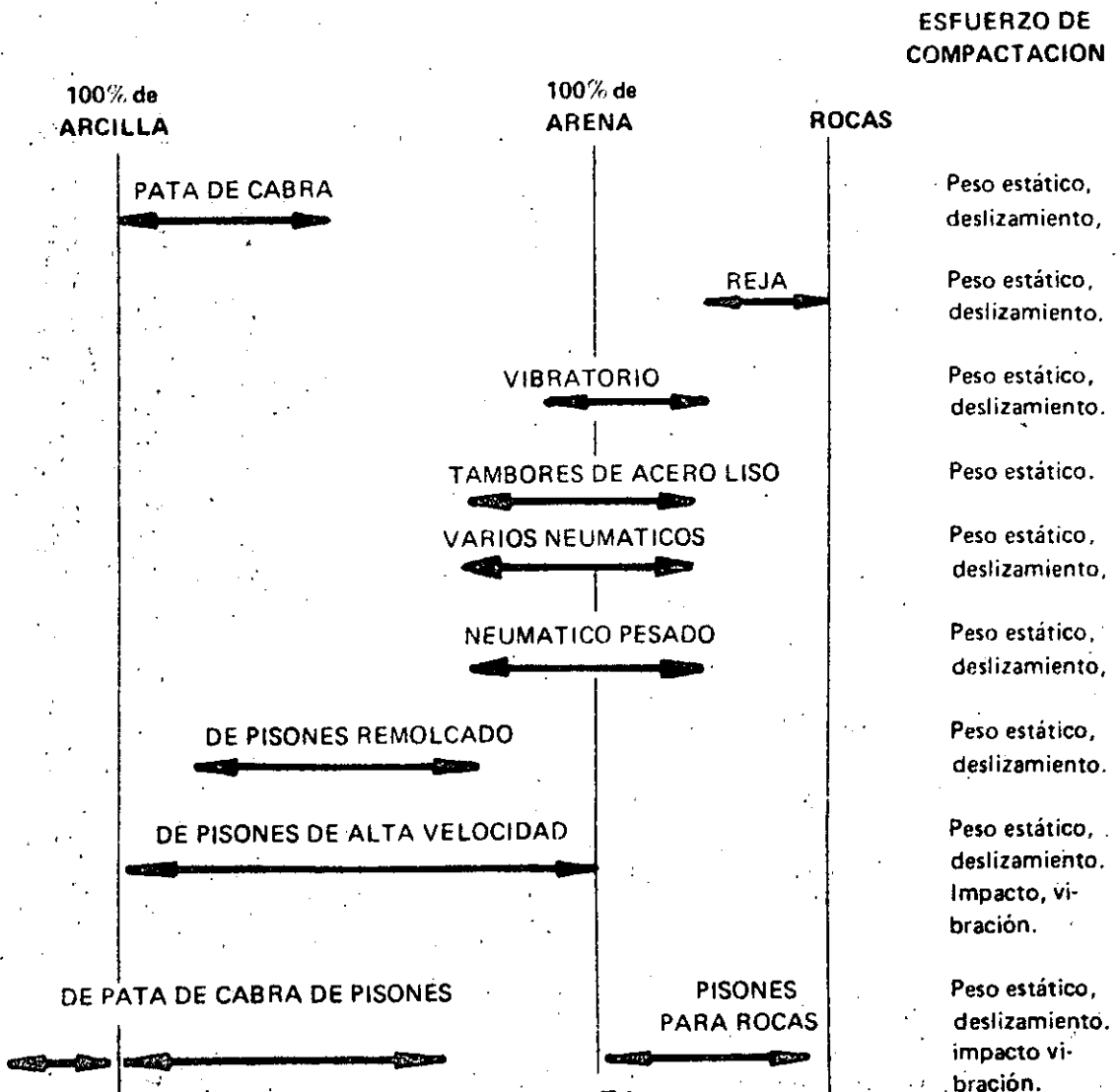
7.4. Rendimientos de los compactadores

7.1.2. Clasificación. El equipo se clasifica en.

- Pata de cabra.
- Rejilla o malla.
- Vibratorio.
- Tambor de acero liso.
- De neumáticos.
- De pisones remolcados.
- De pisones de alta velocidad.
- Combinaciones tales como: tambor vibratorio de acero liso, neumáticos y tambor de acero liso.

7.1.3. Zonas de utilización de compactadores. En la tabla 21 siguiente se representan las zonas de utilización de los compactadores con indicación del esfuerzo transmitido al suelo y el método seguido.

Zonas de Utilización de Compactadores



7.2. BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS COMPACTADORES

Con el objeto de que el lector o estudiante tenga una idea somera, pero clara de las diversas máquinas o dispositivos que se utilizan en la compactación de terracerías, haremos a continuación una breve descripción de ellos.

7.2.1. Rodillo de "Pata de cabra". Está constituido por un cilindro o rodillo giratorio montado en el interior de un bastidor o chasis. En su superficie periférica, el cilindro está provisto de salientes radiales llamadas "patas de cabra", destinadas a penetrar en el suelo, durante el proceso del trabajo. Son útiles para compactar suelos que contengan suficientes cantidades de finos, como arcillas y limos.

Cuando la ocasión lo exige o lo permite, en vez de un solo rodillo puede utilizarse una unidad más compleja, compuesta de dos, de tres o de cuatro cilindros montados en un bastidor común, con sus correspondientes ejes de rodadura. Este dispositivo —unitario o compuesto— es arrastrado por un tractor de orugas.

La longitud y la forma de los salientes apisonadores, varían con el tipo de rodillo. La longitud fluctúa entre 18 y 23 cm., y su forma puede ser de tronco, de cono, tronco de pirámide o "pata de cabra". Se busca así que los salientes radiales o apisonadores, al salir del terreno no lo aflojen. Para un buen resultado, el espesor de las capas por compactar nunca deben exceder en 20% de la longitud de la pata; aunque lo recomendable es que sea sensiblemente igual a la medida o longitud de la pata.

Para mayor garantía en la compactación, al usar los rodillos de "pata de cabra", se deben aplicar las siguientes reglas, indicadas al pie de la gráfica y dibujos. (Fig. 23)

Obsérvese lo siguiente:

- 1).- Si aumenta el tamaño de la placa pero la presión permanece constante incrementando la carga, la profundidad del bulbo de presión aumenta.
- 2).- Si aumenta la presión y el área permanece constante: La profundidad del bulbo no aumenta significativamente, pero la presión y por lo tanto la energía de compactación, si aumenta.

Si consideramos un cierto equipo de compactación, trabajando capas de un determinado espesor.

De 1 y 2 se deduce que es necesario controlar el espesor de las capas para tener suficiente presión en el suelo para obtener la compactación deseada.

De 2 se deduce que no podemos aumentar significativamente el espesor de la capa de compactación simplemente lastrando excesivamente el equipo.

De 1 se deduce que para aumentar el espesor de la capa debemos cambiar el equipo por otro que tenga mayor superficie de contacto, aunque la presión permanezca constante.

La teoría de los bulbos de presión fué desarrollada por Boussinesq para un medio elástico. Para fines prácticos todos los suelos son plásticos y la teoría es razonablemente cierta aún para suelos granulares.

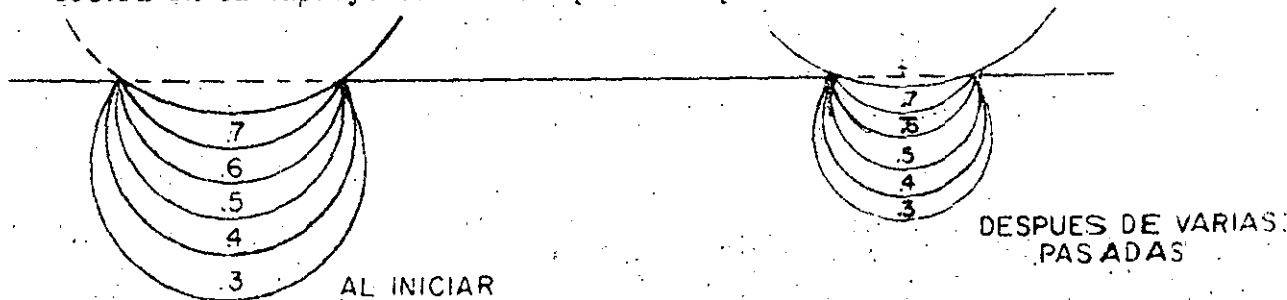
TIPOS DE COMPACTADORES.

Hay una gran variedad de equipos de compactación, describiremos sus características básicas:

1).- Rodillos Metálicos.

Un rodillo metálico utiliza solamente presión con un mínimo de manipulación en materiales plásticos.

Cuando estos rodillos inician la compactación de una capa el área de contacto es más o menos ancha y se forma un bulbo de presión de una cierta profundidad, conforme avanza la compactación, el ancho del área de contacto se reduce, y por lo tanto también se reduce la profundidad del bulbo de presión, aumentan los esfuerzos de compresión en la cercanía de la superficie. Estos son con frecuencia suficientes para triturar los agregados en materiales granulares, e invariablemente causan la formación de una costra en la superficie de la capa (encarpetamiento).



Bulbos de presión bajo un rodillo metálico.

Si a esto se agrega la costumbre de hacer riegos adicionales durante la compactación, para compensar la evaporación, en una capa en donde la penetración del agua es difícil por la misma compacidad del material llegamos a un estado de estratificación de la humedad, en este momento la formación de la costra es inevitable.

También es costumbre más o menos generalizada, el sobre lastrar estos equipos, con un doble efecto negativo:

- a).- El incremento de energía de compactación.*
- b).- La reducción del contenido de humedad.*

De acuerdo con el comportamiento del suelo para estos cambios, deben esperarse altísimos pesos volumétricos que se aprecian como encarpetamientos con los defectos conocidos para esta condición.

2).- Rodillos pata de cabra.

Consisten en cilindros dentados con diferentes diseños de "pata". Ver fig. 8.5, trabajan en forma eficiente en materiales cohesivos y se dice -- que compactan de abajo hacia arriba, ya que al comenzar a transitar sobre el material suelto depositado, se hunden aplicando todo el peso en los niveles inferiores de la capa. Así al aplicar varias pasadas van aflorando porque el incremento de compactación permite que el equipo sea soportado por la capa, para el compactador la última fracción de capa queda generalmente suelta y pasa a formar parte del espesor de la capa siguiente. Con lo anterior se consigue:

- a).- Una compactación uniforme.*
- b).- Una integración entre las capas compactadas, evitando estratificaciones indeseables.*

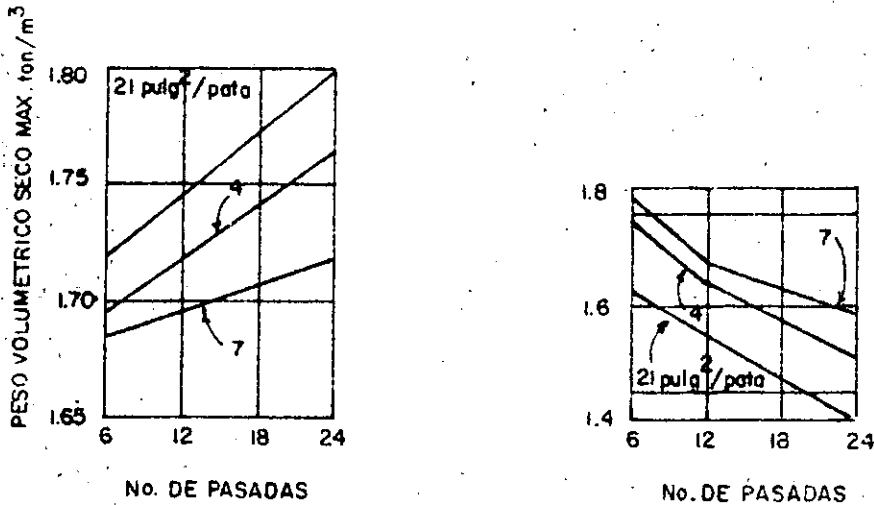


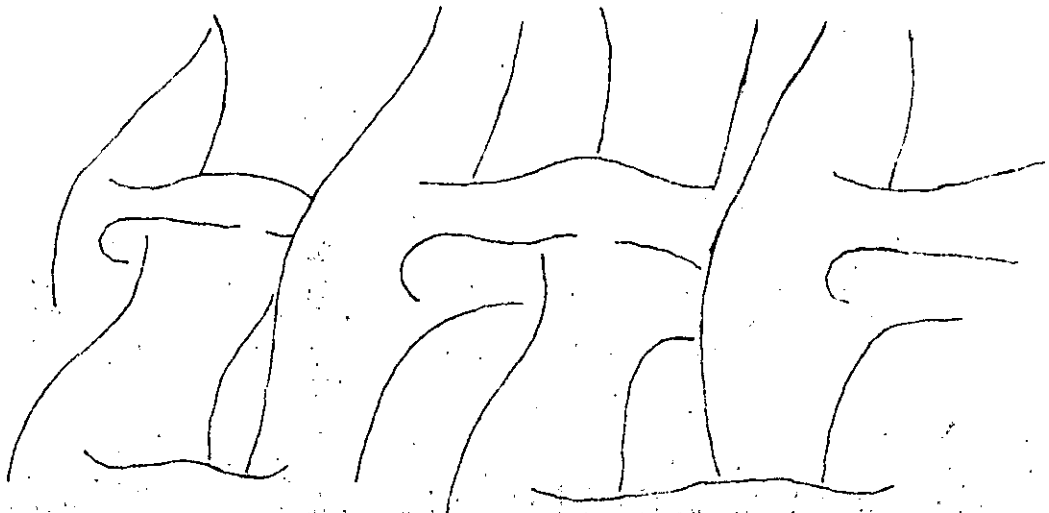
Fig. 8.7 - Compactación con rodillo pata de cabra: efecto del área de contacto de las patas en el peso volumétrico seco y en el contenido de agua óptimo de campo.

3).- Rodillos de Reja.

Este compactador fué desarrollado originalmente para disgregar y -- compactar rocas poco resistentes a la compresión, como rocas sedimentarias y algunas metamórficas, para hacer caminos de penetración transitables todo el año.

El rodillo transita sobre la roca suelta sobre el camino, rompiéndola y produciendo finos que llenan los vacíos formando una superficie suelta y estable. Como una guía la roca que se puede escarificar también se -- puede disgregar.

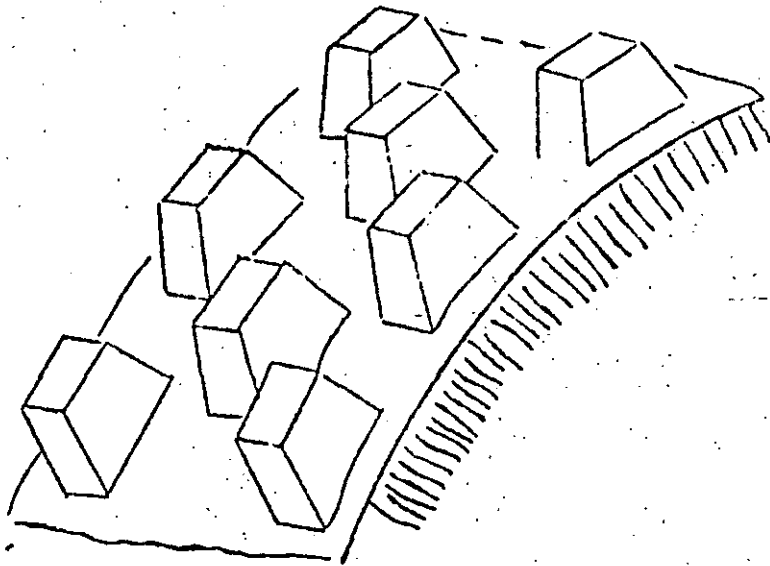
Al ser usado este equipo se encontró que era capaz de compactar a alta velocidad una gran variedad de suelos. Los puntos altos de la reja producen efectos de impacto, y cuando es remolcado a alta velocidad, produce -- efecto de vibración, efecto en materiales granulares. El perfil alternado alto y bajo de la rejilla produce efecto de manipulación por lo que este -- rodillo también es eficiente en materiales plásticos. Desafortunadamente, como los materiales plásticos suelen ser pegajosos, se atascan de material los huecos de la reja y se reduce la eficiencia.



Estos rodillos, debido a su misma configuración no pueden dejar una superficie tersa como ser una base de una carretera.

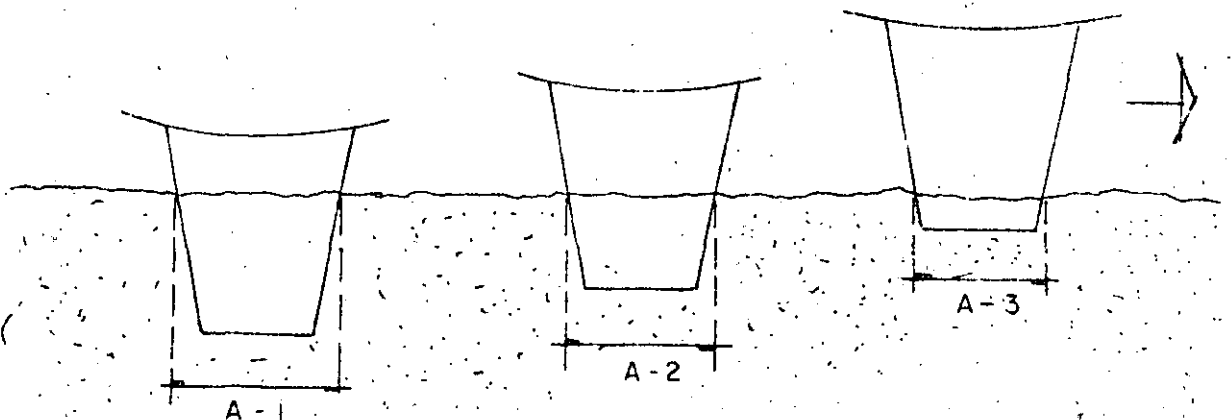
4).- Rodillo de Impacto (Tamping Roller).

A causa de los problemas de limpieza del rodillo de reja, se diseñó un nuevo rodillo usando los mismos principios: el rodillo de impacto, -- este es un rodillo metálico, al que se han fijado uñas saliendo en forma aproximada de una pirámide rectangular truncada.



Sección de un rodillo de impacto, mostrando la distribución y forma de las pirámides.

Estas pirámides no son de la misma altura pues hay unas más altas que otras, siguiendo el modelo de puntos altos y bajos del rodillo de reja, esto le da las mismas ventajas, pudiéndose limpiar fácilmente por medio de dientes sujetos al marco.



El diseño contempla una fácil entrada y salida de la capa, lo que disminuye la resistencia al rodamiento.

Estos rodillos han probado ser muy eficientes y eliminan estratificación en los terraplenes, esto es importante en corazones impermeables de presas.

Cuando un rodillo de impacto empieza una nueva capa, que no sea mayor de 30 cm. los bulbos de presión y las ondas de impacto proveen suficiente manipulación con la capa inferior para eliminar la estratificación que ocurre en cualquier otro compactador excepto la pata de cabra.

El rodillo de impacto ha probado ser uno de los más versátiles y económicos compactadores en terracerías, capaz de compactar eficientemente la mayor parte de los suelos.

5).- Rodillos vibratorios.

Estos rodillos funcionan disminuyendo temporalmente la fricción interna del suelo. Como en los suelos granulares (gravas y arenas) su resistencia depende principalmente de la fricción interna (en los suelos plásticos depende de la cohesión), la eficiencia de estos rodillos está casi limitada a suelos granulares.

La vibración provoca un reacomodo de las partículas del suelo que resulta en un incremento del peso volumétrico, pudiendo alcanzar espesores grandes de la capa (0.80 m.).

Estos rodillos pueden producir un gran trabajo de compactación en relación a su peso estático ya que la principal fuente de trabajo es la fuerza dinámica de compactación.

Buscando extender estas ventajas a suelos cohesivos se han desarrollado rodillos de impacto (Tamping Roller) vibratorios, en que la fuerza y la amplitud de la vibración se han aumentado.

Con el mismo objeto se han acoplado dos rodillos vibratorios, "fuera de fase" a un marco rígido para obtener efecto de manipulación.

Estos rodillos se clasifican por su tamaño, pequeños hasta 9.000 kg. de fuerza dinámica y grandes de más de 9.000 pudiendo llegar hasta 20.000 kg. o más. Los grandes pueden llegar a sobreesforzar suelos débiles por lo que haya que manejarlos con cuidado.

Todos los vibradores deben de manejarse a velocidades de 2.5 a 6 km./h. velocidades mayores no incrementan la producción, y con frecuencia no se obtiene la compactación.

6).- Rodillos Neumáticos.

Los rodillos neumáticos son muy eficientes y a menudo esenciales para la compactación de sub-bases, bases y carpetas, sus bulbos de presión son semejantes a los de los rodillos metálicos, pero el área de contacto permanece constante por lo que no se produce el efecto de reducción del bulbo. Por otra parte, el efecto de puenteo del rodillo metálico sobre zonas suaves, se elimina con llantas de suspensión independiente.



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

MOVIMIENTO DE TIERRAS

ING. EMILIO GIL VALDIVIA

OCTUBRE, 1985

MOVIMIENTO DE TIERRAS.

1).- ESTRUCTURAS DE TIERRA.

Terraplenes para caminos.

Presas de tierra.

Bordos

Rellenos.

2).- EL PROYECTO DE LA SUBRASANTE

Elementos que definen el proyecto de la subrasante.

3).- COSTO DE LAS TERRACERIAS.

La posición que debe guardar la subrasante para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerías, depende de los siguientes conceptos:

1).- Costos unitarios:

Excavación en corte.

Excavación en préstamo.

Compactación en el terraplén del material de corte.

Compactación en el terraplén del material de préstamo.

Sobreacarreo del material de corte a terraplén.

Sobreacarreo del material de corte a desperdicio.

Sobreacarreo del material de préstamo a terraplén.

Costo del terreno afectado para préstamo, desmonte y despálme, dividido entre el volumen de terracerías extraído del mismo.

2).- Coefficientes de variabilidad volumétrica:

Del material de corte.

Del material de préstamo.

4).- LA CURVA MASA.

5).- LA COMPACTACION.



PROYECTO DE LA SUBRASANTE Y CALCULO DE LOS MOVIMIENTOS DE TERRACERIAS

GENERALIDADES

El costo de construcción, parte integrante de los costos en que se basa la evaluación de un camino, está gobernado por los movimientos de terracerias. Esto implica una serie de estudios que permitan tener la certeza de que los movimientos a realizar sean los más económicos, dentro de los requerimientos que el tipo de camino fija.

La subrasante a la que corresponden los movimientos de terracerias más económicos se le conoce como subrasante económica.

En este Capítulo se dan los lineamientos que el proyectista debe seguir para obtener la subrasante que corresponde a un proyecto económico.

10.1 PROYECTO DE LA SUBRASANTE

Al iniciarse el estudio de la subrasante en un tramo se deben analizar el alineamiento horizontal, el perfil longitudinal y las secciones transversales del terreno, los datos relativos a la calidad de los materiales y la elevación mínima que se requiere para dar cabida a las estructuras.

La subrasante económica es aquella que ocasiona el menor costo de la obra, entendiéndose por esto, la suma de las erogaciones ocasionadas durante la construcción y por la operación y conservación del camino una vez abierto al tránsito. No obstante, en lo que sigue se tratará la forma de encontrar la subrasante económica determinándola únicamente por el costo de construcción, por ser este concepto el que generalmente presenta variaciones sensibles. Bajo este aspecto, para el proyecto de la subrasante económica hay que tomar en cuenta que:

1. La subrasante debe cumplir con las Especificaciones de Proyecto Geométrico dadas.
2. En general, el alineamiento horizontal es definitivo, pues todos los problemas inherentes a él han sido previstos en la fase de anteproyecto. Sin embargo habrá casos en que se requiera modificarlo localmente.
3. La subrasante a proyectar debe permitir alojar las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel y su elevación debe ser la necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerias o al pavimento, causadas por zonas de inundación o humedad excesiva en el terreno natural.

10.1.1 Elementos que definen el proyecto de la subrasante

De acuerdo con lo anterior, se considera que los elementos que definen el proyecto de la subrasante económica, son los siguientes:

- A) Condiciones topográficas.
- B) Condiciones geotécnicas.
- C) Subrasante mínima.
- D) Costo de las terracerías.

A) Condiciones topográficas. De acuerdo con su configuración se consideran los siguientes tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

Se estima que la definición de estos tres conceptos debe estar íntimamente ligada con las características que cada uno de ellos imprime al proyecto, tanto en los alineamientos horizontal y vertical como en el diseño de la sección de construcción.

Se considera terreno plano, aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula. Como lomerío, se considera al terreno cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión, cimbras y depresiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de 25° . Como montañoso se considera al terreno que ofrece pendientes transversales mayores de 25° , caracterizado por accidentes topográficos notables y cuyo perfil obliga a fuertes movimientos de tierra.

En terreno plano el proyecto de la subrasante será generalmente en terraplén, sensiblemente paralelo al terreno, con la altura suficiente para quedar a salvo de la humedad propia del suelo y de los escurrimientos laminares en él, así como para dar cabida a las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel. En este tipo de configuración, la compensación longitudinal o transversal de las terracerías se presenta excepcionalmente; como consecuencia, los terraplenes estarán formados con material producto de préstamo, ya sea lateral o de banco. El proyecto de tramos con visibilidad de rebase generalmente no presenta ninguna dificultad, tanto por lo que respecta al alineamiento horizontal como al vertical.

En un terreno considerado como lomerío, el proyectista estudiará la subrasante combinando las pendientes especificadas, obteniendo un alineamiento vertical ondulado, que en general permitirá aprovechar el material producto de los cortes, para formar los terraplenes contiguos. El proyecto de la subrasante a base de contrapendientes, la compensación longitudinal de las terracerías en tramos de longitud considerable, el hecho de no representar problema dejar el espacio vertical necesario para alojar las alcantarillas, los pasos a desnivel y puentes, son características de este tipo de terreno. Asimismo, cuando se requiere considerar la distancia de visibilidad de rebase en el proyecto del alineamiento vertical, se ocasiona un incremento en el volumen de tierras a mover.

En terreno montañoso, como consecuencia de la configuración topográfica, la formación de las terracerías se obtiene mediante la excavación de grandes volúmenes; el proyecto de la subrasante queda generalmente condicionado a la pendiente transversal del terreno y el análisis de las secciones transversales en zonas críticas o en balcón. Cuando a causa de la excesiva pendiente transversal del terreno haya necesidad de alojar en firme la corona del camino, la elevación de la subrasante debe estudiarse considerando la construcción de muros de contención o de viaductos, con el objeto de obtener el menor costo del tramo. En ocasiones, el proyecto de un túnel puede ser la solución conveniente.

Son características del terreno montañoso el empleo frecuente de las especificaciones máximas, tanto en el alineamiento horizontal como en el

vertical, la facilidad de disponer del espacio libre para dar cabida a alcantarillas y puentes, la presencia en el diagrama de masas de una serie de desperdicios interrumpidos por pequeños tramos compensados, la frecuencia de zonas críticas, los grandes volúmenes de tierras a mover, la necesidad de proyectar alcantarillas de alivio y el alto costo de construcción resultante, si se quiere considerar en el proyecto la distancia de visibilidad de rebase.

Dada la íntima liga que existe entre los alineamientos horizontal y vertical en todos los casos antes descritos, especialmente en el último, es necesario que al proyectar el alineamiento horizontal se tomen en cuenta los problemas que afectan el estudio económico de la subrasante.

B) Condiciones geotécnicas. La calidad de los materiales que se encuentran en la zona en donde se localiza el camino, es factor muy importante para lograr el proyecto de la subrasante económica, ya que además del empleo que tendrán en la formación de las terracerías, servirán de apoyo al camino. La elevación de la subrasante está limitada en ocasiones por la capacidad de carga del suelo que servirá de base al camino.

Por la dificultad que ofrecen a su ataque, las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Obras Públicas, clasifican a los materiales de terracerías como A, B y C; por el tratamiento que van a tener en la formación de los terraplenes, los clasifican en materiales compactables y no compactables. (más 30% tamaño arriba de 3")

Un suelo se clasifica como Material A, cuando puede ser atacado con facilidad mediante pico, pala de mano, escropea o pala mecánica de cualquier capacidad; además, se consideran como Material A, los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de 7.5 centímetros; como Material B, el que requiere ser atacado mediante arado o explosivos ligeros, considerándose además como Material B, las piedras sueltas mayores de 7.5 y menores de 75.0 centímetros. Finalmente, el Material C, es el que solamente puede ser atacado mediante explosivos, requiriendo para su remoción el uso de pala mecánica de gran capacidad.

Un material se considera compactable cuando es posible controlar su compactación por alguna de las pruebas de laboratorio usuales en la técnica S.O.P. En caso contrario se considera no compactable, aun cuando se reconozca que estos materiales puedan ser sujetos a un proceso de compactación en el campo. Al material llamado no compactable, generalmente producto de los cortes y excepcionalmente obtenido de los préstamos, se le aplica el tratamiento de bandeado al emplearse en la formación de los terraplenes, tratamiento que tiene por objeto lograr un mejor acomodo de los fragmentos, reduciendo los vacíos u oquedades mediante el empleo del equipo de construcción adecuado. Dentro de este grupo quedan incluidos los materiales clasificados como C, y aquellos cuya clasificación B es debida a la presencia de fragmentos medianos y grandes.

Para el proyecto de la subrasante se deben conocer principalmente las propiedades de los materiales que intervendrán en la formación de las terracerías, los datos relativos a su clasificación para fines de presupuesto y el tratamiento a darles.

C) Subrasante mínima. La elevación mínima correspondiente a puntos determinados del camino, a los que el estudio de la subrasante económica debe sujetarse, define en esos puntos el proyecto de la subrasante mínima. Los elementos que fijan estas elevaciones mínimas son:

si tiene menos 5% V.L. soporte y más de 5% de expansión no debe usarse para terracerías y en muchas ocasiones para terraplenes.

1. Obras menores
2. Puentes
3. Zonas de inundación
4. Intersecciones

1. Obras menores. Para lograr la economía deseada y no alterar el buen funcionamiento del drenaje, es necesario que el estudio de la subrasante respete la elevación mínima que requiere el proyecto de las alcantarillas. Esto es determinante en terrenos planos, pues en terrenos considerados como de lomerío y montañoso, solamente en casos aislados habrá que tomar en cuenta la elevación mínima, ya que el proyecto de la subrasante estará obligado por las condiciones que este tipo de configuración topográfica impone y generalmente habrá espacio vertical suficiente para dar cabida a las obras menores.

La metodología para encontrar la elevación a la cual debe sujetarse la subrasante, está en función de las características propias de la alcantarilla y de la sección de construcción, principalmente la elevación del desplante, la pendiente según el eje de la obra, el colchón mínimo, el ángulo de esviajamiento, la altura de la obra hasta su coronamiento, el ancho de la semicorona, y las pendientes longitudinal y transversal de la obra.

2. Puentes. Aun cuando en los cruces de corrientes que hacen necesaria la construcción de puentes, la elevación definitiva de la subrasante no será conocida hasta que se proyecte la estructura, es necesario tomar en consideración los elementos que intervienen para definir la elevación mínima, con el objeto de que el proyecto del alineamiento vertical se aproxime lo más posible a la cota que se requiere.

Para lograr lo anterior se debe contar con los siguientes datos:

- a) Elevación del nivel de aguas máximas extraordinarias.
- b) Sobreelevación de las aguas ocasionada por el estrechamiento que origina el puente en el cauce.
- c) Espacio libre vertical necesario para dar paso a cuerpos flotantes.
- d) Peralte de la superestructura.

La suma de los valores de estos elementos determina la elevación mínima de rasante necesaria para alojar el puente, de la cual habrá que deducir el espesor de pavimento para obtener la elevación de la subrasante.

En caminos de poco tránsito localizados en zonas en donde las avenidas máximas extraordinarias se presentan con poca frecuencia y duración, el proyecto de vados suele suplir al de puentes. La elección del tipo de obra está supeditada al régimen de la corriente, así como al estudio comparativo de costos de las alternativas que se presenten.

3. Zonas de inundación. El paso de un camino por zonas de inundación obliga a guardar cierta elevación de la subrasante que se fija de acuerdo con el nivel de aguas máximas extraordinarias, con la sobreelevación de las aguas producida por el obstáculo que a su paso presentará el camino y con la necesidad de asegurar la estabilidad de las terracerías y del pavimento. En estos casos se recomienda que la elevación de la subrasante sea como

mínimo un metro arriba del nivel de aguas máximas extraordinarias, estando el dato preciso en función de las características de la zona inundable.

4. Intersecciones. Los cruces que un camino tiene con otras vías de comunicación terrestre, ya sean en proyecto o existentes, dan lugar a intersecciones que pueden ser a nivel o a desnivel. En este caso el proyecto de la subrasante deberá considerar la vía terrestre que se cruce.

En las intersecciones a desnivel, se hará un estudio económico para determinar si conviene sea inferior o superior el paso del camino que se está proyectando. Para fijar la elevación de la subrasante económica se sigue una metodología semejante a la ya explicada para el caso de obras menores, tomando en consideración además, para el caso de los entronques, que deberán estudiarse los enlaces con los caminos que originan el cruce.

D) Costo de las terracerías. La posición que debe guardar la subrasante para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerías, depende de los siguientes conceptos:

1. Costos unitarios:

Excavación en corte.

Excavación en préstamo.

Compactación en el terraplén del material de corte.

Compactación en el terraplén del material de préstamo.

Sobreacarreo del material de corte a terraplén.

Sobreacarreo del material de corte a desperdicio.

Sobreacarreo del material de préstamo a terraplén.

Costo del terreno afectado para préstamo, desmonte y despalme, dividido entre el volumen de terracerías extraído del mismo.

2. Coeficientes de variabilidad volumétrica:

Del material de corte.

Del material de préstamo.

3. Relaciones:

Entre la variación de los volúmenes de corte y terraplén, al mover la subrasante de su posición original.

Entre los costos unitarios de terraplén formado con material producto de corte y con material obtenido de préstamo.

Entre los costos que significa el acarreo del material de corte para formar el terraplén y su compactación en éste y el que significa la extracción del material de corte y el acarreo para desperdiciarlo.

4. Distancia económica de sobreacarreo:

El empleo del material producto de corte en la formación de terraplenes, está condicionado tanto a la calidad del material como a la distancia hasta la que es económicamente posible su transporte. Esta distancia está dada por la ecuación:

$$DME = \frac{(P_p + ad) - P_c}{P_{..}} + AL$$

en donde:

DME = Distancia máxima de sobreacarreo económico.

ad = Costo unitario de sobreacarreo del material de corte de desperdicio.

P_c = Precio unitario de la compactación en el terraplén del material producto del corte.

AL = Acarreo libre del material, cuyo costo está incluido en el precio de excavación.

P_p = Costo unitario de terraplén formado con material producto de préstamo.

$P_{..}$ = Precio unitario del sobreacarreo del material de corte.

Como se verá en el inciso 10.2.4 correspondiente a movimientos de terracerías, en estos elementos se basa fundamentalmente el estudio del diagrama de masas.

10.2 CALCULO DE VOLUMENES Y MOVIMIENTO DE TERRACERIAS

Para lograr la aproximación debida en el cálculo de los volúmenes de tierra, es necesario obtener la elevación de la subrasante tanto en las estaciones cerradas como en las intermedias en que se acusan cambios en la pendiente del terreno. Asimismo, es conveniente calcular la elevación de los puntos principales de las curvas horizontales, en los que la sección transversal sufre un cambio motivado por la sobreelevación y la ampliación.

Obtenida la elevación de la subrasante para cada una de las estaciones consideradas en el proyecto, se determina el espesor correspondiente dado por la diferencia que existe entre las elevaciones del terreno y de la subrasante. Este espesor se considera en la sección transversal del terreno previamente dibujada, procediéndose al proyecto de la sección de construcción.

El cálculo de los volúmenes se hace con base en las áreas medidas en las secciones de construcción y los movimientos de los materiales se analizan mediante un diagrama llamado de curva masa.

10.2.1 Secciones de construcción

Se llama así a la representación gráfica de las secciones transversales, que contienen tanto los datos propios del diseño geométrico, como los correspondientes al empleo y tratamiento de los materiales que formarán las terracerías, véase Figuras 10.1 y 10.2.

Los elementos y conceptos que determinan el proyecto de una sección de construcción, pueden separarse en dos grupos claramente definidos:

A) Los propios del diseño geométrico.

B) Los impuestos por el procedimiento a que debe sujetarse la construcción de las terracerías.

Los elementos relativos al grupo A) son los siguientes:

1. Espesor de corte o de terraplén.

2. Ancho de corona.

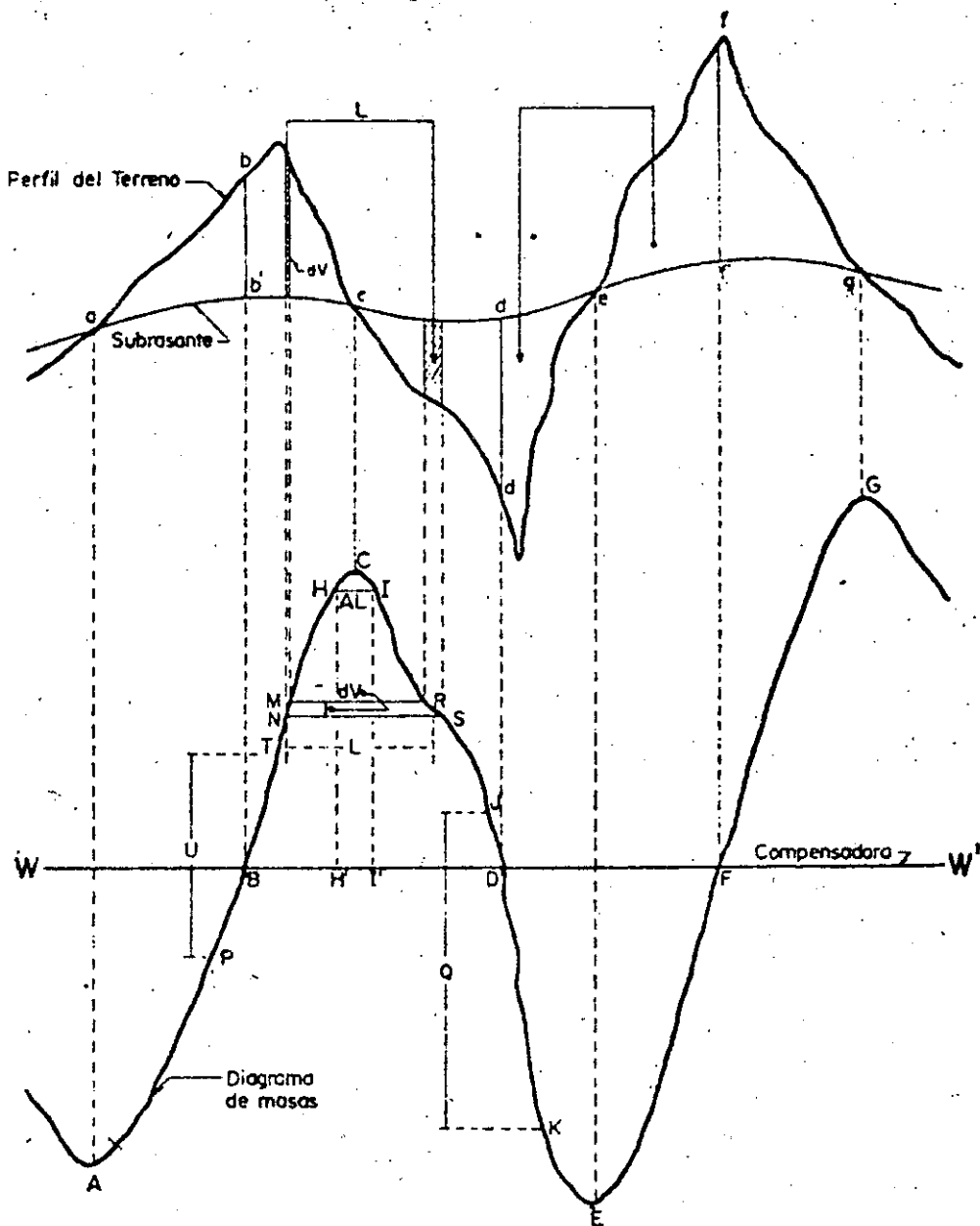


FIGURA 10.13. PROPIEDADES DEL DIAGRAMA DE MASAS

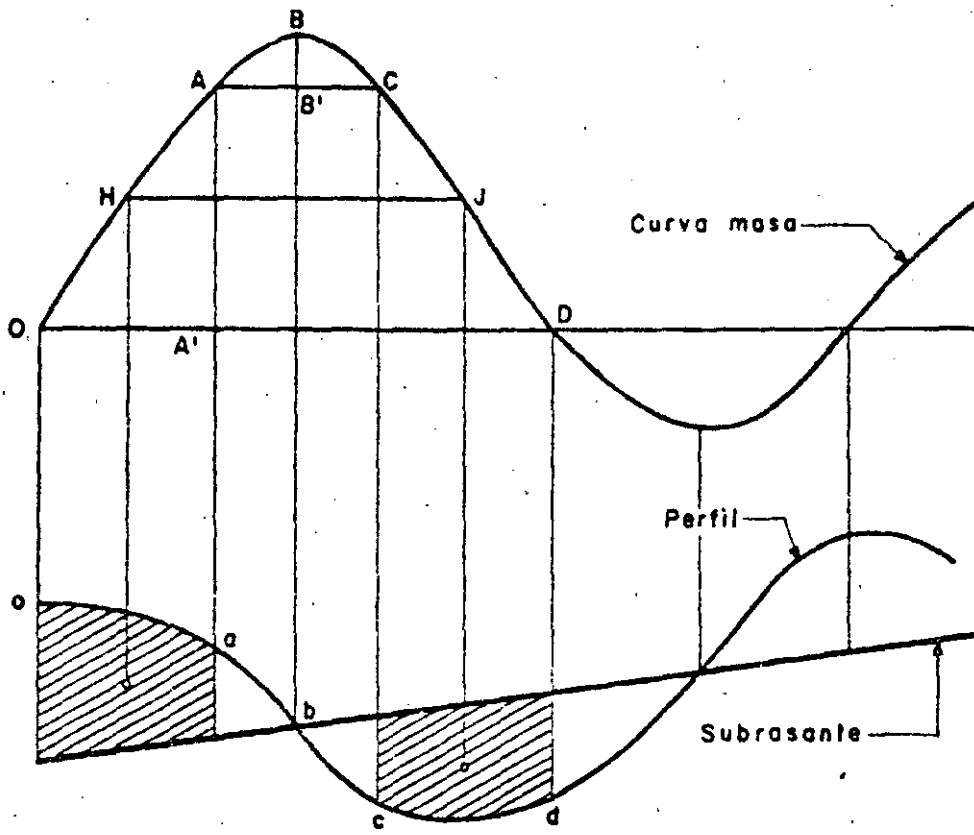


FIGURA 10.15. DISTANCIA MEDIA DE SOBRECARRÉO

Así, por ejemplo, el área de contorno cerrado *OACDO* dividida entre la ordenada *A'A* dará como resultado la distancia *HJ*, a la cual habrá que restarle la distancia de acarreo libre *AC* para obtener la distancia media de sobrecarreo.

D) Posición económica de la compensadora. En un tramo, la compensadora que corta el mayor número de veces al diagrama de masas y que produce los movimientos de terracerías más económicos, recibe el nombre de compensadora general.

Es conveniente obtener una sola compensadora general para un tramo de gran longitud; sin embargo, la economía buscada obliga la mayor parte de las veces, a que la compensadora no sea una línea continua, sino que debe interrumpirse en ciertos puntos para reiniciarla en otros situados arriba o abajo de la anterior, lo que origina tramos que no están compensados longitudinalmente y cuyos volúmenes son la diferencia de las ordenadas de las compensadoras.

En la Figura 10.16 se tienen las compensadoras generales *AA'*, *BB'*, *CC'* y *DD'*, que no forman una sola línea continua. La compensadora *BB'* ori-

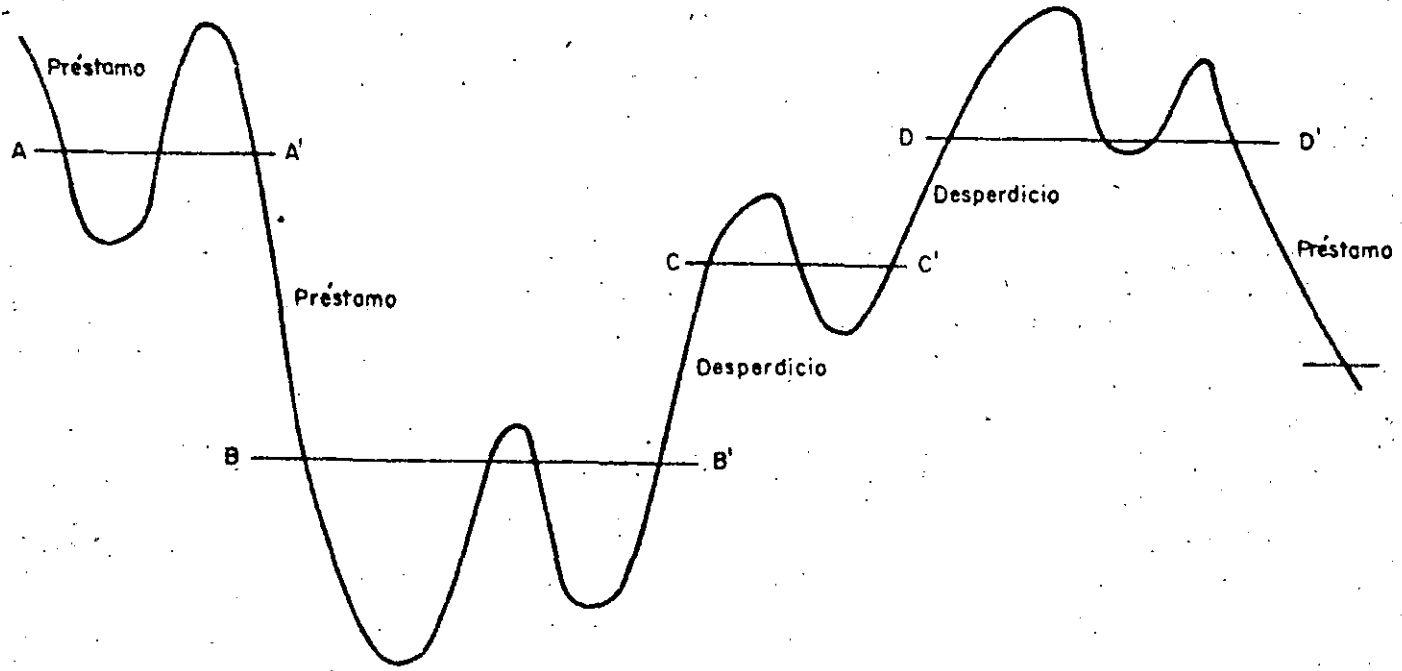


FIGURA 10.16. PRESTAMOS Y DESPERDICIOS

ANEXO No.1

A Título enunciativo pero no limitativo, se relacionan las principales pruebas a desarrollar en pavimentos:

PAVIMENTOS:

a) Rellenos y subrasantes, sub-base y base.

a.1) Para determinar la calidad de los materiales que se empleen se llevarán a cabo las siguientes pruebas:

Peso volumétrico suelto

Peso volumétrico máximo

Humedad óptima

Granulometría

Valor relativo de soporte

Valor cementante

Porcentaje de expansión

Absorción y densidad

Límites de consistencia

Contracción lineal

Equivalente de arena (prueba tentativa)

Se presentarán comentarios, respecto a la aceptación, rechazo parcial o total de los materiales por emplear.

a.2 Determinación periódica del peso volumétrico máximo y humedad óptima de cada uno de los materiales empleados.

a.3 Determinación, mediante calas, del peso volumétrico y humedad en el lugar del material compactado.

a.4 Determinación del grado de compactación en el lugar.

Se efectuarán tres determinaciones por capa compactada de 100 ml.

b) Carpeta asfáltica

12.

- b.1) Estudio de calidad de mezclas asfálticas mediante la determinación de las siguientes características:

Granulometría del pétreo.

Densidad del petróleo

Afinidad con el asfalto

Ensayes Marshall Para la determinación de P.V.M., estabilidad, vacíos, flujos y contenido de asfalto. Estas determinaciones se efectuarán mediante la obtención de dos muestras por cada 500 m² de superficie de carpeta.

- b.2 Control en el proceso de tendido de la mezcla, determinando su P.V.M. (3 pastillas cada 500 m²), y las temperaturas de la misma en el transporte, tendido y compactación.

- b.3 Determinación mediante extracción de núcleos del peso volumétrico de la carpeta compactada, en el lugar (3 núcleos cada 500 m²)

- b.4 Determinación del grado de compactación de la carpeta asfáltica.

- b.5 Determinación de la permeabilidad de la carpeta terminada (3 determinaciones cada 500 M²)

c) Riegos.

- c.1 Control de riegos de impregnación y liga, mediante inspección visual y determinación de volumen de material asfáltico empleado por unidad de área.



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

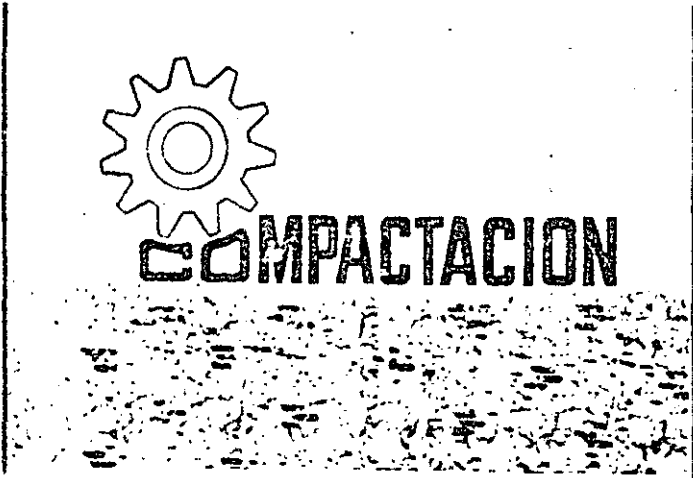
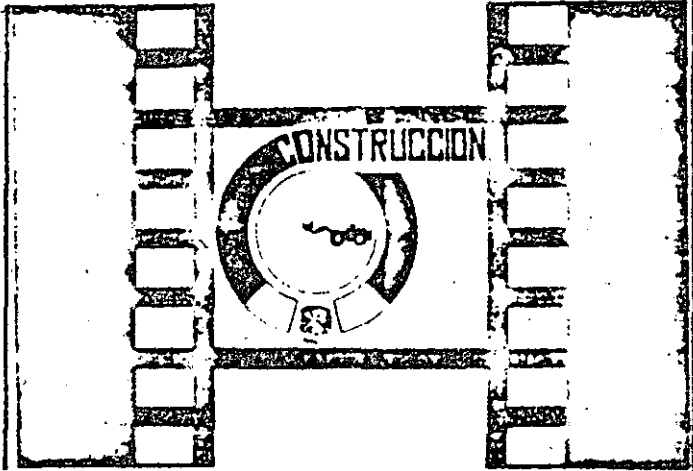
RESIDENTES DE CONSTRUCCION

GUION DEL AUDIOVISUAL

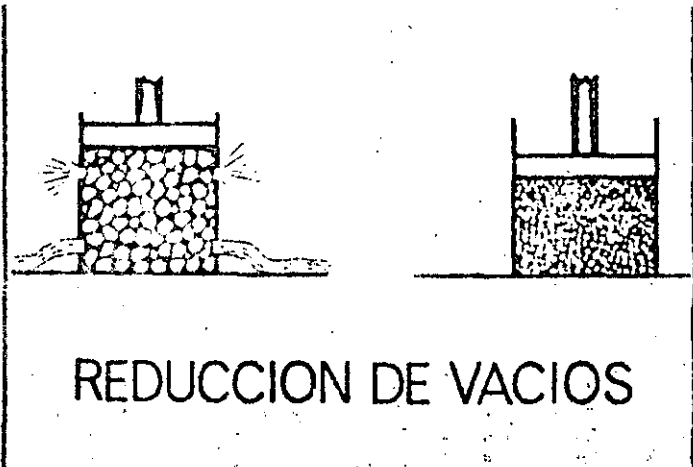
OCTUBRE, 1985

1

VI
GUION
DEL
AUDIOVISUAL



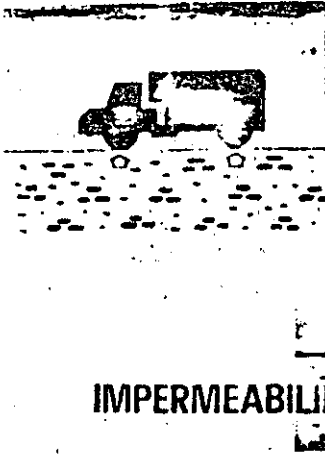
COMPACTACION
ES EL AUMENTO ARTIFICIAL, POR ME
DIOS MECANICOS, DEL PESO VOLUME--
TRICO DE UN SUELO,



ESTO SE LOGRA A COSTA DE LA REDUC
CION DE LOS VACIOS DEL MISMO, AL
CONSEGUIR UN MEJOR ACOMODO DE LAS
PARTICULAS QUE LO FORMAN, MEDIAN-
TE LA EXPULSION DE AIRE Y AGUA -
DEL MATERIAL.

REDUCCION DE VACIOS

**RESISTENCIA
MECANICA**



IMPERMEABILIDAD

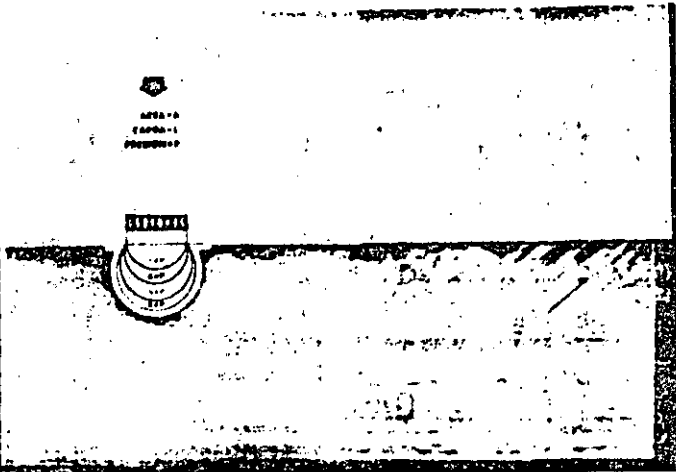


LA COMPACTACION ES IMPORTANTE, -- PORQUE AL AUMENTAR EL PESO VOLUMETRICO DE UN SUELO, TAMBIEN AUMENTAN SU RESISTENCIA MECANICA Y SU IMPERMEABILIDAD, DISMINUYENDO, -- ASI MISMO, SU TENDENCIA A LAS DEFORMACIONES.

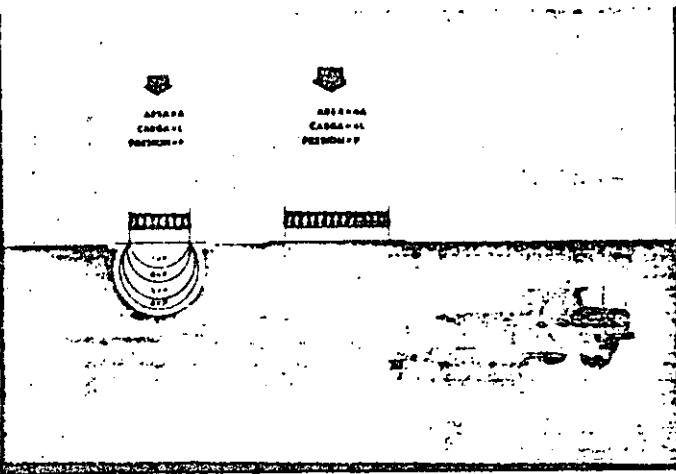
LAS TÉCNICAS DE COMPACTACION SE APLICAN A RELLENOS ARTIFICIALES, TALES COMO: CORTINAS DE TIERRA, CAMINOS, AEROPUERTOS, FERROCARRILES, PAVIMENTOS, ETC., HACIENDO USO DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION ADECUADO.

PARA COMPRENDER MEJOR EL TRABAJO DEL EQUIPO DE COMPACTACION SOBRE UN SUELO,

CONSIDEREMOS UNA PLACA RIGIDA -- CIRCULAR, DE AREA "A", COLOCADA SOBRE UN SUELO, A LA QUE SE APLICA UNA CARGA "L", DANDO UNA PRESION DE CONTACTO "P".

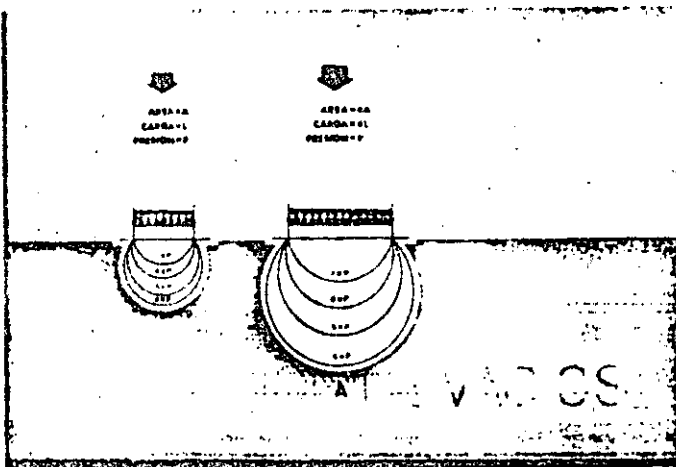


EN EL SUELO SE DESARROLLAN PRESIONES, SI UNIMOS LOS PUNTOS DE IGUAL PRESION, OBTENDREMOS SUPERFICIES LLAMADAS BULBOS DE PRESION

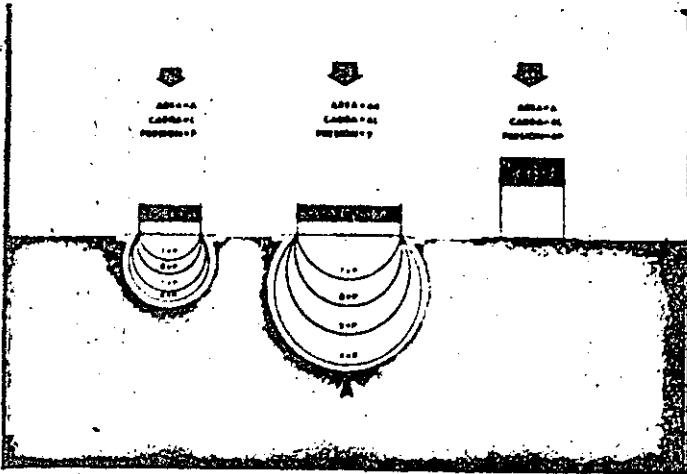


OBSERVESE LO SIGUIENTE:

SI AUMENTA EL TAMAÑO DE LA PLACA, PERO LA PRESION PERMANECE CONSTANTE, INCREMENTANDO LA CARGA,

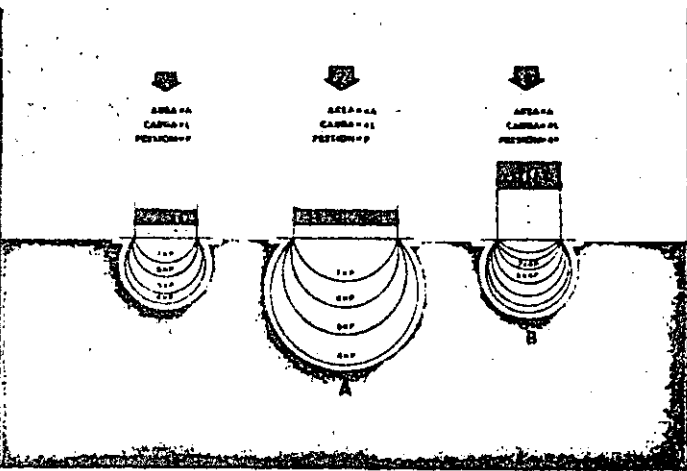


LA PROFUNDIDAD DEL BULBO DE PRESION AUMENTA,



SI AUMENTA LA PRESION Y EL AREA PERMANECE CONSTANTE,

LA PROFUNDIDAD DEL BULBO NO AUMENTA SIGNIFICATIVAMENTE, PERO LA PRESION SI, POR LO TANTO LA ENERGIA DE COMPACTACION AUMENTA.



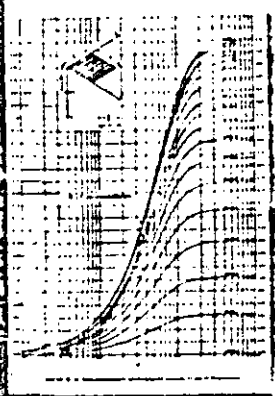
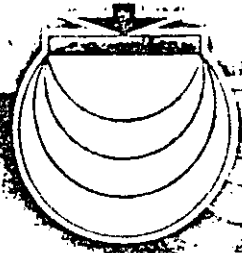
SI CONSIDERAMOS UN CIERTO EQUIPO DE COMPACTACION, TRABAJANDO CAPAS DE UN DETERMINADO ESPESOR:

DE (A) Y (B) SE DEDUCE QUE ES NECESARIO CONTROLAR EL ESPESOR DE LAS CAPAS PARA TENER SUFICIENTE PRESION EN EL SUELO Y OBTENER LA COMPACTACION DESEADA.

DE (B) SE DEDUCE QUE NO PODEMOS AUMENTAR SIGNIFICATIVAMENTE EL ESPESOR DE LA CAPA DE COMPACTACION SIMPLEMENTE LASTRANDO EXCESIVAMENTE EL EQUIPO.

DE (A) SE DEDUCE QUE PARA AUMENTAR EL ESPESOR DE LA CAPA, DEBEMOS CAMBIAR EL EQUIPO POR OTRO QUE TENGA MAYOR SUPERFICIE DE CONTACTO, AUNQUE LA PRESION PERMANEZCA CONSTANTE.

TEORIA DE BOUSSINESQ



LA TEORIA DE LOS BULBOS DE PRESION FUE DESARROLLADA POR BOUSSINESQ, PARA UN MEDIO ELASTICO Y CONTINUO. PARA FINES PRACTICOS TODOS LOS SUELOS SON ELASTICOS Y LA TEORIA ES RAZONABLEMENTE CIERTA AUN PARA SUELOS GRANULARES.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPACTACION

TIPO DE MATERIAL
CONTENIDO DE HUMEDAD
ESFUERZOS DE COMPACTACION

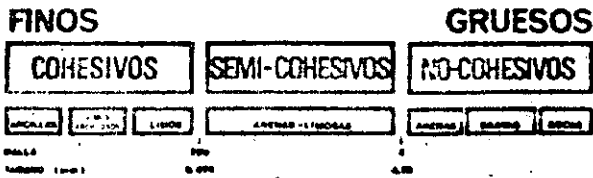
LOS FACTORES MAS IMPORTANTES QUE INFLUYEN EN LA COMPACTACION SON:

- TIPO DE MATERIAL
- CONTENIDO DE HUMEDAD Y
- ESFUERZOS DE COMPACTACION

TIPO DE MATERIAL

ES CLARO QUE LA NATURALEZA O TIPO DE SUELO CON QUE SE TRABAJA INFLUYE DE MANERA DECISIVA EN EL PROCESO DE COMPACTACION.

CLASIFICACION DE SUELOS



PREVALECE AUN LA CLASIFICACION USUAL ENTRE SUELOS FINOS Y GRUESOS O ENTRE COHESIVOS Y NO COHESIVOS O FRICCIONANTES.

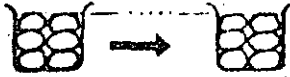
LOS FINOS SON AQUELLOS CUYAS PARTICULAS SON MENORES QUE LA MALLA N° 200. Y LOS GRUESOS LOS QUE SE RETIENEN EN ELLA.

LOS SUELOS FINOS COMPRENDEN LAS ARCILLAS Y LIMOS.

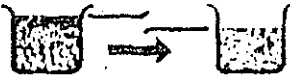
LOS SUELOS GRUESOS, LAS ARENAS Y GRAVAS, SIENDO LA FRONTERA ENTRE ESTAS ULTIMAS LA MALLA N° 4.

INFLUENCIA DE LA GRANULOMETRIA

SUELO MAL GRADUADO



COMPACTACION



SUELO BIEN GRADUADO

UN SUELO QUE CONTIENE UN TAMAÑO MUY UNIFORME DE PARTICULAS, MAL GRADUADO, SERA DIFICILMENTE COMPACTADO. EN CAMBIO UN SUELO CON AMPLIA GAMA DE TAMAÑOS, BIEN GRADUADO, SE COMPACTA MEJOR YA QUE LAS PARTICULAS DE MENOR TAMAÑO OCUPARAN LOS ESPACIOS FORMADOS ENTRE LAS PARTICULAS DE MAYOR TAMAÑO.

POR LO ANTERIOR ES MUY IMPORTANTE CONSIDERAR EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (C_u), QUE ES LA RELACION ENTRE EL D_{60} Y EL D_{10}

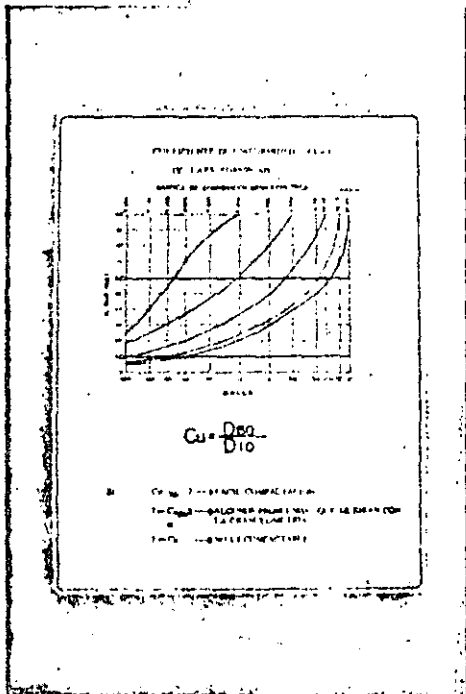
EL D_{60} : ES EL TAMAÑO DE MALLA POR EL QUE PASA EL 60% DEL MATERIAL.

EL D_{10} : ES EL TAMAÑO DE MALLA POR EL QUE PASA EL 10% DEL MATERIAL

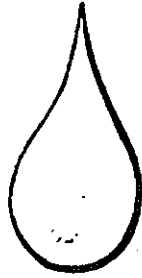
SI EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD ES MAYOR O IGUAL A 7, SE TIENE UN EXCELENTE SUELO PARA COMPACTAR.

SI EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD ES MENOR QUE 7 Y MAYOR O IGUAL QUE 3, SE TIENEN SUELOS, CON CIERTOS PROBLEMAS PARA LA COMPACTACION. SI SE MEJORA LA GRANULOMETRIA SE OBTIENEN BUENOS RESULTADOS.

SI EL COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD ES MENOR O IGUAL QUE 3 NO SE PUEDE COMPACTAR.



**CONTENIDO
DE
HUMEDAD**



CONTENIDO DE HUMEDAD

EL AGUA ES UN LUBRICANTE ENTRE LAS PARTICULAS DEL MATERIAL A COMPACTAR. LA FALTA O EXCESO DE HUMEDAD EXIGIRA UN MAYOR ESFUERZO DE COMPACTACION, POR LO QUE DEBE RECORDARSE QUE TODO MATERIAL TIENE UN CONTENIDO OPTIMO DE HUMEDAD, PARA EL CUAL SE OBTIENE, BAJO UNA CIERTA ENERGIA DE COMPACTACION UNA DENSIDAD MAXIMA. NO OLVIDAR COMPACTAR SIEMPRE EN LA HUMEDAD OPTIMA.

**ESFUERZOS
DE
COMPACTACION**

PRESION ESTATICA
AMASAMIENTO
IMPACTO
VIBRACION

ESFUERZOS DE COMPACTACION

LOS ESFUERZOS MECANICOS EMPLEADOS EN LA COMPACTACION, SON COMBINACION DE UNO O MAS DE LOS SIGUIENTES EFECTOS:

- PRESION ESTATICA
- AMASAMIENTO
- IMPACTO Y
- VIBRACION

PRESION ESTATICA

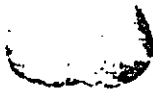


10 TON

PRESION ESTATICA.- ES LA APLICACION DE UNA FUERZA POR UNIDAD DE AREA.

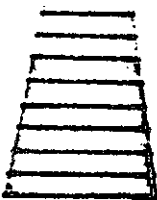
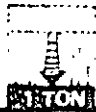
AMASAMIENTO

10 TON



AMASAMIENTO.- ES LA ACCION DE --
 AMASADO, REORIENTACION DE LAS --
 PARTICULAS PROXIMAS CAUSANDO UNA
 REDUCCION DE VACIOS.

IMPACTO



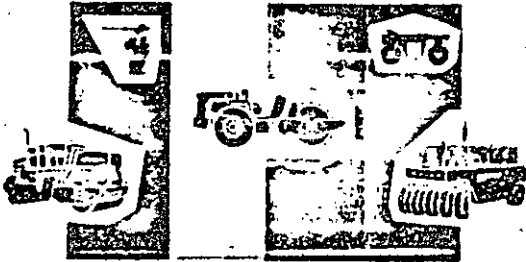
IMPACTO.- GOLPEO CON UNA CARGA -
 DE CORTA DURACION, BAJA FRECUEN-
 CIA Y ALTA AMPLITUD.

VIBRACION

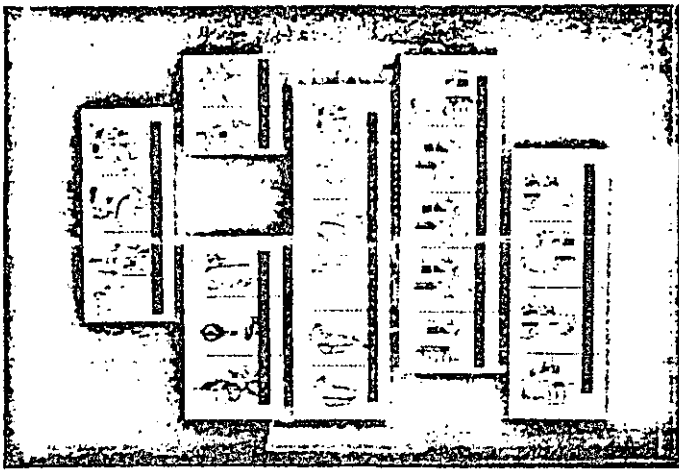


VIBRACION.- GOLPEO CON UNA CARGA
 DE CORTA DURACION, ALTA FRECUEN-
 CIA Y BAJA AMPLITUD.

COMPACTADORES

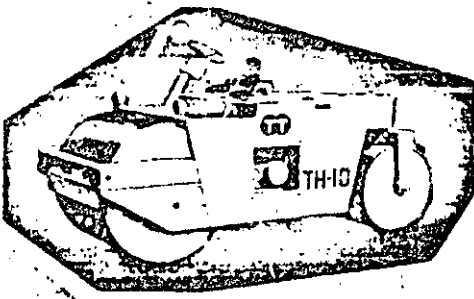


CON ESTOS CONOCIMIENTOS PASEMOS A ESTUDIAR LOS DIFERENTES TIPOS DE COMPACTADORES.



HAY UNA GRAN VARIEDAD DE EQUIPOS DE COMPACTACION, POR LO QUE NO LOS DESCRIBIREMOS TODOS, SINO UNICAMENTE LOS DIFERENTES TIPOS DE COMPACTADORES, AGRUPADOS POR SU FORMA DE TRABAJAR.

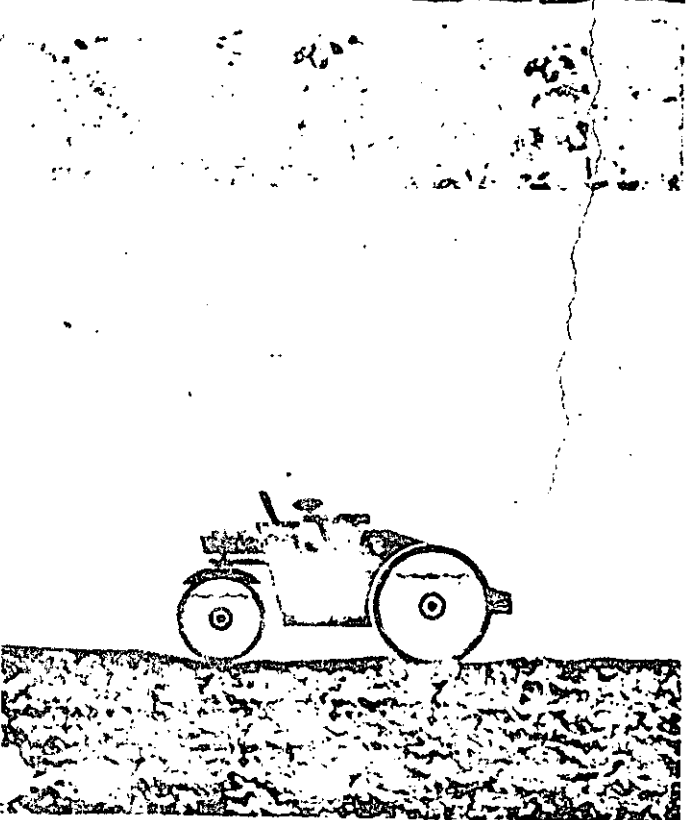
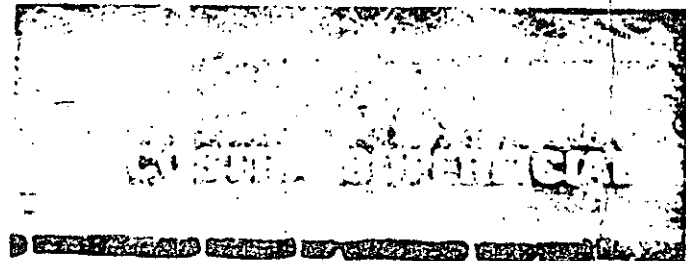
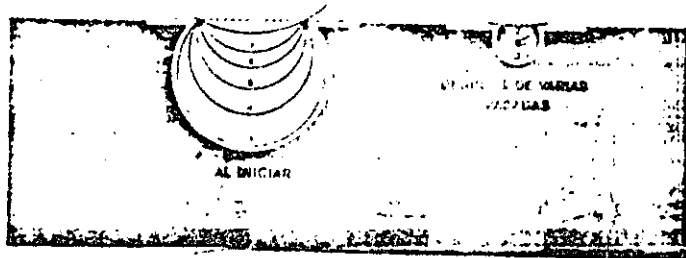
RODILLO METALICO



RODILLOS METALICOS

UN RODILLO METALICO UTILIZA SOLAMENTE PRESION ESTATICA, CON UN MINIMO DE AMASAMIENTO EN MATERIALES PLASTICOS.

BULBOS DE PRESION BAJO UN RODILLO METALICO



CUANDO ESTOS RODILLOS INICIAN LA COMPACTACION DE UNA CAPA, EL AREA DE CONTACTO ES MAS O MENOS GRANDE PRODUCIENDOSE UN BULBO DE PRESION CON CIERTA PROFUNDIDAD, CONFORME AVANZA LA COMPACTACION EL AREA DE CONTACTO SE REDUCE, Y -- POR LO TANTO TAMBIEN SE REDUCE -- LA PROFUNDIDAD DEL BULBO DE PRESION, AUMENTANDO LOS ESFUERZOS -- DE COMPRESION EN LA CERCANIA DE LA SUPERFICIE.

ESTOS ESFUERZOS SON CON FRECUENCIA SUFICIENTES PARA TRITURAR -- LOS AGREGADOS EN MATERIALES GRANULARES Y PUEDEN CAUSAR LA FORMACION DE UNA COSTRA EN LA SUPERFICIE DE LA CAPA.

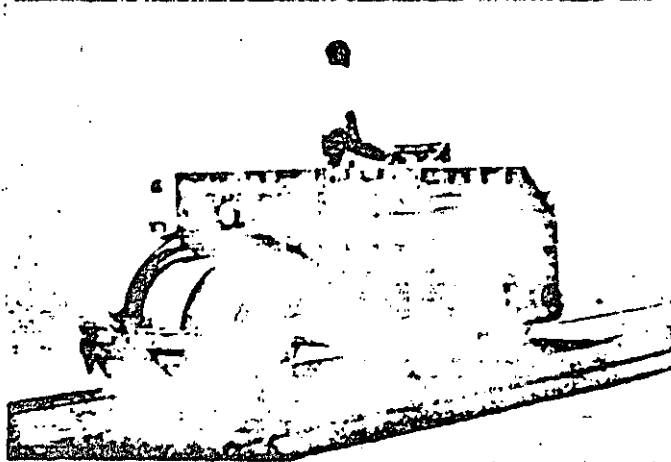
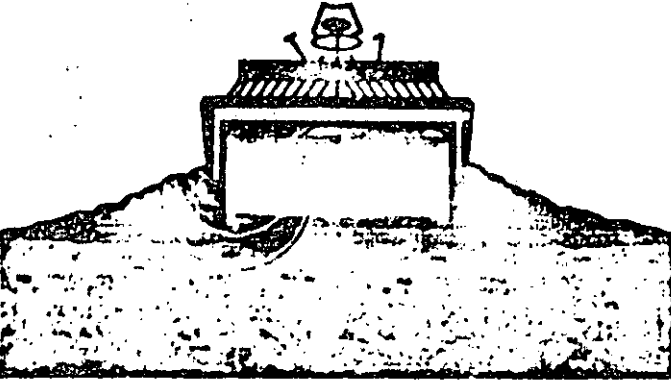
SI A ESTO SE AGREGA LA COSTUMBRE DE HACER RIEGOS ADICIONALES DURANTE LA COMPACTACION PARA COMPENSAR LA EVAPORACION, EN UNA CAPA EN DONDE LA PENETRACION DEL AGUA ES DIFICIL, POR LA MISMA -- COMPACTACION DEL MATERIAL, LLEGAREMOS A UN ESTADO DE ESTRATIFICACION DE LA HUMEDAD. EN ESTE MOMENTO LA FORMACION DE LA COSTRA ES INEVITABLE.

TAMBIEN ES COSTUMBRE MAS O MENOS GENERALIZADA, LASTRAR ESTOS EQUIPOS CUANDO NO SE ESTA OBTENIENDO LA COMPACTACION, PARA AUMENTAR -- LA PENETRACION Y PROFUNDIDAD DEL BULBO DE PRESION, ESTO GENERALMENTE TIENE COMO CONSECUENCIA -- CONTRARIA EL SOBRE-ESFORZAR LA -- CAPA.

UN RODILLO METALICO, NO COMPACTA PEQUEÑAS AREAS SUAVES O BAJAS, -- DEBIDO A QUE LA RIGIDEZ DE LA -- RUEDA LAS PUENTEA, ESTAS AREAS -- BAJAS SE PRESENTAN CON FRECUEN -- CIA EN TERRACERIAS DEBIDO A LA -- IRREGULARIDAD DE LA CAPA.

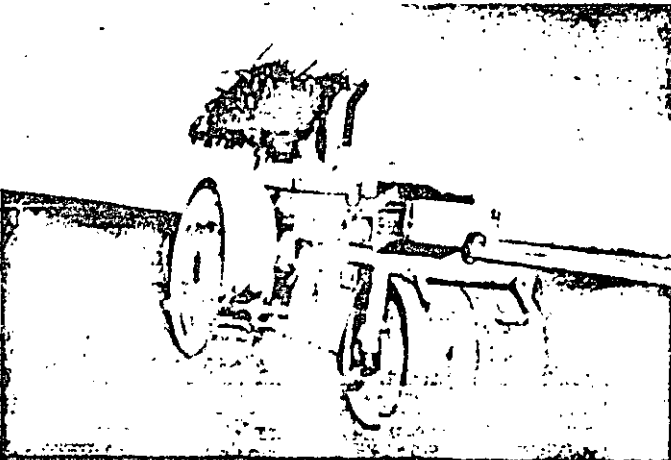
LOS RODILLOS METALICOS SON HUE -- COS Y SE PUEDEN LASTRAR CON AGUA O ARENA, DENTRO DE ESTE GRUPO SE PUEDEN ENCONTRAR LOS SIGUIENTES EQUIPOS:

- PLANCHAS TANDEM Y
- PLANCHAS DE TRES RUEDAS



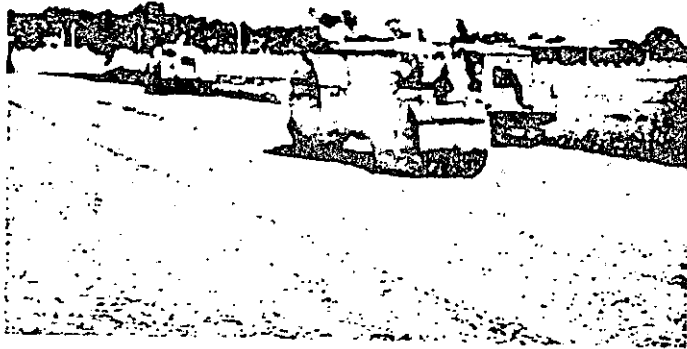
PLANCHAS TANDEM

QUE TIENEN GENERALMENTE DOS RODILLOS PARALELOS IGUALES.



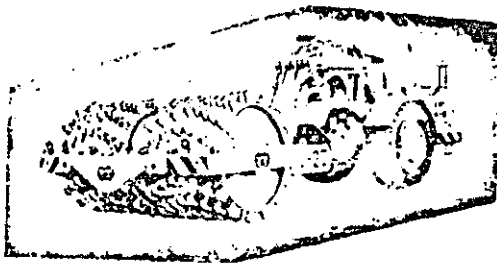
PLANCHAS DE TRES RUEDAS

SON QUIZAS LAS DE MAS ANTIGUO -- DISEÑO, TIENE DOS RUEDAS GRANDES TRASERAS Y UNA PEQUEÑA DELANTERA, QUE SE TRASLAPAN DE MANERA QUE -- CUBREN UNA FRANJA UNIFORME.



LAS PLANCHAS TIENEN BAJAS VELOCIDADES DE OPERACION CON POCA SEGURIDAD AL COMPACTAR LAS ORILLAS DE TERRAPLENES ALTOS, LO QUE PROVOCA BAJOS RENDIMIENTOS POR LO QUE HAN PERDIDO TERRENO EN LA COMPACTACION DE GRANDES MOVIMIENTOS DE TIERRA, ASI COMO EN LA COMPACTACION DE CARPETAS ASFALTICAS, SIENDO REEMPLAZADAS POR OTROS EQUIPOS DE COMPACTACION.

RODILLO
PATA DE CABRA

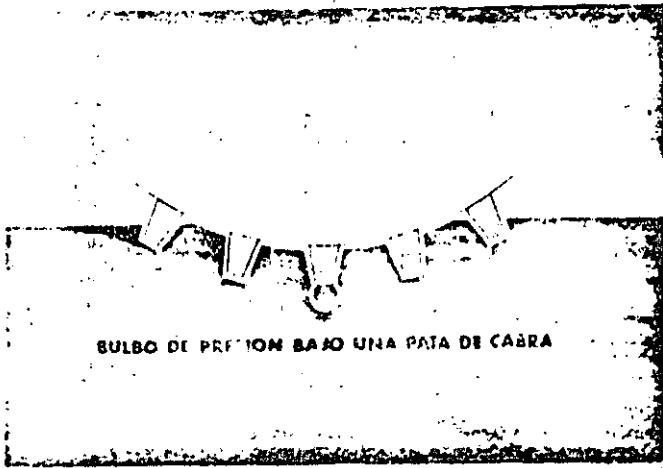


RODILLOS PATA DE CABRA

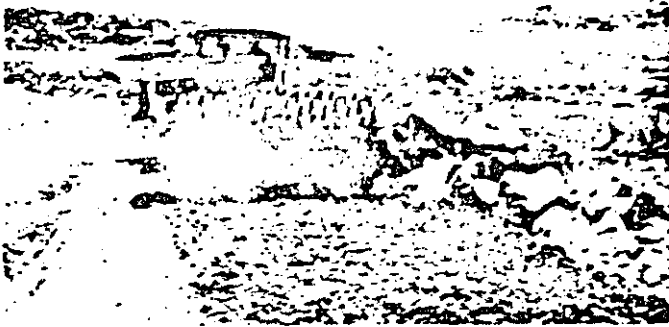
SON AHORA RARAMENTE USADOS, EXCEPTO EN COMPACTACION DE ARCILLAS, DONDE LA ESTRATIFICACION DEBE SER ELIMINADA.



COMO EN EL CORAZON IMPERMEABLE DE UNA CORTINA DE MATERIALES GRADUADOS, DONDE ALGUNAS VECES SON PEDIDOS EXPRESAMENTE EN ESPECIFICACIONES.

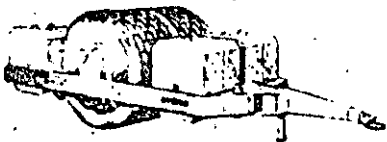


EL AREA DE CONTACTO DE UNA PATA - DE CABRA Y EL ALTO PESO DE ESTOS EQUIPOS, HACE QUE EL BULBO DE PRESION SEA INTENSO Y POCO PROFUNDO, POR LO QUE LA COMPACTACION SE CONSIGUE POR AMASAMIENTO MAS QUE POR EFECTO DEL BULBO DE PRESION.



LOS RODILLOS PATA DE CABRA SON -- LENTOS, TIENEN UNA GRAN RESISTENCIA AL RODAMIENTO, POR LO QUE CONSUMEN MUCHA POTENCIA, CON POCO -- RENDIMIENTO POR LO QUE HAN SIDO -- REEMPLAZADOS POR OTROS EQUIPOS -- QUE HACEN LO MISMO MAS EFICIENTEMENTE.

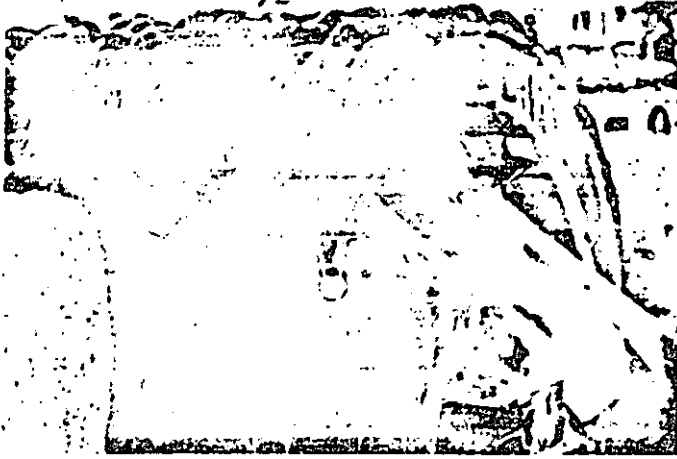
RODILLO DE REJA



RODILLO DE REJA

ESTE COMPACTADOR FUE DESARROLLADO ORIGINALMENTE PARA DISGREGAR Y COMPACTAR ROCAS POCO RESISTENTES A LA COMPRESION, COMO ROCAS SEDIMENTARIAS Y ALGUNAS METAMORFICAS, PARA HACER CAMINOS DE PENETRACION TRANSITABLES TODO EL AÑO.

EL RODILLO TRANSITA SOBRE LA ROCA SUELTA EN EL CAMINO, QUEBRANDOLA Y PRODUCIENDO FINOS QUE RELLENAN LOS VACIOS FORMANDO UNA SUPERFICIE UNIFORME Y ESTABLE.



ESTE EQUIPO TIENE UN DISEÑO DE PUNTOS ALTOS Y BAJOS QUE AL RODAR PRODUCEN EFECTO DE IMPACTO Y AMASAMIENTO, Y CUANDO ES REMOLCADO A ALTA VELOCIDAD, PRODUCE EFECTO DE VIBRACION COMO TAMBIEN PRODUCE PRESION ESTATICA, POR LO QUE ESTE EQUIPO ES CAPAZ DE COMPACTAR -- TODO TIPO DE SUELOS.

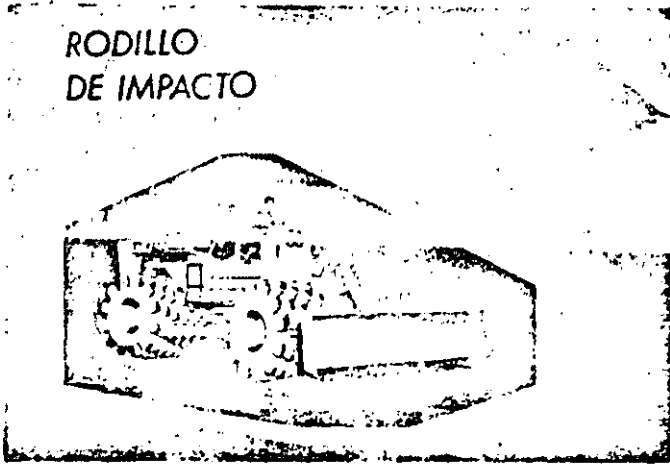


SIN EMBARGO ESTOS RODILLOS, DEBIDO A SU CONFIGURACION NO PUEDEN DEJAR UNA SUPERFICIE TERSA COMO PUEDE SER UNA BASE, POR LO QUE SU USO SE LIMITA A TERRACERIAS,



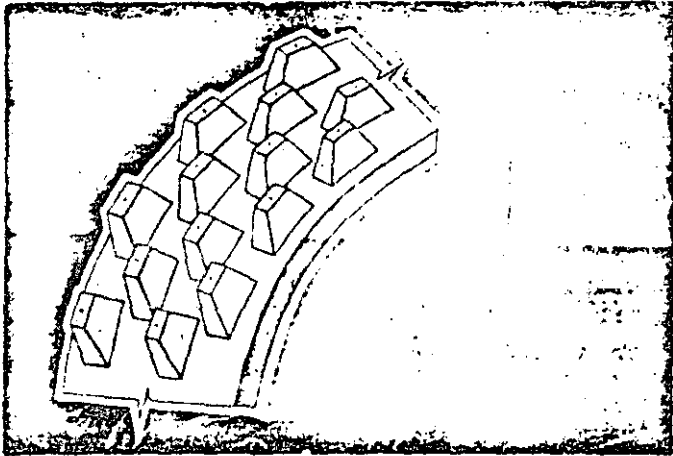
COMO ESTAS SON GENERALMENTE PLASTICAS, ESTOS RODILLOS TIENDEN A ATASCARSE CON EL MATERIAL, PERDIENDO EL EFECTO DE IMPACTO, NECESITANDO SER LIMPIADOS CON MUCHA FRECUENCIA.

RODILLO
DE IMPACTO



BUSCANDO MANTENER LAS VENTAJAS --
DEL RODILLO DE REJA, SIN SUS DES-
VENTAJAS, SE CREO EL.

RODILLO DE IMPACTO

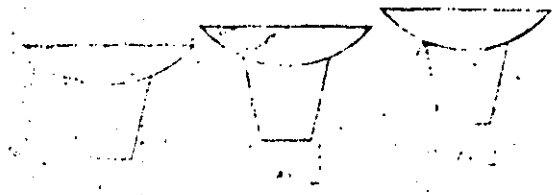


ESTE ES UN RODILLO METALICO CON -
SALIENTES EN FORMA DE PIRAMIDE, -
UNAS MAS ALTAS QUE OTRAS, SIGUIEN-
DO EL MISMO DISEÑO DE PUNTOS AL-
TOS Y BAJOS DEL RODILLO DE REJA,

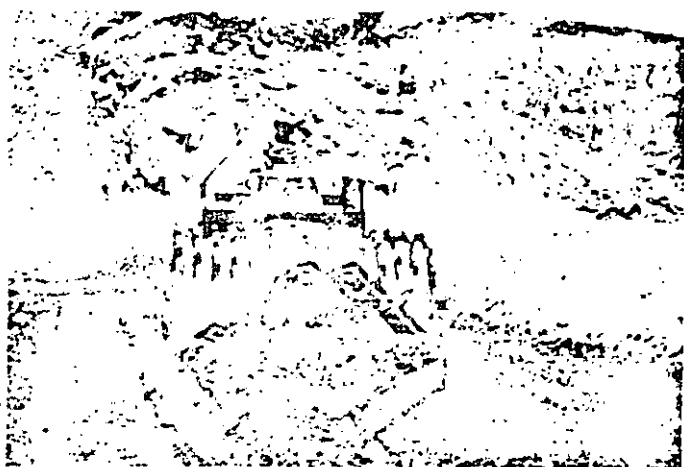


ESTO LE PERMITE TENER LAS MISMAS
VENTAJAS, LIMPIANDOSE FACILMENTE
POR MEDIO DE DIENTES SUJETOS A
UN MARCO.

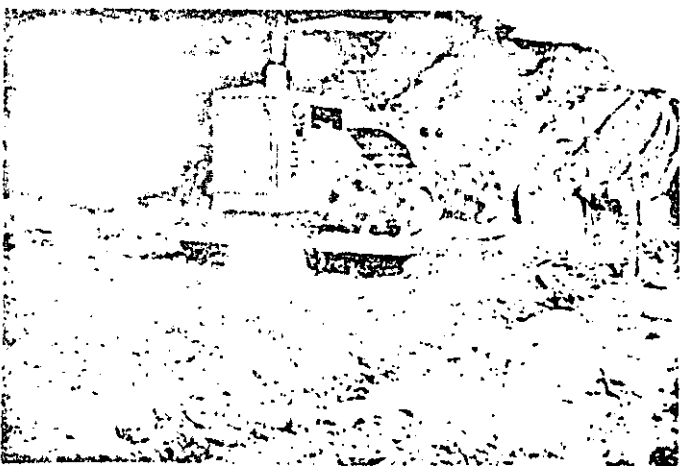
AJUSTE DEL AREA DE APOYO



EL DISEÑO DE LAS SALIENTES DE --
ESTE RODILLO, PERMITE QUE EL --
AREA DE CONTACTO, SE INCREMENTE
CON LA PENETRACION, AJUSTANDOSE
INMEDIATAMENTE LA PRESION A LA --
RESISTENCIA DEL SUELO COMPACTADO



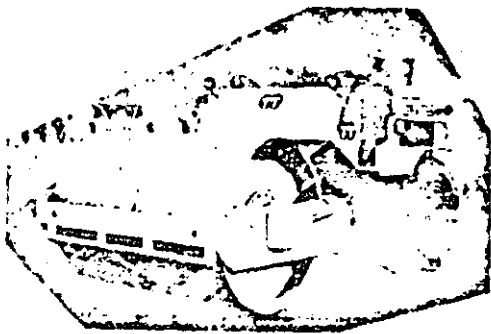
EL DISEÑO PERMITE UNA FACIL ENTRA
DA Y SALIDA A LA CAPA, LO QUE DIS
MINUYE LA RESISTENCIA AL RODAMIE
NTO.



CUANDO UN RODILLO DE IMPACTO CO--
MIENZA UNA NUEVA CAPA, LOS BULBOS
DE PRESION Y LAS ONDAS DE IMPACTO,
PROVEEN SUFICIENTE AMASAMIENTO --
CON LA CAPA INFERIOR PARA ELIMI--
NAR LA ESTRATIFICACION, POR LO --
QUE SUSTITUYEN CON MUCHAS VENTA --
JAS AL RODILLO PATA DE CABRA.

EL RODILLO DE IMPACTO ES UNO DE -
 LOS MAS VERSATILES Y ECONOMICOS -
 COMPACTADORES, CAPAZ DE COMPACTAR
 EFICIENTEMENTE LA MAYOR PARTE DE
 SUELOS, LIMITANDOSE GENERALMENTE
 A TERRACERIAS, PORQUE NO SON CAPA
 CES TAMPOCO DE REALIZAR UNA SUPER
 FICIE TERSA.

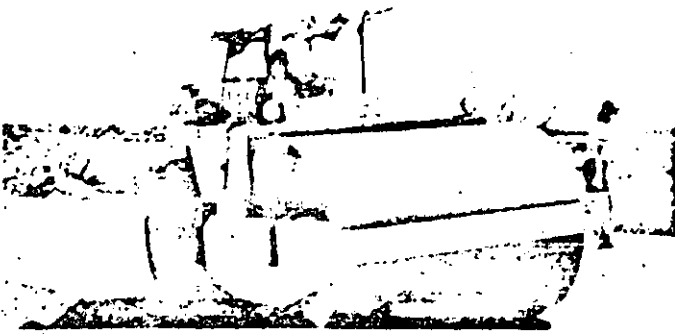
RODILLO
 VIBRATORIO



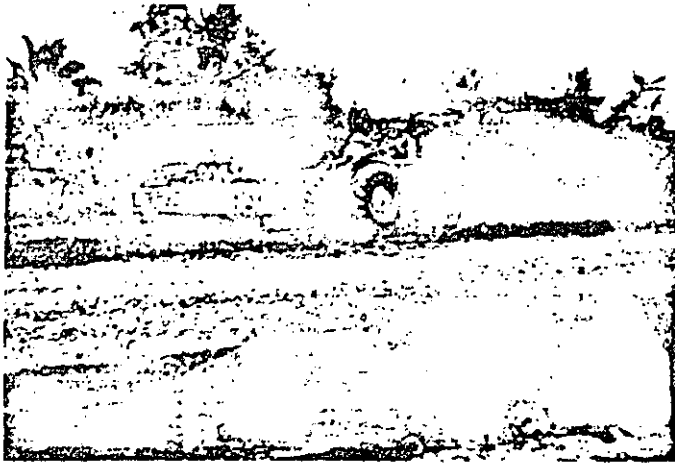
RODILLOS VIBRATORIOS

ESTOS RODILLOS DISMINUYEN TEMPO -
 RALMENTE LA FRICCION INTERNA DEL
 SUELO POR LO QUE SU EFICIENCIA --
 ESTA LIMITADA CASI A SUELOS GRANU
 LARES (GRAVAS Y ARENAS), YA QUE -
 LA RESISTENCIA A LA COMPRESION --
 DEPENDE PRINCIPALMENTE DE LA FRIC
 CION INTERNA.

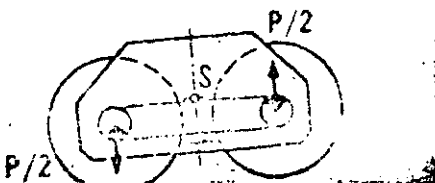
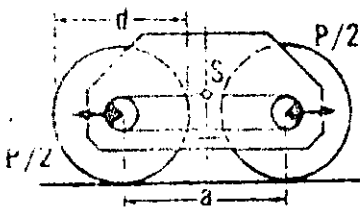
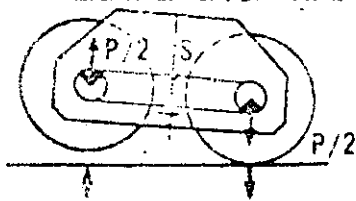
LA VIBRACION REACOMODA LAS PARTI
 CULAS DEL SUELO, INCREMENTANDO SU
 PESO VOLUMETRICO, ALCANZANDO PRO
 FUNDIDADES HASTA DE 80 CM.



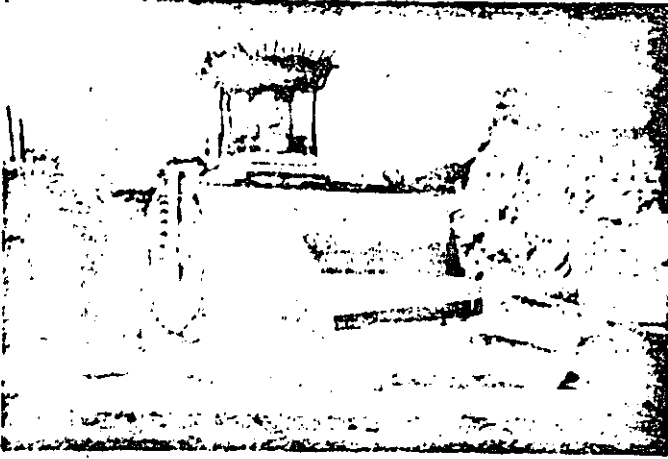
ESTOS RODILLOS PRODUCEN UN GRAN TRABAJO DE COMPACTACION EN RELACION A SU PESO ESTATICO YA QUE LA PRINCIPAL FUENTE DE TRABAJO ES LA FUERZA DINAMICA DE COMPACTACION.



PARA SUELOS COHESIVOS SE HAN DESARROLLADO RODILLOS PATA DE CABRA VIBRATORIOS, EN LOS QUE SE HAN AUMENTADO LA FUERZA Y LA AMPLITUD DE LA VIBRACION.



CON EL MISMO OBJETO SE HAN ACOPLADO DOS RODILLOS VIBRATORIOS, "FUERA DE FASE", A UN MARCO RIGIDO PARA OBTENER UN GRAN EFECTO DE AMASAMIENTO ENTRE LOS RODILLOS.



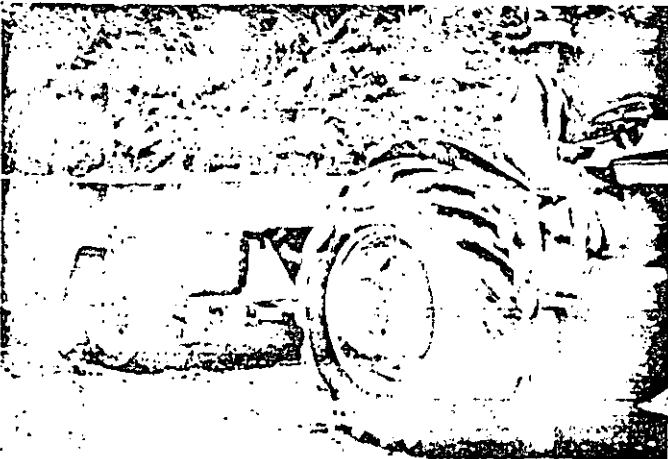
TODOS LOS RODILLOS VIBRATORIOS DE BEN MANEJARSE A VELOCIDADES DE -- 2.5 A 5 KM/H. VELOCIDADES MAYO -- RES NO INCREMENTAN LA PRODUCCION Y CON FRECUENCIA NO SE OBTIENE LA COMPACTACION.

RODILLO NEUMATICO



RODILLOS NEUMATICOS

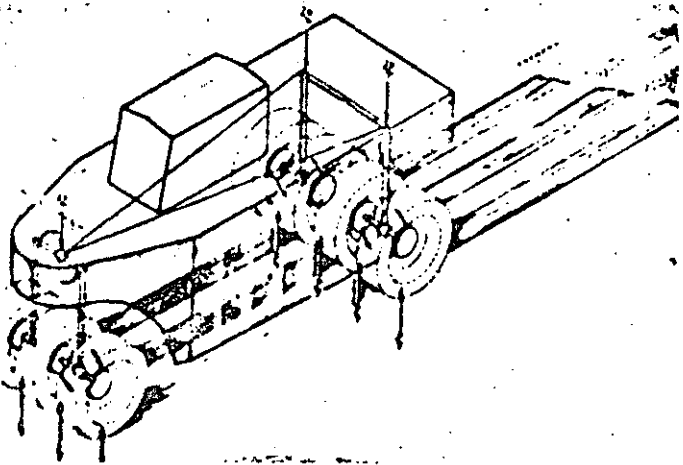
LOS RODILLOS NEUMATICOS SON MUY -- EFICIENTES EN LA COMPACTACION DE SUB-BASES, BASES Y CARPETAS, SUS BULBOS DE PRESION SON SEMEJANTES -- A LOS DE LOS RODILLOS METALICOS, PERO EL AREA DE CONTACTO PERMANE -- CE CONSTANTE POR LO QUE NO SE PRO -- DUCE EL EFECTO DE REDUCCION DEL -- BULBO.



ESTOS COMPACTADORES PUEDEN SER JA -- LADOS O AUTOPROPULSADOS.

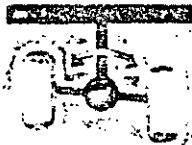
DEPENDIENDO DEL TAMAÑO DE SUS -- LLANTAS SE CLASIFICAN EN:

- COMPACTADORES DE LLANTAS PEQUEÑAS
- COMPACTADORES DE LLANTAS GRANDES

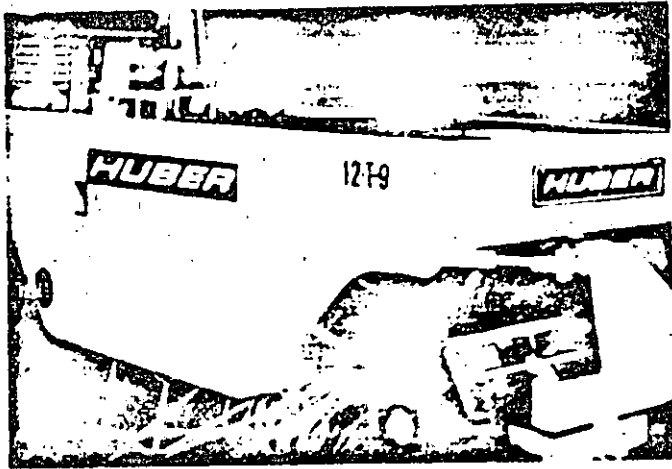


LOS DE LLANTAS PEQUEÑAS, GENERALMENTE TIENEN 2 EJES EN TANDEM Y EL NUMERO DE LLANTAS VARIA DE 7 A 13.

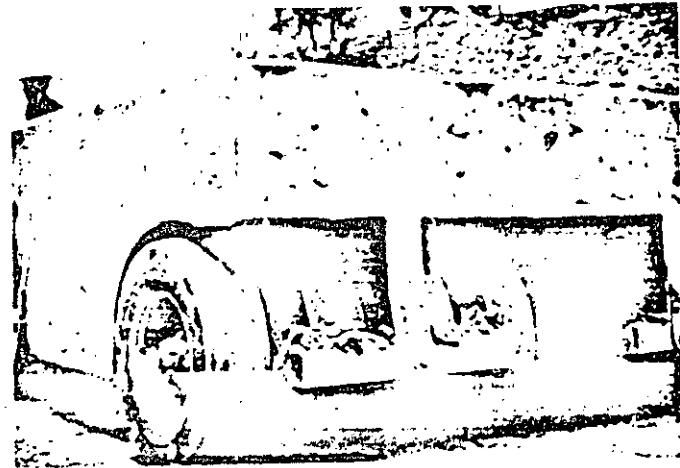
EL ARREGLO DE LAS LLANTAS ES TAL QUE LAS TRASERAS TRASLAPAN -- CON LAS DELANTERAS.



ALGUNOS DE ESTOS COMPACTADORES -- TIENEN SUS RUEDAS MONTADAS EN -- TAL FORMA "QUE OSCILAN" AL RODAR, PARA AUMENTAR SU EFECTO DE AMASAMIENTO, Y PODER COMPACTAR PEQUEÑAS AREAS BAJAS.



ESTOS COMPACTADORES PROPORCIONAN UNA PRESION DE CONTACTO SEMEJANTE A LA DE EQUIPOS DE MAYOR PESO, SON MUY MANIOBRABLES Y TIENEN POCAS PROFUNDIDAD DE ACCION.

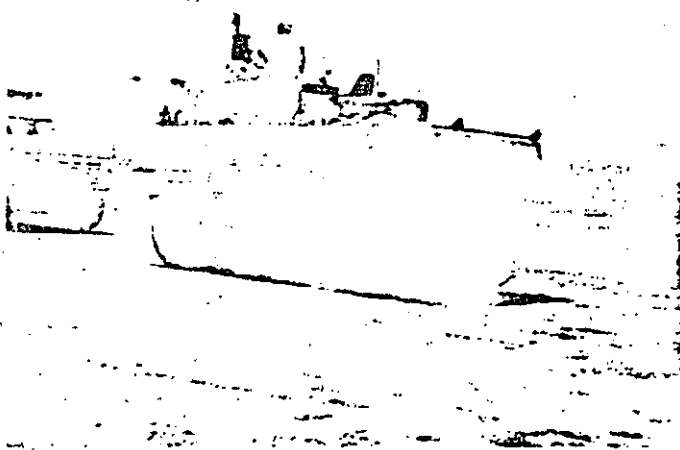


LOS DE LLANTAS GRANDES SON GENERALMENTE ARRASTRADOS POR TRACTOR Y PESAN DE 15 A 50 TONS. TIENEN 4 O 6 LLANTAS EN UN MISMO EJE Y POR EL TAMAÑO DEL AREA DE TRABAJO PUEDEN COMPACTAR CAPAS HASTA DE 50 CM.



SON EQUIPOS PESADOS Y POCO MANIOBRABLES POR LO QUE SUELEN USARSE DONDE HAYA PEQUEÑAS PENDIENTES, TRAMOS LARGOS Y ANCHOS, Y DE FACIL ACCESO, SON CASI ESPECIFICOS EN CONSTRUCCIONES DE AEROPUERTOS.

EN ESTOS COMPACTADORES ES IMPORTANTE LA PRESION DE INFLADO QUE ESTA LIGADA INTIMAMENTE A LA CARGA DE LA LLANTA. LA PRESION DE CONTACTO DEBE SER LA ADECUADA -- PARA EJERCER EL ESFUERZO DE COMPACTACION REQUERIDO (ES ACONSEJABLE NO ALEJARSE MUCHO DE LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE) -- HAY QUE CUIDAR LA TENDENCIA AL REBOTE.

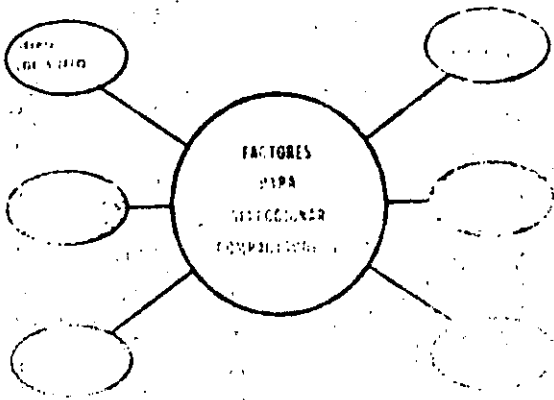


TIENEN GRAN UTILIDAD PARA SELLAR LAS CAPAS SUPERIORES, CON LO QUE SE LOGRA UNA BUENA IMPERMEABILIDAD.



SELECCION DE COMPACTADORES

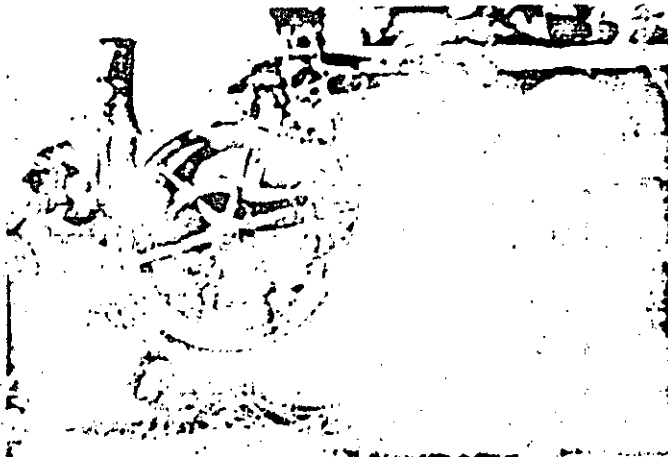
LA SELECCION DEL COMPACTADOR MAS ADECUADO NO SIEMPRE ES SENGILLA, YA QUE DEPENDE DE MUCHOS FACTORES REGIDOS POR EL ASPECTO ECONOMICO:



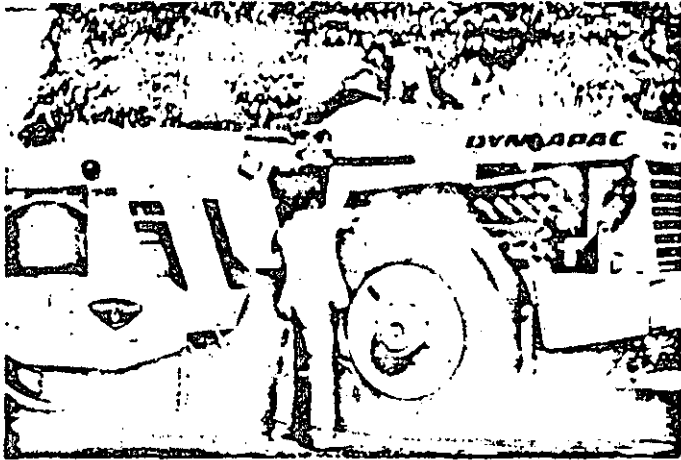
TIPO DE SUELO, TIPO DE TRABAJO, METODO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS, COMPATIBILIDAD CON EQUIPO DE OTRAS ACTIVIDADES, COMPACTADORES DISPONIBLES, CONTINUIDAD DE TRABAJO, ETC.



COMO YA DIJIMOS HAY TAMBIEN UNA GRAN VARIEDAD DE COMPACTADORES, DESDE ESTE COMPACTADOR ELEMENTAL ACCIONADO CON MOTOR DE PULQUE,



ESTA PLANCHA QUE TODAVIA COMPACTA



HASTA ESTE COMPACTADOR
ALTAMENTE SOFISTICADO.

ES FRECUENTE Y MUY EFICIENTE EL
USO DE VARIOS EQUIPOS QUE COMBI
NEN LOS DIFERENTES EFECTOS DE -
COMPACTACION.

FACTORES
MAS
IMPORTANTES
EN LA
SELECCION
DE
COMPACTADORES

EL MATERIAL
A
COMPACTAR

EL TAMAÑO
DE
LA OBRA

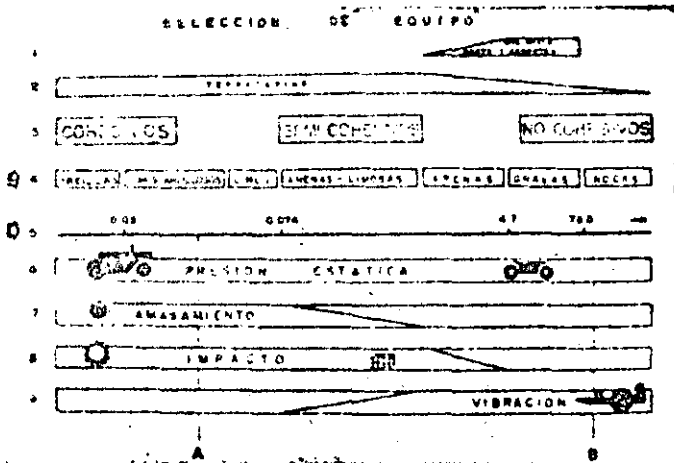
REQUERIMIENTOS ESPECIALES

LOS FACTORES MAS IMPORTANTES QUE
DEBEN TOMARSE EN CUENTA PARA --
ESTA SELECCION SON:

- EL MATERIAL A COMPACTAR
- EL TAMAÑO DE LA OBRA
- REQUERIMIENTOS ESPECIALES

EL TAMAÑO DE LA OBRA Y LOS REQUE
RIMENTOS ESPECIALES SON ESPECIFI
COS DE CADA TRABAJO POR LO QUE -
SOLO APRENDEREMOS A SELECCIONAR--
COMPACTADORES PARA LOS DIFEREN--
TES MATERIALES.

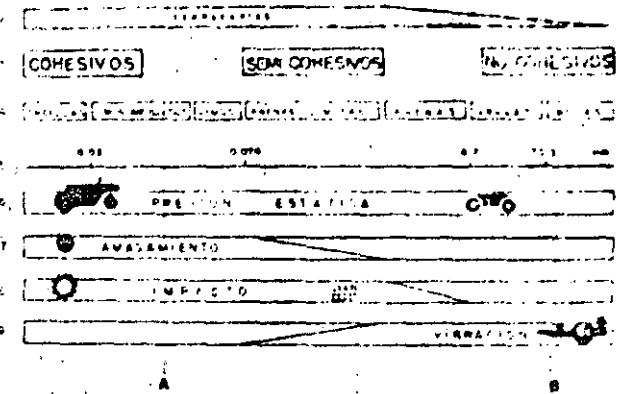
SELECCION DE EQUIPO



EN LA GRAFICA SE MUESTRA, EN LOS
RENGLONES 4 Y 5, LOS DIFERENTES
MATERIALES Y SU RESPECTIVO TAMA
ÑO EN MM.

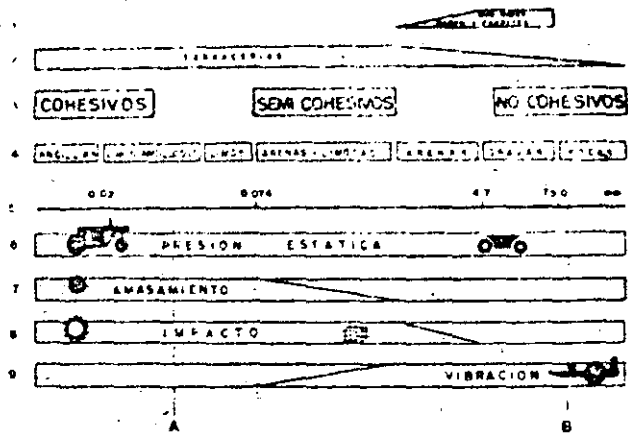
SELECCION DE EQUIPO

26



EN EL RENGLON 3 SE CLASIFICAN EN COHESIVOS, SEMICOHESIVOS Y NO -- COHESIVOS (UNA CLASIFICACION DE FINOS A GRANULARES)

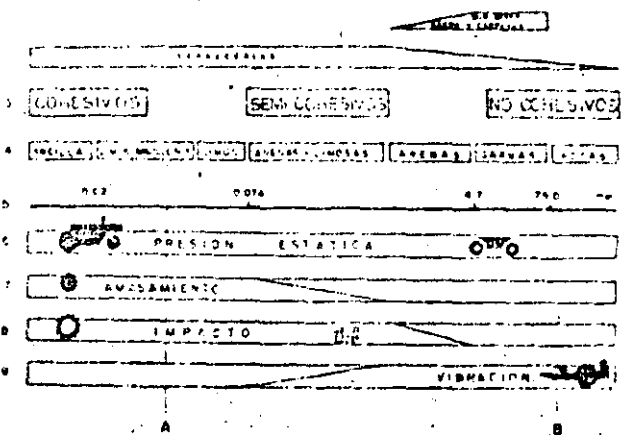
SELECCION DE EQUIPO



EN LOS RENGLONES 1 Y 2 SE INDICA SU USO MAS FRECUENTE.

RENGLON 1) SON MATERIALES QUE SE USAN PARA SUB-BASES, BASES Y C/ PETAS, SIEMPRE MATERIALES NO - COHESIVOS (ARENAS Y GRAVAS).

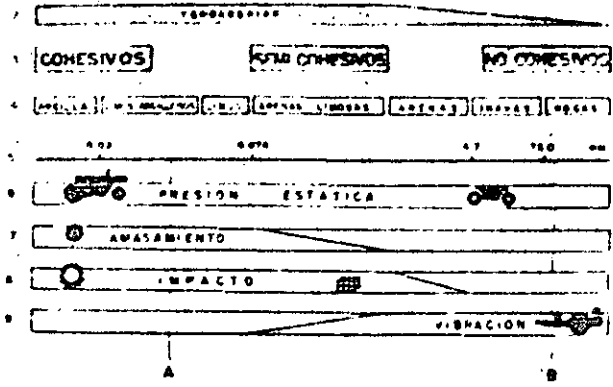
SELECCION DE EQUIPO



RENGLON 2) SON MATERIALES QUE SE USAN PARA TERRACERIAS, NORMALMENTE MATERIALES COHESIVOS Y SEMI-- COHESIVOS, A VECES NO COHESIVOS.

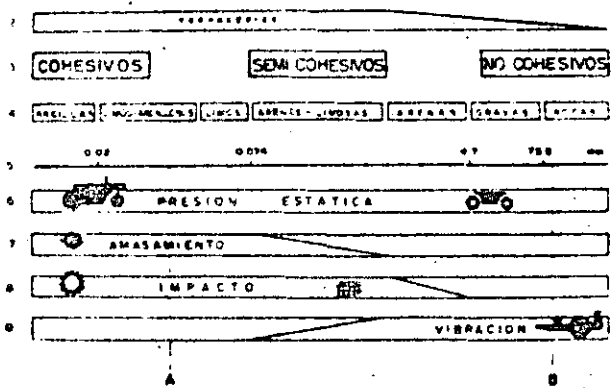
SELECCION DE EQUIPO

27



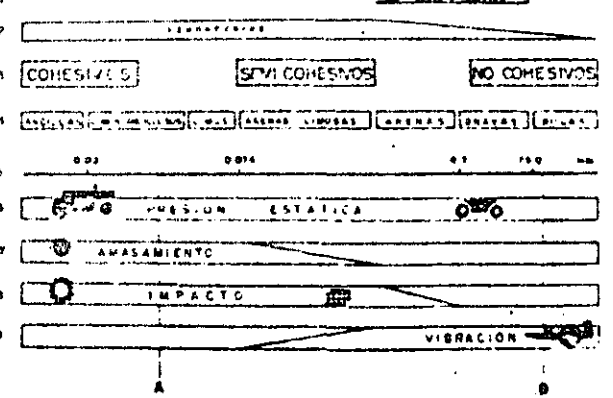
EN EL RENGLON 6, SE REPRESENTA LA COMPACTACION POR PRESION ESTATICA, LA QUE SE PUEDE APLICAR CON RODILLOS METALICOS Y NEUMATICOS A TODOS LOS SUELOS. LA UNICA LIMITACION DE ESTOS EQUIPOS ES EL BAJO RENDIMIENTO, EXCEPTO EN LOS COMPACTADORES DE NEUMATICOS GRANDES.

SELECCION DE EQUIPO

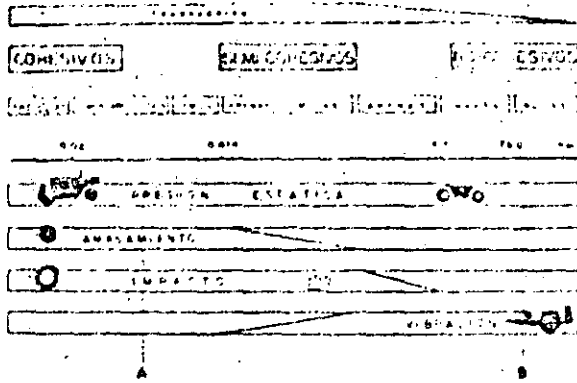


EN EL RENGLON 7, SE REPRESENTA LA COMPACTACION POR AMASAMIENTO UTILIZANDO RODILLO PATA DE CABRA VIBRATORIA EN SUELOS COHESIVOS Y SEMICOHESIVOS, COMO SON ARCILLAS, LIMOS Y ALGO EN ARENAS LIMOSAS. LA UNICA LIMITACION ES EL ALTO COSTO DE LA PATA DE CABRA ESTATICA.

SELECCION DE EQUIPO



EN EL RENGLON 8, SE REPRESENTA LA COMPACTACION POR IMPACTO LA CUAL SE REALIZA CON RODILLO DE IMPACTO Y RODILLO DE REJA EN TODOS LOS TIPOS DE SUELO. POR EL MAL ACABADO QUE DAN A LA CAPA SOLO SE APLICAN EN TERRACERIAS, NORMALMENTE ARCILLAS Y LIMOS A VECES ARENAS. LA UNICA LIMITACION ES QUE EL RODILLO DE REJA SE ATASCA CON LOS MATERIALES COHESIVOS Y HAY QUE PASAR FRECUENTEMENTE PARA LIMPIARLO, SIN EMBARGO ES UN MAGNIFICO DISGREGADOR EN TERRACERIAS.



EN EL RENGLON 9, SE REPRESENTA LA COMPACTACION POR VIBRACION, UTILIZANDO RODILLO LISO VIBRATORIO, PARA SUELOS NO COHESIVOS COMO SON LAS ARENAS Y GRAVAS, ALGUNAS VECES EN SUELOS SEMICOHESIVOS COMO ARENAS LIMOSAS.

SUELO

COMPACTADOR

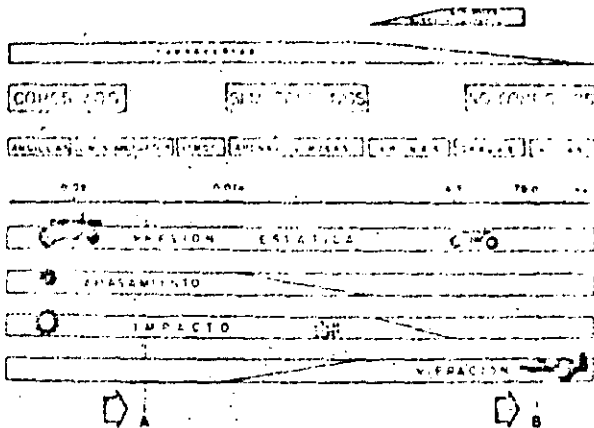
COHESIVO	<ul style="list-style-type: none"> • PATA DE CABRA VIBRATORIO • RODILLO DE IMPACTO
NO COHESIVO	<ul style="list-style-type: none"> • RODILLO LISO VIBRATORIO

EN RESUMEN PODREMOS CONSIDERAR LAS SIGUIENTES CONCLUSIONES:

PARA SUELOS COHESIVOS SE DEBE PREFERIR PATA DE CABRA VIBRATORIA O RODILLO DE IMPACTO.

PARA SUELOS NO COHESIVOS ES MAS USUAL EL RODILLO LISO VIBRATORIO

PARA TODOS LOS SUELOS; RODILLO NEUMATICO.

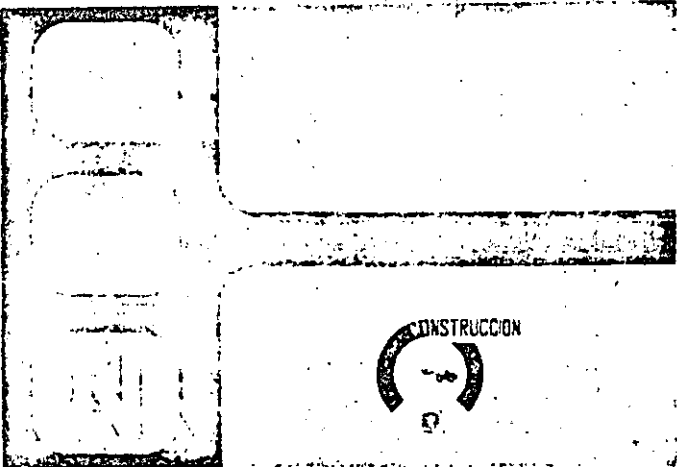
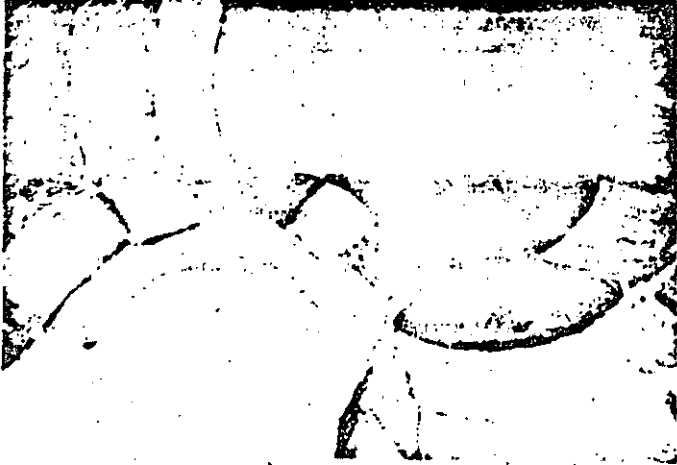


LAS MEJORES COMBINACIONES LAS PODEMOS OBSERVAR EN LAS LINEAS "A" Y "B".

POR EJEMPLO EN LA LINEA "A" PARA SUELOS COHESIVOS PODEMOS COMBINAR NEUMATICO GRANDE Y PATA DE CABRA O NEUMATICO Y RODILLO DE IMPACTO.

EN LA LINEA "B" PARA SUELOS NO COHESIVOS SE PUEDE COMBINAR NEUMATICO GRANDE Y RODILLO VIBRATORIO.

Y ES ASI, QUE CON ESTOS
PRINCIPIOS BASICOS DE
COMPACTACION, PODEMOS
SELECCIONAR EL COMPACTADOR
MAS ADECUADO EN NUESTRA
VIDA PROFESIONAL, EN LA
COMPACTACION DE CORTINAS
DE TIERRA, CAMINOS, AEROPISTAS
TERRAPLENES DE FERROCARRIL O
PAVIMENTOS, DEPENDIENDO
DEL TIPO DE SUELO . . .
. . . Y LA MARAVILLA DE NUESTRA
CIENCIA Y TECNOLOGIA,
QUE AL AVANZAR EN ELLA,
YA SEA EN NIVELES SENCILLOS
O COMPLEJOS,
EN LUGAR DE AGOTAR EL OBJETIVO
DE NUESTRO ESTUDIO,
ABRAMOS PUERTAS MAS LEJANAS
Y A UN CONOCIMIENTO MAS
ABUNDANTE . . .



F I N





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

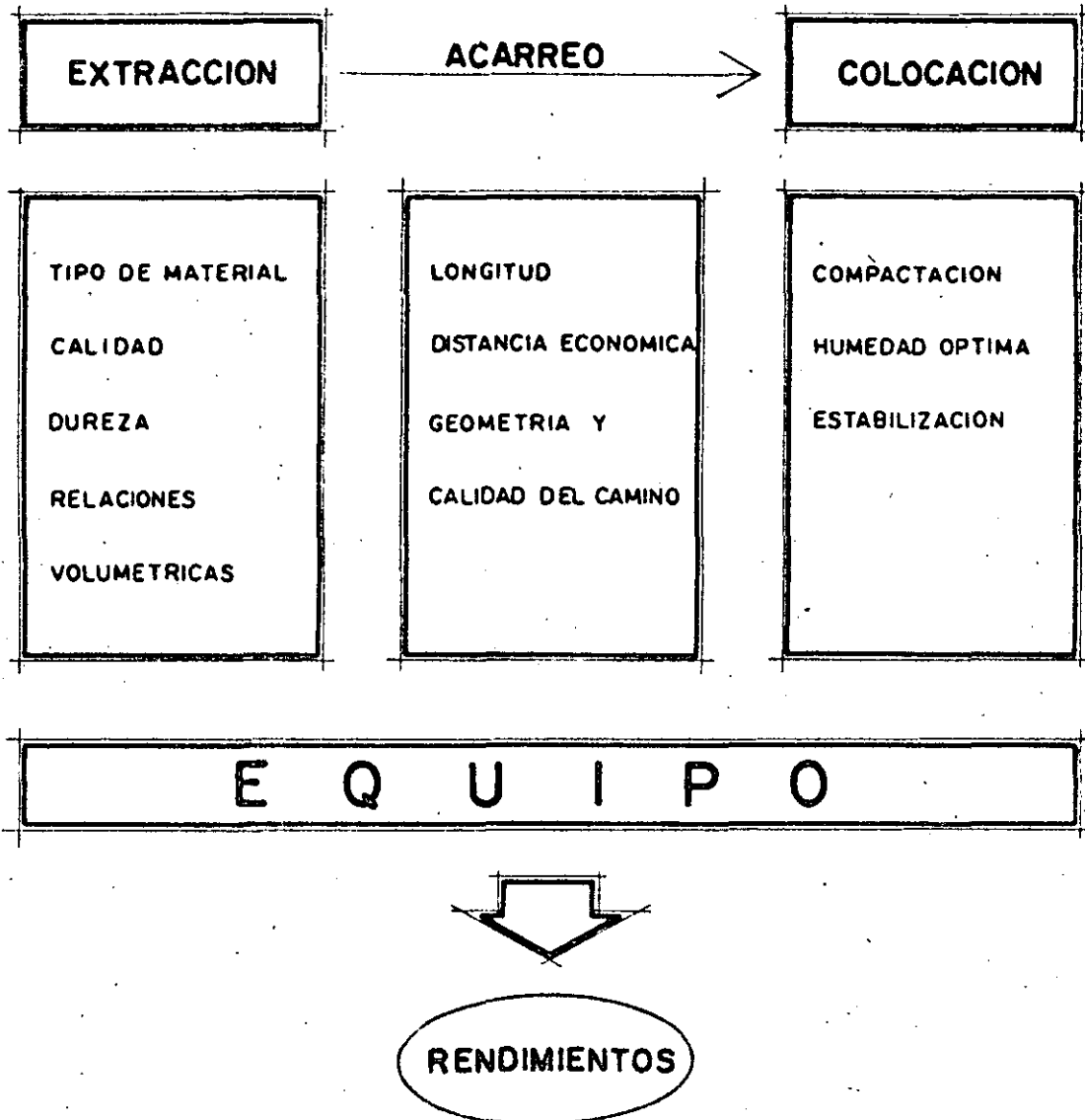
RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CUADRO ESQUEMATICO
REPRESENTATIVO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

ING. ERNESTO MENDOZA

OCTUBRE, 1985

CUADRO ESQUEMATICO REPRESENTATIVO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS



ALVARO JORGE ORTIZ FERNANDEZ

INGENIERO CIVIL, U. N. A. M.; CURSOS DIVERSOS DE ESPECIALIZACIÓN, U. N. A. M.; PROFESOR DE ASIGNATURA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA, U. N. A. M.; GERENTE GENERAL DE LABORATORIO DE CONTROL, S. A.; VICEPRESIDENTE EJECUTIVO DE GRUPO SACMAG, S. DE R. L. DE C. V. INGENIEROS Y ARQUITECTOS CONSULTORES; INGENIERO CONSULTOR PARA SACMAG INTERNATIONAL, LTD. EN EL CARIBE Y CENTROAMERICA, PRESIDENTE DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIOS DE LA CONSTRUCCIÓN, A. C. (1981-1982); MIEMBRO DEL AMERICAN CONCRETE INSTITUTE; CONFERENCISTA PARA CURSOS DEL CENTRO DE EDUCACIÓN CONTINUA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, DEL INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO Y PARA DIFERENTES DEPENDENCIAS EN MÉXICO, ESTADOS-UNIDOS, CARIBE Y CENTROAMÉRICA.

2.- CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES
COMPONENTES DEL CONCRETO



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO

ING. ALVARO ORTIZ FERNANDEZ

OCTUBRE, 1985

gaciones y estudios iniciales necesarios para definir los siguientes conceptos:

Fuentes de abastecimientos ;
 Tipos y características especiales dentro de la calidad que requiere la obra.
 Diseños de proporcionamientos.
 Especificaciones de obra.
 Costos .

Los técnicos encargados de efectuar estos trabajos preliminares normalmente se apoyan en las normas oficiales o reconocidas, las que señalan pautas y límites dentro de los cuales se puede asegurar un comportamiento correcto de los componentes y del producto final. Sin embargo en ocasiones se ven obligados a rebasar algunos de estos límites por las características especiales de la obra, o por las limitaciones de la región en cuanto a fuentes de abastecimiento. Estas circunstancias deben ser tomadas en cuenta en los estudios y cualquier solución propuesta debe garantizar el comportamiento correcto de la estructura, a pesar de aparentes deficiencias en los materiales. En estos casos, las especificaciones de obra deberán abarcar y limitar en forma realista las anomalías existentes, dentro de los rangos que el especialista juzgue conveniente.

Al iniciar la obra, el control de calidad se limita a detectar las variaciones de producción de los componentes y de su dosificación. Como ya mencionamos con anterioridad, del éxito de este control dependerá que se logre un concreto dentro de las especificaciones de calidad que se fijan para la obra.

2.2.2.- Características y control de los Componentes.

Con el fin de comprender los procesos y significado del control, es necesario conocer cuales son las características principales de los componentes y como afectan al comportamiento del producto final. A continuación hacemos un resumen de estas características y de las necesidades de controlarlas durante el proceso de la obra:

2.2.2.1.- Agregados Pétreos:

Podemos darnos cuenta de la gran importancia que tienen los agregados pétreos si consideramos que en una masa de concreto ocupan por lo menos el 75% de su volumen. Esto significa que sus características físicas, térmicas y, a veces, químicas tendrán mucha influencia en las características y comportamiento del concreto.

2.2.2.1.1.- Clasificación de los Agregados:

Los agregados pueden clasificarse de acuerdo a las siguientes características:

- Por su origen
- Por su peso
- Por su tamaño
- Por su forma y textura.

A continuación analizaremos cada una de estas propiedades:

Clasificación por su origen:

Las rocas se dividen en tres grupos principales que son los siguientes:

- Rocas ígneas
- Rocas sedimentarias
- Rocas metamórficas

El origen de los agregados y su composición mineralógica es importante, principalmente en los estudios preliminares, para definir la posibilidad de reacciones nocivas con los componentes alcalinos del cemento. Aún cuando esto no es muy común, no debe descartarse esta posibilidad, sobre todo si no se cuenta con estudios o experiencias previas que aseguren la ausencia de efectos de trimentos al concreto.

En el caso de que ya estén aceptados los agregados, el control puede reducirse a vigilancia de las fuentes de abastecimiento y pruebas aisladas para los materiales que presenten alguna duda.

Como el comportamiento de los materiales es muy variable, no existe la posibilidad de crear normas para aceptación o rechazo. Existen métodos de pruebas preliminares que indican la posibilidad de que existan reacciones deleterias en el concreto, pero la decisión final del empleo de un agregado debe basarse en investigaciones más completas que incluyan análisis de especímenes de concreto fabricado en condiciones reales.

Clasificación por peso.

Esta forma de clasificar a los agregados tiene mucha utilidad, principalmente para conocer o diseñar el peso de las estructuras de concreto. Así, los agregados quedan divididos en los siguientes tres grupos: ligeros, normales y pesados.

El control de esta característica es importante cuando el peso de la estructura influye en su diseño o su comportamiento.

Clasificación por tamaño.

En forma general los agregados se clasifican en grueso y fino, para lo cual ha quedado establecido como norma que el límite que divide estas dos fracciones, en cuanto a su tamaño de partículas, es el de la malla No. 4, es decir, que el agregado grueso está formado por las partículas retenidas en dicha malla, hasta el tamaño máximo de partícula que se haya escogido para el concreto. Los tamaños máximos más comunes son de 3/4" a 1 1/2", sin tocar el tema de concretos especiales o ciclópeos. A su vez, el agregado fino se compone del material que pasa la malla No. 4, hasta las partículas más finas que contenga.

La importancia de clasificar los agregados en

A continuación haremos un breve análisis de cada una de estas propiedades.

Composición granulométrica

La composición granulométrica es la distribución de tamaños de partículas, determinada en laboratorio por medio de una separación mecánica efectuada con mallas reglamentarias. Los valores que se obtienen mediante esta prueba, expresados como porcentajes retenidos, o que pasen las diversas mallas, se tabulan y se grafican para su interpretación.

La granulometría de los agregados juega un papel de máxima importancia en las características del concreto. Las variaciones en graduación de los agregados alteran a una serie muy compleja de factores, empezando por el área específica del material pétreo, que a su vez afecta a la trabajabilidad del concreto y a la demanda de agua y cemento. Como resultado también se afecta a la compactación de la masa de concreto y otras características tales como el acabado, la segregación y el sangrado.

Como puede deducirse de lo anterior, es importante hacer un diseño adecuado del concreto tomando en consideración todos los efectos que produce la granulometría de los agregados, pero es aún más importante controlarlos para evitar cambios significativos que, de permitirse, provocan trabajabilidad variable, la cual comunmente se corrige en la obra mediante ajustes del contenido de agua. Esto a su vez, provoca variación en la resistencia.

Las normas oficiales señalan límites de graduación óptima para los agregados grueso y fino. Aún cuando no siempre es posible ajustarse a ellos, constituyen un criterio definido de las tendencias que deben buscarse para obtener el mejor comportamiento de los agregados.

La verificación de la granulometría para los agregados se hace mediante una prueba bastante sencilla de clasificación de las partículas del material por una serie de mallas, de aberturas especificadas.

La gráfica correspondiente de los contenidos en cada malla se dibuja y se compara con las curvas de límites establecidos. La frecuencia de estas pruebas puede ajustarse de acuerdo a las posibilidades de variación de los agregados.

Por otro lado, el problema de control de los agregados para evitar variaciones importantes en su granulometría dependerá del tipo de fuente de abastecimiento de que se disponga. Cuando los materiales son producto de trituración se puede esperar una uniformidad relativamente buena y el control se reduce a evitar cambios exagerados de los frentes de explotación y alteraciones del equipo de trituración por desgaste. En cambio, cuando los materiales se adquieren en bancos de agregados naturales, de tipo de minas o depósitos del río, pueden encontrarse ambos casos, el de agregados uniformes o el de agregados heterogéneos. En este último caso puede requerirse algún proceso complicado de clasificación o lavado del material para lograr la uniformidad exigida por las especificaciones de la obra.

Peso Específico, Absorción y Peso Volumétrico

Estas características son importantes para los estudios iniciales del concreto, ya que todos estos valores intervienen en el diseño de los proporcionamientos para las resistencias especificadas de proyecto. Además el peso específico da una buena idea de la composición física de las partículas individuales, que a su vez proporciona datos para calificar al agregado como ligero o pesado y para tener un indicio inicial sobre resistencia potencial. El peso volumétrico también califica al agregado en características semejantes, pero en este caso se refiere al conjunto de partículas en vez de a las partículas individuales.

Por su parte, la absorción proporciona idea de la porosidad del material, que estará influenciado a su vez a características tales como su densidad aparente, textura, demanda de agua y resistencia estructural.

Como estas propiedades pueden cambiar para un mismo agregado durante su proceso de explotación, se hace necesario realizar un control adecuado, verificando sus valores periódicamente, para contar con datos oportunos para

aplicar los ajustes correspondientes a los proporcionamientos del concreto, durante su elaboración.

Substancias Deletéreas.

Es difícil encontrar agregados totalmente libres de impurezas, por lo cual las normas reconocidas fijan las tolerancias o límites permisibles para contenidos de las substancias más comunes que se encuentran en los agregados y que pueden perjudicar al concreto si exceden a dichos límites.

Estas substancias se resumen a continuación:

Para agregado fino

Impurezas orgánicas
Grumos de arcilla y partículas suaves
Material pasando la malla No. 200
Carbón y lignito (carbón fósil)

Para agregado grueso

Grumos de arcilla y partículas suaves
Partículas de sílice amorfo
Material pasando la malla No. 200
Carbón y lignito (carbón fósil)

Los valores permisibles a las anteriores substancias se presentan en tablas que incluyen las normas oficiales o reconocidas. Las pruebas para determinación de impurezas son necesarias tanto para los estudios preliminares como para el control durante la ejecución de los trabajos, ya que pueden existir variaciones importantes en los agregados empleados, aún siendo de un mismo banco de abastecimiento.

Sanidad

Esta es la capacidad del agregado para resis--

tir cambios excesivos en volumen, como consecuencia de los cambios en condiciones físicas, estos últimos causados por variaciones ambientales tales como: congelamiento y deshielo, cambios térmicos y estados de saturación y secado.

Existen pruebas de laboratorio que pretenden reproducir en forma aproximada estas condiciones y por consiguiente dan valores relativos que clasifican al agregado en cuanto a su resistencia contra estos agentes. Las pruebas, llamadas de sanidad, han quedado establecidas por normas oficiales y se les han asignado valores límites de aceptación.

Estos análisis son útiles principalmente para los estudios iniciales de agregados. Para fines de control se acostumbra repetirlos únicamente en caso de duda o de variación importante en las características de agregados utilizados.

Resistencia

Es clara la importancia que tiene la resistencia de los agregados puesto de que de ella dependerá la resistencia del concreto.

Se pueden considerar dos tipos principales de resistencia en las partículas que forman el agregado, que son: resistencia a la compresión y resistencia al impacto (tenacidad). Existen métodos para valuar ambas resistencias y, aunque principalmente se utilizan para los estudios iniciales de aceptación, también se emplean para control de calidad de los agregados, ya que es muy factible que se presenten variaciones de estas características, aún en un mismo banco de material.

Cuando se obtienen los agregados por un proceso de trituración de fragmentos grandes de roca, es posible obtener datos de resistencia estructural del material por medio del labrado de especímenes, cilíndricos o cúbicos, que se prueban directamente a la compresión.

Para el caso de materiales que se adquieren en forma granular, es necesario recurrir a otro tipo de prueba, como la de Desgaste de Los Angeles, u otra semejante, la cual consiste en someter una muestra de sus partículas a un efecto combinado de impacto y fricción, dentro de un cilindro de acero, cargado con esferas de acero. Para esta prueba, existen valores establecidos en las normas oficiales, que se señalan los límites de aceptación del agregado grueso.

2.2.2.2. Cemento

El cemento tipo Portland es un producto manufacturado que sigue procesos bien definidos y controlados para su fabricación. El producto final debe cumplir con normas bastante estrictas que fijan las tolerancias de variación en cuanto a sus características físicas y químicas. Por estos motivos sus variaciones son normalmente de menor magnitud y no es frecuente que lleguen a rebasar a los límites establecidos de calidad.

La práctica más común para definir y controlar la calidad del cemento en la obra se puede resumir a los siguientes pasos:

Se define la aceptación de la fuente de abastecimiento y del tipo de cemento que requiere la obra, mediante los estudios preliminares. Estos se podrán apoyar en análisis químicos y físicos del cemento, pero principalmente se basarán en resultados de mezcla de prueba fabricadas con todos los ingredientes que serán empleados en la obra.

Durante el proceso de la obra, se ejecuta el control normal de calidad del concreto, por medio de pruebas de resistencia. Estas pruebas, a la vez que sirven para confirmar que los procesos y dosificaciones sean correctos, indirectamente están comprobando la calidad del cemento.

En plan de revisión periódica y, sobre todo, cuando exista alguna duda de las características del cemento, es necesario verificar su calidad mediante las pruebas establecidas físicas y químicas.

Las características que deben determinarse con las pruebas de control del cemento son la que indicamos a continuación:

2.2.2.2.1.- Propiedades Químicas

Las normas establecidas marcan una lista de todos los componentes de cada tipo de cemento y los límites dentro de los cuales deben encontrarse sus contenidos. También señalan las normas los métodos de prueba para determinar estos contenidos.

2.2.2.2.2.- Propiedades Físicas

En igual forma se encuentran especificados los límites permisibles de valores obtenidos para pruebas que determinan las características físicas del cemento, para sus diversos tipos. Las pruebas que se han fijado para determinar calidad son las siguientes:

- Contenido de aire, en mortero
- Finura
- Expansión en autoclave
- Resistencia a la Compresión
- Tiempos de fraguado

2.2.2.2.2.- Agua

Tanto el agua que se emplea en el mezclado del concreto como la utilizada para efectos del curado, deben estar libres de substancias nocivas que pueden afectar la resistencia o cualquiera otra característica de la estructura o elemento construido. Por este motivo es indispensable que se conozcan de antemano las características del agua disponible para cada obra en proyecto. En regiones o sitios en donde exista amplia experiencia previa y ha quedado comprobada la calidad del agua se pueden pasar por alto los estudios preliminares, pero en lugares desconocidos, o en cualquier caso de duda, es indispensable realizar la investigación correspondiente de sus características.

Como medida inicial se deben efectuar análisis químicos que determinen sus contenidos de sales e impurezas. Estos resultados de deben comparar con especificaciones o recomendaciones existentes para dictaminar si existe algún peligro de afectación por los contenidos de sustancias. Si los resultados son positivos y existe el peligro, se deben iniciar investigaciones más completas, generalmente mediante fabricación de mezclas de prueba y elaboración de especímenes de laboratorio, para determinar los efectos reales que provoquen el agua en el concreto.

Cuando ya ha quedado definida la fuente de suministro del agua para una obra, se seguirá un proceso de control de calidad que dependerá de las probabilidades de variación en contenido de sustancias y a su proximidad a los límites aceptables que se hayan establecido. Así, un agua que provenga de una fuente estable y libre de contenidos perjudiciales de sales, podrá no requerir pruebas adicionales, aunque sí será conveniente establecer las inspecciones necesarias para evitar que pueda variar su suministro. Por otro lado, un agua de calidad cercana a la frontera de aceptación, deberá ser vigilada y analizada con mayor frecuencia.

Como un ejemplo de los límites de aceptación que se pueden recomendar para el control de variación de sales e impurezas en el agua de mezclado, en una obra, se presenta la siguiente tabla:

Sulfatos	250 p.p.m. Máx.
Cloruros	250 p.p.m. Máx.
Carbonatos	500 p.p.m. Máx.
Bicarbonatos	500 p.p.m. Máx.-
Materia orgánica	50 p.p.m. Máx.
Turbidez	1500 p.p.m. Máx.

2.2.2.2.2.-Aditivos:

En términos generales podemos clasificar a los aditivos dentro de los siguientes grupos principales:

Plastificantes o aditivos para mejorar la ma
nejabilidad.

Aditivos que modifican los tiempos de fragua
do y de endurecimiento.

Impermeabilizantes integrales.

Agentes que causan expansión del concreto.

Materiales pulverizados.

Otros.

Igual que para los componentes anteriores, la selección, diseño y comprobación de resultados para definir los aditivos que requiera la obra es una fase de los estudios preliminares.

Por tratarse de un producto manufacturado, la calidad y uniformidad de los aditivos debe ser garantizada por el fabricante mediante sus propias pruebas de rutina. Por consiguiente, el control en la obra generalmente se reduce a vigilar que la dosificación del producto sea la estipulada y que los efectos que imparte al concreto son los previstos. Si llega a presentarse alguna duda o anomalía en los resultados, puede surgir la necesidad de verificar la calidad del producto mediante análisis de laboratorio.

2.3.- CONCLUSIONES:

El objeto principal de esta exposición ha sido la de señalar las principales características que incluye cada uno de los componentes del concreto y en que forma influyen sobre las características del producto final. Al conocer estos conceptos se comprende la importancia de ejercer un control efectivo de los componentes, para poder evitar o reducir las variaciones perjudiciales que en ellos se presenten.

No es posible describir en esta plática todos los métodos de prueba que han sido diseñados para lograr estos controles, pero es necesario que se tenga conciencia de que existen, junto con especificaciones y recomendaciones bien definidas para normar los criterios de elaboración del concreto, que aseguran su calidad y comportamiento.

4.- CARACTERISTICAS DEL CONCRETO FRESCO

4.- CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO FRESCO

El concreto como sale de la mezcladora suele ser una masa coherente deformable, que al ser manipulada sufre diversas acciones que no solamente tienden a deformarla sino también a producirle segregación. Considerando que la conservación de la coherencia es una condición fundamental para la ejecución de un buen trabajo de concreto, un requisito básico consiste entonces en que no se produzca segregación desde que el concreto abandona la mezcladora hasta que se coloca en su sitio definitivo dentro de las cimbras.

Para lograr lo anterior, es necesario efectuar ensayos que puedan proporcionar bases para formar juicios de aceptación o rechazo, sin necesidad de esperar hasta obtener resultados de resistencia.

4.1.- Componentes del Concreto Fresco

La composición del concreto, conforme se produce, puede ser considerado bajo tres aspectos diferentes, cada uno de los cuales tiene su propia utilidad y campo de aplicación:

4.1.1.- Componentes primarios (cemento, arena, grava, agua y aditivos).

La consideración de los ingredientes primarios es conveniente en la etapa previa a la elaboración del concreto, a fin de seleccionarlos adecuadamente y verificar su calidad individual como se vió en el capítulo anterior. Es razonable suponer que la combinación de ingredientes idóneos, de buena calidad, proporcionados y mezclados adecuadamente, debe conducir a la obtención de una mezcla de la calidad prevista.

4.1.2.- Pasta de cemento y agregados.

Esta forma de considerar la composición del

concreto, en dos componentes, pasta de cemento (cemento, agua y aditivos) agregados minerales (grava y arena) resulta útil principalmente para fines del diseño de la mezcla.

4.1.3. Mortero y grava.

Este aspecto considera al concreto constituido básicamente por mortero (cemento, agua, aditivos y arena) y grava. Es útil para juzgar el comportamiento del concreto fresco, como una masa coherente en el curso de su elaboración, transporte y colocación. Mediante esta concepción se facilita realizar ajustes durante la producción en lo que se refiere a la relación entre grava y arena, según cambien las características granulométricas de los agregados, de acuerdo a los tipos de estructura y a las condiciones de ejecución del trabajo en general.

4.2.- Características importantes

Entre las principales características del concreto fresco podemos considerar las siguientes:

4.2.1.- Uniformidad

Considerando que el concreto es un material heterogéneo que se produce mezclando diversos componentes en cantidades establecidas, es necesario que esta mezcla sea uniforme de buena cohesión y no segregable. Para que esto ocurra se requiere conjugar dos condiciones indispensables:

Que la mezcla este correctamente diseñada y con la consistencia adecuada a las condiciones de ejecución de la obra.

Que se utilicen equipos y procedimientos de elaboración y colocación adecuados.

4.2.2.- Trabajabilidad

Podemos definir el término "trabajabilidad" de un

concreto como la facilidad que presenta para ser transportado, colocado y compactado. Es importante hacer notar que esta trabajabilidad es relativa: Un concreto trabajable para una presa puede no ser trabajable para una columna. Con base en esta definición se llega a la conclusión que no se conoce ningún procedimiento de ensaye que la mida directamente, sin embargo existen algunos que pueden proporcionar información útil dentro de intervalos razonables de variación.

4.2.3.- Segregación y sangrado

Se conoce como segregación a la separación de los elementos que forman una mezcla heterogénea de modo que su distribución deje de ser uniforme. En el concreto se presenta debido a la diferencia de tamaño de las partículas y a la densidad de los componentes.

El sangrado es una forma de segregación en la cual una parte del agua de la mezcla tiende a elevarse a la superficie del concreto recién colocado.

4.2.4.- Fraguado

Se entiende por fraguado al cambio de un fluido al estado rígido. En concreto se emplea para describir la rigidez de la mezcla. En forma arbitraria para el concreto, se emplean dos términos: Fraguado inicial y fraguado final. Se dice que el concreto alcanza el fraguado inicial cuando su resistencia a la penetración es de 500 psi (35 kg/cm²): el fraguado final se alcanza cuando la resistencia a la penetración es de 4000 psi (280 kg/cm²).

4.3.- Control del concreto fresco

El proceso de control de concreto fresco, puede dividirse en dos etapas, la primera consiste en aquellos trabajos o verificaciones que se realizan previo o durante la elaboración del concreto; la 2a. etapa la componen los ensayos o determinaciones que se realizan al concreto ya elaborado.

4.3.1.- Control de la elaboración del concreto.

Los trabajos de esta etapa consisten básicamente de los siguientes pasos:

4.3.1.1. Verificación del funcionamiento y precisión de los equipos de dosificación y mezclado.

La verificación de los equipos de dosificación, se realiza mediante calibraciones de las básculas. La Norma Oficial Mexicana D.G.N. - C - 155- 1976 presenta las siguientes tolerancias.

Cemento: Cuando la cantidad de cemento de una revoltura sea igual o exceda al 30% de la capacidad total de la báscula, la tolerancia máxima debe ser de $\pm 1\%$ del peso requerido. Para revolturas menores, donde la cantidad de cemento es menor del 30% de la capacidad total de la báscula, la tolerancia es de $+ 4\%$.

Agregados: Cuando los agregados se pesan individualmente, la tolerancia es de 2% . Cuando los agregados se pesan en forma acumulativa y su peso sea del 30% o más de la capacidad de la báscula, la tolerancia máxima debe ser de $\pm 1\%$; Si el peso es menor de 30%, la tolerancia máxima debe ser 0.3% de la capacidad de la báscula a $\pm 3\%$ del peso acumulado requerido aceptando el valor que sea menor.

Agua: Se puede medir por peso o volúmen con una tolerancia de $\pm 1\%$.

Aditivos: Los aditivos en polvo se pesan y los aditivos en pasta o líquido se pueden medir por peso o volúmen con una tolerancia de $\pm 3\%$. En este concepto se consideran las puzolanas o cenizas volátiles.

La verificación del funcionamiento del equipo de mezclado, se realiza mediante pruebas de " eficiencia de mezclado ". La Norma Oficial Mexicana C-155-1976, " concreto Premezclado", presenta los requisitos de uniformidad que debe cumplir el concreto, para la aceptación del equipo de mezclado.

Requisitos de uniformidad de mezclado del concreto:

Prueba	Diferencia máxima permisible entre resultados de pruebas con muestras obtenidas de dos porciones diferentes de las descargas (*)
Peso Volumétrico (Determinado según la Norma D.G.N.C-162 en vigor) en kg/m ³ .	15 kg/m ³
Contenido del aire en % del volumen del concreto (Determinado según Norma D.G.N. C-157 en vigor) para concretos con aire incluido.	1 %
Revenimiento:	
Si el revenimiento promedio es menor de 5 cm.	1.5 cm.
Si el revenimiento promedio es superior a 10 cm.	3.5 cm.
Si el revenimiento promedio está comprendido entre 5 y 10 cm.	2.5 cm.
Contenido del agregado grueso retenido en la Malla No. 4, expresado en % del peso de la muestra.	6%
Promedio de la resistencia a la comprensión a 7 días de edad de cada muestra. Expresado en % (**)	7.5 %

(*) Las dos muestras para efectuar las determinaciones de esta tabla deben obtenerse de dos porciones diferentes tomadas al principio y al final de la descarga.

(**) La aprobación tentativa de la mezcladora puede ser otorgada en tanto se obtengan los resultados de la prueba resistencia.

4.3.1.2.- Variaciones en las características de los agregados.

Debido a que los agregados pétreos empleados en la elaboración del concreto normalmente presenta variaciones en su granulometría y humedad, es necesario para uniformizar el concreto, efectuar ajustes en los proporcio namientos tomando en cuenta estas variaciones.

Estos ajustes consisten básicamente en compensar la cantidad de arena existente en la grava y la cantidad de grava existente en la arena, además de modificar el peso de los agregados y del agua en función de la humedad existente en los agregados..

4.3.2.- Pruebas al concreto elaborado

Una vez elaborado el concreto, es conveniente la determinación de algunas de sus características; se presentan a continuación las determinaciones que se consideran más importantes.

4.3.2.1.- Trabajabilidad

Como se menciona anteriormente, aún cuando no exista un procedimiento de ensaye que mida directamente la trabajabilidad existen algunos que proporcionan información útil, entre los más conocidos tenemos los siguientes:

4.3.2.1.1. Revenimiento

El ensaye que con mayor frecuencia se realiza en las obras, es la determinación rutinaria de la consistencia del concreto mediante la prueba de revenimiento, esto es debido principalmente a su facilidad y al hecho de que se

obtienen resultados inmediatos. Se puede considerar al valor del revenimiento como indicativo de la uniformidad en la relación agua-cemento, para una relación grava-arena determinada. La variación en el revenimiento es con frecuencia un medio para detectar variaciones en la relación agua-cemento, por lo que es posible utilizar esta prueba como un criterio para aceptación o rechazo del concreto fresco, desde el punto de vista de las variaciones que esto podría ocasionar en la resistencia, además de los efectos que puede ocasionar en los procesos de transporte, colocación compactación y acabado del concreto en la estructura.

La Dirección General de Normas, en la N.O.M. C-155-1976 "Concreto Premezclado" y ASTM-C-94, establecen las siguientes tolerancias en la medida del revenimiento:

Revenimiento Especificado	Tolerancia	
	D.G.N.	ASTM
Hasta 5 cm.	+ 1.5 cm.	+ 1.3 cm.
Más de 5 hasta 10 cm.	+ 2.5 cm.	+ 2.5 cm.
Más de 10 cm.	+ 3.5 cm.	+ 3.8 cm.

4.3.2.1.2.- Factor de compactación

Puede decirse que la prueba del factor de compactación es el método más confiable para medir la trabajabilidad del concreto. Consiste en determinar el grado de compactación alcanzado por una mezcla bajo una cantidad estándar de trabajo. Su empleo es poco frecuente debido al tamaño del equipo y solamente se usa en laboratorios de investigación o de algunas obras de gran tamaño. Para concretos con agregado hasta 19 mm, la altura del aparato es de aproximadamente 1.20 m; para concreto con agregados de 19 a 28 mm. (3/4" a 1 1/2") debe usarse un aparato mayor, el cual tiene aproximadamente 1.8 cm. de altura.

El factor de compactación es la relación que se obtiene entre el peso volumétrico obtenido en la prueba y el peso volumétrico del mismo concreto totalmente compactado.

Para concretos de consistencia seca se obtienen resultados más confiables que con la prueba de revenimiento.

4.3.2.1.3.- Esfera de Kelly

Esta es una prueba más sencilla y rápida de realizar que la del revenimiento, sin embargo en nuestro medio no se ha generalizado su uso. El método consiste en medir la penetración en el concreto de una esfera de 3" de radio y 30 lb, de peso. A fin de evitar efectos de frontera, la profundidad del concreto que se prueba no debe ser menor de 20 cm, y la menor dimensión lateral de 46 cm. No existe una correlación directa entre esta prueba y la de revenimiento ya que ninguna de las pruebas miden propiedades básicas del concreto.

4.3.2.1.4.- Prueba de remoldeo de Powers. En esta prueba se mide la trabajabilidad en función del esfuerzo realizado para cambiar la forma de una muestra de concreto; esto es, de la forma de un cono truncado (cono de revenimiento) a la de un cilindro. Se realiza mediante una mesa de fluidez y al esfuerzo realizado se expresa por el número de impactos o golpes que se requieren. Esta prueba se considera de laboratorio exclusivamente.

4.3.2.1.5.- Prueba Vebe

Al igual que la anterior es un procedimiento de remoldeo, para lo cual se ocupa una mesa vibratoria en lugar de la mesa de fluidez. Se cuantifica la trabajabilidad como el tiempo en que este remoldeo se realiza. Por ser un juicio visual, la dificultad de establecer el final de la prueba puede ser una fuente de error.

4.3.3.- Contenido de aire

Esta determinación se realiza básicamente en aquellos casos en los cuales se emplean aditivos inclusores de aire, principalmente en zonas con climas extremos en donde es necesario proteger al concreto de los efectos de hielo y deshielo.

4.3.4.- Tiempos de fraguado

Entre las pruebas que se realizan al concreto fresco, tal vez a la que menos atención se le presta, es la determinación de tiempos de fraguado, aún cuando es una prueba que debe considerarse como importante, principalmente en aquellos casos en los cuales se emplean aditivos. La prueba se realiza de acuerdo con el procedimiento ASTM-C-403, el cual consiste en medir la resistencia que a la penetración presenta al concreto.

4.3.5.- Peso Volumétrico

Este tipo de determinación se efectúa principalmente durante el control de producción de concreto con objeto de calcular los rendimientos. En algunas ocasiones, en estructuras especiales, se fijan límites máximos o mínimos, haciendo necesario en este caso para fines de control efectuar determinaciones.

4.3.6.- Análisis del concreto fresco.

En la actualidad, principalmente en obras de gran magnitud, se realiza la determinación de la composición del concreto para conocer básicamente la relación agua-cemento o simplemente el consumo de cemento. Pueden ser dos los objetivos que se buscan con la realización de estas pruebas; el primero de ellos es con fines de controlar la producción del concreto conociendo los consumos reales de cemento; el segundo objetivo es emplearlo como un procedimiento acelerado para predecir la resistencia del concreto mediante la determinación de la relación agua-cemento.

5.- PROPIEDADES Y PRUEBAS DE CONCRETO
ENDURECIDO

5.-

"CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO"
PROPIEDADES Y PRUEBAS AL CONCRETO ENDURECIDO

El concreto es un material pétreo artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, del cemento, agregados y agua. El cemento y el agua forman una pasta que rodea a los agregados formando un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto.

Debido al proceso continuo de hidratación del cemento, el concreto tiende a aumentar su resistencia y, en general, a mejorar sus características, con la edad. Este proceso de hidratación puede ser más o menos efectivo, según sean las condiciones de intercambio de agua con el ambiente después del colado. Por lo tanto, las propiedades del concreto endurecido, dependen de las condiciones de curado a través del tiempo, no obstante como veremos más adelante, existen otros factores que afectan éstas.

La resistencia del concreto endurecido, se considera como su propiedad más importante, sin embargo, en algunos casos especiales, otras, propiedades, tales como: impermeabilidad, durabilidad, conductividad térmica, etc., pueden resultar más valiosas. Además, muchas de las características deseables del concreto, aunque no todas, se relacionan cualitativamente con su resistencia a la compresión, ya que ésta ofrece un panorama general de la calidad del concreto, porque está relacionada directamente con la estructura de la pasta de cemento endurecido. Sin embargo, la razón principal consiste en la importancia intrínseca que tiene dicha resistencia en el comportamiento de las estructuras de concreto, bajo la gama total de sollicitaciones a que pueden quedar sujetas.

Las principales propiedades y características del concreto endurecido, son las siguientes:

- Resistencia a la Compresión Simple (Fig. 1)
- Resistencia a la Tensión (Fig. 2)
- Resistencia a la Flexión (Fig. 3)
- Resistencia al Esfuerzo Cortante
- Resistencia a la Compresión Triaxial (Fig. 4)
- Resistencia a la Torsión
- Resistencia al Impacto
- Resistencia a la Fatiga (Fig. 5)

- Resistencia al Intemperismo
- Resistencia a la Abrasión
- Resistencia al Fuego
- Adherencia (Fig. 6)
- Permeabilidad
- Durabilidad
- Conductividad Térmica y Acústica
- Flujo Plástico (Fig. 7)
- Absorción de Radiaciones
- Contracción por Hidratación del Cemento
- Contracción por Secado
- Expansión por Saturación
- Expansión por Reacción Química
- Expansión Térmica
- Módulo de Elasticidad a la Compresión
- Módulo de Elasticidad al Esfuerzo Cortante
- Coeficiente de Poisson
- Etc.

Por otra parte, los principales factores que gobiernan o afectan, directamente o indirectamente las propiedades y características del concreto endurecido, son las siguientes.

- Características del Cemento
- Características de los Agregados
- Características del Agua
- Características de los Aditivos
- Dosificación de materiales
- Cantidad de Cemento
- Cantidad de Agua de mezclado
- Relación Agua/Cemento (Fig. 8)
- Cantidad de Agregados
- Relación Grava/Arena
- Cantidad de Aire Incluido (Fig. 9)
- Cantidad de Aditivos
- Condiciones de los Materiales Antes del Mezclado
- Equipo y Personal empleado para la Fabricación
- Grado de Control de Calidad durante la Fabricación
- Condiciones y Tiempo de Mezclado
- Medio, Forma y Tiempo de Transportación y Colocación
- Medio, Forma, Tiempo y Grado de Compactación
- Tipo de moldes o cimbras y Tiempo de cimbrado
- Condiciones de Protección
- Procedimientos de curado y duración de los mismos (Fig.10)
- Temperatura (Fig. 11)
- Edad (Fig. 12)
- Tipo y Condiciones de las Solicitaciones
- Etc.

Las propiedades y características del concreto, puede o no ser afectadas directamente por los factores que influyen en la resistencia a la compresión; sin embargo, la mayoría de los factores que tienden a aumentar la resistencia a la compresión, tienden también, a mejorar las otras propiedades del concreto endurecido.

El objetivo principal del estudio del comportamiento del concreto es la obtención de las relaciones acción-respuesta del material bajo la gama total de sollicitaciones a que puede quedar sujeto, estas características acción-respuesta pueden conocerse mediante curvas esfuerzo-deformación, obtenidas a partir de especímenes ensayados bajo distintas condiciones. En este caso el esfuerzo es comunmente una medida de la acción ejercida en el espécimen, y la deformación, una medida de la respuesta.

Para conocer el comportamiento del concreto simple es necesario determinar las curvas esfuerzo-deformación correspondiente a los distintos tipos de acciones a que puede estar sujeto. En el caso más general sería necesario analizar todas las combinaciones de acciones a que puede estar sujeto un elemento. Por lo general, solo se han establecido las relaciones esfuerzo-deformación para las combinaciones más comunes; es decir, sobre el comportamiento del concreto sujeto a estados uniaxiales de compresión y tensión, a estados de flexión, a estados biaxiales de compresión y tensión, y a estados triaxiales de compresión.

En las figuras 1, 2, y 4, pueden observarse, las curvas esfuerzo-deformación, para especímenes ensayados a compresión simple, tensión uniaxial y compresión triaxial, respectivamente.

Como anteriormente se indicó, el concreto presenta diferentes propiedades y características, en función de su composición y proceso de fabricación, por lo tanto, es necesario tener un índice que relacione las propiedades del concreto con el comportamiento que puede esperarse de él. Dicho índice debe reflejar las propiedades básicas del material en cuestión, desde el punto de vista estructural. Sin embargo, no es suficiente en todos los casos tener un solo índice de resistencia para definir todas las propiedades de resistencia y características del concreto, ya que, las relaciones entre las resistencias de éste, bajo distintas sollicitaciones no son constantes para cualquier valor de la resistencia índice; por ejemplo, como se observa en la figura 12, la resistencia en tensión del concreto simple no sigue una relación lineal con la resistencia a la

compresión, para todo el rango de esta última. Sin embargo, el índice da idea de las cualidades que pueden esperarse del material.

Los índices de resistencia deben poder determinarse por procedimientos de ensaye sencillos y relativamente baratos, y que proporcionen resultados reproducibles. Este último requisito es fundamental. Además, conviene que los índices de resistencia estén estandarizados para que sean comparables. Es decir, las características de los ensayos y de los especímenes deben fijarse con la mayor precisión posible de tal modo que se reduzcan a un mínimo los efectos de las variables secundarias que afectan los resultados de ensayos. La estandarización de los índices permite especificar con precisión la calidad de los materiales que se van a emplear o que se van a requerir.

Los índices de resistencia no sirven sólo para caracterizar las propiedades de los materiales, sino también para controlar la calidad durante su fabricación. Si el concreto fuese perfectamente uniforme, bastaría un solo ensaye para definir el índice seleccionado, pero, éste tiene características variables, y es esencialmente heterogéneo; por estas razones, es necesario conocer el grado de uniformidad del material empleado.

Una vez establecido el grado de uniformidad de las propiedades del concreto es posible especificar racionalmente, através del índice de resistencia, la calidad de éste. Durante la construcción será necesario comprobar que la calidad y uniformidad de los materiales es la especificada. Este es un problema de control de calidad.

Para verificar que los índices de resistencia y los requisitos especificados para el concreto, se cumplen satisfactoriamente, es necesario llevar a cabo; muestreos representativos, ensayos y mediciones adecuados y confiables, y finalmente, análisis estadísticos de los resultados obtenidos. Para poder realizar estos trabajos de una manera estándar y reproducible, existen Normas y Especificaciones, aprobadas por una Autoridad competente y reconocida, como lo son: la D.G.N., A.S.T.M., B.C., etc, o sea, Autoridades: Mexicanas, Americanas y Británicas, respectivamente. En estas Normas, se describen ampliamente: las especificaciones, procedimientos, aparatos y equipos, métodos de prueba, forma de calculo e interpretación de los ensayos e informe de resultados, necesarios para realizar correctamente dichos trabajos.

Por ejemplo, las Normas Oficiales Mexicanas, D.G.N.-C-161, D.G.N.-C-160 y D.G.N.-C-83, describen los requisitos para realizar los trabajos de Muestreo de Concreto Fresco, Elaboración y Curado en Obra de Especímenes de Concreto para Ensayes de Compresión y Flexión, y Determinación de la Resistencia a la Compresión de Cilindros de Concreto, respectivamente. Así como se tienen estas Normas, se cuenta con todas las necesarias para realizar todos y cada uno de los trabajos de muestreo y ensaye de especímenes, de una forma estándar y reproducible, con el propósito de poder verificar el cumplimiento de las especificaciones y de los índices de resistencia del concreto, y al mismo tiempo, llevar a cabo un adecuado control de calidad.

La más común de todas las pruebas de concreto endurecido es la prueba de resistencia a la compresión simple, lo cual en parte obedece a que es una prueba fácil de ejecutar y en parte a que muchas de las características de seables del concreto, aunque no todas, se relacionan cualitativamente con su resistencia; a un más, através de los años, se a correlacionado la resistencia a la compresión simple, con la resistencia de elementos estructurales de diversos tipos, sujetos a distintas sollicitaciones.

Las pruebas de concreto endurecido pueden clasificarse en: Ensayes Destructivos y Ensayes No Destructivos. Las pruebas destructivas, se han venido usando desde hace muchos años, sin embargo, hasta la fecha, no existe una prueba de este tipo que sea mundialmente aceptada; de aquí, en diversos países se utilizan distintos métodos y técnicas. Por lo que respecta a pruebas no destructivas, ésta hacen posible probar repetidamente la misma muestra, y consecuentemente, estudiar la variación de las propiedades del concreto con el paso del tiempo.

A continuación se describen brevemente las pruebas de concreto endurecido que se usan comunmente en nuestro medio; Las Pruebas Destructivas más comunes son: Prueba a la Compresión Simple, Prueba de Flexión, Prueba Brasileña de Tensión; Las Pruebas No Destructivas más comunes son: Prueba del Martillo de Rebote (Esclerómetro), Prueba de Resistencia a la Penetración (Pistola Windsor), Prueba de Pulso Ultrasónico, Pruebas de la Compresión del concreto Endurecido, Prueba de corazones extraídos del Concreto Endurecido y Prueba de Extracción (Pull-Out) en Concreto Endurecido; los tres últimos tipos de pruebas son considerados, por algunos autores, como pruebas semidestructivas.

PRUEBA A LA COMPRESION SIMPLE

No existe una convención aceptada universalmente sobre que tipo de espécimen es el mejor para realizar ensayos en compresión. Comúnmente se usan especímenes de tres tipos: cilindros, cubos y prismas.

En nuestro medio, y en numerosos países del mundo, se usan cilindros con una relación de esbeltez igual a dos. En estructuras de concreto reforzado el espécimen usual es el cilindro de 15 x 30 cm. En estructuras construidas con concreto en masa, donde se usan agregados de gran tamaño (10 a 15 cm), se usan cilindros de 30 x 60 cm, y en ocasiones moldes hasta de 60 x 120 cm, para establecer índices de resistencia. Siguiendo la notación norteamericana, se acostumbra designar con $f'c$ la resistencia a la compresión de un cilindro estándar a los 28 días, o a la edad en que el concreto vaya a recibir su carga de servicio.

En muchos países de Europa se usan cubos para obtener un índice de resistencia del concreto a la compresión. Las dimensiones de los cubos varían entre 10 y 30 cm, de lado, según los países. Algunas veces se utilizan también prismas de concreto simple, ensayados con la dirección de la carga paralela al eje longitudinal del prisma.

Tanto cilindros como cubos y prismas tienen ventajas y desventajas, pero la tendencia actual parece inclinarse hacia el uso del cilindro. Para lograr una prueba aceptable a la compresión es necesario que las cabezas de la máquina de ensaye estén totalmente en contacto con las superficies del espécimen en ambos extremos, de manera que la presión ejercida sea la más uniforme posible. Esto se logra fácilmente si el espécimen es un cubo o un prisma, y se ha fabricado en un molde de acero con las caras pulidas y a escuadra. Las caras del espécimen que están en contacto con las del molde son suficientemente planas para lograr una distribución satisfactoria de compresiones, sin necesidad de ningún artificio adicional. Otra ventaja del uso de cubos y prismas es su facilidad de almacenamiento, problema que llega a ser importante en casos en que el número de especímenes es muy grande.

Por otra parte, los cilindros se fabrican generalmente en moldes de acero apoyados en una placa en su cara inferior y libres en su parte superior, donde es necesario dar un acabado manualmente.

Este queda en general demasiado rugoso para que pueda apoyarse directamente la cabeza de máquina de ensaye. Salvo en casos en que se ha tenido mucho cuidado y se ha trabajado el extremo del concreto fresco con una placa de acero, como es en el caso en que se use el Molde Cilindrico de Thavlow, que se muestra en la Figura 14, o bien se ha pulido la superficie rugosa, es necesario dar una preparación a los extremos del cilindro para poder asegurar que la presión que de uniformemente distribuida y que la dirección de carga sea paralela al eje del cilindro. Esta operación, llamada cabeceado, y que consiste en aplicar un cierto material, generalmente azufre o pasta de cemento, a los extremos del cilindro para producir una superficie lisa de apoyo, prolonga el tiempo necesario para la preparación del ensaye, e introduce una variable adicional en los resultados: el material y la forma del cabeceado. En la figura 15, se muestra la influencia del tipo de material de cabeceo sobre la resistencia.

Debido a la simetría del espécimen con respecto a cualquier plano diametral, si el contacto entre la máquina y el cilindro es adecuado, la distribución de compresiones en la sección transversal de un cilindro es más uniforme que en la sección transversal de un cubo o de un prisma. Además estos últimos se ensayan con la dirección de la carga perpendicular a la dirección del colado, lo que algunos autores consideran que es poco representativo del trabajo del concreto en columnas en una estructura real.

Las platinas de la máquina de prueba, deben cumplir con ciertas especificaciones, como puede observarse en la figura 16, con el propósito de aplicar un esfuerzo de compresión uniforme. Cabe hacer notar que, la máquina de prueba, también deberá cumplir determinadas especificaciones en cuanto a su estructura, y forma y velocidad de aplicación de carga.

Otra ventaja importante de los cilindros sobre los cubos, es la disminución del efecto de confinamiento y de la restricción al desplazamiento lateral por fricción de los extremos contra la máquina. Por su mayor relación de esbeltez estos efectos son mucho menores que en los cubos, ya que las secciones medias del cilindro están menos afectadas por las condiciones en los extremos.

Una vez seleccionado el tipo de espécimen es necesario fijar con gran detalle las condiciones de muestreo, fabricación, curado y ensaye. Entre estas últimas tiene particular importancia la velocidad de carga, como puede observarse en la figura 17.

En nuestro medio, las normas usuales están basadas, entre otras, en las ASTM C-31, C-39, C-172 y C-192.

En la Tabla de la figura 17, se presentan factores de corrección para obtener la resistencia de un cilindro de 15 x 30 cm a partir de la obtenida con un espécimen de otra forma o dimensiones, para concretos fabricados con cemento normal y ensayados a los 28 días.

Aún cuando se sigan cuidadosamente las especificaciones y el proceso sea realizado por operadores experimentados, los resultados que se obtengan no serán uniformes. Siempre existirá dispersión en los datos, como en cualquier proceso de medición. Estas dispersiones pueden ser inherentes al tipo de ensaye, debidas a errores accidentales o a la no uniformidad del material ensayado.

A continuación veremos algunos factores, que afectan directamente a los resultados obtenidos en especímenes de ensaye. Algunos de estos factores no solamente afectan a los resultados de pruebas a la compresión, sino también, a los resultados obtenidos en otro tipo de ensayes, como son los de tensión y flexión, aún más, aunque en menor número, a los resultados obtenidos en pruebas no destructivas.

5.1.1. Efecto de las condiciones de curado:

Las condiciones del curado influyen en forma importante en la resistencia aparente a la compresión de un espécimen de control, como puede observarse en la figura 10. El proceso de curado está especificado en las normas. Sin embargo, según sea el propósito del índice de resistencia, se pueden aplicar condiciones distintas de curado. En general, son válidos dos criterios. En el primero, empleado para comparar distintos concretos a lo largo del tiempo, se especifica un curado de laboratorio en un cuarto húmedo por un número determinado de días en que la temperatura y la humedad se mantienen dentro de ciertos límites. Pero si se quiere tener idea de la resistencia a la compresión del concreto tal y como está expuesto en la estructura, se someten los especímenes al mismo tiempo de curado y ambiente al que está expuesta la estructura.

5.1.2. Efecto de la esbeltez:

El efecto de la relación de esbeltez sobre la resistencia a la compresión de un prisma se muestra cualitativamente en la figura 18-a, en la que arbitrariamente se ha tomado como 100 por ciento la resistencia de un espécimen con

relación de esbeltez igual a 2. Como medida de la esbeltez se toma la relación de la longitud en la dirección de la carga al lado menor de un prisma, o al diámetro de un cilindro.

Para esbelteces mayores que 2, la resistencia baja, hasta llegar al 85 por ciento, aproximadamente, para esbelteces de 6 o más. Por el contrario, para espécimenes de esbelteces menores que 2, la resistencia aumenta indefinidamente, y en teoría sería infinita para un espécimen de altura nula.

En las Normas A.S.T.M. y B.S., se proponen los factores de corrección por esbeltez, que se muestran en la figura 18-b, pero, se ha encontrado que la corrección depende también, del nivel de resistencia del concreto, como puede observarse en la figura 18-c. Por lo que, en lo futuro deberá considerarse el nivel de resistencia en la corrección por esbeltez.

5.1.3 Efecto de la velocidad de carga:

La figura 19-a, muestra resultados de ensayos de cilindros realizados a distintas velocidades de carga. En este tipo de ensayos se aplico la carga a una velocidad constante y se midió el tiempo necesario para alcanzar la resistencia; pudiéndose observar que, el valor de la carga máxima de compresión, aumenta conforme aumenta la velocidad de carga. En esta misma figura, se muestra que las pendientes de las tangentes iniciales a las curvas crecen al aumentar la velocidad. No fue posible determinar en todos los casos la rama descendente. Al igual que otros tipos de ensaye, las deformaciones correspondientes a las cargas máximas son del orden de 2 milésimas.

En la figura 19-b, se muestra la influencia de la velocidad de carga en los resultados obtenidos en pruebas de flexión, y se observa que, el valor del módulo de ruptura, aumenta conforme aumenta la velocidad de carga.

5.1.4. Efecto de la velocidad de deformación:

La figura 20, muestra curvas obtenidas ensayando cilindros a distintas velocidades de deformación, desde una milésima de deformación unitaria por minuto hasta una milésima por 100 días. Como puede apreciarse, esta variable tiene un efecto notable sobre las características de la curva esfuerzo-deformación, especialmente después de la carga máxima. Si la velocidad de deformación es muy grande, la rama

descendente es brusca, en tanto que si la deformación se aplica lentamente, la rama descendente es bastante suave. La deformación unitaria correspondiente a la carga máxima sigue siendo del orden de 2 milésimas. Puede observarse que la resistencia disminuye muy poco con incrementos importantes en la duración del ensaye.

5.1.5. Efecto de las condiciones de humedad y temperatura durante la prueba:

La resistencia de las muestras en prueba de compresión se eleva con el secado. Esto resulta de interés, porque las muestras tanto de compresión como de tensión, desarrollan grietas de tensión bajo la acción de la carga, de modo que puede esperarse que la influencia del secado sea pa recida en uno y en otro caso. Por el contrario si las muestras secas se humedecen antes de la prueba, se reduce su resistencia.

La influencia cuantitativa del secado es variable: en concretos de 350 Kg/cm², se han registrado incrementos en resistencia a la compresión hasta del 10 por ciento con un secado completo, pero si el período de secado es menor de 6 horas, el aumento no suele exceder del 5 por ciento. El secado de cilindros utilizados en la prueba brasileña produce una variación proporcionalmente mayor en la resistencia.

La temperatura de la muestra en el momento de la prueba (la cual debe diferenciarse de la temperatura en el momento del curado), afecta la resistencia, y las temperaturas altas conducen a una resistencia registrada menor, tanto en el caso de las muestras de compresión como de flexión, como puede observarse en la figura 21.

Por lo anterior, cabe hacer hincapié en que, los especímenes de prueba, deberán ser procesados y ensayados, de acuerdo a las Normas correspondientes, con el propósito de obtener resultados reproducibles y confiables.

5.1.6. Efecto del tamaño del espécimen sobre la resistencia.

Como el concreto está compuesto por elementos de resistencias variables resulta sensato suponer que cuando mayor sea el volumen del concreto sometido a esfuerzo, aumentará la probabilidad de que contenga un elemento de una resistencia extrema dada (en los niveles inferiores). En consecuencia, la resistencia medida en un espécimen, disminuye en relación al aumento de su tamaño.

En la figura 22-a, se ve que tanto la resistencia media como la dispersión disminuyen al aumentar el tamaño del espécimen.

En prismas y cilindros se ha observado un comportamiento, como el mostrado en la figura 22-b. Resulta interesante anotar que el efecto del tamaño desaparece al sobrepasarse un determinado tamaño, de modo que todo incremento ulterior en el tamaño de un elemento no causa ya reducción alguna en su resistencia. De acuerdo con el Bureau Of Reclamation, a partir de un diámetro determinado, en este caso 45 cm, la resistencia obtenida en cilindros de mayor diámetro que este es la misma.

Estos datos experimentales tienen interés, pues podemos especular que si se extrapola en el efecto del tamaño a estructuras muy grandes, habría que prever una resistencia peligrosamente baja. Es evidente que tal temor es infundado.

5.1.7 Efecto del tamaño del molde y tamaño del agregado:

Resulta claro que una muestra de prueba debe ser apreciablemente mayor que el máximo tamaño de las partículas de agregado en el concreto. Diversas autoridades recomiendan distintos valores para la relación de la dimensión mínima de la muestra al tamaño máximo del agregado. En general, se acepta como satisfactorio un valor entre 3 y 4.

La limitación del tamaño procede del "Efecto de Pared", la pared del molde, influye sobre el empaque del concreto, porque la cantidad de mortero necesaria para llenar el espacio entre las partículas del agregado grueso y la pared es mayor que la necesaria en el interior de la masa y, por consiguiente, se excede el mortero que corresponde a una mezcla bien proporcionada como se muestra en la figura 22-c.

El efecto de pared es más pronunciado a medida que crece la superficie/volumen de la muestra y es por consiguiente, menor en las muestras de pruebas de flexión que en los cubos o los cilindros.

5.1.8 Efecto de la edad:

Debido al proceso continuo de hidratación del cemento, el concreto aumenta su resistencia con la edad. En la figura 23-a, se muestran las curvas esfuerzo-deformación de cilindros de 15 x 30 cm, fabricados de un mismo concreto, en sayados a distintas edades, todos los cilindros fueron curados en las mismas condiciones hasta el día del ensayo.

En la figura 23-b, se muestra el efecto de la edad sobre la resistencia a la compresión de muestras de diferentes formas y tamaños, pudiéndose observar la efectividad del curado en éstos, ya que todos los especímenes representaron aumentos de resistencia a igual velocidad.

Aquí notamos claramente, la necesidad de especificar a que edad deben ser ensayados los especímenes, ya que un resultado de resistencia, sin anotar la edad del espécimen, carece de valor.

5.2.- PRUEBA DE FLEXION

Resulta difícil hacer una aplicación directa de una fuerza de tensión pura, sin excentricidad, y la situación se ve complicada por los esfuerzos secundarios inducidos por las prensas. Por consiguiente, no existe ninguna prueba estándar donde se utilice tensión directa, como la mostrada en la figura 2.

Debido a estas dificultades, resulta preferible medir la resistencia a la tensión del concreto sometiendo a la flexión una viga de concreto simple. De hecho, ésta constituye la única prueba estándar de tensión. El esfuerzo de tensión máxima que se alcanza teóricamente en la fibra del fondo de la viga de prueba se llama "Módulo de ruptura".

El índice de resistencia a la flexión de concreto simple se obtiene del ensaye de vigas de sección cuadrada, simplemente apoyadas y sujetas a una o dos cargas concentradas, como puede observarse en la figura 3. Como en el caso de Pruebas de resistencia a la compresión, existen Normas en las cuales se especifica también el modo de muestreo, el curado y las condiciones del ensaye, en nuestro medio, las normas usuales están basadas, en otras, en las A.S.T.M.-C-31, C-293 y C-78.

La resistencia en la flexión es mayor en especímenes sujetos a una carga concentrada que en aquellos sujetos a dos cargas simétricas porque en el segundo caso la zona de esfuerzos máximos se presentan en una porción mayor del espécimen, lo que aumenta las posibilidades de que una región de menor resistencia que la promedio se encuentre en dicha zona; como puede observarse en la figura 24-a, donde se presentan los resultados de módulos de ruptura de vigas de diferentes tamaños, sometidas a cargas concentradas en el centro y a los tercios del claro.

Normalmente, las vigas se prueban sobre su costado, en relación con la posición de su elaboración. Siempre y cuando no haya segregación en el concreto, la posición de la viga en la prueba, relacionada con la posición de su elaboración no afecta el módulo de ruptura.

La resistencia a la flexión se usa como índice de la resistencia de pavimentos de concreto simple. No obstante, el prisma de concreto simple se usa también para medir la resistencia del concreto en tensión originada por flexión. En este caso los valores que se obtienen son mayores que los obtenidos de ensayos en tensión uniaxial, como puede observarse en la figura 24-b.

5.3.- PRUEBA BRASILEÑA DE TENSION

Se mencionaron anteriormente, las dificultades que existen para realizar un ensaye en tensión uniaxial. El inconveniente principal es que el tipo de ensaye es difícil de realizar y los resultados son pocos reproducibles. Por lo tanto este ensaye no satisface las características básicas para obtener índices de resistencia.

Un método indirecto de aplicar la tensión, en forma de separación longitudinal, es la prueba brasileña, llamada así por deberse a Fernando Carneiro, de Brasil, aun cuando independientemente, también se desarrollo en Japón. En esta prueba, un cilindro de concreto de los que se utilizan para las pruebas de compresión se coloca con su eje en posición horizontal entre las platinas de una máquina de prueba, y se aumenta la carga hasta observar una falla de separación por compresión a lo largo del diámetro vertical.

En esencia consiste en someter un cilindro a compresión lineal diametral, como se muestra en la figura 25-a, la carga se aplica a través de un material relativamente suave, como triplay o corcho. Si el material fuera perfectamente elástico, se originarían esfuerzos de tensión uniformemente distribuidos en la mayor parte del plano diametral de carga, como se muestra en la figura 25-b. La resistencia en tensión se calcula con la expresión,

$$f_t = \frac{2P}{DL}$$

Dónde

P = carga máxima

D = diámetro del espécimen

L = longitud del espécimen

Como en los casos anteriores, el muestreo, curado y ensayado de los especímenes, deberá realizarse de acuerdo con las Normas establecidas, que para esta prueba están basadas, entre otras, en la ASTM-C-496.

Cuando se realiza la prueba brasileña, las platinas de la máquina de prueba no deben girar en un plano perpendicular al eje del cilindro, aunque conviene permitir un ligero movimiento en el plano vertical que contiene el eje, a fin de dar lugar a la posible falta de paralelismo de las generatrices del cilindro. Esto puede lograrse mediante un dispositivo simple de rodillo colocado entre una platina y el cilindro. La rapidez de carga se prescribe en la Norma ASTM-C-496. En la figura 13-a, se presentan los resultados de prueba brasileñas, para diversos niveles de resistencia a la compresión. Cabe hacer notar que la relación obtenida no es lineal.

La prueba brasileña es fácil de efectuar y produce resultados más uniformes que otras pruebas de tensión, como puede observarse en la tabla de Fig. 13-b. La resistencia determinada en la prueba brasileña es, según se cree, más apegada a la verdadera resistencia a la tensión del concreto que en el módulo de ruptura; la resistencia a la tensión longitudinal es del 5 al 12% más alta que la resistencia a la tensión directa. Otra de las ventajas de la prueba brasileña consiste en que se puede usar el mismo tipo de muestra para las pruebas de compresión y de tensión.

5.4 PRUEBA DE CORAZONES

Cuando por algún motivo existen dudas sobre la resistencia de un elemento de concreto, se procede a extraer un corazón por medio de una herramienta cortante giratoria con diamante en sus bordes, estos especímenes pueden ser cilíndricos o prismáticos, dependiendo si se requieren para determinar la resistencia a la compresión o a la flexión, respectivamente. En la Fig. 26, se presenta un equipo de extracción de corazones y los especímenes obtenidos.

Como en los casos anteriores, existe una Norma que especifica el modo de obtención, preparación y ensaye de especímenes de concreto endurecido, para ensaye de resistencia a la compresión y flexión:

siendo en este caso la Norma ASTM-C-42.

La resistencia de los corazones es, en general, inferior a la de los cilindros estándar, porque el curado en la obra es siempre de menor calidad que el curado bajo condiciones estándar de humedad. Además, la relación de la resistencia de corazones a la resistencia de cilindros estándar (de la misma edad) no es constante, sino que decrece al aumentar el nivel de resistencia del cilindro.

Un factor adicional en la resistencia de los corazones es la ubicación del concreto que se corta de la estructura. Los corazones suelen tener menor resistencia cerca de la superficie superior de la estructura, bien sea una columna, un muro o incluso una losa. Al aumentar la profundidad bajo la superficie superior, la resistencia de los corazones aumenta, pero a profundidades mayores de unos 300 mm, ya no se observan incrementos.

En la figura 27, se presenta una relación entre la resistencia, obtenida en prueba de corazones y la resistencia a la compresión de cilindros moldeados.

5.5 PRUEBA DEL MARTILLO DE REBOTE

Se han realizado diversos intentos para elaborar pruebas no destructivas, pero pocas han tenido éxito. Uno de los métodos que se ha encontrado aceptación práctica, dentro de alcances limitados, es el del martillo de rebote, una prueba elaborada por Ernst Schmidt. Esta prueba se llama también prueba de martillo de impacto o del esclerómetro; en la figura 28-a, se muestra un esquema de éste.

Esta prueba se basa en el principio de que el rebote de una masa elástica depende de la dureza de la superficie en contra de la cual la masa incide. En la prueba del martillo de rebote, una masa cargada por medio de un resorte recibe una determinada cantidad de energía al extender el resorte a una posición constante; esto se lleva a cabo al presionar el émbolo contra la superficie del concreto por probar. Al ser liberada la masa, rebota el émbolo, que sigue en contacto con la superficie de concreto, y la distancia recorrida por la masa, que se expresa como porcentaje de la extensión inicial del resorte, se llama número de rebote; este número queda señalado por un indicador móvil sobre una escala graduada.

El número de rebote es una medida arbitraria, pues depende de la energía acumulada en el resorte y del tamaño de la masa.

El martillo debe usarse en superficies lisas, y no en ásperas, en este último caso la superficie deberá pulirse, la masa de concreto no deberá ceder o moverse durante la prueba, al impacto del martillo .

Esta prueba es sensible a variaciones locales en el concreto, como la presencia, en la superficie, de agregados puros o bien huecos. Por esta razón, es recomendable tomar un mínimo de 10 lecturas distribuidas en el área que va a probarse.

El émbolo debe estar siempre normal a la superficie del concreto por evaluar, aunque, la posición del martillo con respecto a la vertical afecta el número de rebote; se cuenta con tablas y gráficas para considerar el número de rebote en función del ángulo de inclinación. En la Norma B.S. 4408: Part 4, se describen los métodos de calibración y guía para usar el esclerómetro.

Esta prueba determina, en realidad, la dureza de la superficie de concreto y, aun cuando no existe una relación simple entre la dureza y la resistencia del concreto, se puede determinar relaciones empíricas para concretos similares, como la mostrada en la figura 28-b y 28-c, donde podemos observar, que el número de rebote se ve afectado por factores tales como: grado de saturación de la superficie, carbonatación superficial, tipo de agregado y terminado de la superficie, entre otros.

Así que, esta prueba tiene carácter tan solo comparativo, y no se justifican las afirmaciones de algunos fabricantes de que el número de rebote puede convertirse directamente a un valor de resistencia a la compresión. De cualquier manera, la prueba es útil como medida de la uniformidad del concreto y tiene gran valor para verificar la calidad del material sobre toda una estructura, en especial cuando se cuenta con una correlación entre el número de rebote y la resistencia a la compresión, determinadas en pruebas destructivas del mismo tipo de concreto. Una utilidad más es, durante la construcción de una estructura de concreto, probar con el martillo para determinar si el número de rebote alcanza un valor que se conoce como correspondiente a la resistencia deseada.

5.6 PRUEBA DE RESISTENCIA A LA PENETRACION

Mediante la prueba con Pistola Windsor o de resistencia a la penetración, es posible calcular la resistencia del concreto a partir de la profundidad de penetración de un proyectil metálico impulsado por una carga estándar de pólvora. El principio básico es que, la penetración es inversamente proporcional a la resistencia a la compresión del concreto, pero, en la escala de Mohs debe determinarse la dureza del agregado y esto no presenta dificultad. Hay cuadros publicados de la resistencia versus la penetración (o longitud del sondeo expuesto) para agregados con dureza entre 3 y 7 en la escala, pero en la práctica la resistencia a la penetración debe relacionarse con la resistencia a la compresión de muestras de prueba estándar o corazones del concreto utilizado. En la figura 29 aparece una relación característica. Debe tenerse presente que la prueba mide básicamente la dureza, y no puede producir valores absolutos de resistencia, pero resulta de gran utilidad para determinar la resistencia relativa, es decir, para comparaciones.

La prueba de resistencia a la penetración es por lo menos en parte, superior a la prueba del martillo de rebote, porque la medida no se limita a la superficie del concreto, sino en su profundidad: el proyectil. Fractura el agregado y comprime el material en el cual se introduce. Los sondeos se hacen en grupos de tres en estrecha vecindad, y la penetración promedio se utiliza para estimar la resistencia.

5.7 PRUEBA DE PULSO ULTRASONICO

Aunque no existe una relación directa entre la velocidad de onda longitudinal en el concreto y la resistencia de éste, las dos cantidades si tienen una relación directa con el peso específico del concreto. Por lo tanto, una disminución en el peso específico ocasionada por un aumento en la relación agua/cemento reduce tanto la resistencia a la compresión del concreto como la velocidad de un pulso transmitido a través de él.

La velocidad de onda no se determina directamente, sino se calcula a partir del tiempo que tarda un pulso en recorrer una distancia medida. Este pulso ultrasónico, se mide mediante un aparato de pulso ultrasónico, como el representado esquemáticamente en la figura 30, y

cuya técnica se describe en la Norma B.S. 4408: Part 5. El transductor está en contacto con el concreto, de modo que las vibraciones viajan através de él y son recogidas por otro transductor en contacto con la cara opuesta de la muestra probada. Normalmente, se pueden probar concretos de 0.1 a 2.5 m de espesor, sin embargo, se han efectuado pruebas de concretos con espesores hasta de 15 m.

Cuando no es posible tener acceso a los dos lados opuestos de un miembro de concreto, se puede medir la velocidad del pulso a lo largo de una trayectoria paralela a la superficie del concreto. Entonces, los transductores se colocan sobre la misma cara del miembro, situados a una distancia conocida uno de otro. Sin embargo, la energía recibida es, en este caso, considerablemente menor y decrece, en forma correspondiente, la precisión de la lectura, de aquí que, los resultados no se refieren a las propiedades del concreto profundo, sino únicamente a las del superficial.

La técnica de velocidad de un pulso ultrasónico se usa como medio de control de calidad en productos que supuestamente están elaborados de concretos semejantes, así, se detectan con facilidad la falta de compactación y un cambio en la relación agua/cemento. Sin embargo, la técnica no se puede emplear para determinar la resistencia en concretos elaborados con distintos materiales en proporciones desconocidas, no obstante, es posible hacer una clasificación de la calidad del concreto, como la mostrada en la Tabla de la figura 31.

Para distintas proporciones de mezcla, se obtienen relaciones diferentes entre la resistencia y la velocidad de pulso; esto se ilustra en la figura 32. En casos prácticos, conviene establecer la relación entre la resistencia y la velocidad de pulso por medio de especímenes experimentales, para diferentes condiciones de humedad en éstos, ya que la humedad tiene gran influencia sobre la velocidad de pulso.

También existe una relación entre el módulo de elasticidad estático y la velocidad de pulso; en la figura 33, se muestran datos típicos para concretos elaborados con un agregado de peso normal y un agregado ligero, pero no puede hacerse una generalización.

Además del control de la calidad del concreto, las medidas de pulso ultrasónico puede usarse para detectar el desarrollo de grietas, oquedades y deterioro en el concreto endurecido.

5.8 PRUEBA DE EXTRACCION

La prueba de "Pull-Out", satisfactoria para estimar la resistencia in-situ del concreto a cualquier edad del mismo, y sus resultados pueden ser reproducibles con un aceptable grado de precisión; además se considera que ofrece mayores resultados que el esclerómetro y la pistola Windsor.

En la figura 34, se presenta en forma esquemática el mecanismo empleado en las pruebas de "Pull-Out", en la figura 35, el esquema de unos bloques de concreto, mostrando los sitios en que se efectuaron diferentes tipos de pruebas, tales como: esclerómetro, pulso ultrasónico, corazonas y "Pull-Out", con el propósito de correlacionar los resultados de extracción con los otros resultados. En la figura 36, se presenta la relación encontrada entre los resultados de resistencia a la compresión y los resultados de extracción.

5.9 PRUEBAS DE LA COMPOSICION DEL CONCRETO ENDURECIDO

En algunas discusiones sobre la calidad del concreto endurecido, se planea la pregunta de si la composición se ha ajustado a las especificaciones, y para responderla, se efectúan pruebas químicas y físicas sobre una muestra de concreto endurecido.

5.9.1. METODOS QUIMICOS

Contenido de cemento:

Un método para determinar el contenido de cemento está indicado por la Norma ASTM C 85-66. Se basa en el hecho de que los silicatos en el cemento portland se descomponen y se vuelven solubles en ácido hidroclicórico diluido mucho más fácilmente que en los compuestos de sílices que están normalmente en el agregado.

Determinación de la relación agua/cemento original:

Un método para estimar la relación agua/cemento que existía en la mezcla durante la colocación del concreto,

cuando este se encuentra ya endurecido. En esencia, consiste en la determinación del volumen de los poros capilares y el peso del cemento y el agua combinada.

5.9.2. METODOS FISICOS

Se ha logrado utilizar con éxito un método de "cuenta de puntos" en una superficie aserrada y barnizada de una muestra seca de concreto, a fin de determinar su contenido de cemento, su contenido total de agregado y la relación agregado fino/grueso.

Con esta prueba se puede determinar el contenido de cemento dentro de márgenes de 10 por ciento, pero no pueden estimarse el contenido original de agua ni la relación de huecos, pues en la prueba no se hace ninguna distinción entre los huecos causados por el aire y el agua.

Estamos concientes de que existen otros tipos de pruebas de concreto endurecido que proporcionan resultados reproducibles, y que tal vez, hasta se encuentren apoyados por una Norma de una autoridad competente en esta especialidad. Por ejemplo, existen las pruebas de compresión de especímenes curados en forma acelerada, mediante las cuales, se pueden predecir la resistencia a los 28 días a unas cuantas horas de su fabricación, y es posible que en alguna fecha futura, la resistencia del concreto fabricado se base en los valores obtenidos con pruebas aceleradas. Sin embargo, confiamos en haber expuesto las pruebas de concreto endurecido más importantes y usuales en el medio de la Ingeniería Práctica.

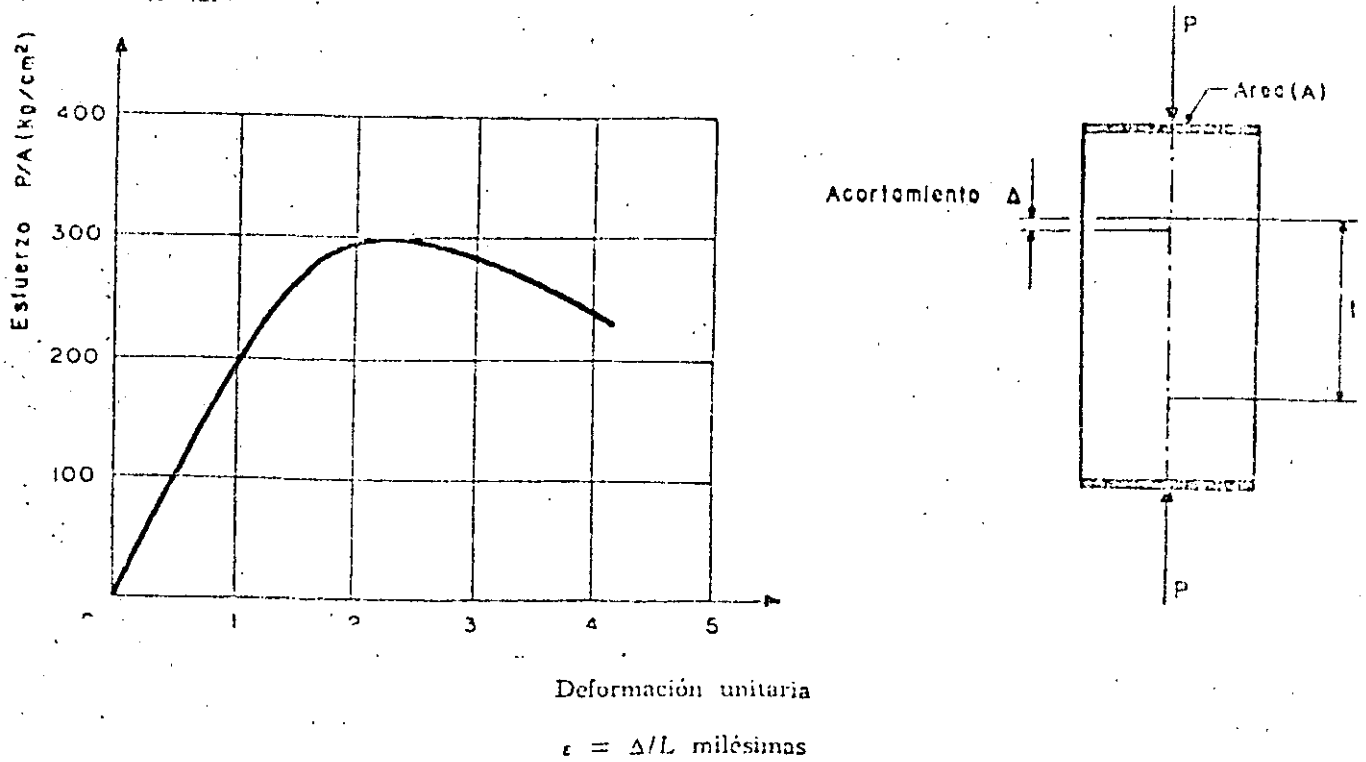


Fig. 1 Curva esfuerzo-deformación en compresión axial de un espécimen sujeto a carga de corta duración.

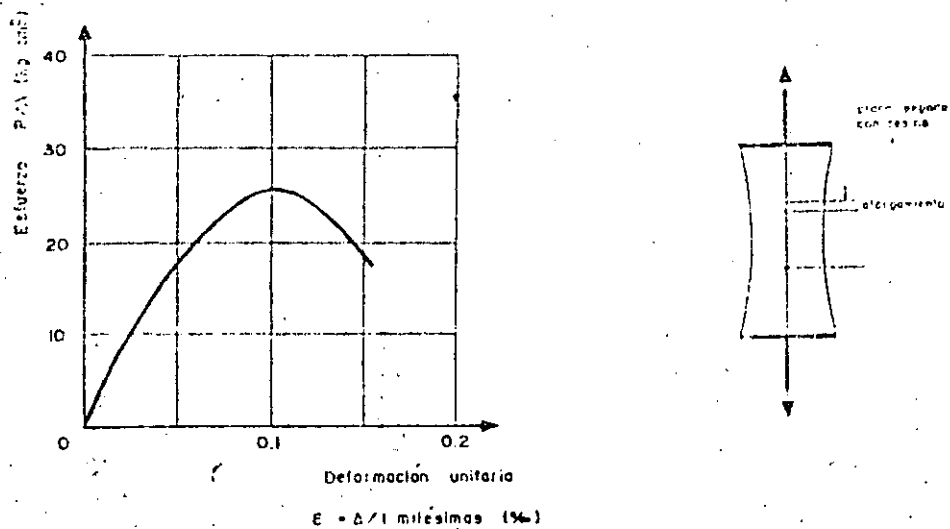


Fig. 2 Curva esfuerzo-deformación en tensión uniaxial.

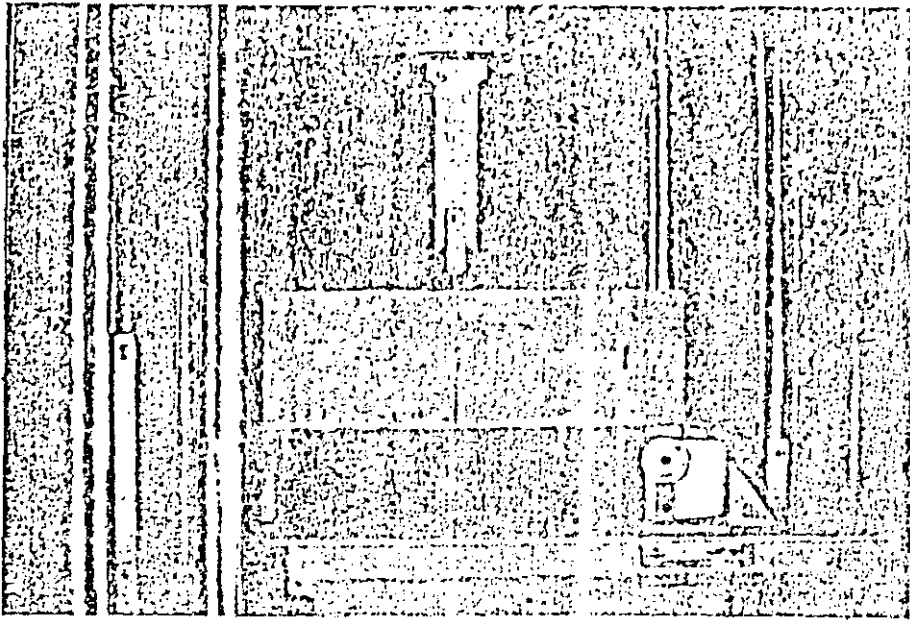
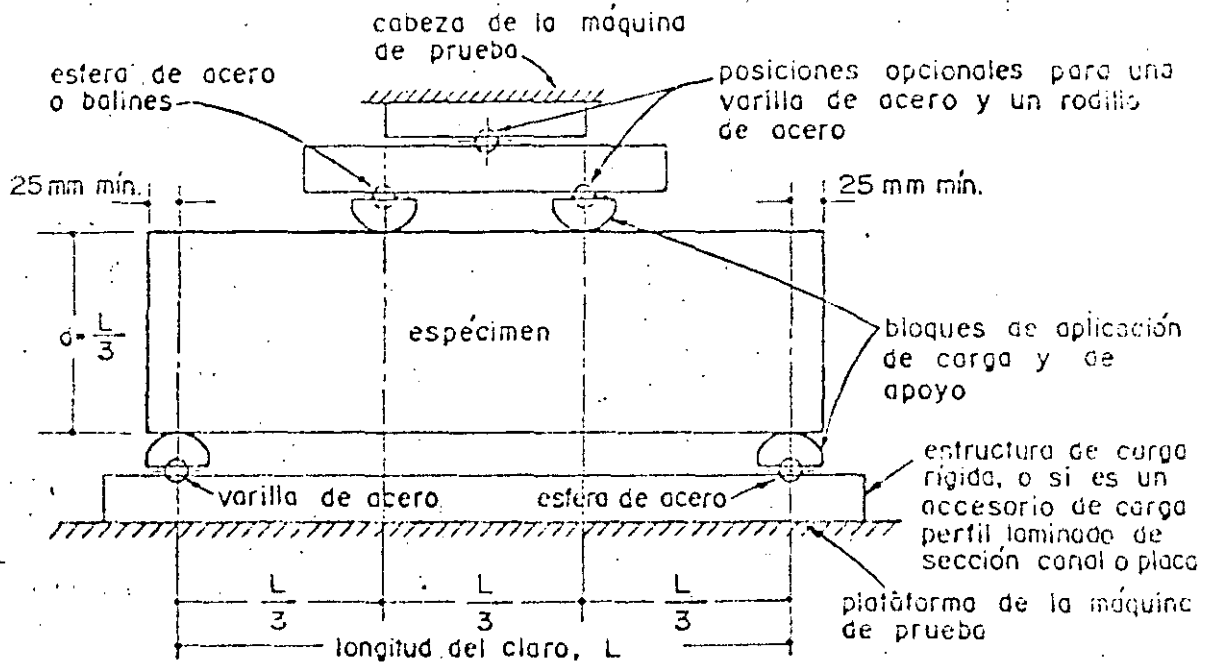


Fig. 3-a Al instante de formarse la grieta.



Nota: el aparato se puede usar invertido

Fig. 3-b Equipo adecuado para ensayar concreto a flexión por el método de carga en los tercios del claro.

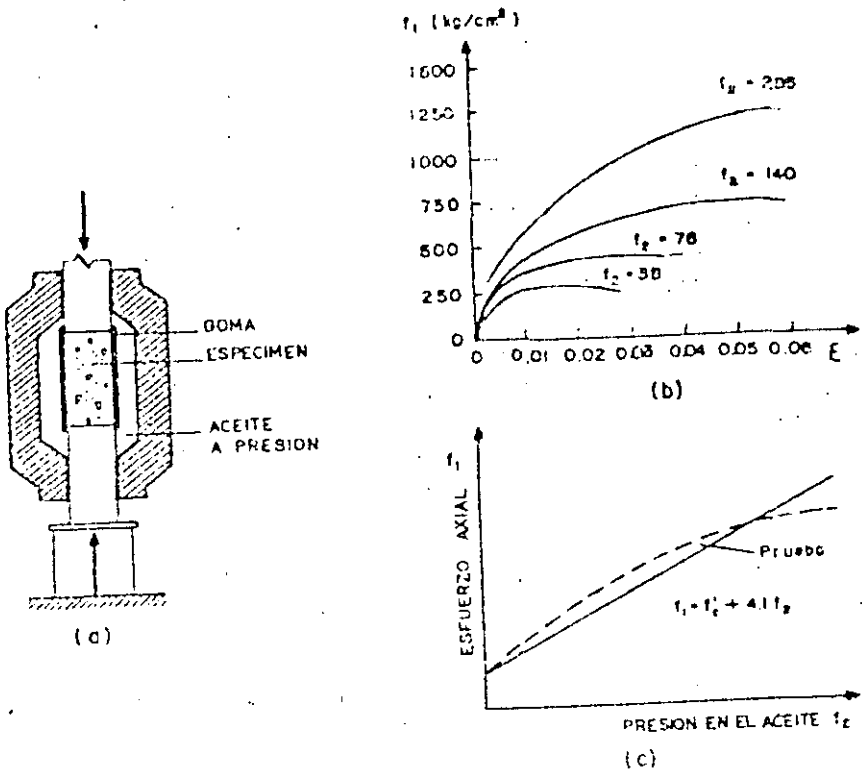


Fig- 4 Compresión triaxial (Brandtzaeg).

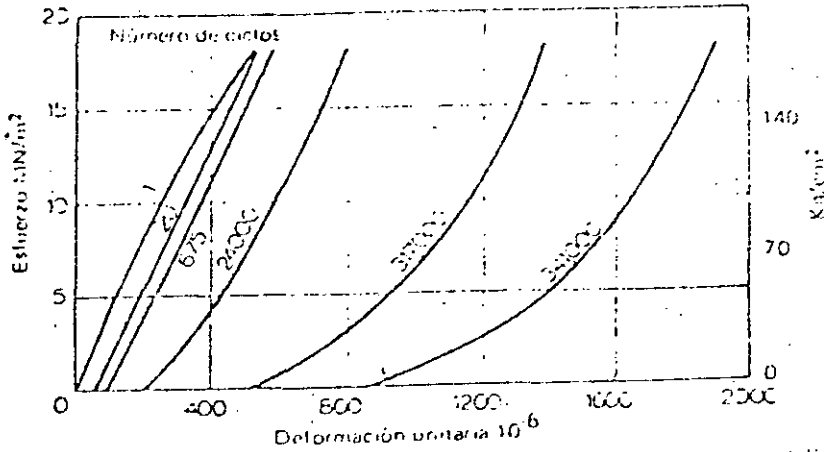


Fig-5 : Relación esfuerzo - deformación del concreto bajo carga ciclica de compresión.

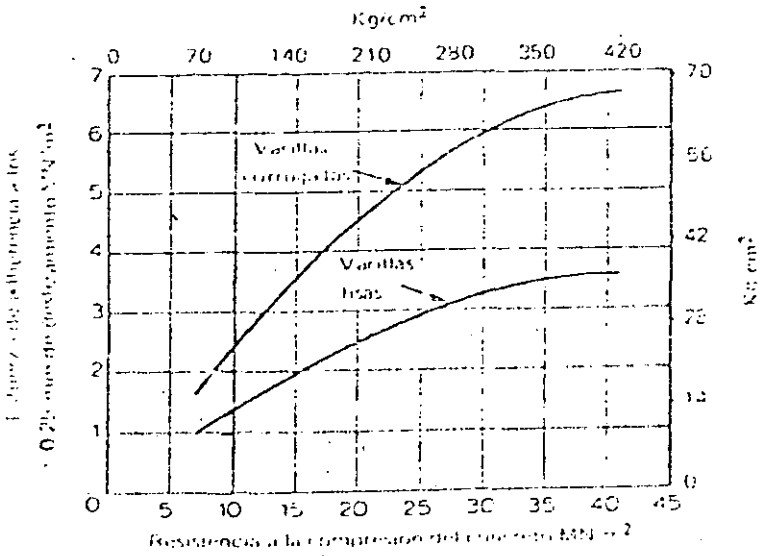


Fig-6 : Influencia de la resistencia del concreto en la adherencia determinada mediante pruebas de extracción.

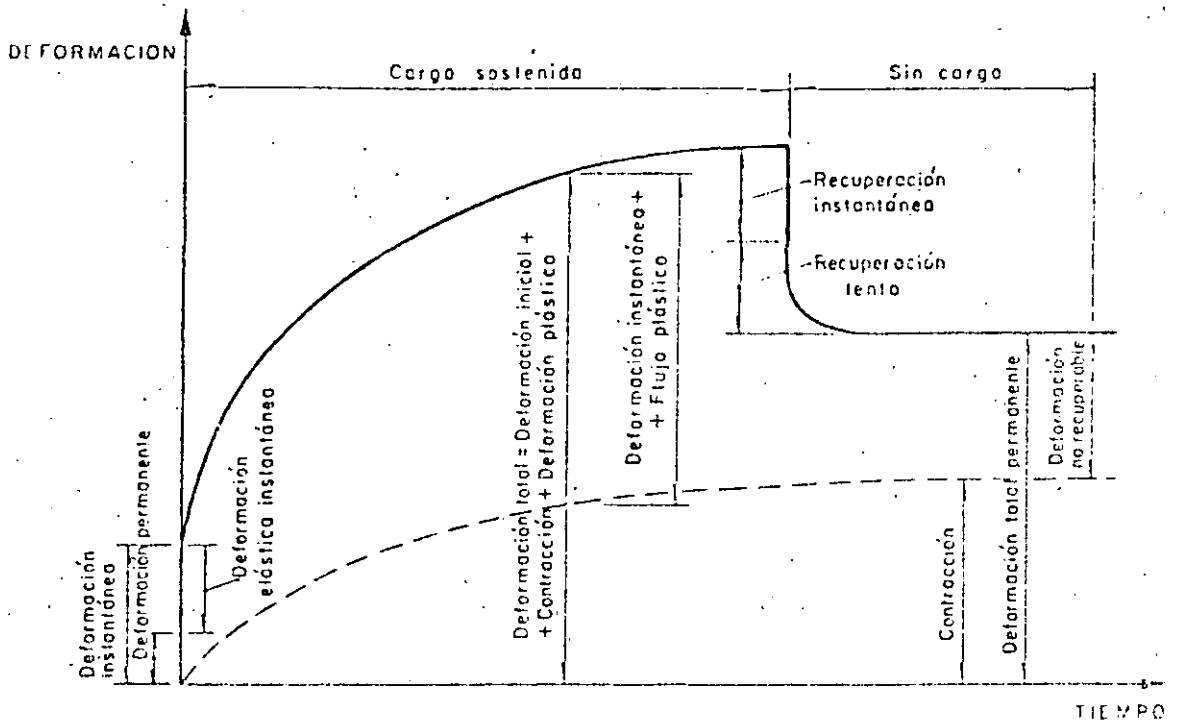


Fig. 7- a Curva típica deformación-tiempo.

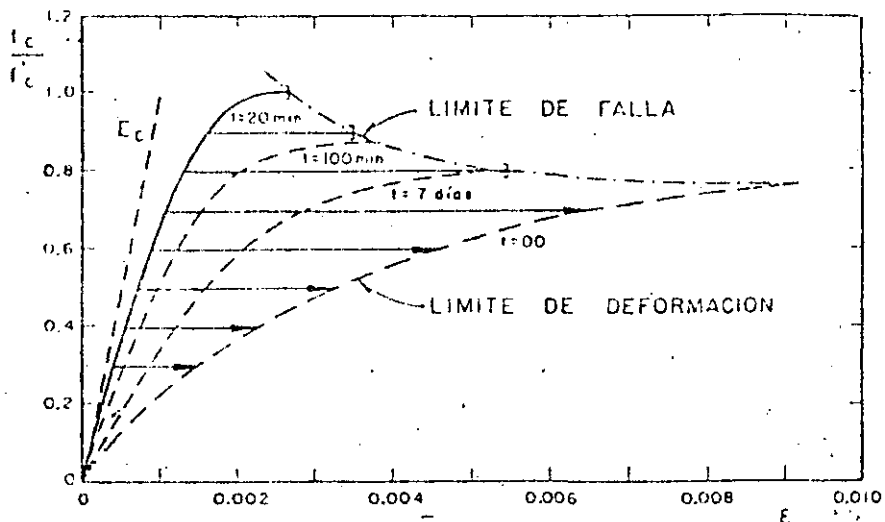


Fig. 7-b Efecto de la permanencia de la carga (Rüsch).

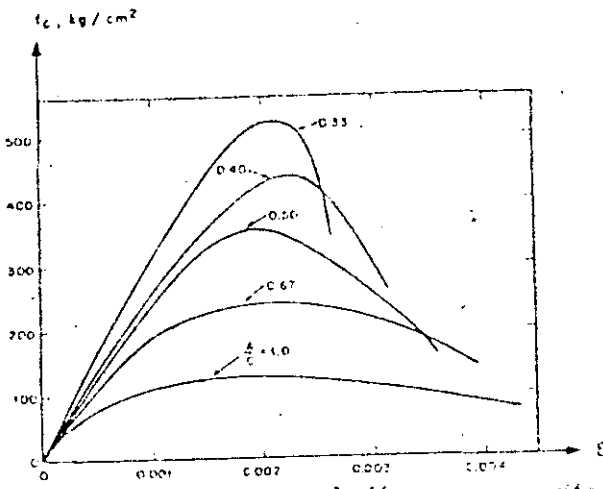


Fig. 8 Efecto de la relación agua-cemento.

Fig. 9 Cantidad aproximada de agua de mezclado para diferentes revenimientos y tamaños máximos de los agregados.

Revenimiento nun	Cantidad de agua (l./gm ³) de concreto) para agregado de tamaño máximo de							
	10 mm	12.5 mm	20 mm	25 mm	40 mm	50 mm	70 mm	150 mm
CONCRETO SIN AIRE INCLUIDO								
30 a 50	205	200	185	180	160	155	145	125
80 a 100	225	215	200	195	175	170	160	140
150 a 180	240	230	210	205	185	180	170	—
Contenido aproximado de aire atrapado, por ciento	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
CONCRETO CON AIRE INCLUIDO								
30 a 50	180	175	165	160	145	140	135	120
80 a 100	200	190	180	175	160	155	150	135
150 a 180	215	205	190	185	170	165	160	—
Contenido total de aire recomendado, por ciento	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Las cantidades dadas son máximas para un agregado grueso anguloso razonablemente bien formado.

Nota: Los valores de revenimiento para concretos que tienen agregado mayor de 40 mm, se basan en la misma prueba, pero eliminando por medio de tamizado húmedo las partículas mayores de 40 mm.

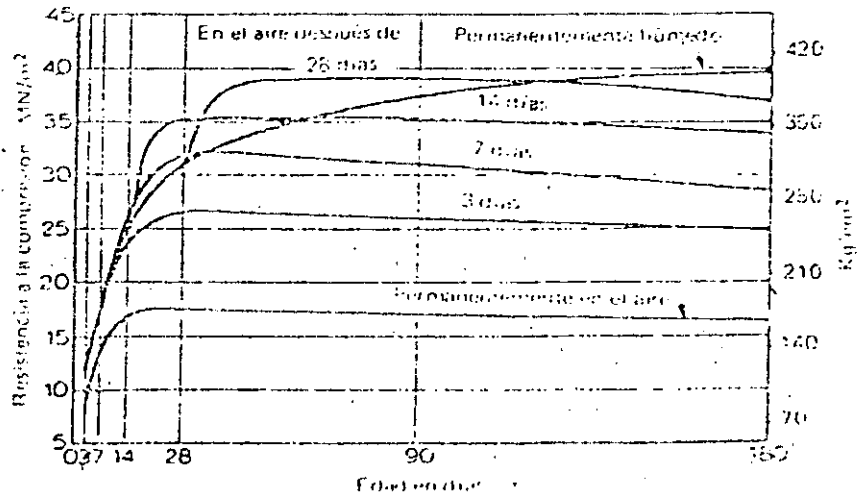


Fig. 10 La influencia del curado con humedad en la resistencia del concreto con una relación agua/cemento de 0.50

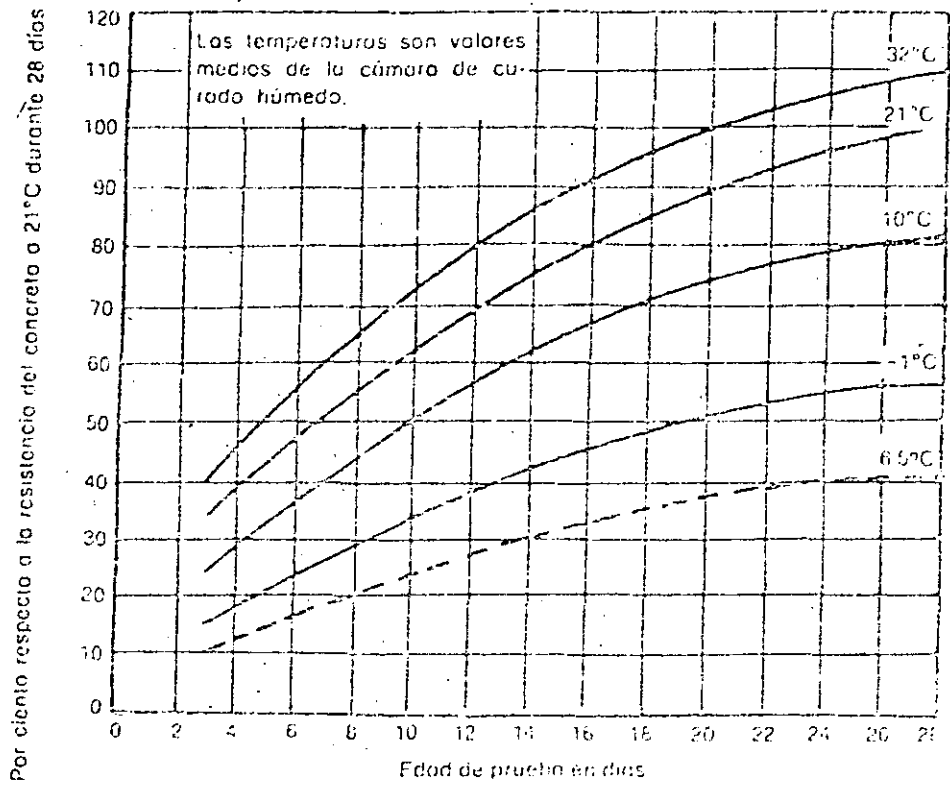


Fig.11 Efecto de la temperatura de curado sobre la resistencia a la compresión del concreto.

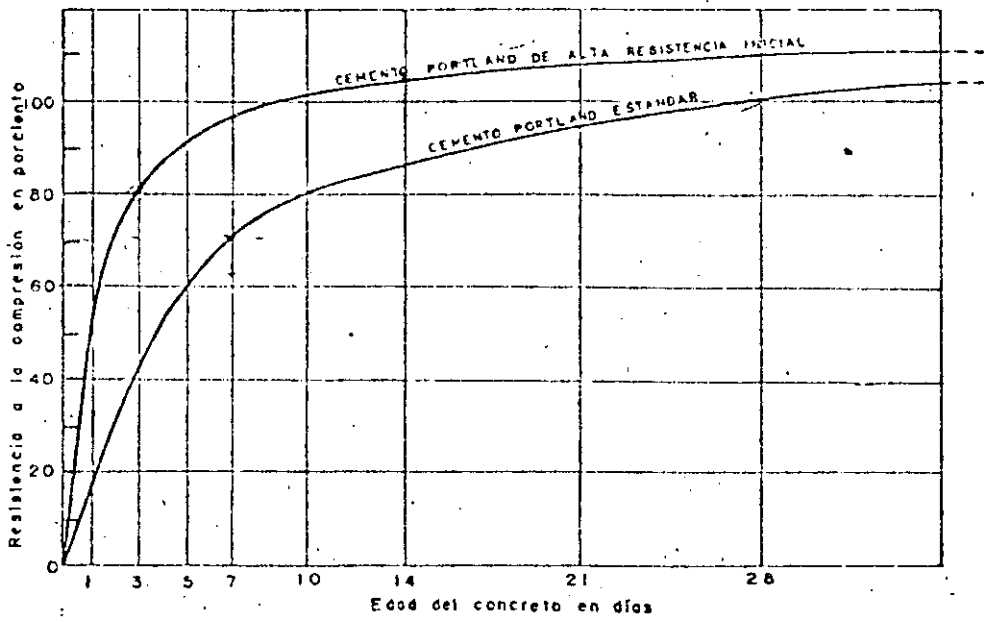


Fig. 12. Variación de la resistencia con la edad.

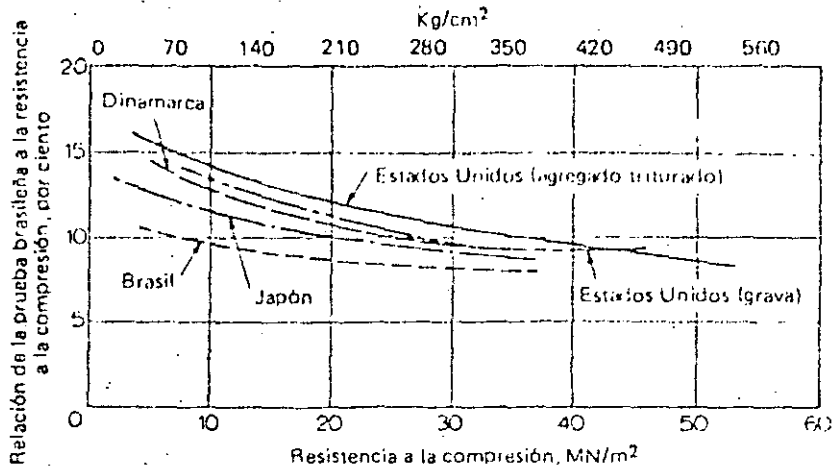


Fig. 13-a Resistencia a la tensión por separación de cilindros de diversos niveles de resistencia a la compresión.

Fig. 13-b Variabilidad de los resultados de pruebas sobre la resistencia a la tensión del concreto

Tipo de prueba	Resistencia media		Desviación estándar en la dosificación		Coeficiente de variación por ciento
	MN/m ²	Kg/cm ²	MN/m ²	Kg/cm ²	
Prueba brasileña	2.79	28	0.14	1.3	5
Prueba de tensión directa	1.90	19	0.13	1.2	7
Módulo de ruptura	4.17	41	0.25	2.5	6
Prueba de compresión en cubos	41.23	420	1.43	15	31

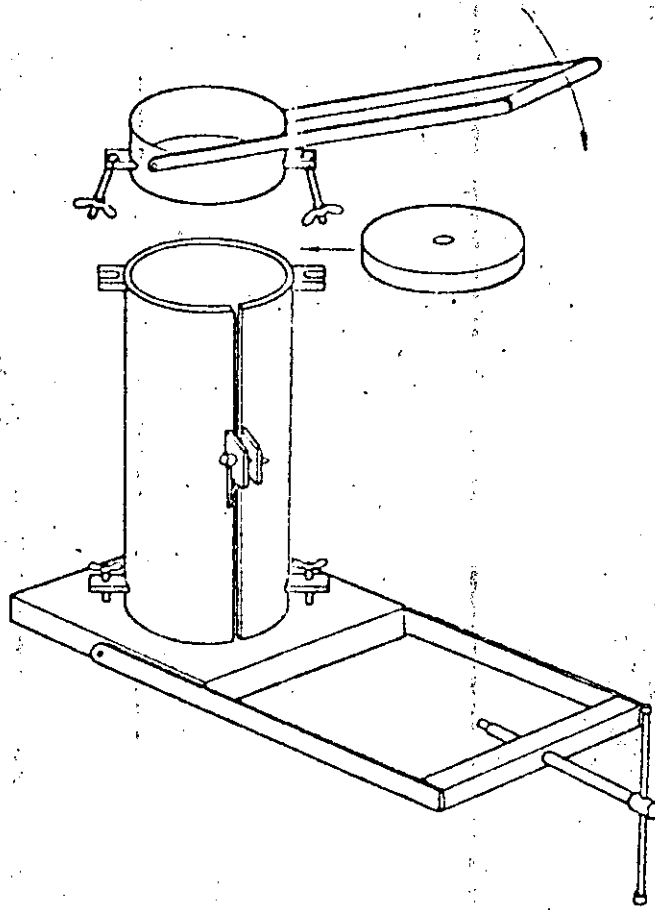


Fig. 14 Molde cilíndrico de Thaulow.

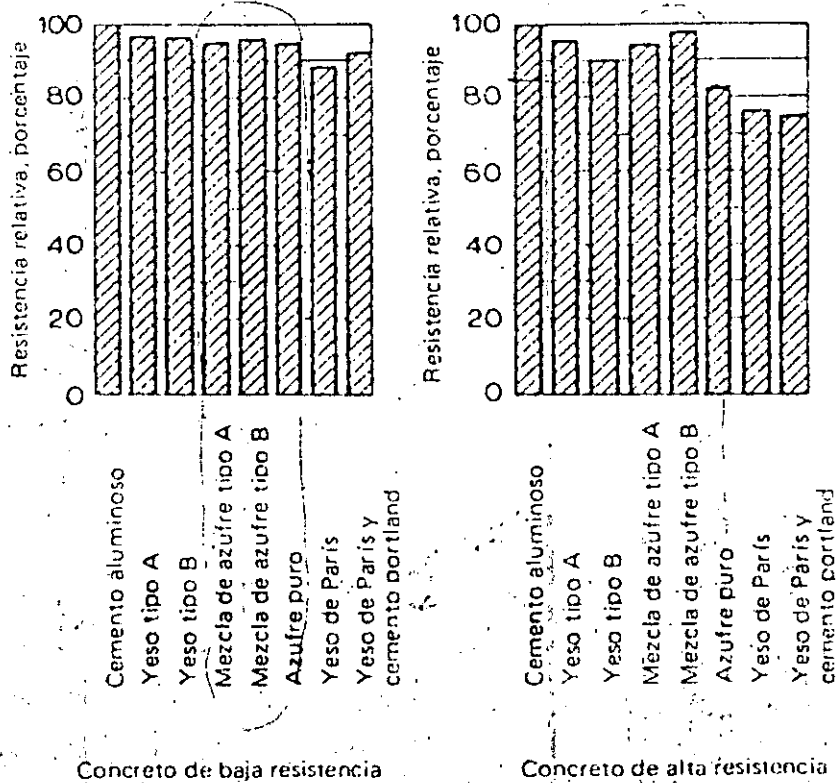


Fig. 15 Influencia del tipo de material de cabeza sobre la resistencia de concretos de baja y alta resistencia.

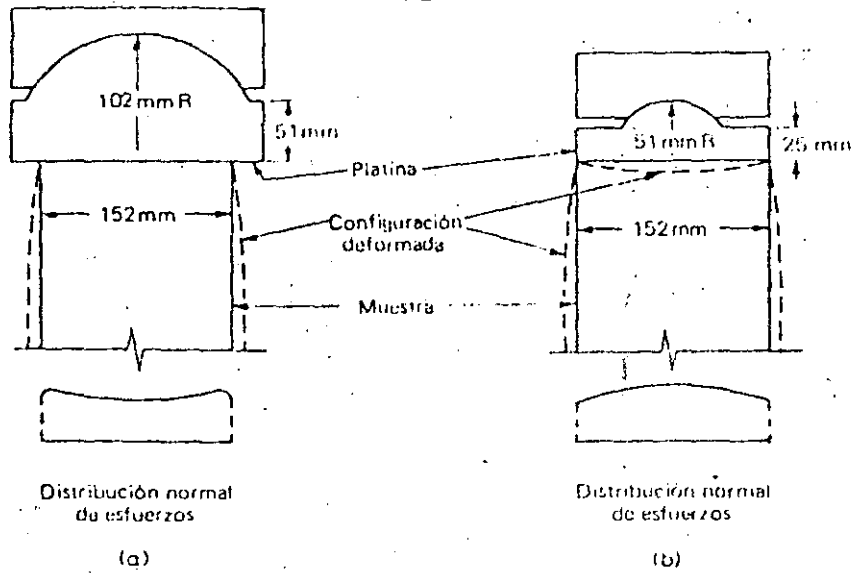


Fig: 16-a-b Distribución normal de esfuerzos cerca de los extremos de las muestras cuando se prueban en una máquina con (a) platinas duras, (b) platinas blandas

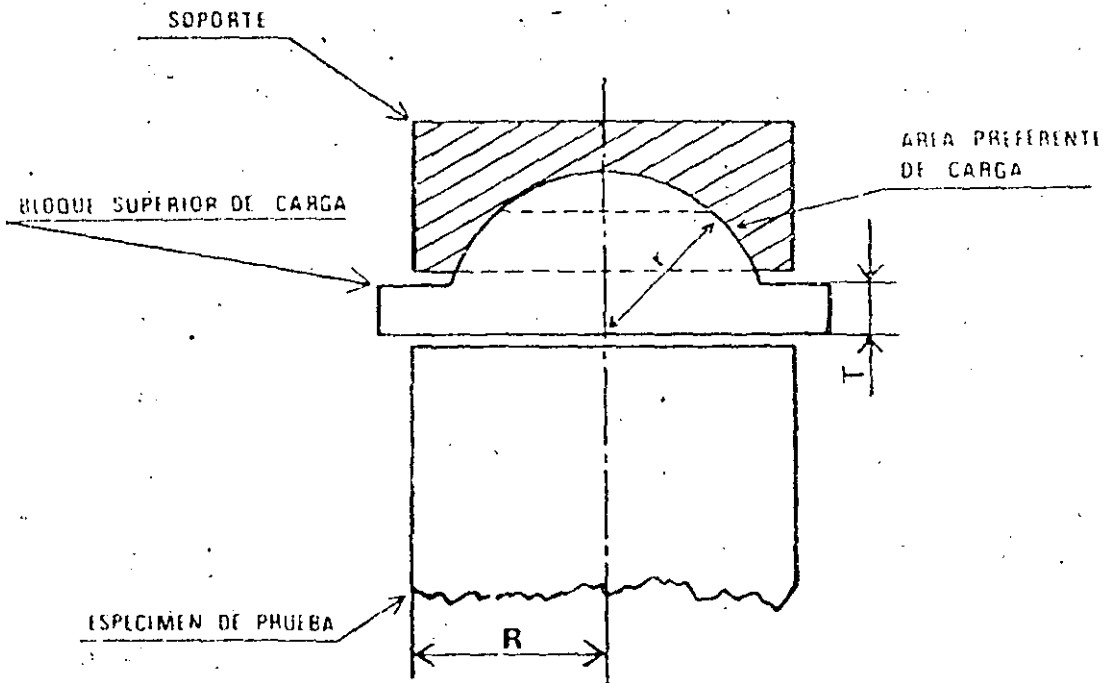


Fig: 16 c

T no debe ser menor que R-r

NORMA OFICIAL MEXICANA

D.G.N. - C - 83-1977

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA
A LA COMPRESION DE CILINDROS
DE CONCRETO

FACTORES DE EQUIVALENCIA PARA ENSAYES
A LA COMPRESION

Especimen	Dimensiones cm	Factores por los que se deben multiplicar las resistencias de un espécimen para obtener las equivalentes de un cilindro de 15 × 30 cm.	
		Variación normal	Valor medio aceptable
Cilindro	15 × 30	—	1.00
	10 × 20	0.94 — 1.00	0.97
	25 × 50	1.00 — 1.10	1.05
Cubo	10	0.70 — 0.90	0.80
	15	0.70 — 0.90	0.80
	20	0.75 — 0.90	0.83
	30	0.80 — 1.00	0.90
Prisma	15 × 15 × 45	0.90 — 1.20	1.05
	20 × 20 × 60	0.90 — 1.20	1.05

Fig 17

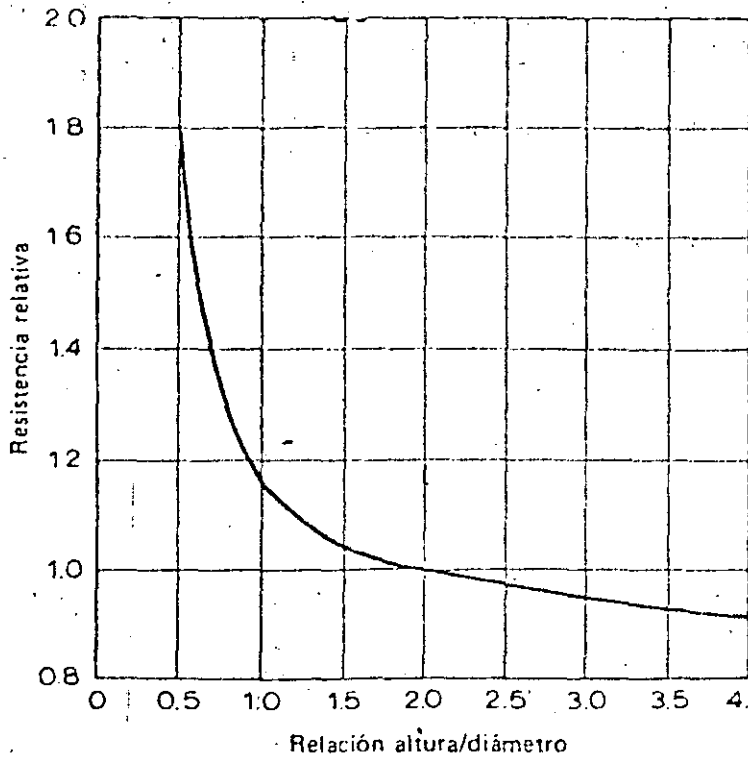


Fig. 18-a *Pauta general de la influencia de la relación altura/diámetro sobre la resistencia de un cilindro*

Fig. 18-b *Factores estándar de corrección para la resistencia de cilindros con diferentes relaciones de altura a diámetro.*

Relación de la altura al diámetro $\left(\frac{h}{d}\right)$	Factor de corrección de la resistencia	
	A.S.T.M. C 42 68	B.S. 1581: 1970
2.00	1.00	1.00
1.75	0.99	0.98
1.50	0.97	0.96
1.25	0.94	0.94
1.00	0.91	0.92

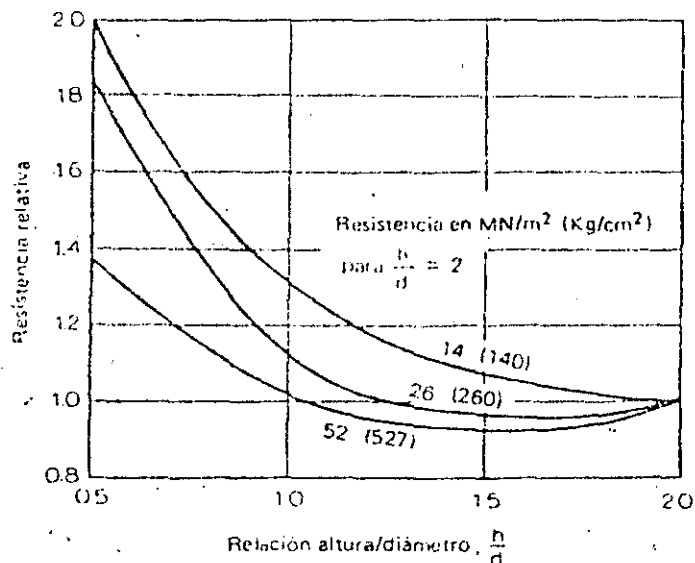


Fig. 18-c *La influencia de la relación altura/diámetro sobre la resistencia de un cilindro, a distintos niveles de resistencia.*

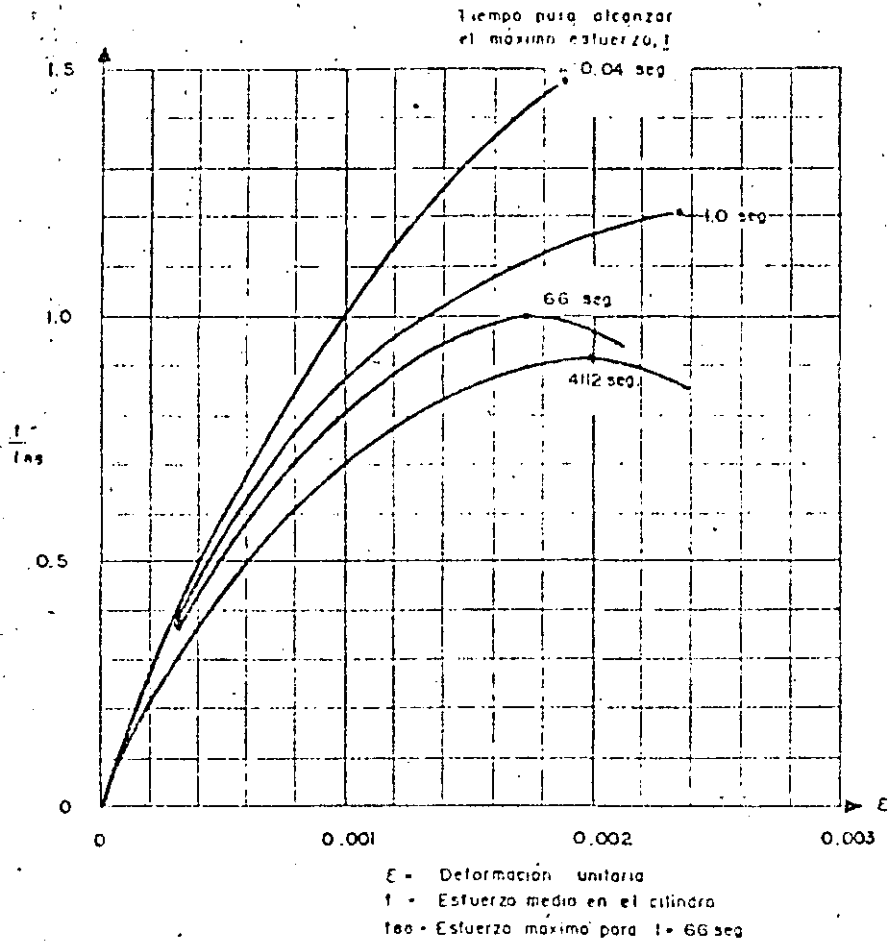


Fig.19-a Efecto de la velocidad de carga

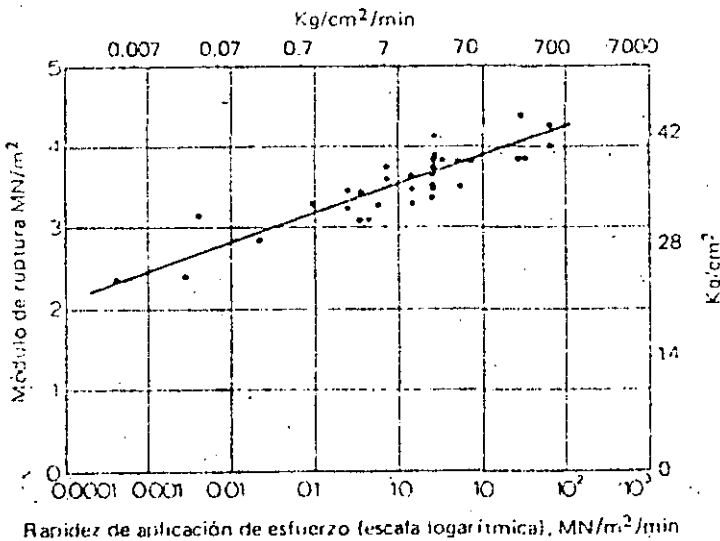


Fig.19-b Influencia de la rapidez de aplicación de la carga sobre el módulo de ruptura del concreto.

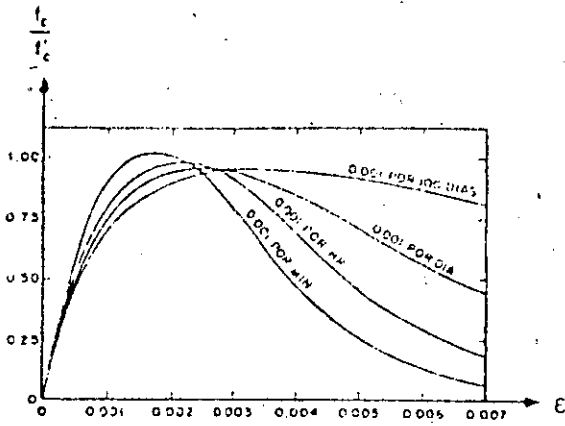


Fig. 20 Efecto de la velocidad de deformación (Rüsch).

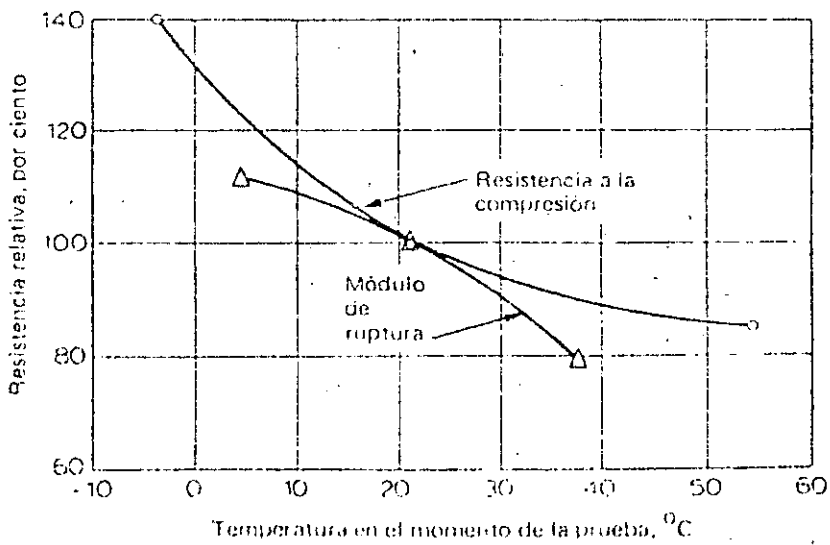


Figura 21. Influencia de la temperatura sobre la resistencia en el momento de la prueba.

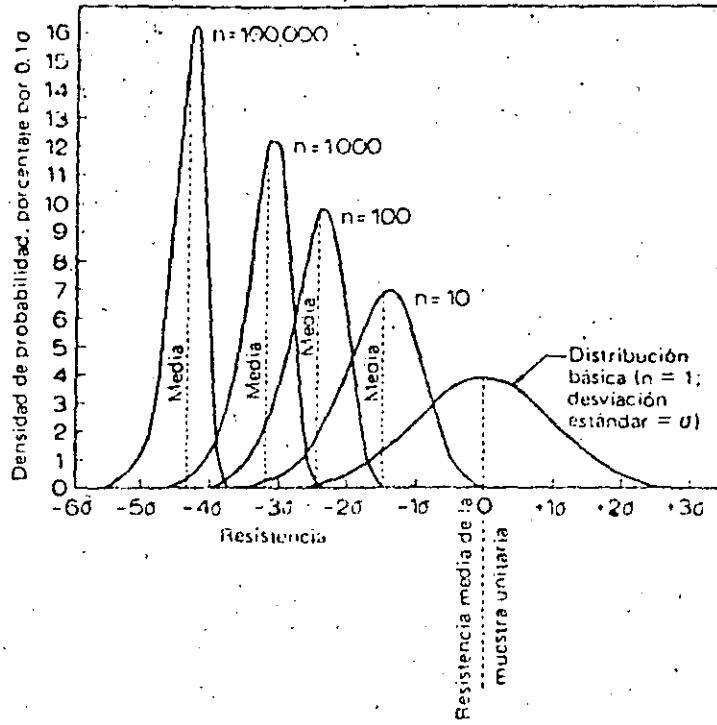


Fig:22- a Distribución de resistencia en muestras de tamaño n , respecto a una distribución normal básica.

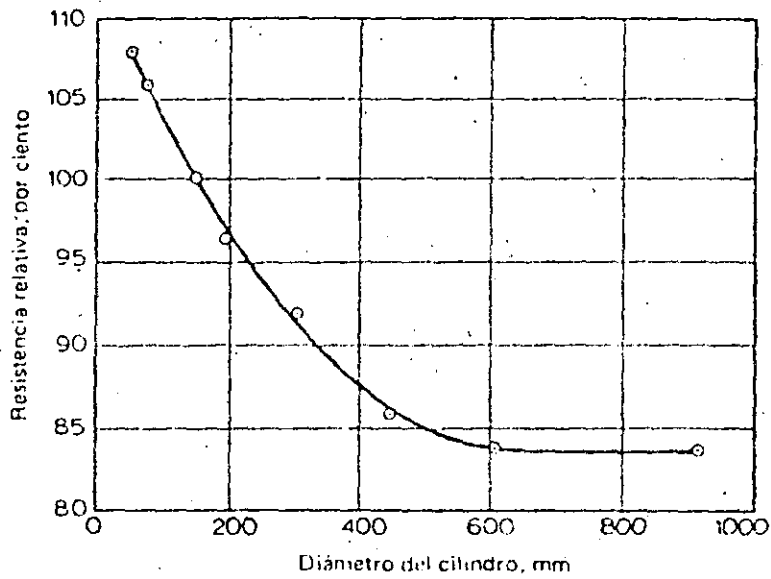


Fig:22- b Resistencia a la compresión de cilindros de diferentes tamaños.

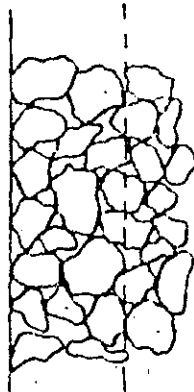


Fig:22- c "Efecto de pared"

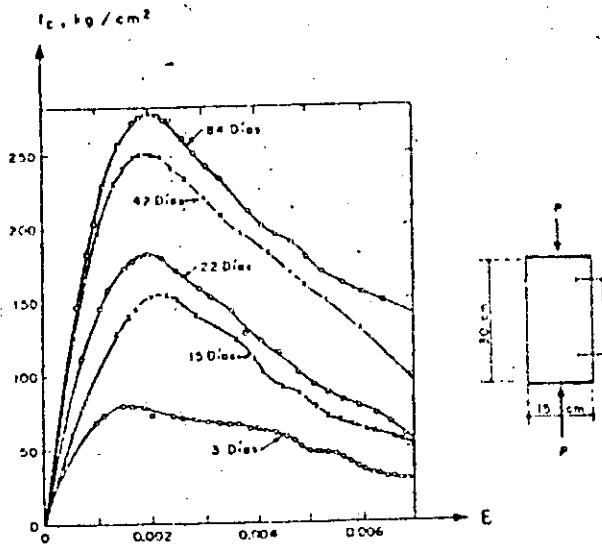


Fig. 23-a Efecto de la edad al ensayar en la resistencia.

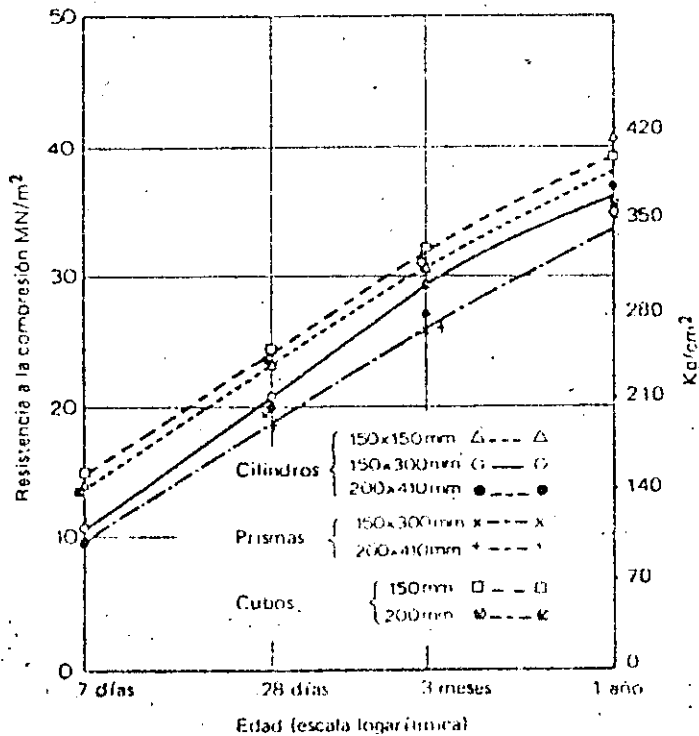


Fig. 23-b Efecto de la edad sobre la resistencia a la compresión de muestras de diferentes formas y tamaños (mezcla 1:5 en volumen).

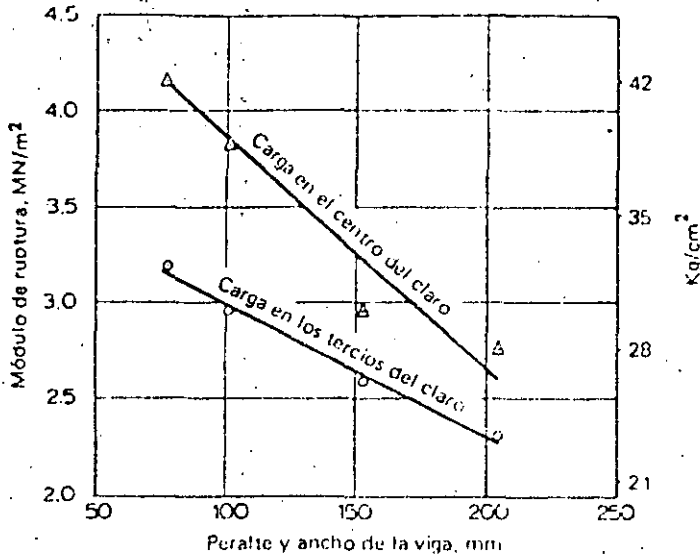


Fig. 24-a Módulo de ruptura de vigas de diferentes tamaños, sometidas a cargas concentradas en el centro y a los tercios del claro.

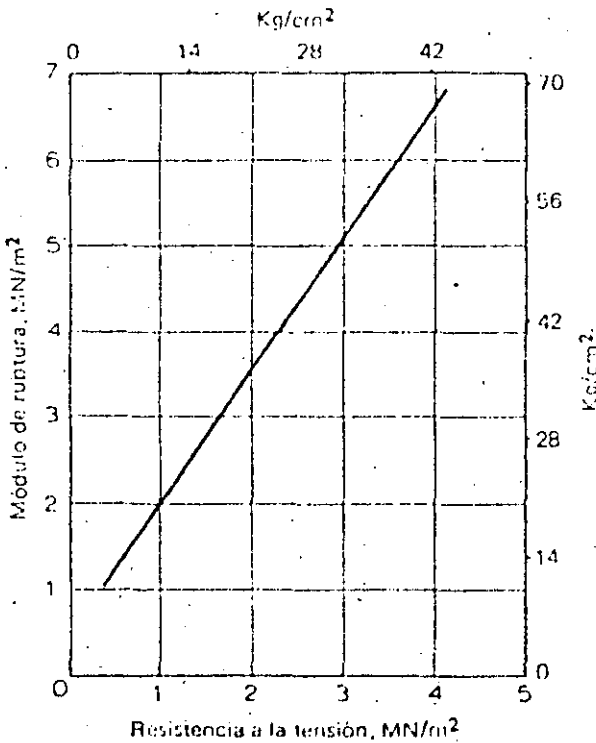


Fig. 24-b Relación entre el módulo de ruptura y la resistencia en tensión directa.

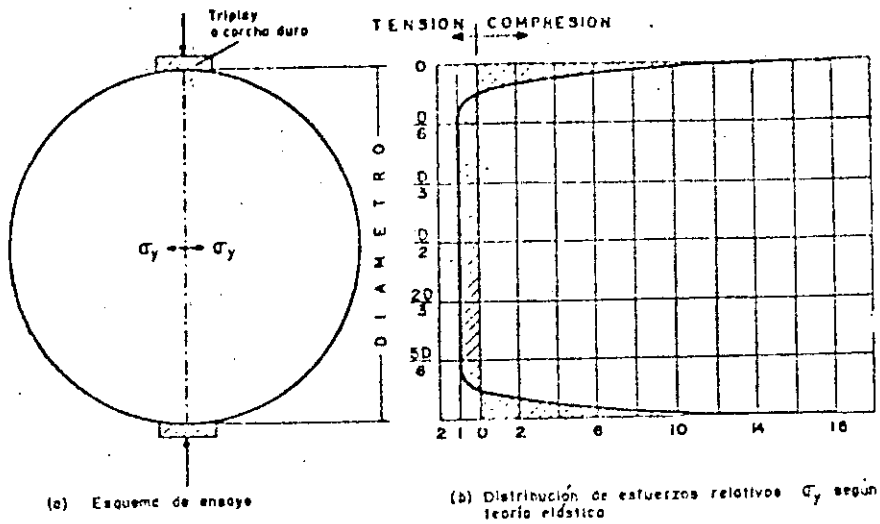


Fig.25ab Distribución de esfuerzos y tipo de carga en tensión indirecta.

$$f_t = \frac{2P}{\pi DL}$$

P = carga máxima

D = diámetro del espécimen

L = longitud del espécimen



Fig: 26 - a

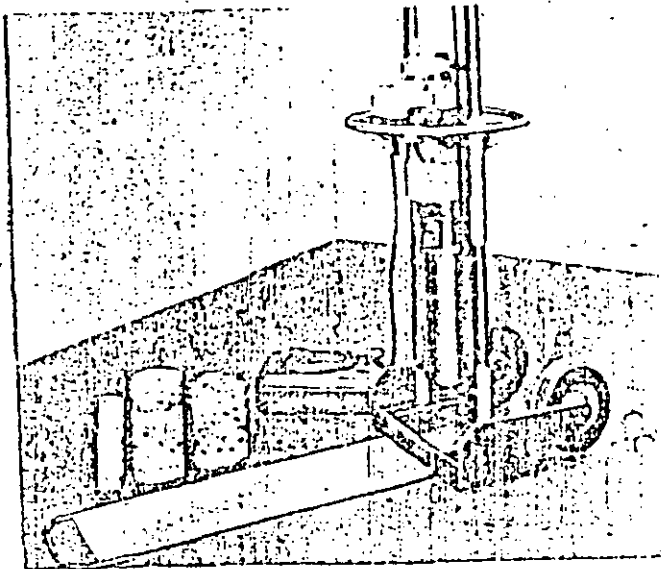


Fig: 26 - b

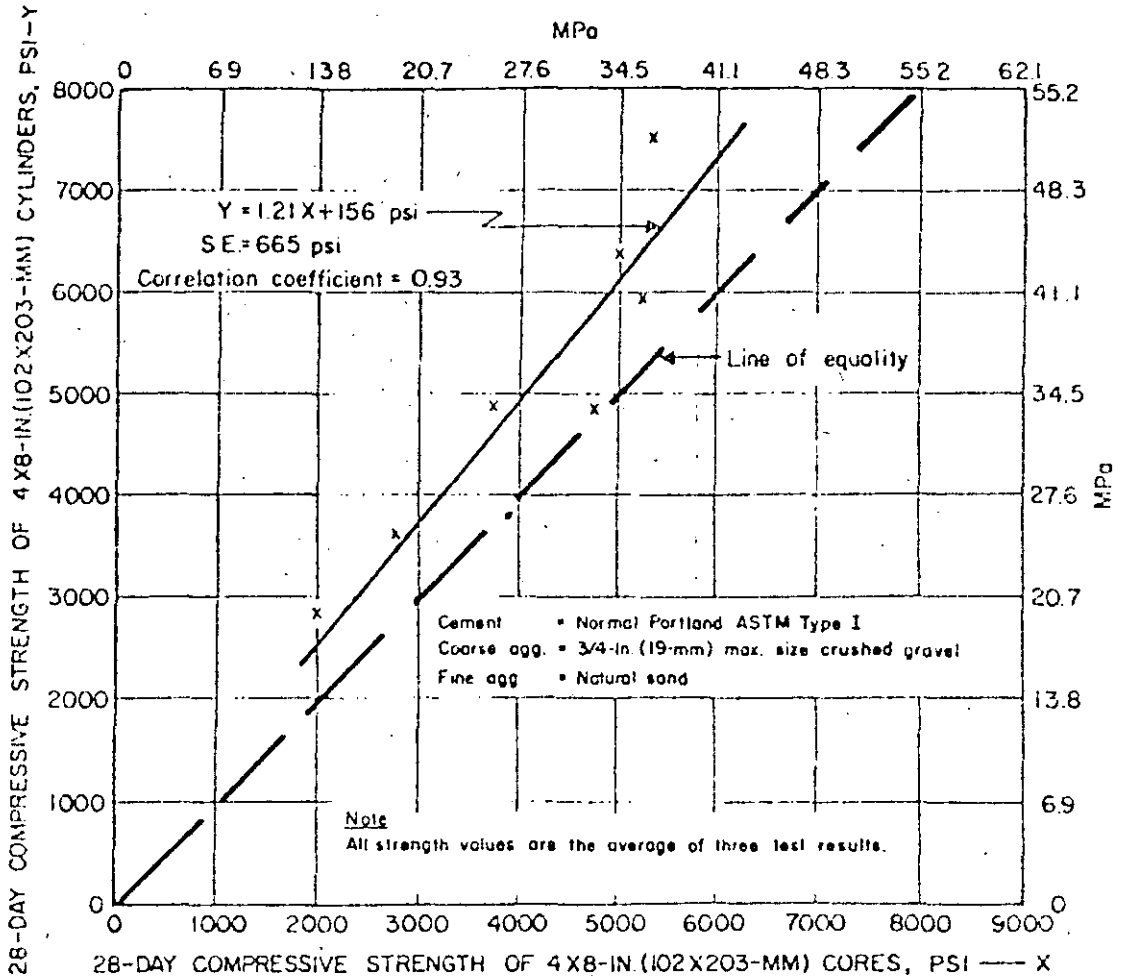


Figure 27 Relationship between compressive strength of 4 x 8 in. (102 x 203-mm) cores drilled after 28 days and compressive strength of 4 x 8-in. (102 x 203-mm) cylinders.

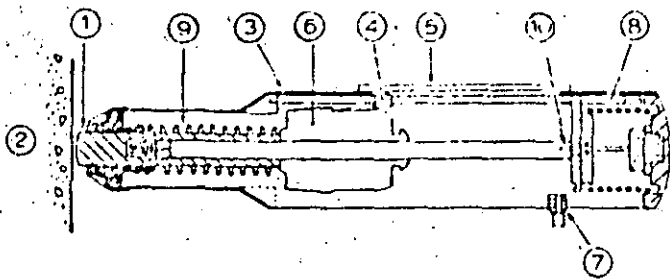


Fig. 28-a Martillo de rebote.

1. Embolo 2. Concreto 3. Camisa tubular 4. Guía 5. Escala 6. Misa
7. Botón disparador 8. Resorte 9. Resorte 10. Seguro

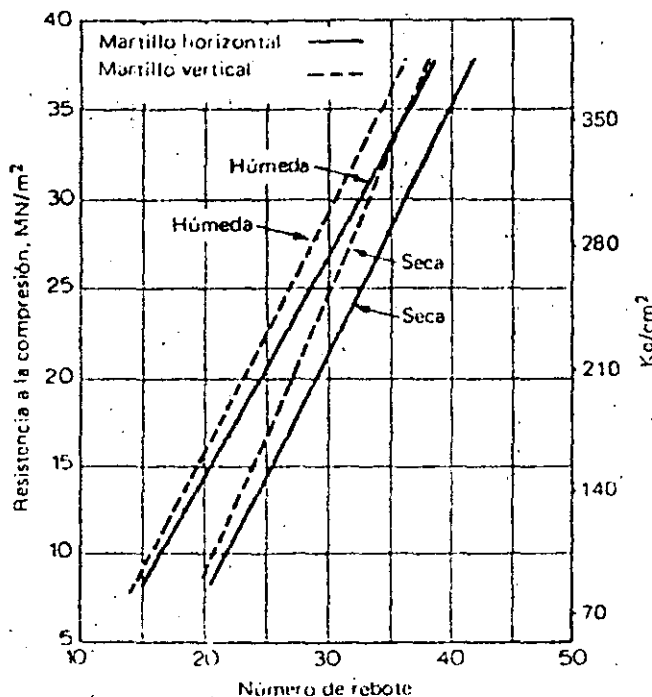


Fig. 28-b Relación entre la resistencia a la compresión de cilindros y el número de rebote, con lecturas de martillo en posición horizontal y vertical, sobre una superficie de concreto húmeda y seca.

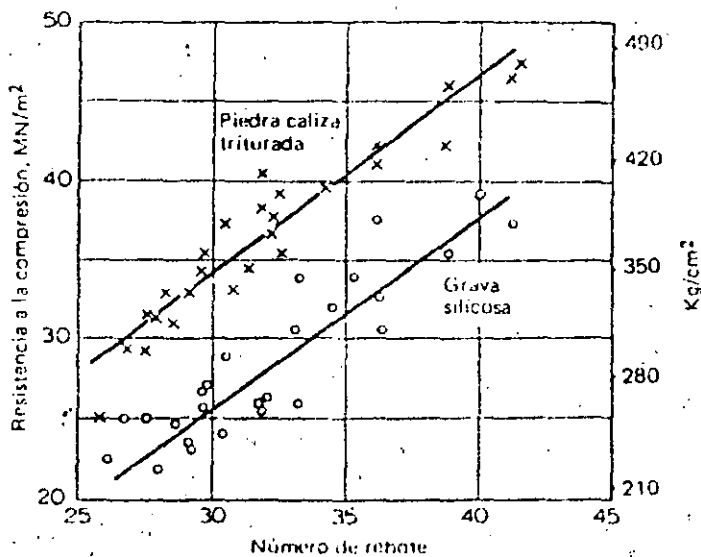


Fig. 28-c Relación entre la resistencia a la compresión y el número de rebote en cilindros de concreto elaborados con distintos agregados. Las lecturas se han tomado en el costado de un cilindro con el martillo en posición horizontal.

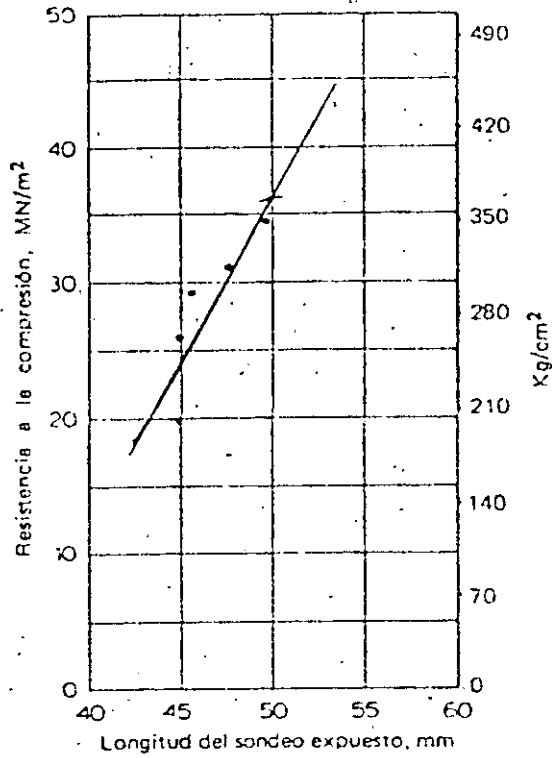


Fig: 29 . Relación entre la longitud del sondeo expuesto y la resistencia de cubos aserrados de 152 mm a la edad de 35 días.

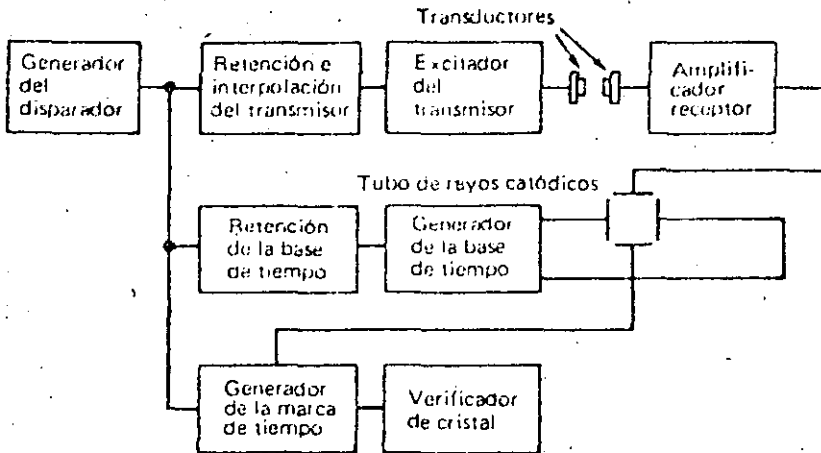


Fig. 30. Esquema de un aparato de pulso ultrasónico.

Fig. 31. Clasificación de la calidad del concreto sobre la base de la velocidad del pulso.

Velocidad longitudinal del pulso Km/s	Calidad del concreto
> 4,5	Excelente
3,5-4,5	Buena
2,0-3,5	Dudosa
2,0-3,0	Mala
< 2,0	Muy mala

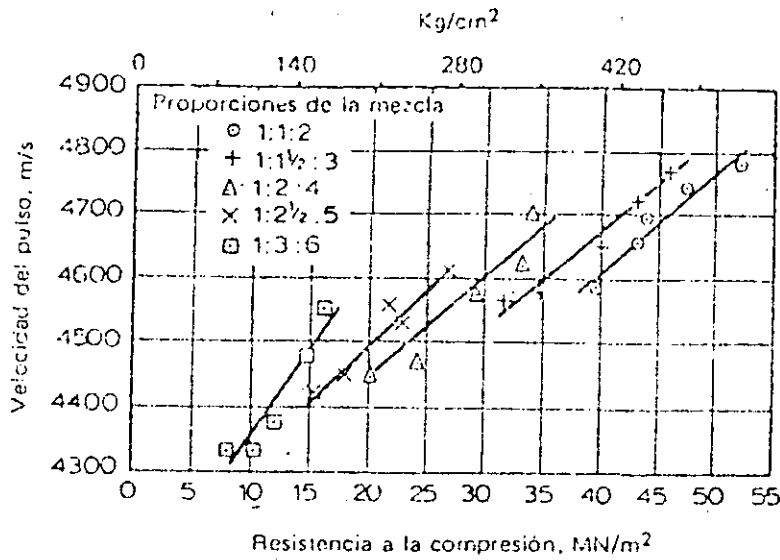


Fig. 32. Relación entre la velocidad de un pulso ultrasónico y la resistencia a la compresión de concretos de diferentes proporcionamientos de la mezcla.

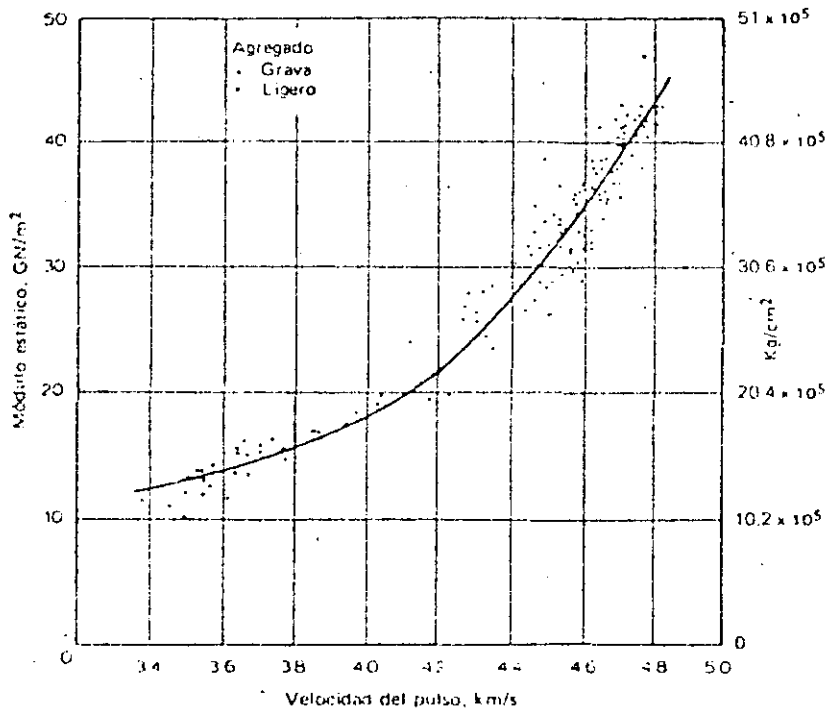


Fig. 33. Relación entre el módulo de elasticidad estático y la velocidad de pulso ultrasónico, en concretos elaborados con un agregado normal y un agregado ligero.

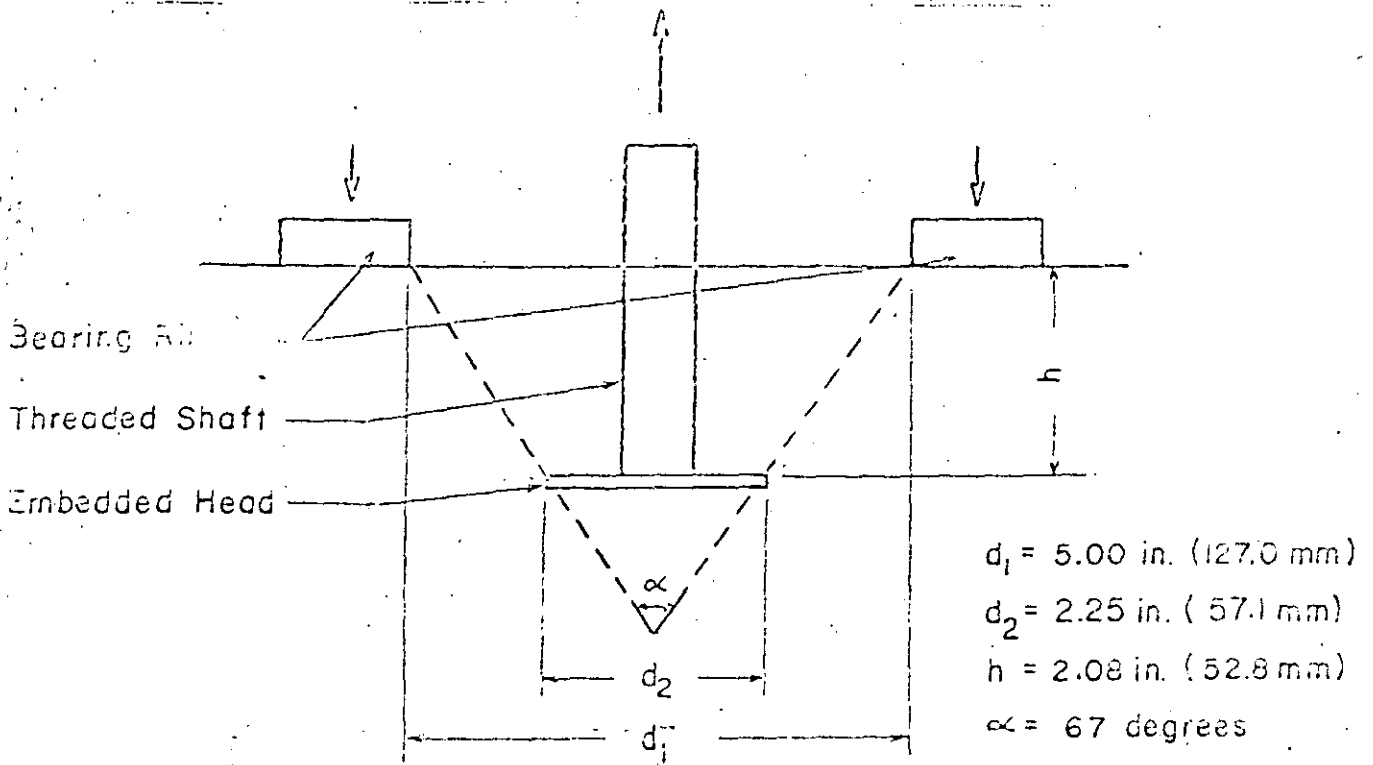


Fig. 34

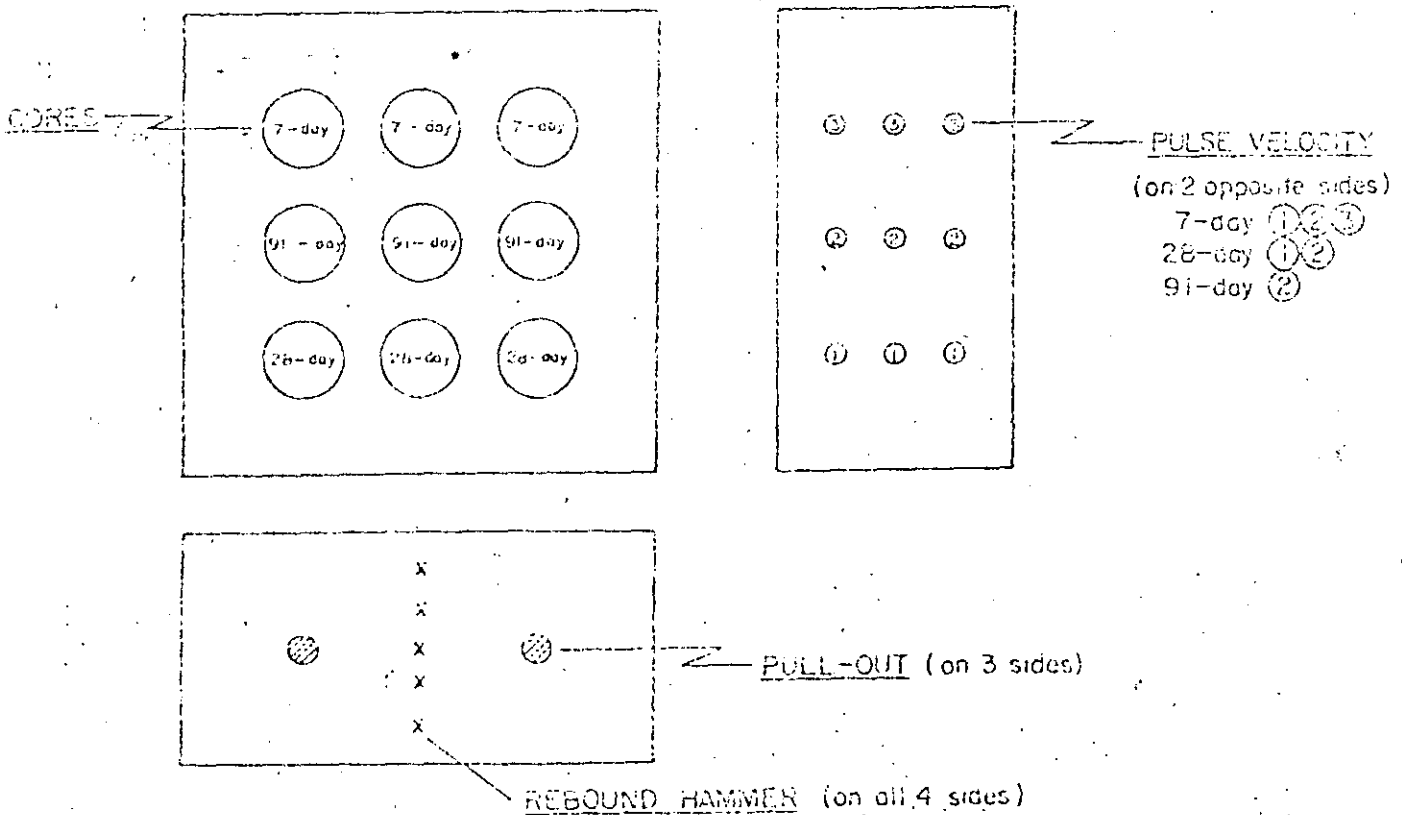


Fig. 35

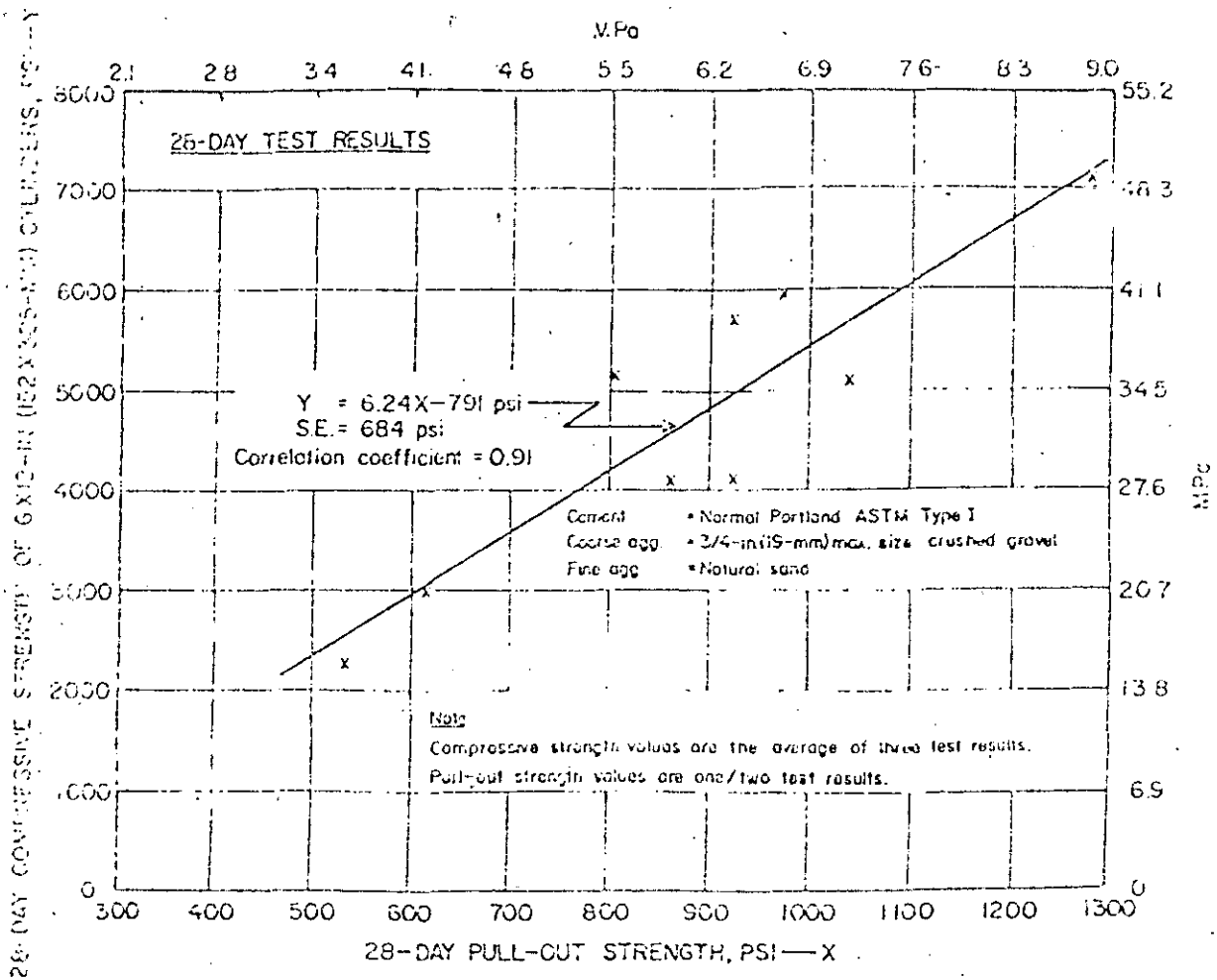


Fig. 36 Relationship between pull-out and 28-day compressive strength of 6 x 12-in. (152 x 305-mm) cylinders.



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

METODOS PARA EVALUAR UN PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.

INSTRUCCION PROGRAMADA SOBRE MANEJO DE MATERIALES

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD PARA TRABAJOS DE SOLDADURAS Y CORTES

MANIPULACION CORRECTA DE LOS GASES COMPRIMIDOS

PRINCIPIOS BASICOS DE SEGURIDAD PARA MECANISMOS ELEVADORES.
DISEÑO Y FABRICACION

SAFETY STANDARDS AND SPECIFICATIONS.

Expositor:

Ing. Juan Antonio Pruneda

OCTUBRE, 1985

I.-- CURSO BASICO DE SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION

SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA CONSTRUCCION

La finalidad de la Seguridad Industrial es evitar accidentes en el trabajo, con lo que protegemos:

- 1). - Al trabajador durante el desempeño de sus labores.
- 2). - La familia que depende de él.
- 3). - Los intereses de la empresa.
- 4). - La economía del país.

ACCIDENTE ES TODO ACONTECIMIENTO IMPREVISTO, que por lo mismo ocasiona serios trastornos a la actividad que se desarrolla.

Cuando la actividad desarrollada es en un centro de trabajo, el accidente - trastorna la producción de bienes o servicios, según el giro de la empresa.

Los elementos de la Producción son : Capital, Trabajo y Tiempo.

Al ocurrir un accidente (acontecimiento imprevisto) en un centro de trabajo, se afecta siempre a los elementos de la producción.



De lo anterior obtenemos las siguientes conclusiones:

EL ACCIDENTE PROVOCA ALGUNAS VECES LESION EN LOS TRABAJADORES, por lo que la LESION ES CONSECUENCIA DEL ACCIDENTE.

EL ACCIDENTE PROVOCA SIEMPRE PERDIDAS DE CAPITAL Y TIEMPO.

AL ELIMINAR LOS ACCIDENTES PROTEGEMOS :

a). - Al trabajador de sufrir una lesión.

b). - A la empresa de sufrir pérdidas económicas.

Del análisis que se hace de los accidentes, se demuestra que tienen causas perfectamente definidas y que el 98% pueden ser evitados.

(Sólo los accidentes provocados por las fuerzas incontrolables por ahora de la naturaleza, como sismos, huracanes, etc. , no son humanamente pre-
visibles).

LAS CAUSAS DE LOS ACCIDENTES SE CLASIFICAN EN :

1). - ACTO INSEGURO O PELIGROSO (QUE REALIZA EL TRABAJADOR) .

2). - CONDICION INSEGURA O PELIGROSA (DEL MEDIO, OBJETO, SUBSTANCIA, PERSONA O RELACION EN EL TRABAJO).

Siendo nuestra finalidad el evitar los accidentes, la técnica de la Seguridad Industrial nos proporciona los siguientes medios para lograrlo :

INSPECCION DEL SITIO DE TRABAJO.

INVESTIGACION Y ANALISIS DE LOS ACCIDENTES.

ADIESTRAMIENTO Y SUPERVISION DEL PERSONAL.

ANALISIS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO.

Estos medios ayudan a la localización de las posibles causas de los accidentes, determinándose éstas, deberá APLICAR LA ACCION CORRECTIVA NECESARIA Y OBSERVAR LOS RESULTADOS .

Es inútil cualquier esfuerzo tendiente a la localización de causas que pueden provocar un accidente, si no se aplica de inmediato la acción correctiva necesaria.

El comportamiento del Supervisor en Seguridad debe ser tal, que al estímulo de una causa, aplique el efecto de la acción necesaria.

APLICACION DE LOS MEDIOS PARA LOGRAR SEGURIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

Es muy importante para lo que trabajamos en la industria de la construcción, no olvidemos que las condiciones del medio de trabajo son rápidamente modificadas por el avance de la obra y que las labores de tipo repetitivo se ven muy afectadas por este motivo.

Lo anterior sugiere que las actividades de Seguridad deben ser altamente dinámicas, o sea aplicar de inmediato la acción correctiva necesaria y lograr una supervisión completa y constante.

INSPECCION DEL SITIO DE TRABAJO

Tiene como fin el localizar posibles causas de accidente:

Actos inseguros y/o condiciones peligrosas.

En la construcción el mayor número de accidentes en obra están provocados por :

- 1.- Falta de limpieza.
- 2.- Falta de orden.
- 3.- Forma incorrecta de manejo de materiales.
- 4.- Malas condiciones de la herramienta.
- 5.- Malas condiciones de andamios, escaleras, tendidos, etc.
- 6.- Falta de equipo de protección personal.
- 7.- Falta de accesos seguros a las áreas de trabajo.
- 8.- Falta de cubiertas a fosos, huecos, registros.
- 9.- Falta de iluminación adecuada en áreas de trabajo y circulación.
- 10.- Falta de tapias.
- 11.- Incumplimiento de las normas de seguridad para operadores de maquinaria. * (1).

ANEXO 1)

- * (1) Anexo.- Normas de seguridad obligatorias para operadores de maquinaria pesada.

- 12.- Manejo de sustancias tóxicas.
- 13.- Falta de Supervisión en general.
- 14.- Falta de ventilación en áreas cerradas con motores de combustión. -
(Contaminación Atmosférica).
- 15.- Falla de taludes.

Debemos considerar también como área de trabajo las zonas de influencia de la obra, que son aquellas en las que el público se ve afectado en sus costumbres o en riesgos durante los trabajos.

Comprender el punto de vista, que la gente tiene interés por conocer o ver el desarrollo de la obra, para lo cual su curiosidad la acerca a zonas de peligro que son totalmente desconocidas.

Es nuestra responsabilidad, por tal motivo, el proteger a la gente de sufrir accidentes por causa de la obra.

Las causas principales por la que sufren accidentes las personas ajenas a la obra son por :

- 1.- Tener acceso a la obra.
- 2.- Falta de protección en las zonas de circulación.
(Paso de Peatones).
- 3.- Falta de limpieza en zonas afectadas.
- 4.- Falta de iluminación en zonas de circulación pública afectadas por la obra.
- 5.- Falta de señalización adecuada en zonas de peligro de peatones y vehículos.
- 6.- Falta de vigilancia en zonas de cruce.
- 7.- Falta de cubiertas en fosos, huecos, registros, cepas, etc.
- 8.- Falta de supervisión en operaciones peligrosas, por ejemplo: extracción de tablaestaca.

Otras causas que provocan accidentes son :

Incumplimiento de normas de seguridad en almacenes y patios.

Falta de protecciones en las instalaciones eléctricas.

Falta de prevención de incendios y explosiones.

Falta de supervisión general.

SOLO LA APLICACION DE LA ACCION CORRECTIVA NECESARIA, por el descubrimiento de las causas anteriores, CONTRIBUYE A LA ELIMINACION DE LOS ACCIDENTES.

INVESTIGACION Y ANALISIS DE LOS ACCIDENTES

La aplicación de este medio para la prevención de accidentes nos permite :

- 1).- Determinar las causas que originaron el accidente.
- 2).- Aumentar considerablemente nuestra capacidad para localizarlas.

SOLO LA APLICACION DE LA ACCION CORRECTIVA NECESARIA CONTRIBUYE A LA ELIMINACION DE LOS ACCIDENTES .

TODOS ACCIDENTE . (Acontecimiento Imprevisto) cause lesión ó no al trabajador, deberá investigarse y se exigirá que se entregue reporte de TO-
DOS aquellos que :

- 1).- Ocasionan lesión.
- 2).- Los que "por poco" la provocan.
- 3).- Los que causen daños considerables al Capital o al tiempo (Factores de la Producción).

Se deberá hacer el reporte escrito a la mayor brevedad posible y en el lugar en que ocurrió el accidente.

* Anexo 2 : Utilizar forma de " Reporte Accidente " *

* Anexo 3: Atender las indicaciones del Instructivo para el llenado del Reporte de Accidentes. *

ANALISIS DEL ACCIDENTE .

Al analizar a fondo un accidente obtenemos valiosa información para nuestra labor preventiva, determinando los siguientes factores :

- 1.- Agente - Objeto o substancia más directamente relacionado con el accidente.
- 2.- Parte del Agente - Parte específica del agente que produjo la lesión.
- 3.- Actos inseguros
- 4.- Condiciones inseguras - causas del accidente.
- 5.- Tipo de accidente - Forma de contacto de la persona lesionada con el objeto ó substancia que causó la lesión.
- 6.- Factor personal de inseguridad - Razón por la cual el individuo sufrió el accidente.

ADiestRAMIENTO Y SUPERVISION DEL PERSONAL

Cuando las necesidades de la obra exijan que se realice un trabajo peligroso, se requiere que el personal que lo ejecute esté debidamente adiestrado, y en conocimiento de los riesgos a que está expuesto. El adiestramiento debe dirigirlo una persona con experiencia y conocimientos suficientes del trabajo a realizarse.

Es el supervisor de seguridad el indicado para exigir en ciertos trabajos; que se sujete al personal a un adiestramiento adecuado.

El supervisor debe hacerse presente en cuanta ocasión se violen las disposiciones de seguridad y en aquellos trabajos que por su naturaleza se consideren peligrosos.

EL EXITO DE CUALQUIER PROGRAMA DE SEGURIDAD DEPENDE DE LA EFICIENCIA DE LA SUPERVISION EN LA OBRA

Como en los casos anteriores al localizar una causa de accidente, deberá aplicarse de inmediato la acción correctiva necesaria.

En la industria de la construcción es necesario adiestrar al personal encargado del manejo de materiales *

- a). - Acarreo de varillas y objetos largos.
- b). - Levantar pesos excesivos.
- c). - Bajar materiales pesados y/o voluminosos.
- d). - En almacén de combustible.
- e). - En almacenes y patios.

* Anexo 4 : Recomendaciones para el manejo seguro de materiales.

ANALISIS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO

En la aplicación de este medio para lograr seguridad, nos proponemos que el supervisor cuente con los conocimientos necesarios para mejorar los métodos de trabajo a través de un mayor conocimiento de las operaciones que se realizan.

Los objetivos específicos que lograremos al hacerlo son :

1. - Descubrir condiciones inseguras.
2. - Descubrir actos peligrosos.
3. - Determinar las cualidades requeridas del personal para la ejecución segura del trabajo.

4. - Determinar que equipo y herramienta son necesarios para la seguridad del trabajo.
5. - Establecer normas que deben seguirse para realizar las operaciones con seguridad.
6. - Determinar las instrucciones y adiestramiento necesarios para el personal.

El método consta de 4 pasos :

I. - Dividir la operación en detalles.

Para conocerla mejor - Determinar lo que se hace.

Determinar el orden en que se hace.

- a). - Enterar a los trabajadores de lo que está haciendo.
- b). - Observar varias veces la operación que analizamos.
- c). - Anotar los detalles de la operación (peso, longitud, condiciones)

II. - Localizar los riesgos:

- a). - Obtener la colaboración de los trabajadores y personas afectadas.
- b). - Determinar en cada detalle el riesgo que esté presente.
- c). - Consultar la experiencia de accidentes anteriores.

III. - Determinar el método seguro :

- a). - Tratar de eliminar el riesgo, proteger la máquina o equipo, usar equipo de protección personal.
(en el orden que se indica).
- b). - Escribir el método seguro.

IV. - Aplicar el Método seguro :

- a). - Obtener la aprobación del jefe, subordinados y personas relacionadas.
- b). - Adiestrar a su personal en el método seguro.
- c). - Comprobar resultados.

La seguridad industrial aplicada en la construcción, por ser una técnica de carácter preventivo, no es una actividad de la que se pueda hacer un juicio a "ojo" de los resultados obtenidos; porque siempre encontraremos que deben aplicarse ciertas medidas de seguridad que salen de la sagacidad de observación del supervisor, ó del control del mismo sobre la totalidad del conjunto de trabajadores que realizan su labor dentro de un medio rápidamente cambiante de condiciones originadas por el avance de la obra.

Para reducir los inconvenientes anteriores se debe contar :

- 1). - Con el convencimiento en seguridad de todos los elementos que

controlan o dirigen el trabajo del personal . - jefe de obra, ayudantes, sobrestantes, cabos, etc.

- 2). - Con la confianza de los anteriores hacia el supervisor en Seguridad, para que tenga conocimiento de los avances programados en obra y procedimientos de trabajo que se usarán en determinadas operaciones.
- 3). - Con el mayor y mejor adiestramiento al personal de primera línea (peones).

El juicio que se haga de las actividades de Seguridad, deberá ser a través de los llamados Indices de Seguridad, los cuales nos indican : 1o. la frecuencia con que ocurren los accidentes con incapacidad y 2o. la gravedad que los mismos revisten.

Es el Supervisor en Seguridad encargado de cada frente de trabajo, la persona indicada de enviar a la Dirección, los datos necesarios para el cálculo de Indices de Seguridad. Se deberá hacer puntualmente el "Reporte Semanal" * (5) de los mismos, cumpliendo con las indicaciones del instructivo elaborado para tal fin * (6).

* (5) Anexo. - Reporte semanal para el cálculo de Índice de Seguridad.

* (6) Anexo. - Instructivo para el llenado del Reporte Semanal para el cálculo de Indices de Seguridad.

ANEXOS : CURSO BASICO DE SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION

La seguridad industrial en la construcción :

- Anexo 1) Normas de seguridad obligatorias para operadores de maquinaria pesada.
- Anexo 2) Reporte de Accidente.
- Anexo 3) Instructivo para el llenado del "Reporte de Accidente".
- Anexo 4) Recomendaciones para el manejo seguro de materiales.
- Anexo 5) Reporte semanal para el cálculo de Indices.
- Anexo 6) Instructivo para el llenado del "Reporte Semanal para el Cálculo de Indices".
- Anexo 7) Revisión de Seguridad.

NORMAS DE SEGURIDAD OBLIGATORIAS PARA LOS OPERADORES DE MAQUINARIA PESADA.

1.—Las señales del ayudante y banderero.

- 1.—Que suban o viajen en la máquina, personas ajenas al operador.
- 2.—Acercar las manos a cables en movimiento.
- 3.—Que el ayudante limpie la máquina, cuando está en operación.
- 4.—Usar la máquina para trabajos fuera de los especificados.
- 5.—Pelearse con las palancas de mando.
- 6.—Suspender carga sobre trabajadores.
- 7.—Operaciones bruscas (sacudidas, giros violentos, choque de la almeja, etc.)
- 8.—Acercarse a cables eléctricos a menos de 1.50 mts. (en caso de contacto librarse del mismo y de ser necesario, bajar saltando de la máquina).
- 9.—Poner en operación la máquina en sitios peligrosos (tierra suelta, pisos grasosos, etc.)
- 10.—Cargar combustible con la máquina funcionando.
- 11.—Bajarse de la máquina en movimiento sin asegurar los mandos.

- 1.—El estado de cables, amarres y ganchos.
- 2.—Que haya espacio suficiente para la operación.
- 3.—En torno y debajo de la máquina, antes de ponerla en operación.
- 4.—Que los protectores de las partes móviles estén bien instalados.
- 5.—La carga en todo momento.

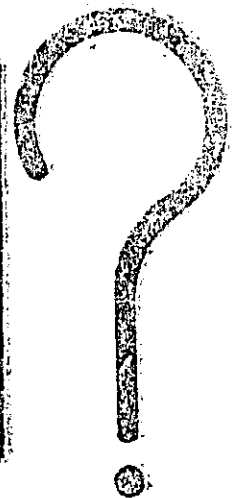
- 1.—Casco de Seguridad.
- 2.—Extinguidor en la máquina.
- 3.—Buena iluminación para operaciones nocturnas.
- 4.—Prendas de vestir apropiadas.

¿Conoce las especificaciones en cuanto a limitaciones de operación de esta máquina?

¿Demuestra su capacidad técnica operando la máquina de acuerdo a las indicaciones del fabricante en cuanto a capacidad y ciclos de operación?

¿Demuestra su responsabilidad?

- a) Planeando sus operaciones y traslados.
- b) Cuidando las recomendaciones del fabricante en cuanto a operación.
- c) Cumpliendo las medidas de seguridad.



Reporte de Accidente

En Obra _____

Nombre del lesionado _____ Edad _____ Ocupación _____
 _____ SUFRIO UN ACCIDENTE EL _____ A LAS _____ Ha.
 _____ Fecha _____
 _____ RESULTANDO UNA INCAPACIDAD
 _____ (Marque con una x)
 Parte del Cuerpo _____

MENTANEA	<input type="checkbox"/>
INCAPACIDAD TEMPORAL	<input type="checkbox"/>
INCAPACIDAD PERMANENTE	<input type="checkbox"/>
TAL	<input type="checkbox"/>

EL LESIONADO ES PERSONAL
 (Marque con una x)

DE LA COMPAÑIA	<input type="checkbox"/>
DE SUB-CONTRATISTA	<input type="checkbox"/>
O DESTAJISTA	<input type="checkbox"/>

¿Qué operación o trabajo realizaba antes de lesionarse?

¿Con qué máquinas, herramientas

o materiales estaba en contacto antes de lesionarse?

¿CUANTAS PERSONAS INTERVENIAN EN LA

OPERACION QUE SE REALIZABA? _____ ¿LES AFECTO EL ACCIDENTE?
 (Marque con una x)

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿CÓMO SE PRESENTÓ EL ACCIDENTE

¿Cómo se presentó el accidente

desde antes de lesionarse, ... hasta habérselo proporcionado los

auxilios necesarios?

¿Con qué se lesionó?

¿Qué daño sufrió la Maquinaria,

o a que altura o

altura, Material o Instalaciones?

¿USABA EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL?
 (Marque con una x)

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿USABA EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL?
 Metros _____

SI	<input type="checkbox"/>
NO	<input type="checkbox"/>

¿USABA EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL?

COMENTARIOS QUE CONSIDERE ACLARATORIOS DEL ACCIDENTE:

REPORTO EL ACCIDENTE A LA
 DIRECCION DE SEGURIDAD METRO

Nombre _____

Firma _____

ANEXO 3)

INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DEL REPORTE DE ACCIDENTE

Deberá hacerse reporte escrito de todos los accidentes que:

- 1).- Ocasionan lesión.
- 2).- Los que "por poco" la provocan.
- 3).- Los que causen daños considerables al capital o al tiempo.

La finalidad del reporte es conservar la experiencia que nos proporciona cada accidente, al determinar las causas que lo originaron y tener conocimiento de las circunstancias que lo hicieron propicio.

La forma impresa para el Reporte de Accidente, tiene el objeto de ayudar al Supervisor en Seguridad en el vaciado de datos, más no es una forma perfecta que se adapte a todo tipo de accidentes, de los que se deberán reportar por escrito.

Por lo anterior es necesario revisar que en cada reporte, sean contestadas las siguientes preguntas :

- 1).- ¿ A quién ?
- 2).- ¿ Cuándo ?
- 3).- ¿ Dónde ?
- 4).- ¿ Qué ?
- 5).- ¿ Cómo ?
- 6).- ¿ Con qué ?

Con las que cualquier persona que lea el reporte deberá darse una idea precisa de las circunstancias en las que sucedió ó por poco sucede el accidente.

Habiendo logrado describir el accidente, nuestro siguiente paso es determinar las causas que lo originaron, contestando la pregunta ¿ Por qué sucedió ? , cuya respuesta deberá anotarse en el margen derecho y en sentido longitudinal de la hoja, recordando que pueden ser varios actos inseguros o condiciones peligrosas a la vez, las causas que lo originaron.

En el reverso de la hoja deberán anotarse las medidas de seguridad necesarias para evitar que ocurran accidentes similares.

El criterio con el que se determinarán las acciones correctivas necesarias es el siguiente :

- 10.- Tratar de eliminar el riesgo o causa.

RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO SEGURO DE MATERIALES

- 1.- Deben levantarse pesos, aprovechando los músculos de las piernas manteniendo recta la espalda y las rodillas dobladas. Si el peso es excesivo, pida ayuda, no trate de levantarlo usted solo.
- 2.- Cuando dos o más personas transportan objetos muy pesados o largos, es importante que los esfuerzos y movimientos se hagan al unísono. Debe haber alguien que dirija las maniobras y dé las voces de ejecución. Siempre que sea posible, deben usarse herramientas especiales.
- 3.- Al manejar materiales largos como tubería, piezas de madera y escaleras, el extremo del frente debe estar más alto que el de atrás. El objeto es que el extremo del frente libre a una persona al dar vuelta en una esquina.
- 4.- Un objeto muy pesado no debe levantarse manualmente, si se cuenta con ganchos, grúas u otros medios mecánicos.
- 5.- Al subir o bajar por un plano inclinado, rodando tanques u otros objetos redondos, pesados, sus movimientos deben controlarse por medio de cables o aparejos, evitándose que haya personas en el trayecto de bajada.
- 6.- Si un material que está siendo utilizado o está saliendo en una máquina u otro equipo, tiene que apilarse; debe procurarse que su estibamiento sea correcto.
- 7.- Deben mantenerse en buenas condiciones de operación, herramientas tales como palas, trinchas, barretas, carretillas, carros de mano, ganchos, etc.
- 8.- Al manejar madera, metal en diversas formas, cajas y otros artículos suficientemente pesados para lesionar los pies, deben usarse protectores para éstos. - zapatos de seguridad, punteras metálicas para resguardarlos, así como guantes, manoplas de cuero y equipo semejante.
- 9.- Debe procurarse el buen estado de los pisos para evitar saltos en los carros que lleven material.
- 10.- Los pasillos deben estar despejados y lo suficientemente amplios.

11. - Al estibar materiales debe asegurarseles y, cuando su forma lo permita queden "cuatrapeados" para dar mayor solidez a la estiba. Al desestibar debe preverse la posibilidad de que el material se corra o se derrumbe.
12. - Al emplear carretillas, debe procurarse poner la carga más bien hacia la parte del frente, para que se facilite levantarla y empujar la carretilla. Debe evitarse sobrecargarlas.
13. - Al izar una carga con la ayuda de eslingas, éstas deben ser usadas y colocadas correctamente. La carga debe asegurarse para que no se corra o se vuelque.

OBRA: _____

REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD

ana No. _____ del _____ de _____ al _____ de _____ de 19____

PERSONAL POR ADMINISTRACION

PERSONAL SUB-CONTRATISTA

Horas - hombre laboradas =

Horas - hombres laboradas =

RELACION DE ACCIDENTES OCURRIDOS EN LA SEMANA

Se anexan Reportes de cada una.

Nombre del lesionado	Días de incapacidad	Nombre del lesionado	Días de incapacidad

RELACION DE INCAPACIDADES RECIBIDAS EN LA SEMANA

Nombre del lesionado	Días de incapacidad	Nombre del lesionado	Días de incapacidad

Informe de las incapacidades parciales, permanentes o totales.

Reportó a la Dirección de Seguridad: Nombre _____

Firma

INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DEL REPORTE SEMANAL PARA EL CALCULO DE INDICES DE SEGURIDAD

La efectividad de las actividades de seguridad se mide a través de los llamados Indices de Frecuencia y Gravedad.

$$I. F. = \frac{\text{No. de accidentes con incapacidad}}{\text{horas - hombre laboradas}} \times 10^6$$

$$I. G. = \frac{\text{No. de días perdidos por incapacidad}}{\text{horas - hombre laboradas}} \times 10^6$$

Accidente con incapacidad, es aquel que a consecuencia de la lesión sufrida, impide al trabajador laborar al día siguiente del accidente.

Por medio de los índices calculados en función de los accidentes que provocaron lesiones con incapacidad al personal, tendremos una relación que nos permitirá juzgar cuantitativamente el control logrado para la prevención de accidentes con lesión.

Es conveniente recordar, que los accidentes son acontecimientos imprevistos que siempre afectan a los elementos de la producción, y que los accidentes que afectan al trabajador son solo una pequeña parte de todos los que afectan a la producción (Capital, Trabajo y Tiempo).

O sea :

Los índices de Seguridad nos muestran como afectan los accidentes al elemento de trabajo que es el hombre; y nos muestran una parte pequeña de como afecta a la producción (CAPITAL, TRABAJO, TIEMPO).

La seguridad se controla a través de los índices anteriores, porque existe imposibilidad física y técnica del conocimiento y cuantificación de daños de la totalidad de accidentes (acontecimientos imprevistos), que ocurren en un centro de trabajo.

Otra limitación en el cálculo de los índices anteriores, es la cuantificación de la gravedad (días perdidos por incapacidad) en los casos de incapacidades permanentes parciales o totales, que son consecuencia del accidente que sufre el trabajador, las cuales se valúan de acuerdo a las indicaciones de la Ley Federal del Trabajo referente a valuación de incapacidades permanentes por accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

El Supervisor en Seguridad deberá anotar en el Reporte Semanal para el Cálculo de Índices de Seguridad, en que consistieron las incapacidades permanentes ocasionadas por la lesión.

El procedimiento de llenado del Reporte mencionado es como sigue :

- a) Parte superior derecha : iniciales de la empresa, número de obra y en el siguiente renglón el nombre con que se conoce el frente de trabajo.
- b) Después del encabezado del reporte indicar el número de la semana, de la que se envían los datos y los días y mes que comprenden esa misma semana.
- c) En el siguiente renglón hay una división para el vaciado de datos ; en parte izquierda para el personal administrativo de la empresa y la parte derecha para la totalidad del personal sub-contratista y destajista (en este último caso, los datos de cada sub-contratista deberán anotarse al reverso de la hoja, para que aparezca en el frente solo el total de la suma).

Anotar las horas-hombre laboradas por administración en la izquierda y la suma de las horas-hombre laboradas por la totalidad de los sub-contratistas a la derecha.

- d) En los cuadros "Relación de Accidentes ocurridos en la semana" deberán anotarse el Nombre del lesionado o lesionados en esa semana que se reporta y el Número de días de incapacidad que le otorga el Seguro Social a través de los certificados de incapacidad. Si el certificado no ha sido presentado en la obra cuando se llene este reporte, deberá aparecer con raya horizontal el espacio destinado a días de incapacidad.

Es importante darse cuenta que la división de personal por administración a la izquierda y personal sub-contratista a la derecha, se conservará hasta terminar el reporte y que todos los nombres de lesionados que aparezcan en estos cuadros, sean de accidentes ocurridos en la semana que se reporta y que se anexen a esta hoja todos los "Reportes de Accidentes". (Anexo 2).

- e) En los cuadros de "Relación de Incapacidades recibidas en la semana" deberán anotarse el nombre del lesionado al que se le extiende el certificado de incapacidad y los días de incapacidad que consigna el mismo (en estos cuadros, no importa en que semana ocurrió el accidente de trabajo, sino la totalidad de las incapacidades recibidas en la semana que se reporta).

NOTA : Al presentarse el caso de un lesionado de la semana que se reporta y que no ha entregado el certificado de incapacidad que-

extiende el Seguro Social, aparecerá su nombre en el cuadro superior y con raya horizontal los "días de incapacidad", a la semana siguiente, el nombre de este lesionado deberá aparecer en el cuadro inferior y con los días de incapacidad que indica el certificado que debe haber entregado o enviado a la obra.

Cuantas veces más le entreguen certificado de incapacidad, deberá aparecer su nombre en el cuadro inferior con los días de incapacidad otorgados y en el reporte de la semana en que se reciba el certificado.

f) Nombre y Firma del Supervisor en Seguridad.

REVISION DE SEGURIDAD

OBRA: _____

FECHA: _____

HORA: _____

- 1 Limpieza en áreas de trabajo.
- 2 Iluminación en áreas de trabajo.
- 3 Equipo de protección personal.
- 4 Accesos seguros a áreas de trabajo.
- 5 Supervisión en áreas de trabajo.
- 6 Protección a equipo e instalaciones de trabajo.
- 7 Supervisión en el manejo de maquinaria.
- 8 Prot. de huecos por contaminación atmosférica.
- 9 Impedir trabajos peligrosos sin protección.
- 10 Asegurar troqueles, e impedir montarse en ellos.
- 11 Prevención de incendios y explosiones.
- 12 Confinar áreas de trabajo.
- 1 Pasos seguros para peatones.
- 1 Limpieza en zonas afectadas.
- 1 Señalización en zonas de circulación pública.
- 1 Vigilancia en zonas de peligro.
- 1 Protección de huecos, registros, fosos etc.
- 1 Instalación y servicio de sanitarios.
- 1 Botiquín de curaciones y primeros auxilios.
- 1 Presentación de las instalaciones de seguridad.
- 1 Reporte de Accidente.
- 1 Reporte Semanal para el Cálculo de Índices.
- 1 Reporte Mensual de Atenciones en Botiquín.

Localización del Area	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	S	P	PP	A	B	C
A																									
B																									
C																									
D																									
E																									
F																									
G																									
H																									
I																									
J																									
K																									
L																									
M																									
N																									
O																									
P																									
Q																									
R																									
S																									
T																									

DETERMINACION DEL AREA	

Métodos para evaluar un Programa de Seguridad Industrial

El autor de este artículo ha pretendido dar los lineamientos básicos que ayudarán a cualquier empresa industrial a hacer una evaluación efectiva de su Programa de Seguridad.

por José Luis Senti,
Supervisor de Seguridad Industrial

MUCHOS DIRECTORES DE EMPRESAS y de seguridad se formulan esta pregunta: ¿Por qué, a pesar de que se invierte dinero en nuestro programa de seguridad y brindamos nuestros mejores esfuerzos, no podemos llevar nuestros índices a los niveles de otras empresas de actividades afines?

Esta respuesta no puede ser dada en forma espontánea, como tampoco podría darla el médico a un enfermo, a menos que le haga un examen exhaustivo para descubrir dónde está el problema.

¿Por qué esta caprichosa comparación?, pues, simplemente porque un programa de seguridad, al igual que el cuerpo de una persona, es un ente orgánico que se desequilibra si no se siguen los lineamientos que se dictan para su correcto funcionamiento.

El método de evaluación que aquí se presenta pretende ser una guía para aquellos que tengan interés de "auscultar" su programa de seguridad para descubrir dónde se en-

cuentra "la enfermedad" y poder así tomar las medidas correctivas tendientes a conseguir una situación óptima.

PROCEDIMIENTO

Puntaje

El procedimiento para evaluar consiste en la adjudicación de un puntaje a la respuesta que corresponda a cada una de las preguntas. Dicho puntaje será adjudicado de la siguiente forma: si a la pregunta le corresponde una negación total, el puntaje será 0; si sólo se cumple parcialmente lo que corresponde a la pregunta formulada, el puntaje será 5; si a la pregunta le corresponde una respuesta totalmente afirmativa el puntaje será 10.

Si se encuentra que una pregunta no corresponde al tipo de actividad que desarrolla la empresa, ésta puede ser anulada. Téngase en cuenta, en tal caso, que debiera sustraer un punto al número divisor del puntaje a fin de que pueda mantenerse el promedio.

Promedio

El procedimiento ha sido formado teniendo en cuenta los rubros más importantes de que consta un programa de seguridad. Los promedios parciales permitirán establecer que parte del programa requiere mejorarse. La interpretación de los promedios será la siguiente:

de 0 a 2 — Mal

3 a 5 — Regular

6 a 8 — Bien

8 a 9 — Excelente

Recomendaciones

Se recomienda que esta evaluación la efectúen varias personas, preferentemente que hayan intervenido en comités de seguridad o que se encuentren bien interiorizadas sobre la marcha del programa. Si interviene el gerente, por supuesto, será mucho mejor, ya que desde ese momento quedará predispuesto a brindar su apoyo para mejorar la parte del programa que así lo requiera.

PARTICIPACION EN EL PROGRAMA

Participación del Gerente

- Estableciendo una política de Seguridad bien definida _____
- Asignando responsabilidad en el programa _____
- Jerarquizando la función del Encargado de Seguridad _____
- Controlando y exigiendo buenos récords de seguridad _____
- Controlando y exigiendo (én la medida del tiempo que disponga) el estricto cumplimiento de las normas de seguridad _____
- Mostrando un real y sincero interés por la seguridad, remitiendo cartas de felicitaciones, discutiendo accidentes y evaluando los méritos de un supervisor a través de los récords de seguridad _____
- Dándole prioridad cuando deba tomarse una decisión en la que este en juego la Seguridad _____

- Participación de la organización que cumple funciones asesoras en la empresa _____
- Formando parte de las Comisiones de Seguridad _____

- Brindando y/o solicitando asesoramiento o aprobación del Encargado de Seguridad cada vez que deba realizarse una tarea en la que entre en juego la seguridad de la planta y/o de las personas _____

Participación de la supervisión jerárquica

- Considerando la eficiencia de los subalternos a través de los récords de seguridad personales y del grupo _____
- Exigiendo buenos récords de seguridad _____
- Exigiendo que en la planificación diaria de las tareas realizadas por el personal, se incluyan aspectos de seguridad _____
- Observando y haciendo observar las normas de seguridad dentro de su jurisdicción _____

Participación de la supervisión de línea

- Aceptando totalmente la responsabilidad por la seguridad de las personas que trabajan a su cargo y de los bienes materiales de la empresa _____

Capacitando a los operarios nuevos	—	buscar las causas subjetivas, que lo mueven a cometer actos inseguros	—
Dando charlas de seguridad a los operarios que están a su cargo aprovechando para citar en ellas casos de accidentes ocurridos y enseñando la manera de prevenir repeticiones	—	Participación del gremio	—
Investigando personalmente cada accidente buscando las causas y no tratando de establecer "quién es el culpable"	—	Haciendo llegar a la gerencia recomendaciones para mejorar las condiciones de seguridad y salubridad de sus afiliados	—
Incluyendo aspectos de seguridad en la planificación diaria de su trabajo	—	No relacionando problemas de seguridad con intereses puramente gremiales	—
Estando íntima y sinceramente convencido que el trabajador seguro redundará en beneficio de las buenas relaciones para con el personal y que además de realizar una obra social grata, también está beneficiando económicamente a la empresa	—	No interfiriendo cuando se aplique una sanción disciplinaria justificada por violaciones a normas de seguridad	—
Demostrando esa convicción cada vez que habla sobre seguridad con algún trabajador	—	Participando en algunas comisiones de seguridad	—
Encontrándose totalmente integrado al grupo que supervisa, manteniendo las puertas de la oficina abiertas para que le hagan conocer sus problemas, no sólo en lo concerniente al trabajo sino también los personales que podría ayudarle a resolver	—	Tratando de convencer a sus afiliados sobre la finalidad que persigue un buen programa de seguridad: librarlos de tener accidentes y sufrir lesiones	—
Realizando inspecciones periódicas en la sección y dándole importancia al orden y la limpieza	—	Participación del personal	—
Llevando un registro para determinar quienes son las personas propensas a sufrir lesiones y tratando de	—	Observando las normas de seguridad	—
	—	Haciendo llegar sugerencias para mejorar las condiciones de seguridad de la fábrica	—
	—	Prestandose, sin retaceos, a aportar datos cuando se investiga un accidente	—
	—	Colaborando en las campañas de orden y limpieza	—
	—	Formando parte, cuando se le solicite, de las brigadas de incendio y rescate	—
	—	Promedio del rubro: <u>puntaje</u>	Puntaje: —
		35	

EL SUPERVISOR DE SEGURIDAD Y SUS DEBERES

Formular, administrar y realizar los ajustes necesarios para el buen funcionamiento del programa de seguridad	—	atendidos, manifestaciones de riesgos de enfermedades profesionales	—
Si el promedio del cuestionario anterior es regular o malo, esta haciendo algo por mejorarlo	—	Ha establecido un mecanismo de manera que el personal del servicio médico de la planta le informe automática e inmediatamente luego de atender un caso de accidente	—
Apela a recursos de motivación tales como la publicación de costos, la creación de concursos, campañas, exhibición de afiches, etc.	—	Ha establecido un plan de "seguimiento" para asegurarse que se han corregido condiciones, métodos y actos de trabajo inseguros	—
Busca permanentemente nuevos métodos para despertar y mantener el interés en la seguridad	—	Da una charla inicial al personal que ingresa o la da a alguien que está capacitado, o se ha preparado algún plan bien elaborado para conseguir los resultados deseados	—
Extiende el programa de seguridad a la prevención de accidentes fuera del trabajo	—	Promueve la celebración de reuniones y la creación de comisiones de seguridad, participando en una u otra forma en cada una de ellas	—
Mantiene a la gerencia, a la supervisión y a todo el personal, informados sobre el estado del programa mediante la distribución de informes mensuales, semanales y diarios	—	Mantiene contacto con entidades profesionales para mantenerse al día en el desarrollo de nuevas técnicas	—
Recorre diariamente la fábrica tratando de enterarse directamente sobre problemas de seguridad que aquejan al personal	—	Por el mismo motivo, se encuentra subscripto a las publicaciones que se encuentran actualizadas en esta disciplina	—
Brinda a la supervisión de línea el material educativo que necesita para desarrollar sus reuniones	—	Se asegura de que se está cumpliendo con las reglamentaciones y ordenanzas de seguridad en el orden nacional, provincial y municipal	—
Actúa como asesor en todos los asuntos relacionados con la seguridad de la fábrica	—	Participa en las actividades de prevención de incendio y rescate de la planta	—
Mantiene al día los registros y estadísticas	—	Supervisa la compra de elementos de protección personal	—
Utiliza estos récords y estadísticas como elementos para evaluar riesgos predominantes y conforme a ella establece campañas de seguridad para eliminarlos	—	Participa en la aprobación de los nuevos diseños, compra e instalación de equipos y maquinarias	—
Ha establecido un procedimiento para que todos los accidentes le sean informados y reportados por la supervisión	—	Promedio del rubro: <u>puntaje</u>	Puntaje: —
Trabaja en estrecha vinculación con el médico de la fábrica, a fin de descubrir temprano, a través de los casos	—	23	

CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO EN LAS TAREAS

- Se han determinado los objetivos del plan de capacitación después de una evaluación objetiva de las necesidades _____
- Se han utilizado las estadísticas de accidentes y un análisis de la descripción de tareas, como una guía para la determinación de tales objetivos _____
- Luego de establecer estos objetivos y la configuración general del curso, se lo ha arreglado para presentarlo: _____
- a) En forma ordenada y didáctica _____
- b) Poniendo énfasis en los puntos más importantes _____
- c) Evitando la omisión de partes vitales _____
- d) Observando y haciendo observar el horario de las clases _____
- e) Haciendo participar a los asistentes al curso _____
- f) En forma amena, alternando la exposición del instructor con exhibición de diagramas, diapositivas, películas y otros elementos didácticos _____
- g) Dando ejemplos concretos de casos conocidos _____
- Se ha titulado el tema a tratar en forma clara y concisa _____
- Se ha preparado al introducción al tema de manera que se pueda dar a la clase un panorama general sobre lo que habrá de tratar, poniendo énfasis en los beneficios que se obtendrán del curso _____
- Se le ha dado suficiente jerarquía al curso haciendo que su presentación esté a cargo de la persona de mayor jerarquía de la fábrica _____
- Se han realizado cursillos entre los supervisores sobre temas tales como: _____
- a) Métodos seguros de trabajo _____
- b) El rol del Supervisor en la Seguridad _____
- c) Instrucción en el trabajo _____
- d) El costo de los accidentes y sus efectos adversos para la productividad _____
- e) Causas de accidentes y métodos básicos para prevenirlos _____
- f) Uso correcto de las herramientas _____
- g) El orden y la limpieza _____
- h) El factor humano como causa de accidentes _____
- Se estimula la asistencia a los cursos dando a su terminación un diploma, una medalla, etc. _____
- Sobre el instructor: _____
- Trata de no salirse del tema _____
- Lo ha preparado bien para desarrollarlo sin titubeos _____
- Evita el uso de sarcasmo o el de dar nombres cuando se trata de citar como ejemplo un error cometido por una persona _____
- Cuando habla, se dirige directamente a la clase evitando pasearse por el aula o mirar al suelo _____
- Trata de memorizar el nombre de todos los asistentes _____
- Evita dar más participación a una persona que a otra, especialmente por el simple hecho de que ésta tenga más jerarquía en la organización _____
- Utiliza la terminología que pueda ser entendida fácilmente por todos _____
- Ha escogido para dar la clase una sala que cumpla con las condiciones de confort _____
- Se ha dado a todo el personal cursos de primeros auxilios _____
- Se ha dado a todo el personal prácticas en el manejo de extintores _____
- Se ha dado a todo el personal prácticas de evacuación _____
- Reciben los miembros de las brigadas de incendio y rescate, por lo menos, una práctica mensual _____
- Puntaje: _____
- Promedio del rubro: puntaje _____

33

COMITES DE SEGURIDAD

- Existen, por lo menos, dos comités de seguridad, uno que tenga carácter ejecutivo (a nivel gerencial) y otro recomendativo o asesor _____
- Se realiza, por lo menos, una reunión mensual _____
- Es la reunión presidida por la persona más representativa del nivel al que se la está realizando _____
- Se realizan las reuniones sobre un temario predeterminado y se lo sigue, evitando que las conversaciones se deriven hacia temas ajenos _____
- Se hace conocer el temario de la reunión de antemano a fin de que los participantes puedan reunir antecedentes para intervenir _____
- Se crea en la reunión una atmósfera de cordialidad, estimulando la participación de todos los asistentes _____
- Se trata siempre de dar a los temas un giro de crítica constructiva, evitando herir la susceptibilidad de las personas _____
- Se exige asistencia y puntualidad y se sigue estrictamente el horario establecido _____
- Está la sala bien preparada, es decir, con temperatura adecuada, bien iluminada y exenta de ruidos molestos _____
- Se prepara una minuta sobre los temas tratados y se siguen los puntos tratados hasta su total solución, cuando lo requieran _____
- Inspecciones _____
- Existe, por lo menos, un comité, que realice una inspección por semana _____
- Es obligatoria la asistencia a estas inspecciones _____
- Se renuevan periódicamente los miembros de este comité _____
- Se utiliza una lista de verificación cuando es necesario _____
- Son las inspecciones sorpresivas _____
- Se invita a un representante del departamento a inspeccionar, para que acompañe al comité durante la inspección _____
- Se da importancia a aspectos que coayudan a la seguridad tales como la conservación del orden y la limpieza, y la provisión de buenas condiciones ambientales para el trabajador _____
- Se hace una lista con las recomendaciones y se la envía al jefe del departamento solicitando respuesta y efectuando el seguimiento de las soluciones sugeridas hasta que éstas sean llevadas a cabo _____
- Cuando una recomendación ha sido rechazada y después que el comité la haya considerado, es sometida al ar-

bitfaje del comité ejecutivo para su aprobación o rechazo final _____
 Se estimula la participación en estos tipos de comités remitiendo cartas de reconocimiento una vez que un miembro ha cumplido con su periodo de cooperación _____

Interviene en el comité, por lo menos, una persona al nivel obrero _____
 Promedio del rubro: puntaje Puntaje: _____
 21

PROMOCION

Se ha determinado en que sector o actividad de la fábrica, es necesario motivar al personal para que trabaje con seguridad _____
 Se han confeccionado los planes de motivación, conforme a los siguientes objetivos: _____
 a) El desarrollo de actos y actitudes seguras _____
 b) Dándole a todo el personal una oportunidad para participar en el programa de seguridad _____
 c) Facilitando la comunicación entre la gerencia y los trabajadores _____
 Se realizan concursos _____
 exhiben, periódicamente, películas de seguridad, de sanidad e higiene industrial _____
 Se distribuyen revistas para supervisores _____
 Se colocan los carteles en forma selectiva y en lugares estratégicos _____
 Se los renueva, por lo menos, una vez por semana _____
 Cuenta la fabrica con un medio para hacer conocer, al personal, todos los días las horas o días que se vienen trabajando sin lesión incapacitante _____
 Apela al espíritu competitivo haciendo conocer mediante _____

un tablero los departamentos que tienen mejores índices de seguridad _____
 Se apela al orgullo personal, entregando en forma individual un emblema a las personas que hayan alcanzado un determinado periodo sin sufrir lesiones incapacitantes _____
 Se apela al deseo de reconocimiento, remitiendo al trabajador una carta de felicitación o publicando su nombre al haber alcanzado un periodo dado sin sufrir lesiones incapacitantes _____
 Se apela al interés, considerando, entre otros factores también sus récords de seguridad, como un motivo de progreso en la empresa _____
 Se apela al temor de sufrir accidentes exhibiendo elementos de protección que han salvado al personal de sufrir accidentes graves _____
 Se realizan campañas de seguridad bien presentadas y con buena publicidad _____
 Promedio del rubro: puntaje Puntaje: _____
 16

REGISTROS DE SEGURIDAD E INVESTIGACION DE ACCIDENTES

Registros _____
 Se lleva un récord de todas las lesiones (por leves que sean) y se hace un informe de primeros auxilios para cada una de ellas _____
 El supervisor, del lesionado, hace un informe por cada informe de primeros auxilios _____
 Se le entrega al Encargado de Seguridad una copia de los dos informes mencionados en los párrafos anteriores _____
 Se requiere, también, un informe del supervisor responsable, cada vez que ha ocurrido una situación inminente de peligro o "casi accidente", que podía haber derivado en un accidente _____
 Se llevan al día los índices de frecuencia y gravedad conforme a las normas ANSI Z 16.1 _____
 Se llevan índices de frecuencia sobre lesiones serias no incapacitantes _____
 Se tienen en cuenta los siguientes datos para la clasificación de lesiones y el registro de fichas personales _____
 Fecha _____
 Día de la semana _____
 hora _____
 Sobre el lesionado _____
 Edad, sexo, antigüedad, condiciones físicas _____
 Parte del cuerpo _____
 Departamento _____
 Tarea que se realizaba _____
 Origen de la lesión _____

Agente productor de la lesión _____
 Acto inseguro _____
 Ocupación _____
 Experiencia en el trabajo _____
 Producto que manejaba _____
 Puntaje parcial: _____
 Promedio parcial: puntaje parcial _____
 13
 Se confeccionan informes mensuales sobre los registros de lesiones _____
 Se confecciona un informe anual con todos los datos estadísticos _____
 Se incluyen en estas estadísticas los costos directos e indirectos _____
 Se comparan las estadísticas de la empresa con las de otras afines _____
 Investigación _____
 Se investigan todos los accidentes _____
 Se investigan en forma especial y exhaustiva todos los accidentes (o "cuasi accidentes"), graves o fatales _____
 Se investiga cada vez que surge un brote "epidémico" de un determinado tipo de lesión, enfermedad o causa de accidente _____
 Promedio del rubro: puntaje Puntaje: _____
 14

(continúa en la pág. 36)

EL DEPARTAMENTO MEDICO

- El departamento médico de la planta en estrecha vinculación con el Encargado de Seguridad, avisándole inmediatamente cuando ocurre un accidente o se notan brotes "epidémicos" de algún tipo de lesión o afección
- Recorre el médico la planta regularmente a fin de familiarizarse con los trabajos que se realizan y las enfermedades que se manejan, para sugerir mejoras de condiciones ambientales, métodos de trabajo o conducta del personal
- Cuando se efectúa el examen de ingreso, se tienen en cuenta las condiciones físicas y psíquicas del postulante en función a la tarea que va a realizar
- Se cuenta con algún programa de inmunización
- Se cuenta con un programa de examen periódico, estableciendo frecuencias en función a los tipos de tareas y edad de las personas
- Se cuenta con elementos de emergencia, listos para hacer frente a accidentes múltiples, producidos por derrumbamientos o explosiones
- Contribuye el médico en la educación del personal para prevenirles sobre posibles riesgos para la salud
- Es realista en cuanto a la necesidad de enviar lesionados a casa para su recuperación
- Está el departamento médico al día en las nuevas técnicas de curación, como así también sobre los riesgos

- potenciales para la salud que podrían presentarse en una determinada actividad de la fábrica
- Se mantiene un ficha para cada persona que trabaja, en la que se registran: lesiones, enfermedades (fuera y dentro del trabajo), defectos físicos, grupo sanguíneo, reacciones alérgicas, etc.
- Se cuenta con un punto de atención para llamadas de emergencia, tanto desde la fábrica al local del servicio médico, como del servicio médico a los centros asistenciales del exterior
- Se le ha impartido al personal, por lo menos, nociones elementales de primeros auxilios, como ser respiración artificial, masajes cardíacos, movilización de heridas y control de hemorragias
- Se cuenta, si no en la fábrica, por lo menos en la zona, con un banco de sangre, con suficiente disponibilidad de plasma y un centro médico adecuado para la atención del quemado
- Existe un plan de ayuda recíproca con los servicios médicos de otros establecimientos de la zona
- Se relaciona el médico con sus colegas de las industrias vecinas a fin de intercambiar experiencias

Puntaje: _____

Promedio del rubro: puntaje

15

CONTROL DE RIESGOS

- Existe una política de seguridad bien definida, difundida y con asignación de responsabilidades que dicte:
 - los lugares donde está permitido fumar
 - la clausura de equipos eléctricos cuando se efectúa una reparación
 - el uso de artefactos productores de llama, chispas o calor
 - el tipo de artefactos eléctricos instalados en áreas peligrosas conforme al código de ordenanzas eléctricas del país o del lugar
 - el control de riesgos producidos por la corriente estática en lugares donde se manejan inflamables o explosivos
 - el control de riesgos por inhalación de gases tóxicos, asfálticos
 - el control de riesgos producidos por la presencia de gases combustibles
 - el control de riesgos de contaminación con productos tóxicos o corrosivos
 - la entrada de personal en equipos encerrados
 - el uso de equipos de protección personal en forma general (anteojos, cascos y calzado de seguridad) y para áreas con riesgos específicos
 - el manejo de productos tóxicos, explosivos, inflamables, corrosivos o químicamente reactivos
 - el almacenaje de mercaderías, materias primas, productos manufacturados, etc.
 - la circulación de peatones y vehículos dentro de la planta
 - la inspección periódica para determinar los índices de corrosión en equipo de almacenaje o proceso que contenga líquido o gases inflamables o tóxicos, poniendo

- especial énfasis en aquéllos que se encuentren bajo presión
- La instalación e inspección periódica de dispositivos de alivio en equipos que se encuentran o pueden encontrarse bajo presión o vacío
- La instalación e inspección periódica de dispositivos limitadores de velocidad, para evitar accidentes por la fuerza centrífuga excesiva en piezas rotativas
- La instalación de defensas, barandas, paragolpes para proteger al personal y equipos
- La instalación e inspección periódica de elementos fijos de protección contra incendio, tales como sistemas rociadores, sistemas de espuma, carretes de manguera, hidrantes, monitores
- La inspección periódica de elementos portátiles tales como extintores, carros de manguera, etc.
- La educación del personal en seguridad
- La reparación e inspección periódica de herramientas de mano, eléctricas, neumáticas o con motor a explosión
- El manejo y almacenaje de tubos con gases comprimidos
- Los niveles mínimos de iluminación
- Eliminación de ruidos cuya intensidad y tiempo de exposición puedan afectar la capacidad auditiva del personal
- El desarrollo de condiciones ambientales óptimas para el trabajador (ventilación, temperatura, etc.)
- El desarrollo de condiciones de higiene óptimas para el trabajador (vestuarios, baños, etc.)
- El desarrollo de condiciones de sanidad óptimas para el

(continúa en la pág. 36)

radas con las resistencias promedio del colector (véase cuadro 2).

El flujo del aire en el sistema, en metros cúbicos por minuto, puede ser determinado algebraicamente de la velocidad promedio en metros por minuto (tal y como se determinó por medición y comparación) y el área seccional en metros cuadrados en el punto de medición.

Debería recordarse, sin embargo, que las pruebas, por importantes que sean, son inútiles sin un registro permanente de las lecturas. Se puede usar cualquier forma de registro.

Otros puntos a recordar al verificar un sistema de extracción local son los siguientes:

- Obtener una copia de las normas y reglamentos locales sobre los tamaños de los ductos, velocidades de aire, etc., y ver si se necesita la aprobación de las autoridades antes de instalar el sistema;
- Muchas veces, una práctica correcta de ingeniería requiere velocidades de aire y diámetros de ductos mayores que los mínimos requeridos por el estado; la prueba final y la más importante para saber si un sistema de extracción está controlando el contaminante, es la de si el aire es lo suficientemente puro para respirarse sin causar daño a las

RESISTENCIAS PROMEDIOS DE LOS COLECTORES		Caída de presión en pulgadas de H ₂ O	
Tipo general	Tipo específico		
TELA		2	— 4
Húmedas	Lavadores estáticos	0,5	— 0,75
	Torres empacadas	1,5	— 3,5
	Centrífugas húmedas	2,5	— 6,0
	Orificio	3,0	— 20,0
Centrífugas	Ciclones	0,75	— 1,75
	Ciclones de alta eficiencia	3	— 8

personas, y esto puede hacerse tomando muestras del aire y analizándolas para ver si la concentración de los contaminantes está más abajo de los límites permitidos;

• El profesional de seguridad o especialista, debería tener a la mano una copia de los planos que muestre el arreglo de los ductos, y de ser posible los datos que muestren la cantidad de metros cúbicos por minuto que el diseñador deseaba o calculó, que el sistema movería en cada campana;

• Algunas veces los trabajadores tendrán que modificar sus hábitos de trabajo para permitir la instalación y uso de ciertas campanas y se debería tratar de entender como el diseñador del sistema tenía la inten-

ción de que se usara. (El profesional de seguridad puede ayudar muchas veces asegurándose de que los trabajadores conocen y entienden el por qué y cómo usar los sistemas de extracción);

• Las pruebas periódicas pueden determinar: si las campanas están dañadas; si los procesos de manufactura o máquinas han sido modificados desde la instalación del sistema; si existe la entrada de aire de reposición al cuarto; si los ductos tienen en su interior cantidades apreciables de sedimentos o acumulaciones (cosa que se puede encontrar golpeando el ducto con un desarmador y escuchando el sonido que produce).

(continuará en el próximo número)

MÉTODOS... (viene de la pág. 36)

- trabajador (control de agua potable, desinfección, etc) _____
- El transporte del personal al ir y venir del trabajo _____
- Mantenimiento e inspección periódica de elementos para izar, tales como ascensores, montacargas, guinches, etc. _____
- La capacitación mínima (física y operativa) que debe reunir el personal que opera equipos de proceso y móviles, potencialmente peligrosos, tales como grúas, hidroelevadores, calderas, etc. _____
- La selección y mantenimiento de equipos de protección personal _____

- La capacitación del personal en primeros auxilios y lucha contra incendio _____
- Existen generadores de emergencia _____
- Se encuentran aisladas todas las "líneas calientes" de proceso _____
- Existen reglamentaciones que establezcan métodos de trabajo seguro para el personal de mantenimiento _____
- Se encuentra prohibido el uso de cabello suelto, ropa suelta, corbata y anillos para el personal que trabaja en maquinarias con movimiento mecánico _____
- Promedio del rubro: puntaje Puntaje: _____

36

RESUMEN

- Rubros _____
- Participación en el programa _____
- El supervisor de seguridad y sus deberes _____
- Capacitación y entrenamiento en las tareas _____
- Comités de Seguridad _____
- Promoción _____

- Registros de seguridad e investigación de accidentes _____
- El equipo médico _____
- Control de riesgos _____
- Puntaje General: _____
- Promedio General: Puntaje General

8

Instrucción programada sobre MANEJO DE MATERIALES

Adquiera por sí mismo nociones fundamentales sobre MANEJO DE MATERIALES, mediante esta fácil y única lección. Comience con la pregunta No. 1. Léala y llene el espacio con la palabra que falta. Luego verifique la respuesta que se encuentra en el casillero de la página opuesta. Deberá obtener un puntaje excelente. Examine para comprobar cuanto ha aprendido.

El material de este artículo por cortesía de
Environmental Control & Safety Management
Magazine

COMIENCE
POR AQUÍ

1

Al tener que levantar objetos pesados tenga siempre en cuenta que si puede evitar levantarlos, tanto mejor. Los movimientos horizontales requieren menos energía que los verticales. Trate de encontrar la forma de levantar, empujar o hacer rodar el material.

Respuesta a
la pregunta 2:
PIE

3

Para mover objetos pesados a una distancia corta usar una carretilla de mano de dos ruedas, manteniéndola adelante. Una carretilla de mano de cuatro ruedas es para distancias largas. Si no tiene dirección, empujela siempre. Mantenga la carga baja para que pueda ver adelante. En las subidas manténgase adelante para lesionarse.

Respuesta a
la pregunta 4:
TROPEZAR

5

Para poner en posición vertical un tambor o barril agarre los dos extremos. Con una mano presione hacia y con la otra levante. Mueva el tambor hasta que esté balanceado sobre el aro de abajo. ¡Cuidado con los pies!

Respuesta a
la pregunta 6:
NUNCA

7

Si opera un montacargas a horquilla, ya sea que vaya con carga o sin ella, la horquilla deberá estar siempre a 15 cm (6 pulg.) del suelo. No levante o una carga mientras el montacargas esté en movimiento.

Respuesta a
la pregunta 8:
FORMA

9

Para apilar con seguridad hay que empezar teniendo una base firme y nivelada. ¿Un recipiente se ha dañado? No lo apile. Las pilas nunca se caerán si los objetos están bloqueados, sostenidos y parejos y no están apilados muy Las pilas no deberán obstruir las luces, bombas para incendios, cañerías y salidas de la calefacción.

Información adicional sobre el MANEJO DE MATERIALES:

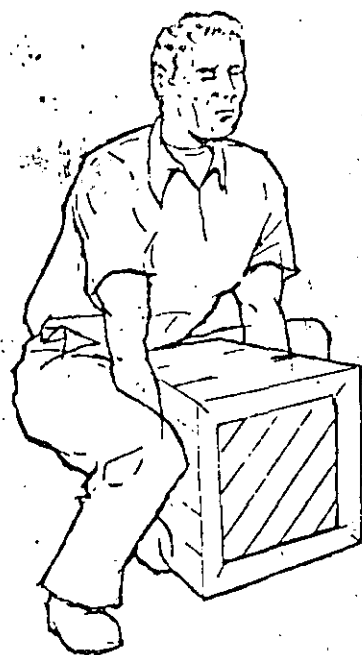
Al levantar manualmente use la cabeza para salvar la espalda. Hay que preparar la carga quitándole o cubriendo las astillas, clavos, bordes sueltos o ásperos. Si la carga lo requiere, se deberá usar ropa de protección adecuada tales como guantes, delantales, gafas. Una caja o saco están mojados o grasos. Colóquelo en un recipiente seco a fin de que no resbale mientras lo sostiene.

Prepare la ruta. ¿Hay algo con lo que pueda resbalar o tropezar? ¿Los pasillos están limpios e iluminados? ¿Las escaleras están iluminadas y sin tráfico?

Para levantar use los músculos fuertes de las piernas y no los débiles de la espalda. Póngase en cuclillas inclinándose ligeramente sobre el objeto, con las rodillas separadas. La espalda derecha. Los brazos estirados hacia abajo, los codos derechos. Agarre el objeto firmemente con la mano (no con los dedos).

Empuje hacia arriba usando los músculos de las piernas. La espalda derecha. Mantenga la carga cerca del cuerpo. Si la carga le bloquea la visión no la levante, hágala rodar.

Si tiene que cambiar de dirección, doble el cuerpo completamente. Nunca dóble la cintura en ninguna dirección si está llevando algo pesado.



Respuesta a
la pregunta 1:
SEGURA

2

Si tiene que usar una carretilla rodante o rodillos para mover materiales, no ponga las manos o pies bajo la carga. ¿Tiene que colocar bien un rodillo? Use una barra para hacerlo pero nunca la mano o el

Respuesta a
la pregunta 3:
EVITAR

4

Si la carretilla de mano tiene una manija direccional, camine adelante y tire. Mire hacia adelante. Al detenerse levante la manija de manera que nadie pueda con ella. Para mover cilindros, tambores y rollos de cartón se deberán usar carretillas de mano especiales.

Respuesta a
la pregunta 5:
ABAJO

6

¿Tiene que usar un transportador para mover materiales? Coloque los objetos separados y a lo largo. Mantenga las manos alejadas de los lugares puntiagudos. se suba a un transportador.

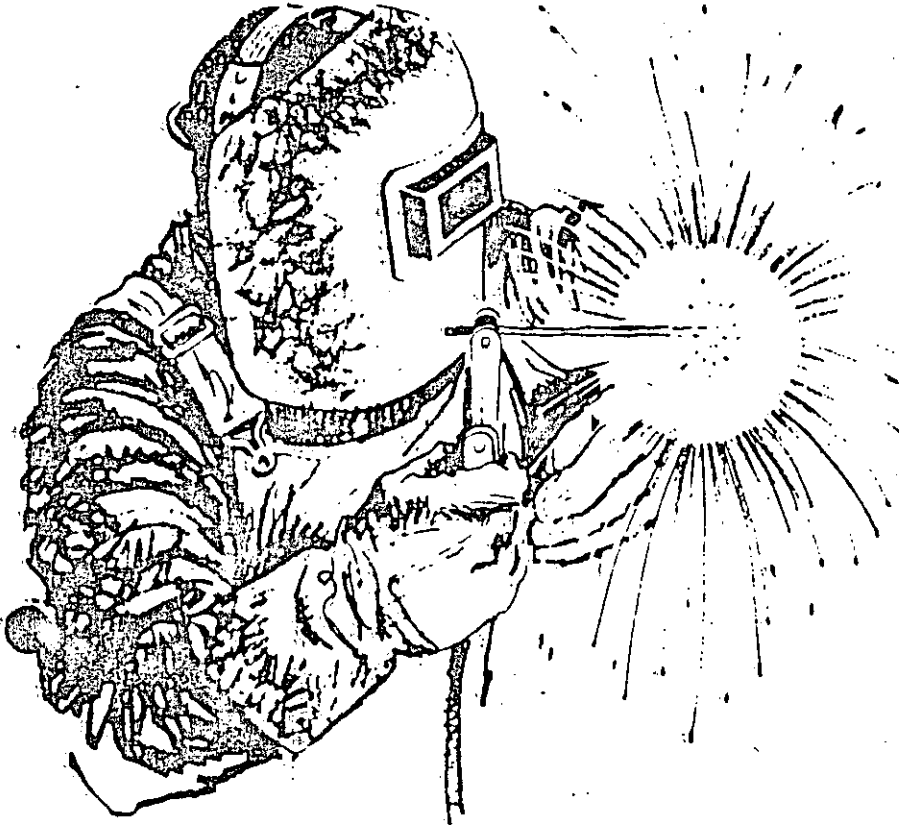
Respuesta a
la pregunta 7:
BAJE

8

Para abrir un cajón de madera use una palanca. Para una caja de cartón con grapas, un sacagrapas y un cuchillo seguro para una caja pegada. La correcta de abrir una caja asegurada con bandas de metal es usando un cortador de metales. Se deberá usar guantes y gafas protectoras y colocarse a un costado en caso de que la banda salte hacia atrás al cortarla.

Respuesta a
la pregunta 9:
ALTO

PARA CONCLUIR: Casi la cuarta parte de los accidentes que suceden en Estados Unidos se deben al manejo incorrecto de materiales. No pase a formar parte de las estadísticas. De ser posible y aconsejable, use siempre un montacarga, carretillas o el equipo mecánico disponible. Y cuando sea demasiado pesado para levantarlo solo, en lugar de querer demostrar lo fuerte que es, pida ayuda. Aprenda a levantar y llevar cargas. Al hacer los movimientos correctamente, usar la ropa adecuada y las herramientas que correspondan, el manejo de materiales puede ser una tarea sencilla — y la forma sencilla es la forma segura.



Recomendaciones de seguridad para trabajos de soldaduras y cortes

Ya sea por motivos de producción o mantenimiento, los trabajos de soldaduras y cortes son, entre las actividades industriales, las más corrientes. Una buena capacitación del trabajador tiende a evitar que éste deba aprender por el camino más indeseable: el de los accidentes.

MUCHO SE APRENDE CON LA EXPERIENCIA.

El aprender seguridad a través de la experiencia propia sería arriesgado, además de innecesario.

Las recomendaciones que damos aquí han sido basadas en la experiencia de otros.

No es nuestro propósito explicar en este artículo los motivos que dan origen a las normas. Tal explicación llevaría todo un libro. La mayoría de las normas simplemente surgen del sentido común. Si no las entiende, pregunte y continúe preguntando hasta encontrar una respuesta que le satisfaga.

De cualquier forma, obedézcalas. No se olvide que alguien las ha aprendido, quizás por el camino más doloroso: el de los accidentes.

Cuando nos referimos a las precauciones que deben tomarse con el gas combustible, tales precauciones se aplican, por igual, al acetileno, gas natural, propano, hidrógeno etc.

EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

(Para trabajos con arco y oxí-gas)

Cuando trabaje con un soplete use siempre gafas con lentes filtrantes adecuados. Cuando suelde con arco, use una máscara o un casco protector con visores que tengan filtros adecuados. En todo momento use gafas con protección lateral y lentes adecuados —aun cuando se estén ajustando los controles, etc. Las gafas y los cascos sirven para proteger los ojos de las chispas y partículas volantes, además de atenuar la luz intensa y de retener los rayos nocivos que produce la llama del soplete o el arco. También les ayudará a ver mejor el trabajo.

Use guantes y delantales de cuero o amianto, botines, botas o polainas y otras ropas protectoras.

Conserve su equipo protector seco y exento de grasitud.

Cuide de que la ropa no esté en-grasada y que los bolsillos y puños no se encuentren abiertos, listos para alojar chispas o escorias calientes.

No use sogas para colgar armazones que hagan las veces de sostén para los elementos que se están cortando o soldando.

VENTILACION

Las áreas de trabajo deben tener una ventilación adecuada. Use un



respirador con suministro de aire toda vez que haya presente vapores tóxicos de plomo, de cadmio, de materiales que contengan berilio o de cualquier otra sustancia peligrosa, en concentraciones perjudiciales.

Asegúrese de que en el área de trabajo no hayan posibilidades de que se presenten concentraciones de oxígeno que estén por sobre lo normal.

Nunca use oxígeno para ventilar es decir, nunca trate de remplazar al oxígeno que se ha consumido de la atmósfera durante un trabajo de corte o soldadura —ventile con aire.

Evite pérdidas, tampoco abra válvulas en pequeños espacios cerrados. Deje los tubos afuera cuando trabaje en tales espacios.

No suelde ni corte por lo menos hasta 15 minutos después que sus ropas se hayan saturado con oxígeno.

TRABAJOS EN TANQUES Y RECIPIENTES

Recipientes que no han sido purgados

No suelde ni corte recipientes tales como tambores o tanques hasta no estar seguro de que no haya peligro de incendio o explosión.

Nunca confíe en su vista u olfato para decidir si es seguro soldar o cortar un recipiente cerrado —compruebe qué hubo en el recipiente o use un explosímetro. Una pequeña cantidad residual de un gas o un líquido inflamable es suficiente para provocar una explosión grave.

Nunca use oxígeno para ventilar un recipiente.

Si sabe que un recipiente ha contenido un gas o un líquido que se disuelve fácilmente en agua:

Enjuáguelo con agua varias veces y luego llénelo de agua en la medida

que el trabajo se lo permita, colocándolo en forma tal que entre la mayor cantidad de agua posible;

Antes de soldar o cortar asegúrese de que hay un respiradero o una abertura que permita escapar a la presión de aire;

Cuando sepa que el recipiente ha contenido un gas o un líquido que no se disuelve fácilmente en agua:

Límpielo totalmente con vapor o un agente limpiador y llénelo con un gas inerte tal como anhídrido carbónico o nitrógeno, antes de repararlo. Manténgase alta la concentración del gas inerte estableciendo una corriente continua mientras se esté soldando o cortando. Esto también puede hacerse agregando, de tanto en tanto, hielo seco triturado;

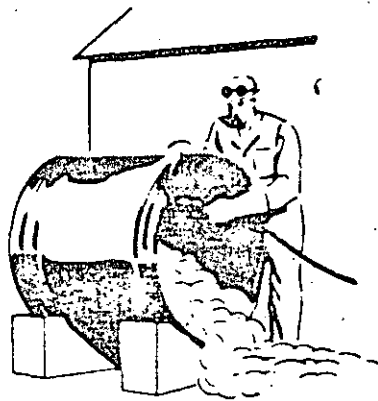
Use vapor para eliminar sustancias livianas;

Use una solución fuerte de soda cáustica para eliminar el aceite pesado o grasa;

Asegúrese de que se llena con un gas inerte, tal como nitrógeno o anhídrido carbónico, a pesar de haberlo limpiado bien —podrían haber quedado vestigios de aceite, grasa u otra sustancia oxidable entre las costuras.

A limpiar con vapor o soda cáustica tenga cuidado de usar gafas y guantes.

No limpie tambores ni tanques donde haya ventilación deficiente. La ventilación es necesaria para desalojar los vapores nocivos y explosivos.



No limpie donde hayan fuentes de ignición;

Al raspar o golpear para sacar lodo duro o escamas, use herramientas anti-chispas y manténgalo húmedo

para evitar las chispas.

Mantenga su cabeza y brazos tan lejos del trabajo como sea posible.

PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Los trabajos de corte y soldadura con gas o arco, pueden provocar incendios si se permite que los materiales combustibles se pongan en contacto con las chispas volantes, las escorias que caen, el metal caliente, el arco o la llama.

Recuerde:

Las chispas volantes pueden llegar hasta una distancia de 10 m (35 pies);

Las escorias que caen pueden pasar a través de hendiduras y no ser advertidas por un operador con gafas; o

El metal que se está cortando soldando (o el mismo arco o la llama) puede ser lo suficientemente caliente como para encender combustibles.

Para prevenir incendios

Mantenga las llamas y chispas lejos de los tubos y mangueras;

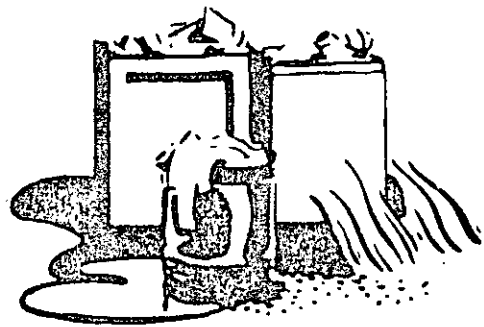
De ser posible, *traslade el trabajo* a una área que esté exenta de combustible. Nunca trabaje cerca de una atmósfera explosiva. Evítese hacerlo dentro de salas donde se pinte a pistola o por inmersión, en áreas de almacenamiento, cerca de ventiladores, etc.

Traslade los combustibles a una distancia de por lo menos, 9 a 12 m, (30 a 40 pies) del trabajo. Barra el piso antes de encender el soplete. Humedezca los pisos de madera;

Cubra los combustibles con deflectores o coberturas resistentes al fuego, si no pueden ser trasladados. Las coberturas deben ser lo suficientemente grandes como para proteger totalmente al material y lo suficientemente ajustadas como para evitar que las chispas pasen hacia el material por encima, debajo o entre las coberturas. Use mantas de amianto resistentes al calor para proteger paredes, cielo rasos y pisos cercanos;

Un observador equipado con un extintor adecuado puede ser necesario donde haya mucho peligro de incendios graves;

Inspeccione el área al completar el trabajo para asegurarse de que está libre de chispas, brasas o llamas;



Consulte al supervisor del área u obtenga un permiso para trabajar en caliente con el objeto de tener garantías de que se han tomado las precauciones adecuadas;

No lleve tubos dentro de espacios cerrados;

Evite pérdidas de oxígeno en espacios cerrados. No deje los sopletes de oxí-gas en espacios cerrados cuando no se los use;

Nunca use oxígeno para quitarse el polvo de la ropa. Una chispa encendería inmediatamente la ropa dentro de una atmósfera de oxígeno;

Nunca use oxígeno en herramientas neumáticas, en quemadores para precalentamiento de aceite, para arrancar motores a combustión interna, para soplar cañerías, para crear presión en un recipiente —ni en cualquier parte como un sustituto de aire u otros gases comprimidos.

SEIS REGLAS DE SEGURIDAD PARA EL MANEJO DE EQUIPO A OXI-GAS

Mantenga a los equipos de oxí-gas limpios, exentos de aceite y en buenas condiciones;

Evite pérdidas de oxígeno y gas combustible;

Abra lentamente las válvulas de oxígeno;

Purgue las líneas de oxígeno y gas antes de encender;

Mantenga los combustibles alejados de toda fuente de calor, llamas y chispas;

Vacíe el regulador de oxígeno antes de volver a comprimir el equipo con un tubo lleno.

TUBOS

Usense solamente tubos aprobados. Los tubos son fabricados y conservados de acuerdo a normas vigentes en cada país y sólo serán seguros si se los maneja debidamente. No los deje caer;

Denomine siempre acetileno al "acetileno" y gas combustible al "gas combustible" —no gas. Denomine oxígeno al "oxígeno" y no "aire". La palabra gas es un término genérico y una confusión en este caso sería peligrosa. El usar la palabra "aire" en vez de "oxígeno" puede dar origen a accidentes serios;

Identifique el gas que contiene un tubo por el nombre que está estampado en él. Si no tiene nombre o está borrado, no use el tubo. Devuélvalo al proveedor. No confíe en el color para identificar el contenido de un tubo.

Nunca use un tubo o su contenido para otro fin que no sea el específico;

Los gases licuados pueden causar "quemaduras" por bajas temperaturas. Evítese todo contacto con la piel y la vista;

Aléjense los aceites y grasas de los tubos y sus válvulas;

Almacénense los tubos de oxígeno y gas separadamente;

Aléjese a los tubos de todo peligro de chispas, metal fundido, llamas abiertas o de cualquier otra fuente de calor excesivo;

Asegúrese de que los tubos estén firmes y bien asegurados;

Si las válvulas no pueden ser abiertas a mano, no use llaves ni martillo. Notifique al proveedor;

Tenga cuidado de que un tubo no sea ubicado de manera que forme parte de un circuito eléctrico. Evítese carriles conductores, cables y circuitos de máquinas de soldar;

Nunca forme un arco sobre un tubo ni lo toque con un electrodo;

Tenga cuidado en no ubicar los tubos en los lugares por donde deben pasar las personas y los equipos;

Asegure siempre a los tubos ubicados verticalmente, sobre un soporte adecuado, con una cadena u otro sostén;

Transporte, almacenes y use siempre los tubos de acetileno en posición vertical, para evitar que larguen acetona;

Transporte, almacene y use siempre los tubos de gases licuados en posición vertical para que los dispositivos de seguridad se mantengan en la fase gaseosa y para que el regulador reciba gas en lugar de líquido;

Al transportar tubos con grúas use una cama, una plataforma u otro soporte adecuado;

Nunca levante tubos con eslingas, del bonete, ni con electroimanes;

Nunca someta a los tubos a abusos mecánicos ni a temperaturas que excedan de los 52°C (125°F);

Nunca use los tubos a modo de soportes o rodillos;

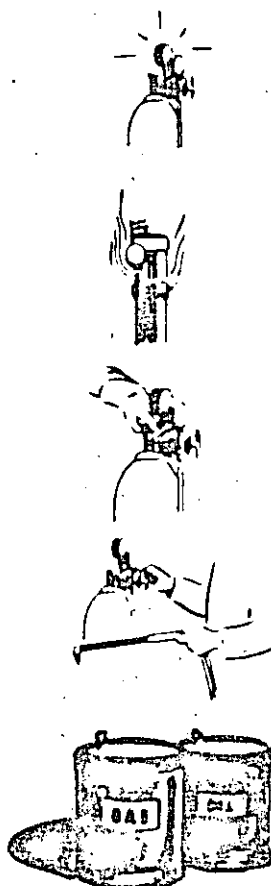
Nunca trate de mezclar cualquier clase de gases en un tubo;

Marque a los tubo "Vacío" cuando lo estén;

Devuelva los "Vacíos" al proveedor lo antes posibles;

Mantenga separados a los "Vacíos" y "Llenos";

Si se detectan pérdidas en las válvulas de un tubo de acetileno cuando ésta está abierta, y la pérdida no puede ser subsanada al cerrarla o ajustarle el prensaestopa, o si se detectan pérdidas en los tapones fusibles o en el tubo: a) saque el tubo al aire libre lejos de cualquier fuente de ignición posible; b) colóquele una tarjeta adecuadamente para explicar el problema; c) notifique al proveedor lo antes posible. Si una pérdida de gas se ha encendido y la llama es pequeña, extíngala con un guante suelto, arena o un trapo húmedo y lleve al tubo hacia un lugar



seguro, al aire libre.

Precaución: Ubíquese hacia un costado de la llama, en todo momento, ya que ésta puede aumentar de tamaño;

Si la llama es grande, no mueva el tubo. Manténgalo frío con un rocío de agua. Toda vez que esté expuesto al fuego, enfríese al tubo con agua;

Proteja a las válvulas de los tubos, de golpes, caídas, de objetos que caen y de la acción del tiempo. Manténgalas cubiertas con el bonete al mover los tubos;

Manténganse cerradas las válvulas de los tubos vacíos;

Vea de que los tubos no estén ubicados en pasillos ni en áreas activas de trabajo y de que están bien amarrados para evitar que se caigan;

Si se requiere un adaptador entre un tubo y un regulador, siempre use uno estándar. Este puede ser adquirido del proveedor. Si un adaptador tiene roscas hacia la izquierda y a la derecha, use dos llaves para asegurarse una conexión libre de pérdidas;

Si las válvulas de un tubo no están dotadas de manijas, nunca use otra herramienta que no sea una llave aprobada para abrirlas. Estas llaves pueden ser adquiridas del proveedor;

No almacene tubos en áreas no ventiladas;

GENERADORES DE ACETILENO Y CAÑERÍAS DE GAS COMBUSTIBLE

La operación de los generadores de acetileno no está comprendida dentro del marco de competencia de un soldador o un cortador promedio. Para operarlos deben seguirse estrictamente las instrucciones que da el fabricante en lo que hace al funcionamiento y a la seguridad;

La instalación y mantenimiento de cañerías es de competencia de los ingenieros de la planta y de grupos de mantenimiento especializados, sin embargo, como los soldadores efectúan sus conexiones sobre estas instalaciones, es necesario que tengan en cuenta las siguientes recomendaciones de seguridad:

Nunca deberá tratarse de ubicar una pérdida en una línea de oxígeno o gas combustible, con una llama —use agua jabonosa;

Inspeccione periódicamente las

líneas y dispositivos de seguridad para asegurarse de que no pierdan, de que están libres de corrosión y en perfectas condiciones de trabajo y seguridad;

Nunca saque oxígeno, ni un gas combustible, de una cañería salvo que lo haga con un regulador aprobado o con una cámara hidráulica de contrapresión especialmente diseñada para este fin;

Colóquese tapón a las salidas al sacarse el regulador.



SOPLETES Y REGULADORES

Nunca debe trabajarse con equipos defectuosos. Los equipos que tengan pérdidas o que estén dañados deben ser reparados por una persona autorizada que haya recibido una instrucción adecuada.

El equipo para soldar con oxígeno debe recibir el mismo cuidado y atención que merece cualquier herramienta. Si así se procede el trabajo será más fácil y seguro.

Mantenga limpios los equipos;

El aceite y la grasa, en presencia de oxígeno, pueden quemarse con violencia explosiva al incendiarse. No use aceite, grasa ni cualquier otra sustancia fácilmente oxidante, sobre cualquier tipo de soplete o regulador. No maneje el equipo con trapos o guantes aceitados;

Antes de usarlo, inspeccione las tuercas de las uniones, conexiones y cualquier superficie de asiento, como así también el soplete. Los conectores dañados deben ser reemplazados y los asientos defectuosos reparados de inmediato —pueden provocar incendios y retrocesos de llama;

Nunca debe conectarse un regulador a un tubo que contenga otro

gas que no sea el que corresponda al diseño del regulador;

Si un regulador tiene demasiado arrastre (acumulación de presión cuando las válvulas del soplete están cerradas), cierre la válvula del tubo y haga reparar el regulador de inmediato;

Haga comprobar periódicamente la exactitud de los manómetros que tiene el regulador;

Si la aguja de un manómetro no vuelve al clavillo del "cero" al liberarse la presión, no se limite a ajustar el clavillo, haga controlar la exactitud del manómetro;

Nunca prueba ni calibra los manómetros del regulador con aceite;

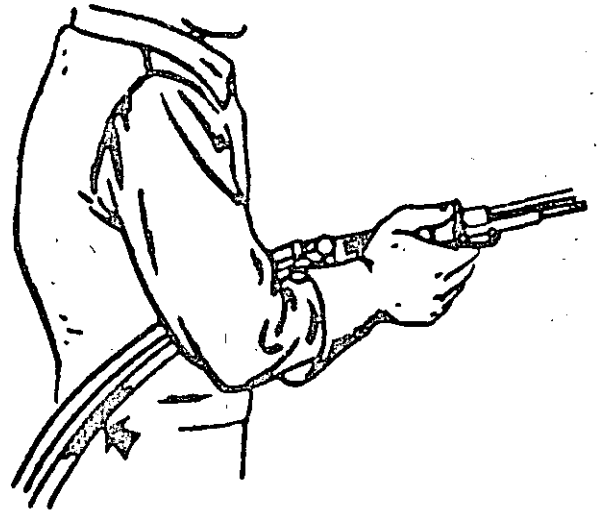
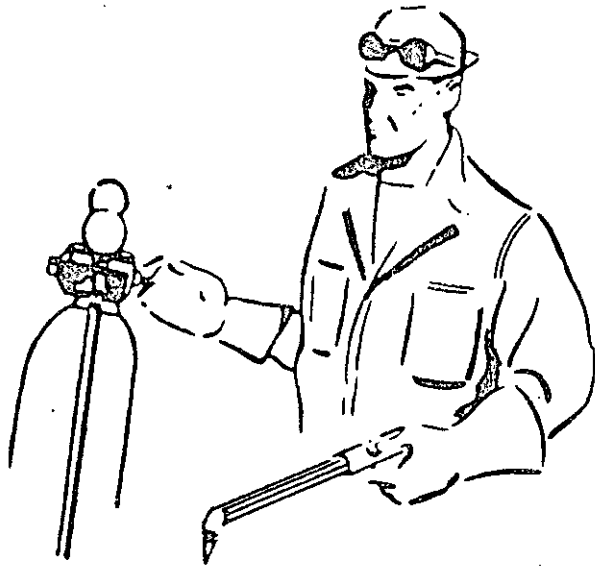
Nunca use el soplete a modo de martillo o para quitar las escorias de la soldadura. Una deformación del soplete o del pico, puede causar problemas. Tenga a mano los martillos para picar la soldadura y los cepillos de acero;

Nunca use herramientas duras y filosas para limpiar los picos salvo que se trate de algo específicamente recomendado por el proveedor o adquirido del fabricante de picos. Use un limpiador de pico apropiado, un alambre de cobre o de bronce. Cuando sea posible limpie los orificios desde adentro hacia afuera. Un orificio de supermedida o de boca acampanada, puede originar problemas;

Haga las conexiones usando llaves diseñadas para ese propósito. Una llave estándar, que encaje bien en las conexiones, puede ser obtenida del proveedor de artículos para soldar. No se requiere usar llaves para conexiones de cierre anular "O" ya que éstas pueden ser ajustadas a mano;

Si se origina una pérdida alrededor del vástago de la válvula del soplete, ajuste la tuerca de la empaquetadura. Si fuese necesario, haga reemplazar la válvula. (Use solamente empaquetaduras provistas o recomendadas por el fabricante de sopletes).

Los gases empleados para trabajos con oxígeno serán tomados de los tubos solamente a través de reguladores de presión debidamente conectados y aprobados para oxígeno o para el gas combustible específico. Si no se la controla, la presión de por sí es peligrosa.



MANGUERAS

Todas las mangueras nuevas son espolvoreadas internamente con talco—elimínelo con aire antes de usarlas;

Use solamente la manguera apropiada para la clase de gas que se va a utilizar;

Las mangueras deben estar codificadas por color para evitar confundirlas. Una muesca en la tuerca generalmente indica que tiene rosca a la izquierda;

Las conexiones estándares tienen roscas, hacia la derecha para el oxígeno y hacia la izquierda para el gas combustible. Esto se hace para evitar un intercambio accidental de las mangueras de oxígeno por las de gas combustible. No deben intercambiarse los accesorios de las mangueras ni usar otros que no sean los aprobados;

Al hacer las conexiones de las mangueras nunca debe usarse alambre común para atarlas. Use solamente grapas especiales;

Use solamente empalmes de bronce estándares para unir mangueras, nunca use un tubo de cobre para este fin;

Las mangueras largas no son aconsejables. Tienden a retorcerse y desenroscarse. Cuando es necesario usar tramos largos asegúrese de que las conexiones están bien ajustadas;

Mantenga a las mangueras alejadas de la grasa y el aceite;

Mantenga a la grasa y al aceite alejado de las mangueras;

Proteja a las mangueras de los

cantos filosos y de las llamas abiertas;

Proteja a las mangueras de chispas, escorias calientes, objetos calientes, objetos filosos y llamas abiertas;

Si una manguera se ha quemado debido a un retroceso de llama, descarte ese pedazo. Un retroceso de llama quema las paredes internas haciéndola insegura;

Examine periódicamente todas las mangueras para asegurarse de que no tienen pérdidas, zonas de desgastes y conexiones flojas. Un escape de gas combustible puede originar un incendio importante y causar quemaduras graves;

Para probar las mangueras, sumérlas en agua a la presión normal de trabajo. Repare de inmediato cualquier pérdida y zona desgastada cortándola y haciendo de nuevo el acoplamiento con accesorios estándares;

No intente reparar una manguera con cinta adhesiva;



No use mangueras desgastadas.

PREPARACION DEL TRABAJO

Asegúrese de que los tubos y equipos están limpios, en una ubicación segura, en buen estado de funcionamiento y son adecuados para el trabajo que se va a realizar;

Asegúrese de que los guantes no están engrasados y de que la ropa le brindará una protección adecuada;

Antes de conectar los reguladores a los tubos abra la válvula del tubo con cuidado para expulsar cualquier cuerpo extraño que pueda dañar los asientos, taponar los orificios o prender fuego;

Nunca abra una válvula de combustible cerca de un trabajo de soldadura, chispas, llamas abiertas o personas;

Nunca fuerce las conexiones;

Antes de abrir la válvula de un tubo o de un múltiple, asegúrese de que se le ha drenado el gas al regulador accionando el tornillo de ajuste del regulador y permitiendo que el gas salga de éste. Esto permitirá que se abra el asiento de alta presión al comprimir el regulador y evitará una excesiva temperatura de compresión sobre el asiento de alta presión;

Después de haberse drenado todo el gas residual, afloje totalmente el tornillo de ajuste. Esto evitará que el regulador alimente a la línea de gas al ser comprimido y hasta que el tornillo de ajuste sea roscado hacia adentro.

Párese a un lado del manómetro del regulador cuando se abra la vál-

vula de un tubo;

Al abrir las válvulas de los tubos hágalo *lentamente*. Al compresionar el manómetro de AP del regulador, particularmente el regulador de oxígeno, abra suavemente la válvula para que la aguja del manómetro de AP se mueva lentamente hacia la lectura máxima;

Nunca abra la válvula de un tubo de acetileno a más de $1\frac{1}{4}$ vuelta (preferiblemente menos de una sola vuelta) —aunque las válvulas de un tubo de oxígeno deben ser abiertas del todo. Es innecesario abrir totalmente la válvula de un tubo de acetileno. Al abrir del todo las válvulas de un tubo de oxígeno se sella la abertura alrededor del vástago y evita de que se produzcan pérdidas;

Deje la llave de las válvulas de acetileno en su lugar cuando éstas se encuentren abiertas. Esto facilitará el que puedan ser cerradas rápidamente en caso de que se produzca una emergencia;

Las mangueras estándares no siempre están codificadas por color, aunque las conexiones tienen códigos de roscas. Al preparar el trabajo realice bien las conexiones asegurándose de que no se han interconectado las líneas de gas combustible con la de oxígeno;

Asegúrese de que las conexiones están bien ajustadas. Nunca trate de ubicar una pérdida con una llama —use agua jabonosa;

Enrolle cuidadosamente el exceso de manguera para que no se ensortijen ni enreden. Colóquela de manera que no sea pisada ni pasada por encima, de que esté alejada de chispas, escorias calientes etc., producidas por la soldadura.

AJUSTES DE PRESIONES

Las presiones inadecuadas no sólo son antieconómicas, sino que impiden hacer un trabajo óptimo y pueden ser muy *peligrosas*. Las presiones inadecuadas pueden producir retroceso de llama.

Utilice los gráficos que dan los fabricantes como una guía para corregir las presiones que requieren las tareas que va a realizar;

No es recomendable el uso de acetileno a presiones superiores a 1 k/cm^2 (15 lb/p^2) para soldar, cortar o calentar (o en cámaras compresionadas);

Al ajustar la presión del oxígeno, primero asegúrese de que la válvula de acetileno del soplete está cerrada. Abra la válvula de oxígeno del soplete. Ajuste el regulador de oxígeno hasta que el manómetro de baja presión indique que se ha obtenido la presión adecuada mientras la válvula del soplete se encuentra abierta y el oxígeno sale a través del pico. Cierre la válvula de oxígeno del soplete;

Al ajustar la presión del gas combustible primero asegúrese de que está cerrada la válvula de oxígeno del soplete. Luego sígase el mismo procedimiento utilizado para el oxígeno.



TRABAJO CON OXI-GAS

Púrgese cada línea antes de encender el soplete;

Enciéndase el soplete con un chispero o una llama piloto. No usé fósforos;

Nunca dirija una corriente de gas hacia usted o hacia otros;

Al encender o manejar el soplete, tenga cuidado de no dirigir la llama o las chispas hacia el personal, materiales inflamables o equipos;

No coloque a los tubos dentro de espacios cerrados;

Síganse todas las recomendaciones dadas anteriormente con respecto a la prevención de incendios, a los trabajos sobre recipientes que no han sido purgados, a la ventilación y al uso de equipos de protección personal.

CONTRAEXPLOSION Y RETROCESO DE LLAMAS

Una contraexplosión es un ruido fuerte que está asociado con la extinción o re-ignición momentánea de la llama en el pico del soplete. Puede ser causada si el pico del soplete toca la soldadura, por partículas que pasen por el pico y que obstruyan el flujo del gas o por recalentamiento

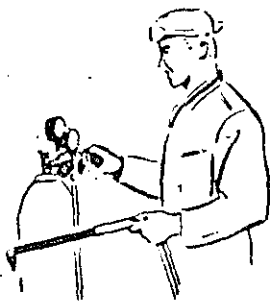
del pico. A veces el problema se soluciona inmediatamente por si solo y, si la soldadura está lo suficientemente caliente, el soplete se re-encenderá automáticamente. Si esto no ocurre, cierre inmediatamente las válvulas de oxígeno del soplete (la válvula de corte primero y luego la de pre-calentamiento). Cierre la válvula de gas combustible. Luego re-encienda siguiendo el procedimiento estándar de encendido el cual incluye la purga de las líneas de manguera. Antes de re-encender, controle las presiones.

Un retroceso de llama ocurre cuando la llama entra dentro del pico o del soplete (o en la manguera si existe una mezcla explosiva en una de las líneas). En un soplete de oxiacetileno este efecto viene acompañado por un sonido sibilante o chillón y una llama característica, humeante o puntiaguda. Esta condición requiere que se extinga la llama cerrando primero la válvula del acetileno y luego la del oxígeno, ambas del soplete. Luego aguarde un momento para asegurarse de que el fuego en el soplete o en la manguera, quedó extinguido por si solo. Los retrocesos de llama se originan por no purgar, presiones inadecuadas, picos o asientos mezcladores distorsionados o flojos, manguera retorcida, pico o soplete taponados, pico o soplete recalentados.

La ocurrencia de retrocesos de llama indica que algo anda radicalmente mal en el equipo o en la forma de manejarlo. Antes de intentar re-encender el soplete, verifique si existen algunos de los problemas que indicamos más abajo.

En la primera instancia, purgó individualmente las líneas antes de encender? Controló las presiones? Están cerca de las presiones recomendadas? Luego saque las mangueras del soplete e inspecciónelas para ver si están dañadas. Si hubo combustión dentro de la manguera corte la porción que no ha sufrido daño y vuelva a hacer las conexiones (con grapas estándares). Repetimos, al preparar el trabajo asegúrese de que las mangueras no se encuentran extendidas por lugares donde puedan ser pisadas o pasadas por encima. Evite mangueras largas. Use las presiones recomendadas.

SOLDADURA ELECTRICA



FINALIZACION DEL TRABAJO

Cierre primero las válvulas de oxígeno y luego la del combustible, asegurándose de que se ha extinguido todo vestigio de llama en el pico y que la válvula de gas combustible del soplete ha quedado bien cerrada; Si la válvula de oxígeno del soplete ha sido cerrada al último, asegúrese que la válvula de combustible del soplete no pierde;

No estrangule una manguera para detener temporariamente el flujo de gas, por ejemplo, para cambiar un soplete o un pico;

Cuando deba detenerse el trabajo por corto tiempo, cierre las válvulas del soplete y deje la manguera y el soplete en forma ordenada para que no sea maltratada ni dañada;

Cuando el equipo deba ser dejado sin atención, cierre también las válvulas del tubo;

Cuando el equipo deba ser dejado hasta el día siguiente, además de cerrar las válvulas del tubo, drene el gas del regulador abriendo las válvulas del soplete y luego cerrándolas. Luego afloje los tornillos de ajuste del regulador;

Nunca cuelgue un soplete o una manguera sobre un regulador o un tubo hasta que no se hayan cerrado las válvulas del tubo y del soplete y se haya drenado el gas de las mangueras;

Al detener el trabajo por un periodo de tiempo muy prolongado, desconecte los componentes del equipo y guárdelos. Esto evitará que el equipo sea utilizado por personal no autorizado y no estará expuesto a daños accidentales;

Asegúrese de que la válvula del tubo está bien cerrada antes de sacar el regulador;

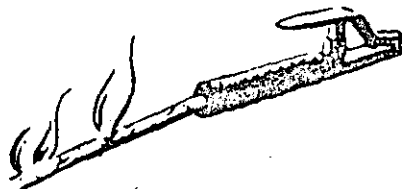
No deje sopletes apagados en lugares cerrados.

Observación: Las soldaduras metálicas a arco, con gas inerte, pueden requerir precauciones adicionales a las que se dan más abajo.

Toda la instalación eléctrica de las máquinas de soldar debe ser realizada y mantenida de acuerdo a las ordenanzas vigentes. (En E.U.A. el *National Electrical Code*);

Si la máquina de soldar no viene con un interruptor, debe instalarse uno en, o cerca de la máquina;

El alto voltaje (230 ó 400 voltios) usado por las máquinas de soldar a arco, pueden provocar lesiones graves, a menudo fatales. Los voltajes de circuito abierto pueden ser, del mismo modo, muy peligrosos en condiciones anormales. *Asegúrese de que se ha cortado la alimentación de energía a la máquina antes de efectuarle cualquier reparación o ajuste;*



No use cañerías de gases o líquidos inflamables, ni cañerías que lleven conductores eléctricos para conectar el equipo a tierra. Asegúrese de que los conductores pueden transportar la corriente a tierra, con seguridad;

Nunca cambie de polaridad una llave mientras la máquina está en carga. Esto cambia la polaridad del positivo al negativo y usted debe aguardar hasta que la máquina no tenga carga y el circuito esté abierto, caso contrario, puede quemar la superficie de contacto de la llave y sufrir quemaduras por el arco de corriente elevada;

Por los motivos dados precedentemente, nunca accione la llave rotativa cuando la máquina está en carga. Aguarde hasta que su máquina marche en vacío y que el circuito esté abierto antes de cambiar el ajuste de la corriente, caso contrario, producirá daños al contacto;

Cuando un operador está soldando no efectúe ajustes de corriente que puedan dar origen a la interrupción del circuito de la soldadura;

No permita que su porta-electrodo toque cualquier metal que esté en contacto con la tierra de la soldadura —esto provocará un corto circuito directo sobre el generador de la máquina de soldar lo cual originará una carga excesiva para el motor al ser arrancado y dañará los fusibles. Cuelgue al porta-electrodo de un gancho aislado o de un suspensor. Asegúrese de que las mandíbulas del porta-electrodo están bien ajustadas. La superficie de la agarradera debe ser conservada en buenas condiciones a fin de brindar un buen contacto para los electrodos. Manténgase la conexión de la terminal del electrodo bien ajustada al porta-electrodo;

Una conexión floja en el porta-electrodo puede provocar sobrecalentamiento y quemar sus manos;

No sobrecargue a los cables de soldar ni trabaje con conexiones defi-



cientes. El trabajar con corrientes que estén por sobre la capacidad del cable produce recalentamientos y acorta la vida útil de éste. Las conexiones deficientes originan malas soldaduras y generan arcos en el cable cuando el circuito de soldar toca metales que están conectados a tierra. Esto provoca incendios;

Nunca forme un arco sobre un tubo de gas comprimido. Esto ha causado incendios y explosiones graves. Manténgase a los electrodos, porta-electrodo, y cualquier parte energizada, lejos de los tubos de gas;

Evite ponerse en contacto con terminales energizadas, especialmente si está transpirado;

No trabaje en áreas húmedas. Mantenga secas en todo momento

sus manos, ropas y área de trabajo. La humedad entre el cuerpo y una parte energizada baja la resistencia al pasaje de la corriente del cuerpo del soldador y puede provocar un peligroso choque eléctrico. (Releer lo que se dijo sobre equipos de protección personal).

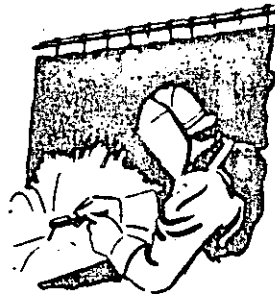
Los rayos del arco pueden causar quemaduras dolorosas. No empiece un trabajo hasta haber controlado el estado de su casco, guardamanos y el protector facial. Fijese no tengan fisuras. Remplace las partes defectuosas. Nunca mire el arco sin protección en los ojos;

Use gafas contra quemaduras con protección lateral en todo momento —aun cuando ajusta los controles. Asegúrese de que el casco y los guardamanos están dotados de la placa de filtro adecuada;

Al soldar a arco, use siempre gafas debajo del casco. Esto es particularmente importante en el caso en que se suelde metal a arco con gas inerte donde se requieren gafas con filtros (por lo menos No. 2), para proteger sus ojos de los deslumbramientos erráticos accidentales más intensos, cuando no se está usando la máscara;

Use una pantalla no reflectante para proteger de quemaduras a otros trabajadores que estén cerca suyo;

Nunca forme un arco si hay alguien cerca suyo que no tenga pro-



tección. Recuerde, los rayos del arco penetran a través de las telas de colores claros más fácilmente que a través de las oscuras;

El soldar en un espacio cerrado quema el oxígeno que necesita para respirar. Asegúrese siempre de que tiene abundante aire puro provisto por sopladores, líneas de aire u otros medios. Nunca use oxígeno comprimido a modo de ventilación;

Toda vez que haya presente, concentraciones perjudiciales, vapores provenientes de materiales que contengan plomo, cadmio o cualquier otra sustancia tóxica, use un respirador con suministro de aire;

Nunca opere una máquina soldadora accionada a gasolina en lugares donde no pueda liberarse del humo producido por el motor. El monóxido de carbono puede matarle o producirle un daño grave antes de

que usted pueda darse cuenta de que está en una atmósfera tóxica. (Releer la parte donde se habla sobre ventilación);

No suelde en presencia de disolventes clorados, particularmente tricloroetileno o percloroetileno. El arco eléctrico puede descomponer a los disolventes clorados para formar fosgeno, el cual constituye un peligro para la salud. Los rayos ultravioletas descomponen al tricloroetileno y al percloroetileno, a considerable distancia, para formar fosgeno en cantidades considerables;

Cuando un equipo de soldar con protección gaseosa, es dejado sin atender, el suministro de gas debe ser cerrado desde su fuente;

En cuanto a la prevención de incendio para trabajo de soldadura a arco, se aplican las mismas normas dadas precedentemente. •

Publicaciones y películas que tiene disponible el CIAS sobre este tema:

Películas

Soldando con arco voltaico, en colores, 14 m.

Soldando con oxacetileno, en colores, 15 m.

Practiguías

2.004 Soldaduras sobre superficies recubiertas de plástico

2.009 Protección de los ojos contra la energía radiante.

Manipulación correcta de los gases comprimidos

Los informes de accidentes ocurridos a los usuarios de productos gaseosos demuestran que una gran parte de ellos desconocen la forma de manejarlos correctamente

LA MANIPULACIÓN DE CILINDROS de gases comprimidos podría ser considerada en la misma forma que las autoridades consideran la conducción de vehículos, es decir, exigiendo que la persona que vaya a efectuar esta operación posea una licencia para hacerlo lo mismo que una persona que quiera conducir un vehículo debe proveerse primero de una licencia.

Al conductor se le exige habilidad, juicio y educación en la conducción para poder ser merecedor al permiso de conducción. El conducir un vehículo no es considerado como operación peligrosa a pesar de estar registrando a diario muertes y lesiones causadas

por el uso despreocupado de esas máquinas.

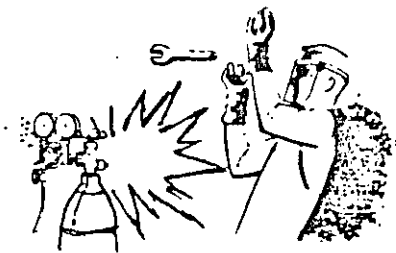
La experiencia de seguridad de la industria de gases comprimidos es excelente, pero de los informes de accidentes ocurridos a los usuarios de productos gaseosos se deduce que una gran parte de ellos desconocen o dejan de aplicar las normas de seguridad que serían necesarias para que se les concediera la licencia de operación.

Los gases comprimidos, al ser manipulados por personal adecuadamente adiestrado y conocedor de los riesgos potenciales, son tan seguros para trabajar con ellos como la mayoría de los químicos líquidos ordinarios y los com-

puestos sólidos manipulados constantemente en un laboratorio.

La seguridad de los cilindros es garantizada por los proveedores por medio del estricto cumplimiento de las reglamentaciones dictadas por la Interstate Commerce Commission y suministrando los cilindros con válvulas, etiquetas y señales específicas estipuladas por normas ampliamente aceptadas. Es obligatorio para un proveedor embarcar cilindros que hayan sido fabricados de acuerdo con las normas de I.C.C. y que se haya ceñido a las reglamentaciones de la misma entidad para la prueba, inspección, y llenado adecuado de estos cilindros y para el uso de aditamentos de seguridad aprobados por el Bureau of Explosives.

Precauciones generales para el cuidado y almacenamiento de cilindros de gases comprimidos



- No permita la caída de los cilindros ni los choques entre sí.
- Los cilindros pueden ser almacenados en campo abierto, pero en tal caso, se protegerán contra los rigores del clima y contra la humedad del suelo. En sitios calidos, se debe evitar la exposición continua de los cilindros a los rayos directos del sol.
- La tapa de protección de la válvula debe permanecer colocada en cada cilindro hasta cuando éste se encuentre listo para su uso, colocado y asegurado en el soporte para cilindros o en el sitio de trabajo.
- Evite arrastrar, rodar o deslizar los cilindros, aún distancias cortas. Ellos deben ser movilizados por medio de una carretilla de mano o de cualquier otro dispositivo aprobado.
- No toque los dispositivos de seguridad localizados en la válvula o en el cilindro.
- Nunca almacene los cilindros vacíos junto con los llenos. Al conectar un cilindro vacío a un sistema bajo presión se puede presentar un retroceso de material dentro del cilindro, con consecuencias graves.
- Ninguna parte de un cilindro debe ser sometida a temperaturas superiores a 51,5 C (125 F). Nunca se debe permitir a una llama entrar en contacto con alguna de las partes de un cilindro de gas comprimido.
- No coloque los cilindros en sitios donde pueda convertirse en parte de un circuito eléctrico. En presencia de soldadura eléctrica de arco se deben tomar precauciones para evitar que el cilindro pueda entrar en contacto con el arco.

Prueba de cilindros

Para la mayoría de los gases, se hacen pruebas hidrostáticas a los cilindros cada cinco años para determinar su capacidad de continuar en servicio. Durante la prueba hidrostática el cilindro es sometido a presión de agua a un valor determinado por las especificaciones del cilindro y por la presión de trabajo. Se registran la expansión del cilindro y el valor de la deformación permanente después de haber suspendido la presión. Estos valores permiten la determinación del espesor de las paredes del cilindro y el grado de corrosión que las pueda haber alcanzado.

Llenado de cilindros

Los gases no llenados pueden ser envasados a la presión de trabajo señalada sobre el cilindro. Esta marca se encuentra sobre el hombro de la botella y dice por ejemplo I.C.C. -2000, para indicar que el cilindro ha sido fabricado según las especificaciones 3-A de la Interstate Commerce Commission, que permiten llenar el cilindro a una presión de dos mil libras por pulgada cuadrada (140,6 kg./cm.) a 21,° C (70° F). En la actualidad las normas de la I.C.C. permiten hasta un diez por ciento de exceso en el llenado de cilindros que contengan gases no llenados y no inflamables. Por el

contrario, los gases licuados deben ser envasados a una densidad determinada. Esta densidad representa el peso máximo de material permitido dentro del cilindro, como un porcentaje de la capacidad de agua del cilindro.

Puesto que los cilindros de gases comprimidos son manipulados en una planta por diferentes tipos de personal, es necesario considerar las precauciones que deben ser tomadas en su manipulación desde el momento de ser recibidos en la planta hasta el momento de tenerlos vacíos y listos para ser devueltos.

Identificación de los cilindros

Todo cilindro que sea recibido en una planta debe traer adjunto:

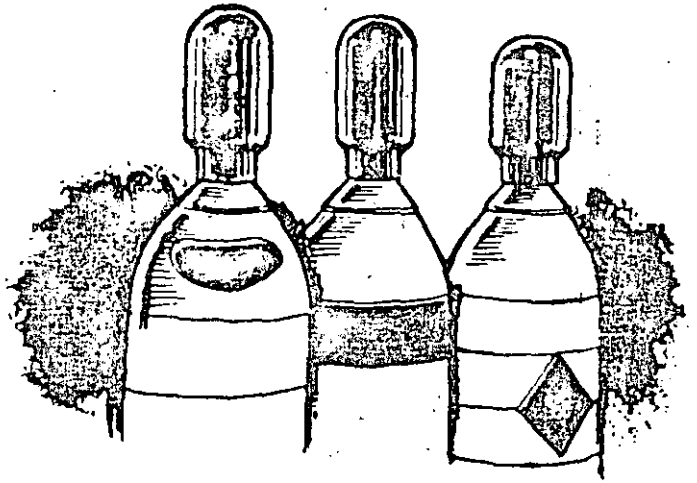
- Una etiqueta o marca de identificación que indique su contenido.
- Una etiqueta de la I.C.C., y
- Una tapa de protección de la válvula.

Bajo ninguna circunstancia debe quitarse del cilindro el medio de identificación. La tapa de protección de la válvula debe ser mantenida en su lugar hasta tanto el cilindro haya sido asegurado en su puesto y el usuario esté listo para sacar su contenido. En los EE. UU. las etiquetas de la I.C.C. son requeridas para el transporte de cilindros de un estado a otro. Estas etiquetas incluyen información sobre las precauciones mínimas para la manipulación de los cilindros y clasifican el contenido de la botella como inflamable, no inflamable, tóxico o ácido. Desafortunadamente no se ha logrado todavía la unificación de un sistema de identificación del contenido de los cilindros, no obstante la existencia de normas para marcar cilindros de gases comprimidos. Algunos proveedores suministran etiquetas con tanta información como les es posible, advirtiendo sobre los posibles peligros relacionados con el contenido del cilindro. En algunas ocasiones pueden llegar a la planta cilindros sin etiquetas, identificados solamente por el código de colores. Bajo ninguna circunstancia deben recibirse cilindros en tales condiciones. El código de colores tiene valor solamente para ayudar al proveedor a separar grandes cantidades de cilindros para el envase de los diferentes gases.

Almacenamiento de cilindros

Después de recibir los cilindros, generalmente se les coloca en bodegas para almacenamiento de gases o se envían directamente al sitio en donde serán utilizados. Algunas plantas cuentan con áreas especialmente diseñadas y construidas para este fin. Los edifi-

RECIBO



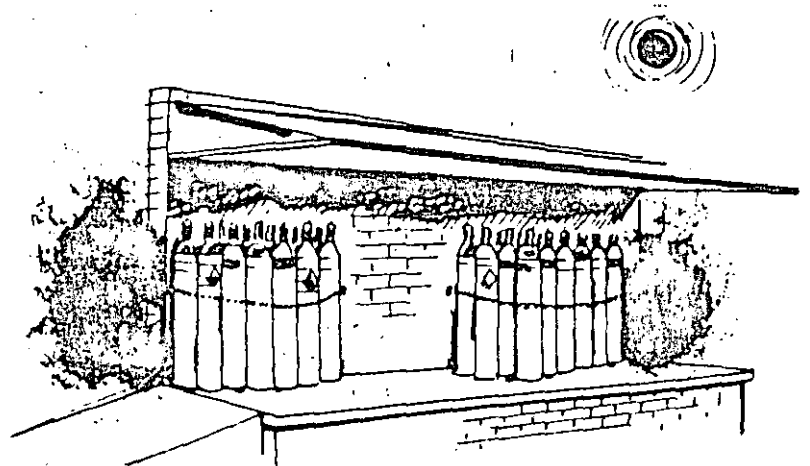
No deben aceptarse cilindros cuyo contenido no esté identificado con el nombre. No es prudente confiar únicamente en los códigos de colores para identificar su contenido.

MANEJO



Los cilindros deberán ser transportados en carretillas adecuadas.

ALMACENAJE



Si es necesario almacenar cilindros afuera, el lugar deberá tener drenaje adecuado y estar protegido de los rayos del sol.

cios o áreas para almacenamiento de bases deben ser: a) Resistentes al fuego, b) Bien ventilados, c) Localizados lejos de fuentes de ignición o calor excesivo, y d) Secos. Las áreas de almacenamiento en interiores no deben estar localizadas cerca de calderas, tuberías de vapor o agua caliente ni de cualquier fuente de ignición o de calor. Las áreas de almacenamiento exterior deben contar con desagües apropiados y deben estar protegidas contra los rayos del sol, en donde prevalezcan las altas temperaturas.

Las áreas que no se encuentren bajo vigilancia durante las veinticuatro horas del día deben estar situadas lejos de llamas abiertas, herramientas que produzcan chispas y de cualquier lugar a donde los gases que pudieran difundirse lleguen a inflamarse o a explotar.

El almacenamiento en sótanos o debajo de la superficie debe ser evitado. Los cilindros deben estar protegidos contra la posibilidad de ser manipulados por personas no autorizadas. Deben ser colocados en compartimentos o ser amarrados para evitar que puedan caerse.

El almacenamiento en los laboratorios debe ser limitado a aquellos cilindros que se encuentren en uso.

Transporte dentro de la planta

Al trasladar cilindros del sitio de almacenamiento a la planta o al laboratorio se debe asegurar de llevar puesta en su lugar la tapa protectora de la válvula. El transporte del cilindro debe efectuarse con una carretilla de mano adecuada. El cilindro debe estar sujetado a la carretilla por medio de una correa o cadena para evitar que el cilindro pueda caerse al pasar por un bache. Cuando se trate de mover una cantidad grande de cilindros de un sitio a otro se puede utilizar un medio de transporte motorizado.

Diferentes tipos de artefactos han sido diseñados para el transporte de cantidades grandes de cilindros. Todos incorporan algún sistema para mantener el cilindro asegurado en su lugar y evitar que pueda caerse (por ejemplo, una cadena ajustable o un soporte especial en forma de cuna). Al colocar el cilindro en su sitio en la planta o en el laboratorio, debe asegurarse a la pared, a un banco o a algún soporte suficientemente resistente. Para ello puede usarse una correa de las suministradas especialmente para este fin o una cadena o cuerda. En todo caso el sistema de soporte debe poder garantizar que el cilindro no se caiga. Existen soportes especiales para uno o para varios cilindros, que uti-

lizan una abrazadera metálica que se ajusta alrededor de los cilindros por medio de tornillos de mariposa. Al seleccionar el tipo de soporte más adecuado, debe tenerse en cuenta aquel que de la mayor garantía de evitar la caída de los cilindros pero que a la vez permita el fácil reemplazo de los cilindros con la frecuencia que la operación lo requiera. Teniendo el cilindro asegurado firmemente en su lugar se puede proceder a retirar la tapa protectora de la válvula, dejando esta última al descubierto.

Válvulas de los cilindros

Hay cuatro tipos básicos de válvulas para cilindros. Cada una de ellas difiere de la otra en cuanto al tipo de orificio de salida y al aditamento de seguridad que tenga. The Compressed Gas Association ha establecido conexiones diferentes para las familias de gases y se evita así el intercambio del uso de equipos reguladores entre gases que son incompatibles. Estas normas han sido también adoptadas por la American Standards Association. El uso de acoples adaptadores anula la función de los diferentes tipos de conexiones y por lo tanto, sólo se emplearán cuando se trate de gases compatibles. El equipo diseñado para algunos gases, como el oxígeno, no debe ser usado para otros gases. Los gases que son bombeados con aceite pueden dejar dentro del equipo regulador una película de aceite que al llegar a entrar en contacto con oxígeno puede producir una explosión o un incendio.

Dispositivos de seguridad para cilindros

Se han incorporado dispositivos de seguridad en todos los recipientes para gases comprimidos aprobados por la I.C.C., exceptuando aquellos para servicio con gases tóxicos o venenosos, en cuyo caso se considera más perjudicial la explosión a dichos gases que la posibilidad de ruptura del recipiente. Aquellos cilindros para gases con los cuales no se permite el uso de aditamentos de seguridad incluyen en su diseño un factor de seguridad más alto.

Los dispositivos de seguridad se pueden encontrar en la válvula del cilindro, en tapones sobre el mismo cilindro, o en los dos. En el caso de ciertos tipos de gases o de cilindros de una longitud superior a la normal pueden necesitarse dos dispositivos de seguridad, uno a cada extremo del cilindro.

Los dispositivos de seguridad instalados en los cilindros aprobados por la I.C.C. son aprobados también por el Bureau of Explosives. Estos dispositi-

vos son de cuatro tipos básicos:

1. Válvula de alivio de presión, usada principalmente para gases inflamables, llenados, a baja presión.
2. Disco rompible, usado principalmente en cilindros de alta presión.
3. Disco rompible respaldado por un tapón de metal fusible, usado en cilindros de alta presión.
4. Tapón de metal fusible.

La válvula de alivio de presión consiste en una válvula de asiento controlada por resorte, que se abre para dejar escapar presiones excesivamente altas y que se cierra nuevamente cuando la presión ha regresado a un valor seguro. El disco rompible se quiebra a una presión considerablemente más alta que la presión de servicio, pero inferior a la presión de la prueba hidrostática del cilindro, permitiendo el escape de todo el contenido del recipiente. El disco rompible respaldado por el tapón fusible permite la salida del gas solamente si la temperatura es suficientemente alta para fundir el metal del tapón, permitiendo después el escape total del gas si la presión vence la resistencia del disco. El tapón de metal fusible se derrite cuando la temperatura es excesiva y permite así la salida de todo el contenido del cilindro. Cualquiera de estos dispositivos están diseñados para evitar la ruptura del cilindro causada por presiones elevadas al estar el recipiente expuesto a altas temperaturas. Sin embargo, los dispositivos 3 y 4 pueden dejar estallar un cilindro que haya sido llenado por encima del límite permisible y que sea expuesto a una temperatura que haga elevar la presión en su interior pero que no sea suficientemente alta para fundir el tapón de metal. Puesto que el funcionamiento correcto de los dispositivos de seguridad solo puede lograrse cuando los cilindros han sido adecuadamente llenados, tal operación no debe ser intentada por el usuario a menos que haya recibido autorización expresa del proveedor. El dispositivo de seguridad también puede fallar en su funcionamiento si la pared del cilindro es calentada por una llama intensa concentrada que la debilita hasta el punto de permitir su ruptura antes que la elevación de presión o temperatura pueda hacer operar el dispositivo de seguridad.

Conocimiento del gas utilizado

Es de máxima importancia que el usuario de gases comprimidos conozca todas las propiedades de cualquier

gas que represente un riesgo tal como inflamabilidad, toxicidad, actividad química o efectos corrosivos. Deben hacerse todos los esfuerzos posibles por conocer las diferentes propiedades antes de utilizar el gas. En ocasiones es difícil llegar a determinar el riesgo principal en el uso de un determinado gas debido a que este factor está influenciado por la forma como el gas sea utilizado. En un laboratorio, dentro de una cámara para gases, el riesgo de inflamabilidad del monóxido de carbono en presencia de una llama puede ser el riesgo principal, mientras que en una planta piloto en donde se use monóxido de carbono como agente reactivo, el mayor riesgo sería la toxicidad en el caso de producirse una fuga.

Es interesante conocer el campo de inflamabilidad de los diferentes gases. En el caso de los gases licuados del petróleo, tales como el butano y el propano, el campo de inflamabilidad es bastante reducido, pero por el contrario se necesita una cantidad muy pequeña de gas para obtener una mezcla explosiva. Los campos de inflamabilidad del acetileno, monóxido de carbono, óxido de etileno, sulfuro de hidrógeno y del hidrógeno son extremadamente amplios, indicando ésto que pueden formar mezclas explosivas con aire, bajo una gran cantidad de condiciones diferentes.

Simultáneamente con las propiedades de los distintos gases, es importante conocer las clases de materiales adecuadas para la construcción de equipo, necesarias para evitar el deterioro causado por corrosión. Otro factor importante en la selección de materiales de construcción es la posibilidad que tengan de formar compuestos peligrosos en contacto con los gases, tales como los acetiluros formados por la reacción del cobre con el acetileno o con gases impuros que contengan acetileno, o la posible formación de fulminatos al tener mercurio en presencia de amoniaco.

El riesgo de los gases tóxicos, inflamables y corrosivos puede ser disminuido al trabajar en áreas bien ventiladas. Siempre que sea posible, se debe trabajar bajo campanas y emplear cilindros de un tamaño que aseguren el empleo del gas en un periodo de tiempo razonable. Las fugas no deben ser pasadas por alto. Siempre debe informarse al proveedor sobre las fugas que no hayan podido ser corregidas por medio de ajustes simples, como apretando una tuerca de empaquetadura.

Cuando se utilizan gases tóxicos, es recomendable contar con un disposi-

tivo o aparato que pueda dar la alarma al registrar concentraciones de gas peligrosas. Por ejemplo, en donde se trabaja con sulfuro de hidrógeno se pueden colgar tiras de papel de acetato de plomo. Este gas, a pesar de tener un olor desagradable, tiene la propiedad de insensibilizar el olfato de la persona, haciendo imposible el detectar por medio del olor concentraciones peligrosas de él.

Cuando se emplean gases corrosivos, se debe girar el vástago de la válvula del cilindro con frecuencia para evitar su agarrotamiento. La válvula debe dejarse cerrada cuando el cilindro no está en uso. Los reguladores y las válvulas deben permanecer cerrados al no estar el cilindro en servicio. Estos últimos deben ser purgados con aire seco o con nitrógeno después de haber estado en servicio con gases corrosivos. Los dispositivos de control no deben ser dejados nunca sobre el cilindro a menos que su uso sea frecuente. Cuando se trate de descargar gases corrosivos sobre líquidos se debe usar un sifón, válvula de retención o dispositivo de retención al vacío para evitar un retroceso peligroso.

Instrucciones preventivas en plantas

El usuario de gases comprimidos debe estar familiarizado con los métodos de primeros auxilios que deban emplearse en los casos de sobre exposición o a quemaduras causadas por gas. El médico de la planta debe estar plenamente familiarizado con los tratamientos posteriores que puedan ser necesarios. Las demoras en la aplicación del tratamiento a un paciente expuesto a gases tóxicos o quemado con gases corrosivos puede causarle lesiones permanentes, o llegar a ocasionarle la muerte. Solamente el personal autorizado podrá administrar primeros auxilios y, en todo caso, se abstendrá de aplicar tratamientos médicos. Se dará aviso inmediatamente a un médico.

Se tendrán máscaras contra gases disponibles en un sitio accesible, para ser utilizadas en caso de contaminación del área. Se seleccionará el tipo de máscara adecuado y se adiestrará al personal encargado de la manipulación de gases comprimidos, sobre la correcta aplicación y las limitaciones de las diferentes máscaras y ayudas respiratorias disponibles.

Para prevenir lesiones en los ojos debidas a fallas en el equipo, se usarán gafas protectoras siempre que se trabaje con gases comprimidos. Se tendrán disponibles en la cercanía fuentes para lavado de los ojos y duchas de emergencia, teniendo en cuen-

ta que ellas se encuentren fuera del área que pueda llegar a contaminarse en caso de una fuga grande de gas.

Se tendrá a la mano una dotación adecuada de extintores de incendio, preferiblemente del tipo de químico seco, los cuáles serán inspeccionados periódicamente para garantizar su funcionamiento apropiado.

Evacuación del contenido de los cilindros

Gases licuados. Para la evacuación controlada en estado líquido de un gas licuado, se usa una válvula manual. Existen también reguladores especiales para flujo de líquidos. Debe recordarse que la extracción del líquido debe hacerse necesariamente a la presión de vapor del material. Cualquier intento para reducir la presión resultará en una conversión repentina de todo el líquido o de parte de él al estado gaseoso.

La evacuación rápida de la parte gaseosa de un gas licuado puede causar el enfriamiento demasiado rápido del líquido, ocasionando la caída de la presión y del flujo por debajo del nivel requerido. En estos casos, se deben calentar los cilindros en un baño de agua con temperatura controlada para que la temperatura no exceda los 51,5°C (125°F). Otro método para la rápida evacuación del gas consiste en transvasar el líquido a un intercambiador de calor en donde se vaporiza. Este método no impone limitaciones de temperatura en el material, sin embargo, debe tenerse cuidado de evitar la obstrucción de la parte baja de la tubería de gas ya que esto puede causar una acumulación de presión excesiva tanto en el intercambiador como en el cilindro. Se deben colocar dispositivos para alivio de presión en todas las líneas de transferencia de líquidos para permitir el escape de acumulaciones repentinas de presiones hidrostáticas o de vapor, que puedan resultar peligrosas.

Gases no licuados. El dispositivo más comúnmente empleado para reducir la presión a un valor seguro para la evacuación de gas es un regulador automático de presión. Este consiste en un diafragma, presionado por gas o por un resorte, que controla la apertura de un orificio. La presión de demanda equilibra exactamente la presión del resorte de control de la presión de salida para dar un flujo relativamente constante.

Empleo y manipulación del regulador automático

El regulador debe ser colocado sobre el cilindro sin forzar las roscas. Si la conexión de entrada del regulador

no se ajusta a la conexión de salida del cilindro no se deben hacer esfuerzos para acoplarlos. Una diferencia en los acoples del regulador y del cilindro indica que dicho regulador no ha sido diseñado para el uso con tal gas.

Para obtener la presión de salida requerida se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Después de ajustar el regulador a la válvula del cilindro, gírese la perilla de ajuste de presión de salida en el sentido contrario al de las manecillas del reloj, hasta quedar libre.

- Abrase la válvula del cilindro lentamente hasta que el manómetro del regulador correspondiente a la botella registre la presión del cilindro. En este punto se debe constatar si la presión del cilindro está en el valor esperado. Una diferencia grande puede indicar alguna fuga en la válvula del cilindro.

- Teniendo cerrada la válvula de control de paso a la salida del regulador, gírese la perilla de ajuste de la presión en el sentido de las manecillas del reloj hasta alcanzar la presión de salida deseada.

El control del flujo puede lograrse por medio de una válvula de paso a la salida del regulador, o por medio de una válvula suplementaria instalada sobre la línea de salida del regulador. El regulador en sí no debe ser usado como control de flujo ajustando la presión para obtener los diferentes volúmenes de salida. Esto anula el propósito del regulador de presión y, en algunos casos, se pueden obtener en esta forma presiones demasiado altas para el sistema en que es utilizado.

Tipos de reguladores automáticos

La selección correcta del regulador depende del campo de presiones de entrega requerido, del grado de precisión de estas presiones y de la cantidad de flujo necesaria. Hay dos tipos básicos de reguladores de presión au-

tomáticos, de una etapa y de dos etapas o doble. El de una etapa mostrará una ligera caída de presión a medida que la presión del cilindro baja. También mostrará una mayor caída de la presión de entrega que el regulador de dos etapas al aumentar la demanda de flujo, lo mismo que una mayor elevación de la presión en el momento de suspender el flujo. En general, el regulador de dos etapas ofrece una presión de entrega más constante que el regulador de una etapa, en condiciones de trabajo más severas.

Materiales para construcción de reguladores

Simultáneamente con la selección del tipo de control requerido es necesario considerar el material usado para su construcción. Por ejemplo, al utilizar bronce en presencia de amoníaco o metilamina, se presentará ataque intergranular del material. En tales casos se debe emplear acero o aluminio para la construcción de reguladores y válvulas. Esta consideración debe ser aplicada a todas las tuberías y válvulas usadas en el sistema de gas.

Dispositivos de seguridad

Es necesario instalar dispositivos adicionales de seguridad para proteger las tuberías contra presiones excesivas y para evitar que se presente el retroceso de materiales dentro del regulador y aún dentro del cilindro mismo. Además de la posibilidad de causar una rápida corrosión, el gas puede reaccionar violentamente con el material que retrocede por las tuberías, causando graves daños al sistema y al cilindro. El peligro de retroceso puede ser evitado por medio del uso de trampas, silones o válvulas de retención. Las elevaciones de presión generadas por la reacción con materiales de retroceso pueden ser aliviadas por medio de válvulas de alivio de presión montadas sobre la línea de gas.

Determinación del contenido de un cilindro

Gases no licuados. Al evacuar el contenido de un cilindro de gas no licuado, la presión dentro del cilindro disminuye en una cantidad proporcional a la cantidad extraída. El cilindro debe ser considerado vacío cuando aún se cuente con una presión positiva (25 libras por pulgada cuadrada), para evitar la entrada de aire o de otros materiales al cilindro. El no cerrar la válvula del cilindro permitirá que éste aspire aire y humedad durante los cambios de temperatura. En esta forma se puede crear dentro del cilindro una mezcla explosiva, en el caso de un gas inflamable, o una condición extremadamente corrosiva si el cilindro contenía un gas corrosivo o ácido.

Gases licuados. Debido a que la velocidad de evacuación, los cambios de temperatura y la cantidad remanente dentro del cilindro hacen variar la presión dentro de él, la única forma de determinar el contenido de uno de estos cilindros es por medio del peso. Para ello los cilindros llevan estampado o escrito el peso bruto.

Manipulación de cilindros vacíos

Al considerar un cilindro vacío se debe cerrar su válvula. Luego se debe colocar en su lugar la tapa protectora de la válvula y cualquier otro dispositivo de protección con que haya sido recibido. Se marcará el cilindro "VACÍO", por medio de una etiqueta o usando pintura y pincel. Seguidamente se transportará al área de almacenamiento en donde se pondrá separado de los que están llenos y se guardará hasta el momento de enviarlo de regreso al proveedor.

La falta de atención en la manipulación de los cilindros vacíos puede dar como resultado la ocurrencia de accidentes graves. En caso de presentarse problemas de difícil solución inmediata se entrará en contacto con el proveedor para recibir instrucciones. No se debe intentar controlar la situación sin solicitar ayuda. •

Diseño y fabricación

(2a. parte)

LA ERIE MINNING CO. ha establecido algunos conceptos relacionados con el diseño de los mecanismos elevadores. Expuestos brevemente, estos conceptos son los siguientes:

- Factor mínimo de seguridad de seis;

- Acero de elevada potencia, tratado térmicamente, para reducir al mínimo el peso de los mecanismos. La elección de los aceros de elevada potencia es realizada en estrecha coordinación con el técnico en soldaduras para que haya un buen equilibrio entre la ductibilidad y la resistencia al punto cedente a la tensión. Esto es deseable para que el mecanismo ceda y avise antes de que llegue a fallar;

- Reforzar, donde sea factible, el diseño estructural, empleando cañerías, tuberías de aleación o secciones tubulares. Esto confiere una elevada resistencia en proporción al peso;

- Secciones modulares graduadas, a fin de equipararlas, donde sea posible, con las fuerzas reales;

- Revisar que ninguna parte, como son tuercas y pernos, quede suelta; empleo de pernos autotrabadores y abrazaderas de cadena;

- Evitar ángulos agudos o bordes filosos que puedan provocar lesiones;

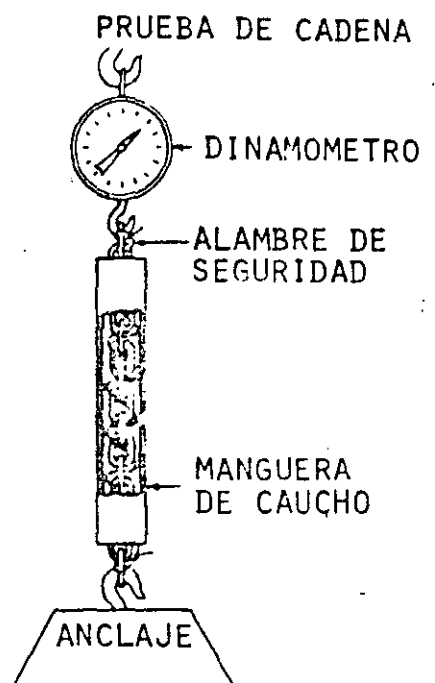
- Diseñar cada mecanismo de manera que sea seguro y liviano, que esté bien hecho y que brinde el máximo de utilidad;

- El usuario deberá probar el diseño antes de que sea fabricado y, si fuese necesario continuar incorporándole modificaciones hasta que el usuario quede satisfecho.

Prueba de eslingas

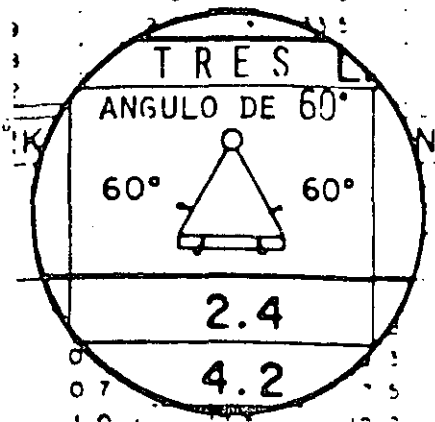
Al principio del programa fue necesario contar con una tabla para eslingas, compatible con los conceptos de diseño. Los fabricantes ponen a disposición muchas tablas, sin embargo, estas se encuentran basadas

en una variedad de factores de seguridad. Fue necesario avanzar un poco más y probar las eslingas fabricadas con metales de aleación y los cables, para determinar sus puntos reales de rotura (véase la ilustr. 1). La grúa del taller, de 25 toneladas, fue usada como mecanismo de tracción. Al gancho de la grúa se le acopló un dinamómetro. La eslinga de prueba fue colgada del dinamómetro y asegurada en su base. Para las eslingas de cadenas, se colocó un alambre flojo a través de cada eslabón para que, al romperse uno, éste no salte con violencia y rompa el dinamómetro. Luego se colocó una manguera sobre toda la longitud de la cadena para evitar la proyección de partículas. La eslinga, a continuación, fue sometida a tracción hasta su rotura y se registró el punto máximo de resistencia. El procedimiento para probar cables de alambres fue idéntico, salvo que no se usó el alambre de seguridad.



Ilust. 1: Procedimiento para la prueba de eslingas.

La seguridad de los equipos debe comenzar en el tablero del diseñador para luego ser trasladado a las técnicas de fabricación. En los mecanismos elevadores, éste es un concepto de importancia vital y, como tal, ha sido interpretado y ejecutado por una empresa que hace de la seguridad un producto básico."



Ilust. 2: Sección modificada de una tabla de carga para cadenas.

Estas pruebas revelaron que las tablas fabricadas con metales de aleación tenían un factor de seguridad de 4,3 y no de 5 como lo indicaba el fabricante.

Estos datos sirvieron para modificar las tablas de carga para las cadenas (véase la ilustr. 2). También, en base a estas pruebas y con el aporte de los fabricantes, se introdujeron reformas a las tablas para cables de alambres.

A medida que el programa fue avanzando, los pedidos de compras requerían de los fabricantes una certificación por escrito del material. Como un ejemplo, un gancho para levantar, (véase la ilustr. 3) usado con una eslinga para manejar piezas cóncavas de una trituradora, debía haber sido hecho de acero de aleación.

La carga para la cual el gancho fue diseñado, pesaba 997 kg. El mecanismo no fue usado correctamente cuando el operador intentó elevar el doble del peso que permitía su diseño y el gancho se rompió. Afortunadamente nadie resultó lesionado aunque el accidente suscitó serios interrogantes. Con un factor de seguridad de 6:1, por qué se rompió el gancho? Un análisis reveló que el material que se había usado para fabricar el gancho había sido el acero dulce y no de aleación. Desde entonces, todos los mecanismos elevadores, fabricados de acero de aleación que se compraron, fueron entregados con un certificado del análisis del acero y del tratamiento térmico.

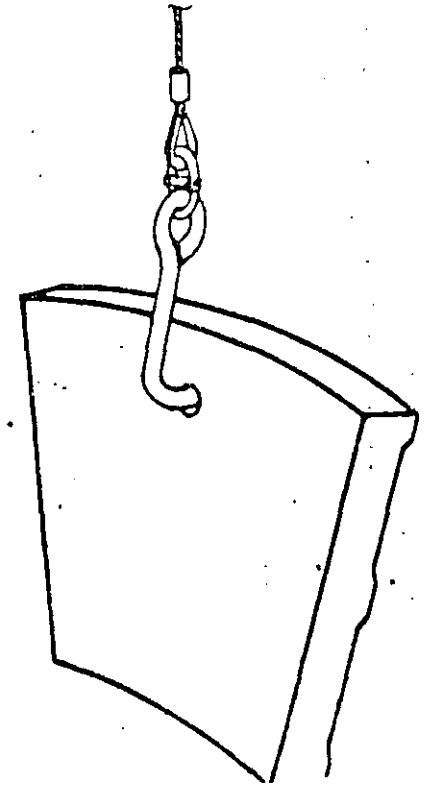
Dentro de la variedad de tamaños

disponibles para los cables de alambre, sólo se usan accesorios forjados. Uno de estos grupos de cables incluía cuatro grilletes forjados a presión (véase la ilustr. 4). Cuando se usó la eslinga, uno de los grilletes se zafó. De algún modo el fabricante se olvidó de apretar uno de estos accesorios. Esto puso de manifiesto la necesidad de obligar al fabricante de que cada eslinga fuera sometida a una prueba y que sus resultados se hiciesen conocer al departamento de ingeniería de la planta.

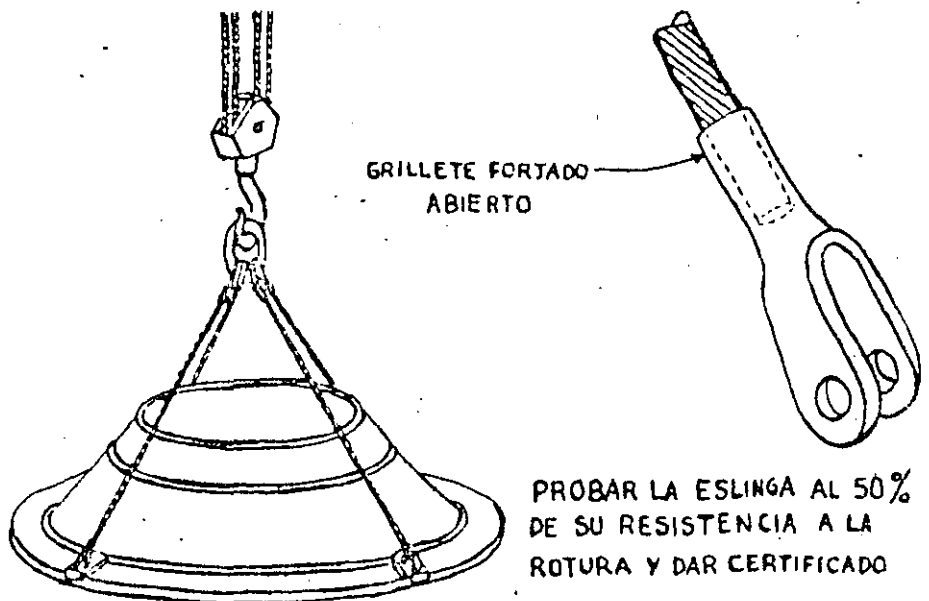
Al diseñarse un mecanismo elevador para un uso específico, es muy útil obtener informaciones del usuario. Con éste se estudia la aplicación y el manejo de cargas y, en base a eso se desarrollan conceptos básicos para el mecanismo. Donde sea factible, a través del uso de aceros de aleación y de diseños estructurales resistentes, y bajo la guía del experto en soldaduras, se empieza a trabajar en el diseño final. En la ilustr. 5 se muestra un ejemplo de diseño estructural, con secciones modulares graduadas, hecho de acero de aleación. El gancho fue fabricado para extraer las rocas de taconita que se incrustan en una trituradora de 1,50 m. de diámetro.

Certificado de diseño

Se estableció un sistema de que



Ilust. 3: Gancho para levantar las piezas de una trituradora.



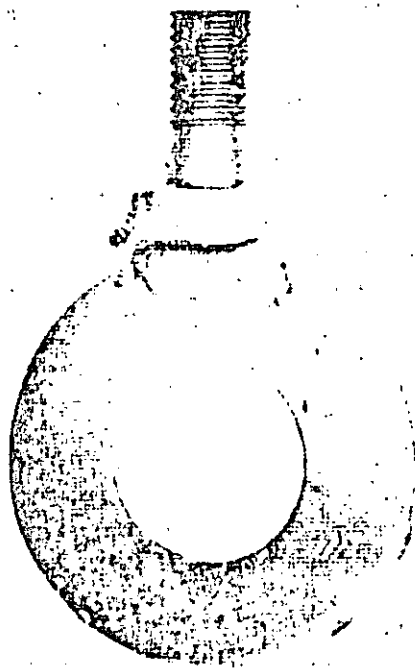
Ilust. 4: Mecanismo para levantar piezas de plano.

ningún mecanismo elevador debe ser fabricado sin planos que no hayan sido certificados por el ingeniero de la planta. Desafortunadamente, esta política fue necesaria debido a que, cuando en los trabajos de mantenimiento se necesitaba levantar cargas especiales, en forma inesperada aparecían mecanismos de

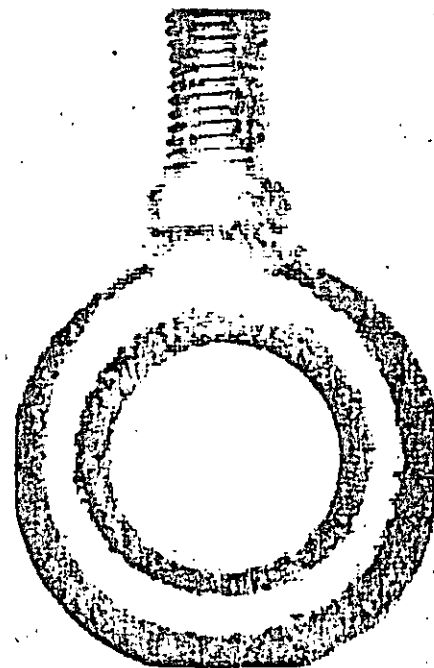
fabricación "casera" los que eran hechos "para salir del paso". Se pone énfasis especial en que, mediante un planeamiento adecuado, la mayoría de las necesidades de tales mecanismos para levantar se pueden prever, para que se diseñen y fabriquen los elementos adecuados. A pesar de esto, la supervisión y el departamento de seguridad a veces descubre mecanismos "caseros" como el que se ve en la ilustr. 6. En este caso no hubiese sido necesario un diseño especial, sino simplemente usar un gancho ojal corriente para realizar la tarea con seguridad y eficiencia.

Eliminación de mecanismos "caseros"

En otro caso, la máquina rebanadora de barras de la fábrica de esferillas necesitaba un cambio de placas. El problema que debía afrontar el personal de mantenimiento era de qué forma se podrían sacar las viejas placas de cuña e introducir las nuevas a través de la pequeña abertura (véase la ilustr. 8). Se podía usar un vehículo con un brazo de guía para colocar las placas en el transportador a rodillo e introducirlo dentro de la máquina. Debido



Ilust. 6: Mecanismo "casero" que debe ser reemplazado por un ojal standard.

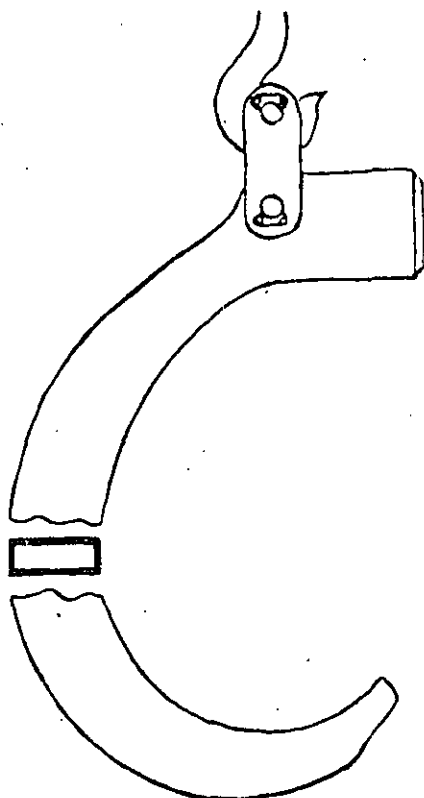


Ilust. 7: Un ojal standard como el que se debió haber usado.

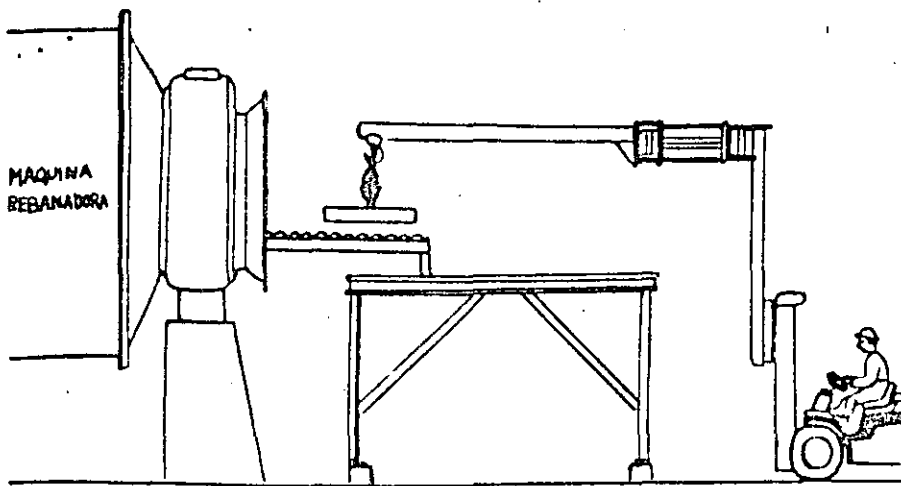
al escaso espacio que había hacia arriba, el manejo de la placa era difícil. El personal que efectuaba el trabajo fabricó, en el lugar, el mecanismo que se ve en la ilustr. 9. Una investigación reveló que la varilla de 38 mm de diámetro, usada para fabricar el ojal, era de acero de alto contenido de carbono, que había sido soldada a una plancha de acero dulce de 10 por 20 cm. El personal no conocía la característica de la varilla ni tampoco consultó al experto en soldadura. Debido al alto contenido de carbono, que había volvió frágil por efecto de la soldadura lo cual rompió el mecanismo al ser usado. Afortunadamente nadie resultó lesionado. El ingeniero de la planta diseñó un nuevo mecanismo elevador (véase la ilustr. 10) haciendo uso de una placa de cuña, existente, y empleando el menor espacio posible. En el mecanismo de enganche se estamparon leyendas pertinentes al uso y la capacidad. Cada uno de estos mecanismos para levantar cargas es identificado de esta manera, ya sea estampando o pintando la leyenda por estarcido. Existen muchos casos en los cuales, por ejemplo, una viga separadora puede ser usada para otras aplicaciones que no son aquellas para las cuales

fue específicamente diseñada. Con la capacidad inscripta con claridad sobre el mecanismo, el supervisor puede determinar rápidamente si la carga que se ha de manejar, concuerda con la capacidad de la viga.

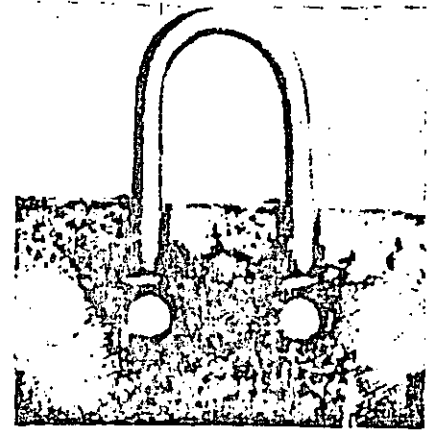
En otra ocasión se descubrió una pieza de acero con alto contenido de carbono que había sido soldada mediante un procedimiento incorrecto e instalada para que actuara como vástago impulsante de un émbolo hidráulico en un vehículo elevador nuevo. Generalmente el operario inspecciona todo equipo nuevo que se compra para levantar hombres o materiales. Si el diseño aparenta ser cuestionable se solicita un control por parte del Departamento de Ingeniería de la planta. En el caso de este vehículo, un problema en el mecanismo elevador dio origen a una investigación exhaustiva. Durante la inspección se descubrió que las barras revestidas con cromo de alto contenido de carbón habían sido soldadas en sus extremos que estaban hechos de acero dulce. Como las barras estaban revestidas de cromo, debido a la falta de decoloración, se sospechó que el procedimiento para soldar había sido incorrecto. Al consultarse al fabricante, la sospecha quedó confirmada. De-



Ilust. 5: Gancho triturador de roca de 1,5 cm.



Ilust. 8: Aquí se muestra cómo se introdujo la placa dentro de la máquina.



Ilust. 9: Mecanismo improvisado que se rompió.

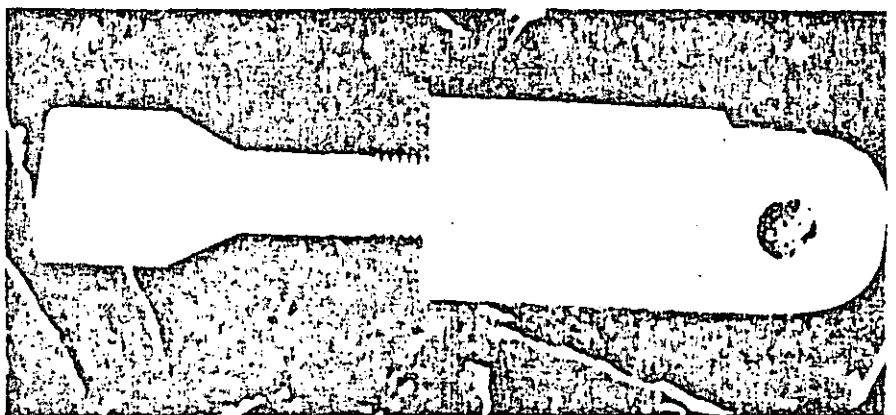
vido a fallas anteriores se le había exigido al fabricante que modificara el diseño del extremo de la barra la cual debía tener un accesorio enroscado y enclavijado en los cilindros hidráulicos de todas las unidades.

Inspección general

En 1966 se inició una búsqueda de mecanismos elevadores de fabricación "casera" por toda la planta y se encontraron muchos (véase la ilustración 11). En 59% de los que se encontraron fueron destruidos o modificados por considerarse inseguros. El hecho de que un 42% de los mecanismos encontrados, demostraron ser seguros, indicó que el personal de mantenimiento tenía una "idea" sobre el diseño y que conocían los requerimientos referentes al uso, pero también, por otra parte indicó que necesitaban ayuda para desarrollar un mecanismo eficaz y seguro.

Mecanismos para limitar la carga

Desde la década pasada, los ca-



Ilust. 10: Mecanismo correcto para levantar, como el que diseña el Dpto. de Ingeniería.

miones de transporte, los cargadores de neumáticos y las explanadoras, vienen aumentando considerablemente de tamaño. Con el advenimiento de esta nueva clase de equipos pesados, era evidente que las grúas existentes en los talleres eran inadecuadas para manejar cargas tan pesadas, lo cual se puso de manifiesto por el aumento de acciden-

tes que ocurrían debido a que se sobrecargaban los cables, ganchos y otros componentes de las grúas. Cuando se diseñaron las instalaciones nuevas del taller capaces de transportar equipos móviles de hasta 200 toneladas, fue necesario volver a considerar todos los accidentes de grúas que habían ocurrido. Como resultado de este estudio se decidió incluir nuevos mecanismos para limitar cargas en circuito elevador de cada grúa nueva. Esta adición a las especificaciones de las grúas cuesta menos del 1% del total y ha eliminado la posibilidad de que continúen ocurriendo más accidentes de esta clase. En la medida de lo posible, se piensa dotar a todas las instalaciones del futuro, con esta clase de mecanismos, para la protección de los trabajadores y de los equipos. •

ESTUDIO DE LOS MECANISMOS ELEVADORES "FABRICADOS"

	Cantidad Controlada	Aprobados para usartos	No aprobados	Diseñados y modificados para que sean aprobados
Garage de reparaciones	6	2	4	4
Talleres generales	4	2	2	2
Preparación de minerales	10	4	6	5
Departamento de aglomeración	42	18	24	22

Ilust. 11: Resultado de la inspección de mecanismos de fabricación "casera".

SAFETY STANDARDS & SPECS

Use this exclusive CM&E guide to important standards and references, pertaining to OSHA requirements for employee safety and health on your worksite, especially in the selection, use, and maintenance of safety equipment. Copies of these items are available from their sources.

Subject	Title	Number	Source	Subject	Title	Number	Source
	Safety code for building construction	A10.8-1944	ANSI		First aid textbook		ARC
	Maintenance and safety: Safety in industry	Bulletin 248	USGPO		Unit first aid kits	Data sheet 208	NSC
	Control of the physical environment: Safety in industry	Bulletin 211	USGPO		Poison ivy, poison oak, and poison sumac	Data sheet 304	NSC
	Building code requirements for light and ventilation (out of print)	ANSI-1-1944	ANSI		Tick bites	Data sheet 228	NSC
	Radiant heat control	Data sheet 581	NSC		Chemical burns	Data sheet 525	NSC
	Heating, ventilating, and air conditioning guide	Annual	ASHRAE		Pole-top resuscitation	Data sheet 276	NSC
	Chemical safety references	Data sheet 436A	NSC		Guidelines to OSHA occupational noise standards		DOL
	Properties and essential information for safe handling and use of chemicals	Data sheets	MCA		Controlling noise hazards	Bulletin 207-1959	DOL
	Color in industry	Data sheet 219	NSC		Method for physical measurement of sound	SI.2-1968	ANSI
	Safety color code for marking physical hazards	Z55.1-1971	ANSI		Threshold limit values	Annual	ACGIH
	Metal safety cans	Z218.1-1971	ANSI		Relations of hearing loss to noise exposure	Z24-X-2	ANSI
	Lightning protection code	C5.1-1969	ANSI		Noise suppression in mines	Data sheet 615	NSC
	Scheme for identification of piping systems	A13.1-1958	ANSI		Threshold limit values of airborne contaminants for 1970		ACGIH
	Cleaning with hot water and steam	Data sheet 238	NSC		Air pollution manual		AIHA
	Practice for industrial lighting	A11.1-1965 (R1970)	ANSI		Dust, fumes, and mists in industry	Data sheet 531	NSC
	Practice for protective lighting	A85.1-1958	ANSI		Allowable concentrations of toxic dusts and gases	Z57 series	ANSI
	Practice for office lighting	A139.1-1966	ANSI		Fundamentals governing the design and operation of local exhaust systems	Z9.2-1960	ANSI
	Emergency lighting	C1-1971	ANSI		Regulations for installation of blower and exhaust systems for dust, smoke, and vapor removal	Z33.1-1981	ANSI
	National electrical code				Atmospheres in subsurface structures and sewers	Data sheet 550	NSC
	Minimum requirements for sanitation in places of employment	Z4.1-1968	ANSI		Cleaning machinery and electric motors	Data sheet 245	NSC
	Minimum requirements for sanitation in temporary labor camps	Z4.4-1968	ANSI		Liquid degreasing of small metal parts	Data sheet 357	NSC
	Minimum requirements for non-water carriage disposal systems	Z4.9-1970	ANSI		Ventilation and safe practices of abrasive blasting operations	Z9.4-1968	ANSI
					Ventilation control of grinding, polishing, and buffing operations	Z43.1-1966	ANSI
					Safety code for ventilation and operation of open-surface tanks	Z9.1-1971	ANSI
					Installing air conditioning and ventilating systems	No. 90A	NFFA
					Blower and exhaust systems for dust, stock, and vapor removal or conveying	No. 91	NFFA
					Checking performance of local exhaust systems	Z33.1-1981	ANSI
					Instruments for testing exhaust ventilation systems	Data sheet 428	NSC
					Explosion venting guide	Data sheet 431	NSC
					Safety standard for non-medical X-ray and sealed Gamma-ray sources, Part I, General	No. 68	NFFA
					ABC standard for protection against radiation	Z54.1-1963	ANSI
						10CFR Part 20	USGPO

Subject	Title	Number	Source
Personal protective equipment: Safety in industry		Bulletin 251	BLS/USGPO
Accident equipment list			ULI
Men's safety toe footwear		Z4.1-1967	ANSI
Specifications for rubber insulating gloves		D180-70T	ASTM
Flexible insulating protective equipment for electrical workers		Data sheet 39a	NBC
Rubber insulating line hose		J6.1-1950 (R1971)	ANSI
Rubber insulator hoods		J6.2-1950 (R1971)	ANSI
Rubber insulating sleeve		J6.5-1971	ANSI
Rubber insulating gloves		J6.6-1971	ANSI
Rubber matting for use around electrical apparatus		J6.7-1935 (R1971)	ANSI
Live line tools		Data sheet 49a	NSC
Safety requirements for industrial head protection		Z69.1-1969	ANSI
Safety hats		Data sheet 561	NBC
Specifications for head protection for employees exposed to high voltage electric shock and burns		Z69.2-1971	ANSI
Specifications for electrical workers insulating safety headgear		AP-1-1961	EEL
Protective headgear for vehicular users		Z90.1-1971	ANSI
Method for measurement of real-ear attenuation of ear protectors at threshold		Z24.22-1957	ANSI
Physical measurement of sound		S1.2-1962 (R1971)	ANSI
Methods for the measurement of sound pressure levels		S1.19-1971	ANSI
Test code for the measurement of sound from pneumatic equipment		SS.1-1971	ANSI
Eye and face protection		Z87.1-1962	ANSI
Spectral-transmission properties and use of eye-protective glasses		Circular 471	NBS
Practice for occupational and educational eye and face protection		Z87.1-1962	ANSI
Standard practice for respiratory protection		Z88.2-1962	ANSI
Respiratory protective equipment: Safety in industry		Bulletin 226	BLS/USGPO
Approved newly developed self-contained breathing apparatus		Circular No 7792	BuMines
Bureau of Mines approved system for respiratory protective devices		Circular No 7413	BuMines
List of respiratory protective devices approved by the Bureau of Mines		Circular No 7883	BuMines
Respiratory protective equipment		Data sheet 42a	NSC
Respiratory protective devices manual			AIHA/ACGIH
Identification of gas-mask canisters		K13.1-1971	ANSI
Federal specifications		QQ-P-411	USGPO
Safety nets for construction projects		Data sheet 60a	

Subject	Title	Number	Source
Life safety code		No. 101-1970	NFPA
Indoor general storage		No. 211-1970	NFPA
Dry chemical extinguishing systems		No. 17-1962	NFPA
Installation, maintenance, and use of local protective signalling systems for watchmen, fire alarms, and supervisory service		No. 72A-1967	NFPA
Local fire alarm systems		SBI-1965 (R1972)	NEMA
Training manual for fire protective signalling systems		SBI-1971	NEMA
Fire protection guide on hazardous materials			NFPA
Fire protection handbook			NFPA
Inspection manual			NFPA
Guide to OSHA fire protection regulations:		Vol. 1 Vol. 2, No. 10-22 Vol. 3, No. 21-23 Vol. 4, No. 24-26 Vol. 5, No. 26A-26B	NFPA NFPA NFPA NFPA NFPA
Installation of portable fire extinguishers		No. 10-1970 Z112.1-1971	NFPA ANSI
Maintenance and use of portable fire extinguishers		No. 10A-1970	NFPA
Safety to life from fire in buildings and structures		A9.1-1971	ANSI
Carbon dioxide extinguishing systems		No. 12-1968 A54.1-1968	NFPA ANSI
Installation of sprinkler systems		No. 13-1969	NFPA
Installation of standpipe and hose systems		No. 14-1970	NFPA
Foam extinguishing systems		No. 11	NFPA
Foam-water sprinkler and spray systems		No. 16	NFPA
Water spray fixed system		No. 15	NFPA
Compressed gas cylinder valve outlet and inlet connections		B57.1-1965	ANSI
Flammable liquids in small containers		Data sheet 532	NSC
Fire resistant water-in-oil emulsion hydraulic fluids		Data sheet 543	NSC
Liquid petroleum transportation piping systems with addenda		B31.4-1971	ANSI
Storage and handling of liquified petroleum gases		Z106.1-1970	ANSI
Gaseous oxygen		Data sheet 472	NSC
Welding and cutting oxygen-fuel gas systems		No. 51	NFPA
Temporary and portable space heating devices and equipment used in the construction industry			ANSI
Installation of oil burning equipment		A10.10-1970 Z95.1-1968 No. 31	ANSI NFPA

SAFETY STANDARDS & SPECS

Write name, address, phone

Subject	Title	Number	Source
	Manual on uniform traffic control devices for street and highways	D6.1-1971 Part IV	ANSI
	Practices for railroad highway grade crossing protection	D8.1-1967	ANSI
	Symbols for devices	SB1.1-1969	NEMA
	Identification systems for fire hazards of materials	No. 70LM	NFPA
	Specifications for accident prevention signs	Z35.1-1958	ANSI
	Slow-moving vehicle identification emblem	B114.1-1971	ANSI
	Method of marking portable compressed gas containers to identify the material contained	Z48.1-1954	ANSI
	Specifications for accident prevention tags	Z35.2-1968	ANSI
	Radiation symbol	N2.1-1969	ANSI
	Safety code for cranes, derricks, and hoists	B30.2-1945 (R1952)	ANSI
	Safety code for derricks	B30.6-1971	ANSI
	Crawler, locomotive, and truck cranes	B30.5-1968	ANSI
	Safety requirements for floor and wall openings, railings, and toe boards	A12.1-1967	ANSI

ACGIH	— American Conference of Governmental Industrial Hygienists 1014 Broadway, Cincinnati, Ohio 45202
AIHA	— American Industrial Hygiene Assn. 14125 Prevoist Ave., Detroit, Mich. 48227
ANSI	— American National Standards Institute 1430 Broadway, New York, N.Y. 10018
ANRC	— American National Red Cross 17th and D St., N.W., Washington, D.C. 20006
ASHRAE	— American Society of Heating, Refrigeration, & Air Conditioning Engineers 345 E 47th St., New York, N.Y. 10017
BLA	— Bureau of Labor Standards Dept. of Labor Bldg., Washington, D.C. 20210
BuMines	— Bureau of Mines Dept. of Interior Bldg., Washington, D.C. 20240
DOL	— U.S. Dept. of Labor Dept. of Labor Bldg., Washington, D.C. 20210
EEL	— Edison Electric Institute 750 Third Ave., New York, N.Y. 10017
MCA	— Manufacturing Chemists' Assn. 1825 Connecticut Ave., Washington, D.C. 20006
NEMA	— National Electrical Manufacturers Assn. 155 E 44th St., New York, N.Y. 10017
NFPA	— National Fire Protection Assn. 100 17th St., N.W., Washington, D.C. 20036
NBS	— National Bureau of Standards Dept. of Commerce Bldg., Washington, D.C. 20230
NESC	— National Safety Council 425 North Michigan Ave., Chicago, Ill. 60611.
ULI	— Underwriters' Laboratories Inc. 207 E. Ohio St., Chicago, Ill. 60611
USCG	— U.S. Coast Guard Dept. of Transportation Bldg., Washington, D.C. 20590
USGPO	— U.S. Government Printing Office Printing Office Bldg., Washington, D.C. 20402

Manpower checklist

Accidents and injuries always demand prompt reporting to assure manpower welfare and to guard against extra compensation outlays. Are your reports up to date?

Housekeeping curbs accidents. Have you checked work areas, aisles, walkways, for scattered tools or materials? Have you looked for protruding nails, wires, bolts? Is debris containerized? Removed?

Hard hats prevent injuries. Did you check your crew today?

Safety goggles and face shields reduce eye injuries, lost time accidents. Is everybody engaged in grinding, chipping, or welding properly protected?

Shoes guard the body's most accident prone members. Are your men well shod? Are shoe soles hard? Toes steel tipped?

Clothing causes accidents too. Are workers wearing non-cuffed, tight fitting attire? Are they dressed to resist cold weather? Sun?

Gloves cut injuries, prevent splinters, hand burns. Do your men have at least one pair?

Ignition sources, from cigarettes to spark-producing tools, can set off flammable liquids, explosive primers. Are your combustibles isolated? Have warning signs been prominently posted?

Intoxicating beverages, even in small doses, relax worker vigilance and should be banned from site during working hours. Have you warned crews? Posted signs?

Unauthorized riding on hook hoists, moving equipment is a high source of injury. Have you posted notices at favorite passenger points? Modified equipment to keep the hitchhiker off?

Horseplay and practical jokes can kill or maim. Do you have a regular program for educating your men on the price that they will pay for doing this?

Safety Pocket PAL

CM&E's editors have prepared this valuable set of safety reminders to help you stay alive and to protect you from injury on the worksite.

A safe worker is an efficient worker.

Get a Pocket Pal and make these safety checks daily. You owe it to yourself, your family, and your fellow workers.

Posted safety rules are the surest route to full worker orientation. Are your's displayed prominently? Are they readable?

Feedback tells you whether men are safety conscious. Do you have a reporting system? Is it up to date? Are results carefully analyzed?

Equipment checklist

Floor and roof openings need well marked protection. They must be planked over or barricaded by guard rails and toe boards. Planking must be nailed in place. Do you check every such danger spot before start-up each day?

Building edges, 10 ft or higher above the ground, require guard rails and toe boards. Is every such point protected? Are all those previously installed still in place?

Platforms and scaffolds must be constructed of metal or lumber that is free from apparent defects which could impair strength. Have you checked widths, protective railings, supports, recently?

Ladders should be built according to safety regulations and of metal or straight-grained lumber. Safe maximum length, 30 ft. Have you inspected ladders on the job for broken rungs or other defects? Do fixed ladders have necessary safety side rails? Are metal ladders kept away from electrical lines or outlets? Do job-built ladders have the required inset or cleated treads?

Hand tools can only be safely used on the job for which they were designed. Have you checked their usage? Wear? Have you replaced what needs replacement?

Power tools are specialist's instruments possessing danger for the inexperienced user. On your job, are these equipped with proper guards, safety switches, grounding? In use, are power lines kept clear of walkways? Are they well marked?

Compressed gas cylinders afford physical and chemical hazards. Are cylinders chained together

in an upright position? Are they stored in a safe, remote area? Are they moved on carts designed specifically for the purpose?

Falling object hazards are present on the site regularly. Have you checked to be sure there's no material stored closer than 6 ft from overhead edges? Are "Men Working Above" signs set out in prominent spots?

Operating machinery can prove a potential hazard on the job site. Do you insist that these units are shut down before they are oiled, cleaned, adjusted, or refueled? Are incoming power lines clear of work areas?

Salmanders and temporary heaters need close careful attention. Have you inspected these recently? Do you permit servicing only by experienced, authorized personnel?

Welding and burning afford dangers of fire and personal injury to all involved. Have you isolated these operations and provided fireproof protection? Are only authorized people permitted near these jobs? Is individual protective equipment, such as masks, aprons, or gloves, readily on hand? Does each site have a fire extinguisher?

Material, such as lumber, may become a hazard during storms. Are these lashed down or restrained to prevent dislodgement by high winds?

Excavations can collapse or cave-in with acute danger of a fatality. Have you made sure that, where depths exceed 4 ft, sides are braced or sloped away from the work? Do you have stand-by safety equipment and personnel?

Temporary stairs make safer sites. Have you provided these where construction has exceeded 60 ft above the ground level? Are these equipped with safety rails and non-skid treads?

Orientation is a must for every new worker on the site. Have you developed a program for this? Do you acquaint each member of your crew with safety hazards at the job, the emergency equipment available, and the procedures to follow in each type of accident occurrence?

Reprints available

CM&E's *Safety Pocket Pal* is available upon request in booklet form, on heavy stock folded to convenient pocket size; minimum order, 10 booklets for \$1.00. Address orders to *The Editor*.

SEGURIDAD INDUSTRIAL

BIBLIOGRAFIA

- SAFETY TRAINING COURSE FOR CONSTRUCTION SUPERVISORS.- Edwinc. Hunt, the Associated General Contractors of America
- A G C. Manual of Accident Prevention in Construction.
- MANUAL DE PREVENCION DE ACCIDENTES PARA OPERACIONES INDUSTRIALES Consejo Interamericano de Seguridad. Centro Regional de Ayuda Técnica. México, 1962
- CURSO DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIALES.- Dr. Octavio Jalambi. Quito-Ecuador, 1974. Distrito Ecuatoriano de Seguridad Social.
- CONSTRUCTION SAFETY GUIDE.- Workers' Compensation Board of British Columbia. 1980.
- LA SEGURIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION. Tesis Profesional de Juan Antonio Pruneda Padilla.- Facultad de Ingeniería. UNAM. 1973.



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

RESIDENTES DE CONSTRUCCION

RECOMENDACIONES RESPECTO A ALGUNAS DE LAS MAS FRECUENTES FALLAS EN
LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS DE
UN HOTEL

Ing. Sergio Herrera Mundo

OCTUBRE, 1985.

RECOMENDACIONES RESPECTO A ALGUNAS DE LAS MAS FRECUENTES FALLAS EN
LAS INSTALACIONES HIDROSANITARIAS DE
UN HOTEL

A) .- TOMA DOMICILIARIA.

PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.- PRESENCIA DE ARENA	- TUBERIAS FRACTURADAS	- INSTALAR FILTROS "Y"
2.- PERDIDA POR FRICCIÓN	- ESCASO DIAMETRO	- AUMENTO DE DIAMETRO DES PUES DE MEDIDOR
3.- DESBORDE FRECUENTE. - EN CISTERNA	- FALLA DE FLOTADOR	- CAMBIO POR CALIDAD - INSTALACION ALARMA ALTO NIVEL

B) .- CISTERNA.

1.- PRESENCIA DE IMPURE- SAS	- CISTERNA DESTAPADA	- REVISION DE SELLADO DE ACCESO
2.- PRESENCIA DE ALIMA-- ÑAS O ROEDORES	- TUBOS ABIERTOS	- REVISION DE PROTECCION DE TUBOS VENTILADORES
3.- CONTAMINACION ORGANI CA	- TUBOS CERCANOS DE ALBAÑAL FRACTURADOS	- CORREGIR INFILTRACIONES

c) .- EQUIPOS DE BOMBEO.

	PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.-	RUIDOS	- TRANSMISION POR TUBERIAS	- INSTALAR MANGUERAS FLEXIBLES
2.-	GOLPE DE ARIETE EN BOMBAS	- CIERRE ABRUPTO DE VALVULAS	- INSTALAR VALVULAS CHECK DE CIERRE AMORTIGUADO
3.-	GOLPE DE ARIETE ANTES DE TANQUE	- GOLPE DE ARIETE	- DERIVACION DE LA RED AL TANQUE DE PRESION BAJO EL NIVEL DE AGUA
4.-	DESCEBADO DE SUCCIONES	- FALLA DE VALVULA DE PIE	- DERIVACION DE LA TOMA A DESCARGA DE BOMBAS
5.-	BAJA EFICIENCIA DE BOMBAS	- FALLA EN SUCCIONES	- REVISION DISTANCIA Y DIAMETRO DE SUCCIONES
6.-	ARRANQUE Y PARO CONSTANTE DE BOMBAS	- FALLA DE AIRE EN EL TANQUE HIDRONEUMATICO	- REPOSICION DE COLCHON DE AIRE

D).- REDES DE ABASTECIMIENTO.

PROBLEMA	CAUSAS	RECOMENDACIONES
<p>1.- RUIDOS</p> <p>a).- SISEO</p>	<p>VELOCIDAD EXCESIVA</p>	<ul style="list-style-type: none"> - HACER DERIVACIONES EN COLUMNAS PARA ROMPER ARMONIA ONDAS. - INSTALAR ESPIRALES DE LAMINA PARA REDUCIR VELOCIDAD
<p>b).- VIBRACIONES</p>	<p>TRANSMISION DE EQUIPOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - REVISION ANCLAJES A ESTRUCTURA. - INSTALAR EMPAQUES DE HULE CON ABRAZADERAS. - INSTALAR MANGUERA FLEXIBLE EN COLUMNAS.
<p>c).- GOLPES</p>	<p>VALVULAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - REVISAR QUE VALVULAS DE COMPUERTA ESTEN TOTALMENTE CERRADAS. - RETIRAR VALVULAS CHECK EN REDES.
<p>d).- ARRANQUE Y PARO DE EQUIPOS</p>	<p>TRANSMISION</p>	<ul style="list-style-type: none"> - REVISION DE COMUNICACIONES CON TUBOS DE ESCALERA Y DUCTO SELLADO CON MATERIAL AISLANTE ACUSTICO.
<p>2.- FRACTURAS</p> <p>a).- MOVIMIENTO SISMICO</p>	<p>ESFUERZO AL CORTE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - INSTALAR JUNTAS FLEXIBLES
<p>b).- AGUA CALIENTE</p>	<p>POR DILATACION</p>	<ul style="list-style-type: none"> - INSTALAR JUNTAS DE DILATACION
<p>c).- EN UNIONES</p>	<p>FALLA SOLDADURA</p>	<ul style="list-style-type: none"> - REVISAR CALIDAD DE MANO DE OBRA EN SOLDADURA, ROSCAS Y UNIONES (CHECAR MOTIVOS ANTERIORES)
<p>d).- EN UNIONES</p>	<p>GOLPE DE ARIETE</p>	<ul style="list-style-type: none"> - LOCALIZAR Y ELIMINAR EL GOLPE DE ARIETE.

E).- ALIMENTACIONES INTERIORES.

PROBLEMA

CAUSAS

RECOMENDACIONES

1.- RUIDOS		
a).- GOLPE INTERMITENTE	LLAVES DE LAVABO FLOTADOR EN W C	- REVISION DE LLAVES DE LAVABOS Y FREGADEROS POR FALLA DE TORNILLO. - REVISION DE EMPAQUE Y AUMENTAR TIEMPO DE LLENADO
b).- ACCION DE FLUXOMETROS	ALTA VELOCIDAD	- INDISPENSABLE AUMENTO DE DIAMETROS
c).- GOLPES	GOLPE DE ARIETE	- REVISAR QUE EXISTEN CAMARAS DE PRESION DE 60 cm DE LONGITUD EN TODOS LOS MUEBLES
2.- DEMASIADO TIEMPO PARA OBTENER AGUA CALIENTE	SE ENFRIA EL AGUA EN TUBERIA	- REVISAR EL SISTEMA DE RETORNO, INSTALARLO SI NO LO HAY REVISAR CIRCULADOR
3.- VARIACIONES BRUSCAS DE TEMPERATURA.		
a).- POR ACCIONAR MUEBLES CERCANOS	DIAMETROS REDUCIDOS	- CAMBIAR DIAMETROS
b).- POR ARRANQUE DE EQUIPO DE BOMBEO	SISTEMA DESBALANCEADO	- REVISAR Y CORREGIR CONEXIONES PARA BALANCEAR EL SISTEMA
c).- POR EXCESO DE TEMPERATURA	ALTA TEMPERATURA	- REDUCIR TEMPERATURA EN TANQUE DE AGUA CALIENTE
4.- FALTA DE AGUA SIN MOTIVO APARENTE	AIRE EN TUBERIAS	- ELIMINAR AIRE EN TUBERIAS - EVITAR SIFONES INVERTIDOS, - REVISAR PENDIENTES HACIA VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE.
5.- SALIDA INTERMITENTE DE AGUA (ESCAPE)	AIRE EN TUBERIAS	- ELIMINAR AIRE EN TUBERIAS - EVITAR SIFONES INVERTIDOS - REVISAR PENDIENTES HACIA VALVULAS ELIMINADORAS DE AIRE.

6.- SALE AGUA CALIENTE EN LLAVE DE AGUA - FRIA	INSTALACION ERRONEA	- REVISAR ALGUNA INTERCONEXION INDEBIDA
	TUBERIAS UNIDAS	-REVISAR QUE NO SE HAYA RETIRADO ALGUNA REGADERA Y DEJADO LAS LLAVES ABIERTAS
	REGADERAS AJUSTABLES	- RETIRAR REGADERAS CON MECANISMO INTEGRADO DE CIERRE
	CONEXIONES INVERTIDAS EN MEZCLADORAS	- REVISAR VALVULAS MEZCLADORAS DEL TIPO DE "RELOJ"
7.- SALPICADURAS EN LAVABOS	EXCESIVA PRESION	- INSTALAR VALVULAS ANGULARES EN ALIMENTADORES
8.- MOLESTIAS POR USO DE REGADERA (GOLPEA)	EXCESIVA PRESION	- VERIFICAR QUE PRESION NO EXCEDA DE 4 ó 4.5 Kg/cm ²
9.- FALTA AGUA EN MUEBLES ALEJADOS	FALTA PRESION	- VERIFICAR DIAMETROS (POR PERDIDA DE FRICCIÓN EN USO DE ALTA SIMULTANEIDAD
	EQUIPO INSUFICIENTE	- VERIFICAR CAPACIDAD DE BOMBAS

F).- DESAGUES Y VENTILACION.

PROBLEMA

CAUSAS

RECOMENDACIONES

1.-	NO ARRANSTRAS SOLIDOS EL INODORO	-DESCARGA INEFICIENTE - POCA AGUA (TANQUE)	-REVISAR DOBLE VENTILACION -AUMENTAR CAPACIDAD DE AGUA EN CAJA
		-POCA AGUA (FLUXOMETRO)	-REGULAR FLUXOMETRO A MAYOR CANTIDAD DE AGUA
2.-	NO DESCARGA EL INODORO	-OBTURACION EN DRENAJE	-DESTAPAR DRENAJE
3.-	ESCURRIMIENTOS EN PISO DE INODORO	-MUEBLE MAL ASENTADO	-REVISAR JUNTA SELLADORA
4.-	ESCURRE EL TANQUE DEL INODORO	-FRACTURA O MAL MONTAJE	-DESMONTAR Y REVISAR
5.-	SE DESBORDAN COLADERAS	-OBTURACION EN DRENAJES	-DESTAPAR DRENAJES
		MUEBLES MAL CONECTADOS	-REVISAR DIAMETRO DE DESCARGA
		-TINA A COLADERA	-CAMBIAR REJILLA POR TAPACIEGA
6.-	NO DESCARGA O DESCARGA LENTA DE LAVABO	-OBTURACION EN TRAMPA " P "	-DESTAPAR DRENAJE
7.-	PRESENCIA DE AGUA EN LAVABO SIN USO	-MUEBLES INTERCONECTADOS	-INDEPENDIZAR O CAMBIAR CONEXION EN "T" POR "Y"
8.-	NO DESCARGA O DESCARGA LENTA DE FREGADERO	-GRASA EN LA TUBERIA	-ELIMINAR GRASA INSTALAR TRAMPA ESPECIAL.
9.-	MALOS OLORES EN CUARTO DE BAÑO	-FALLA EL SELLO HIDRAULICO	-REVISAR EL SISTEMA DE DOBLE VENTILACION
		-SE EVAPORA EL SELLO HIDRAULICO	-REPONER SELLO
		-FALTA SELLO O ROTO EN COLADERAS	-REPONER COMO EN COLADERAS

10.-	MOVIMIENTOS DE AGUA EN INODORO, SIN USARLOS	-PRESIONES DE AIRE EN TUBERIAS	-REVISAR EL SISTEMA DE DOBLE VENTILACION
11.-	PRESENCIA DE AGUA EN TINA, SIN USO	-DOS TINAS INTERCONECTADAS	-CORREGIR EL SISTEMA, SEPARAR
12.-	EXPULSION DE AGUA POR CUALQUIER DESAGUE	-AIRE EN TUBERIAS	-FALLA DEL SISTEMA DE DOBLE VENTILACION
13.-	DESBORDE DE MUEBLES -- PISOS BAJOS	-CONEXION A TUBERIAS QUE OPERAN A TUBO LLENO	-SEPARAR ESTOS DRENAJES DE LOS PISOS SUPERIORES O DE BAJADAS PLUVIALES
14.-	OBTURACION EN BAÑOS PUBLICOS DE DAMAS	-PRESENCIA DE TOALLAS SANITARIAS	-AUMENTAR DIAMETRO DE TRONCALES A 150 m

g).- SISTEMA PLUVIAL.

PROBLEMAS

CAUSAS

RECOMENDACIONES

PROBLEMAS	CAUSAS	RECOMENDACIONES
1.- HUMEDADES a).- EN LOSA	- FISURAS	- REVISAR IMPERMEABILIZACION - REVISAR SI HAY GRIETAS CAPILARES EN UNION DE COLADERA - REVISAR JUNTA DE IMPERMEABILIZANTE Y COLADERA - LIMPIAR COLADERA
b).- EN MUROS	- FISURAS	- MISMOS CONCEPTOS ANTERIORES - REVISAR JUNTAS EN BAJADA - REVISAR QUE NO HAYA OBTURACIONES EN DRENAJE BAJOPISO
2.- COLADERA DESBORDA EN VEZ DE DESAGUAR	- COLADERAS DIFERENTES NIVELES DE BAJADA	- REVISAR QUE NO HAYA SIFONES (OBTURADORES) EN BASE DE BAJADA
3.- BROTA AGUA EN REGISTROS DE ALBAÑAL	- FALTA CAPACIDAD DE COLECTOR	- AUMENTAR DIAMETRO O DAR NUEVAS SALIDAS - EN ZONAS DELICADAS, PONER REGISTROS SELLADOS
4.- PENETRA AGUA DEL EXTERIOR	- ALBAÑAL PRINCIPAL SATURADO	- INSTALAR VALVULAS CHECK

TABLAS UTILES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS
DE ALIMENTACION DE AGUA

CANTIDAD DE AGUA PROMEDIO USADA EN LOS SISTEMAS DE PLOMERIA
DE LOS EDIFICIOS

Lavabo	Llenándolo para usarse	5.6 a 7.5 L
Tina	Llenándolo para usarse	113 L
W. C.	Para cada descarga	23 L
Regadera	(15 L/minuto)	75 a 115 L
Llaves	De jardín de (chorro)	757 L/hora
Llaves	De jardín de (chiflón)	454 L/hora
Rociador	Para lavandería	747 L/hora

UNIDADES DE MEDIDA

EQUIVALENCIAS

Dado que en la República Mexicana rige el sistema SI, o sea el Sistema Internacional de Unidades, que es el métrico decimal - modernizado, conforme a la norma oficial NOM-Z-1981, mencionaremos la conversión de algunas de las unidades más frecuentemente usadas en las instalaciones hidrosanitarias y de gas.

- 1 " (una pulgada) = 25.4 mm exactamente
- 1 ' (un pie) = 0.3048 m exactamente
- 1 lb (una libra) = 0.45359237 kg exactamente
- 1 galón E.E.U.U. = 3.7854117 L
- 1 GPM (galón por minuto) = 0.06309 L/s aproximadamente
- 1 L/s = 15.85 GPM aproximadamente
- 1 ft³/h (pie cúbico por hora) = 28.316846 L/h
- 1 m³/h = 35.314666 ft³/h
- 10 m H₂O (columna de agua) = 0.98 bar = 98 kPa (kilo-pascales- de presión, aproximadamente)
- 1 kp/cm² = 10 m H₂O = 98 kPa (aproximadamente)
- 100 psi (libras por pulg. cuadr.) = 689 kPa aproximadamente
- 1 kPa = 0.102 m H₂O (aproximadamente)
- 1 kPa = 0.145 psi (aproximadamente)
- 1 MPa (un mega pascal) = 1000 kPa = 145 psi (aproximadamente)
- 100 kPa = 1 bar = 10.20 m H₂O = 14.5 psi (aprox.)
- 1 oz/sq.. in. (una onza por pulg. cuadr.) = 43.942 mm H₂O =
= 430.92 Pa (aproximadamente)
- 1 " Hg = 25.4 mm Hg = 3.386389 kPa = 33.8639 m bar
- 1 mm Hg = 0.133322 kPa = 1.333224 m bar

1 Kcal	= 4.1868 kJ (kilojulios) exactamente
1 Btu	= 1.055056 kJ
1 Kcal/h	= 1.163 w (watts térmicos) exactamente
1 Btu/h	= 0.252 Kcal/h = 0.293071 W (aprox.)
1 caballo de caldera	= 1 CC = 9811 W (watts térmicos)
1 TR (tonelada de refrigeración)	= 12000 Btu/h = 3516.85 W = = 3024 Kcal/h
1 Btu/lb	= 2.326 kJ/kg exactamente
1 Btu/ft ³	= 8.899 Kcal/m ³ = 37.259 kJ/m ³
1 Kcal/kg	= 1.8 Btu/lb = 4.1868 kJ/kg exactamente

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION

DEL 7 AL 18 DE OCTUBRE DE 1985

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

- | | | |
|-----|--|--|
| 1.- | MEDARDO ALVAREZ MARTINEZ
Cerrada Artesanos No. 36
Col.
Delg. Iztapalapa
C.P. 09080
México, D.F.
Tel. 582-62-84 | S.C.T.
Av. Eugenia N. 197-3° Piso
Col. Narvarte
Delg.
C.P. 03020
México, D.F.
Tel. 579-31-32 |
| 2.- | GONZALO ANAYA DURAN
Playa Cortés No. 389
Col.
Delg. Ixtacalco
C.P. 08830
México, D.F.
Tel. 590-78-97 | S.C.T.
Insurgentes Sur No. 664
Col. Roma
Delg. Cuauhtémoc
C.P.
México, D.F.
Tel. 523-89-10 |
| 3.- | OCTAVIO ARIAS LUNA
Calle Galeana No. 21
Barrio de Xaltecan
Delg. Xochimilco
C.P. 16090
México, D.F. | S.C.T.
Av. Insurgentes No. 664
Col. Del Valle
Delg. Benito Juárez
C.P. 03100
México, D.F. |
| 4.- | RAUL ARTEGA SAUCEDO
Carretera Naucalpan Toluca No. 890
Sn. Rafael Chamapa
Delg.
C.P.
México, D.F.
Tel. | CONSTRUCTORA GENERAL DEL NORTE, S.A.
Cerrada de Bezarez No. 31
México, D.F. |
| 5.- | SERGIO BORJA EUR SANCHEZ
Lluvia No. 205
Col.
Delg. Alvaro Obregón
C.P. 01900
México, D.F.
Tel. 568-46-00 | GRUPO ICA
Mineria No. 145
Tel. 516-04-60 |
| 6.- | JOSE AARON CAMPOS R. | U N A M |

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION
DEL 7 AL 18 DE OCTUBRE DE 1985

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

- | | | |
|------|---|--|
| 7.- | SILVIO CUEVAS ROMERO
Lechuzas No. 28
Lomas de Guadalupe
Delg. A. Obregón
C.P.
México, D.F.
Tel. | ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES, S.A. DE
C.V. |
| 8.- | EDUARDO ENRIQUE DURAN ORTIZ
Retorno Cerro Del Agua No. 59
Col. Copilco UNAM
Delg. Coyoacán
C.P. 04360
México, D.F.
Tel. 658-72-23 | REMARK
Retorno Cerro Del Agua No. 59
Col. Copilco UNAM
Delg. Coyoacán
C.P. 04360
México, D.F.
Tel. 658-72-23 |
| 9.- | EDGAR GALICIA MORALES | S.C.T. |
| 10.- | ALFONSO GARCIA DOMINGUEZ
José H. Elizondo No. 3
Cd. Satélite
C.P. 53100
México
Tel. 562-29-15 | CONSULTORIA RIOBOO, S.A. DE C.V.
Prado Sur No. 664
Col. Lomas Chapultepec.
Delg. Miguel Hidalgo
C.P.
México, D.F.
Tel. 540-55-53 |
| 11.- | ROCIO GANDARILLA LUNA
Teolole Manzana 27 Lote 3
Col. Ruiñ Cortinez
Delg. Coyoacán
C.P. 04630
México, D.F.
Tel. 677-86-54 | |
| 12.- | JAIME GARDUÑO AVIRÁ | S.C.T. |

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION
DEL 7 AL 18 DE OCTUBRE DE 1985

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

- 13.- APOLONIO GIL MEDELLIN
Coyuya No. 195
Col. Santa Anita
Del. Iztacalco
C.P. 08300
México, D.F.
Tel. 657-24-58
- CREVI, S.A.
Sn. Fco. No. 34-503
Col. Del Valle
Delg. Benito Juárez
C.P.
México, D.F.
Tel. 657-62-88
- 14.- MA. TERESA GOMEZ DE ALVA GARCIA
Providencia No. 807-3° Piso
Col. Del Valle
Delg. Benito Juárez
C.P. 03100
México, D.F.
Tel. 523-72-07
- S.C.T.
Providencia No. 807-3°Piso
Col. Del Valle
Delg. Benito Juárez
C.P. 03100
México, D.F.
Tel. 523-72-07
- 15.- SEVERINO HERNANDEZ HERNANDEZ
Av. 6 No. 1503-A
Col. L.C.B.
Queretaro, Qro.
- S.A.R.H.
Av. Contituyentes No. 33 Ote.
Queretaro, Qro.
Tel. 256-57
- 16.- JOSE DE JESUS HERNANDEZ CRUZ
Miranda No. 43-1
Col. Aragón La Villa
Delg. Gustavo A. Madero
C.P.
México, D.F.
Tel.
- DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
Servicio Social
Tacuba No. 5
Col. Centro
Delg. Cuauhtémoc
C.P. 06000
México, D.F.
Tel. 521-73-35
- 17.- EFREN HERNANDEZ LABRA
Dr. José Ma. Barragán
Col. Narvarte
Delg. Benito Juárez
C.P. 03020
México, D.F.
Tel. 519-60-52
- S.C.T.
Av. Eugenia No. 197-3° Piso
Col. Narvarte
Delg. Benito Juárez
C.P. 03020
México, D.F.
Tel. 519-60-52
- 18.- ALEJANDRO JAVIER HERNANDEZ LOPEZ
Eje Central Lazaro Cárdenas No. 729-1
Col. Narvarte
Delg. Benito Juárez
C.P. 03020
México, D.F.
Tel. 696-58-33
- DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
Servicio Social
Tacuba No. 5
Col. Centro
Delg. Cuauhtémoc
C.P. 06000
México, D.F.
Tel. 521-40-20

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION
DEL 7 AL 18 DE OCTUBRE DE 1985

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

- 19.- EDMUNDO HERNANDEZ ROJAS
Prolong. Nogal S/N
La Mag. Atlipac
Reyes Edo. Méx.
Tel. 520-58
- EMPRESA CONSTRUCTORA
Queretaro No. 144-602
Col. Roma
Delg.
C.P.
México, D.F.
Tel. 584-00-90
- 20.- JOSE LUIS LUGO CASAS
Monumento a la Raza No. 103
Col. Metropolitana 2a. Secc.
C.D. Nezahualcoyotl
Edo. de Méx.
Tel. 687-55-10
- S.C.T.
Insurgentes Sur 664
Col. Del Valle
Delg. Benito Juárez
C.P.
México, D.F.
Tel. 687-55-10
- 21.- MARIO ALBERTO LOPEZ MORALES
- DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
- 22.- JESUS ANTONIO MENDOZA BARRON
Cerro de la Estrella No. 017 P.H.
Col. Coyoacán
Delg. Coyoacán
C.P. 4200
México, D.F.
Tel. 544-29-54
- CONSTRUCTORA ENRAN, S.A.
Av. Río Churubusco No. 392-2°Piso
Col. Ampliación Sinatel
Delg. Iztapalapa
C.P. 9400
México, D.F.
Tel. 581-83-44
- 23.- LUIS MENDOZA CASTILLO
- S.C.T.
- 24.- AGUSTIN MORON REYES
Norte 60 No. 3823
Col. Río Blanco
Delg. Gustavo A. Madero
C.P. 07880
México, D.F.
Tel. 537-83-34
- S.C.T.
Insurgentes Sur No. 664
Col. Del Valle
Delg. Benito Juárez
C.P. 03100
México, D.F.
Tel. 687-53-68

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION
DEL 7 AL 18 DE OCTUBRE DE 1985

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

- | | | |
|------|---|--|
| 25.- | DANIEL MORON REYES
Calle Nte 70-A No. 5417
Col.
Delg. Gustavo A. Madero
C.P. 07850
México, D.F.
Tel. | S.C.T.
Insurgentes Sur 664-6° Piso
Col. Del Valle
Delg. Benito Juárez
C.P.
México, D.F.
Tel. 687-53-28 |
| 26.- | JOSE ENRIQUE NORIEGA IBARRA
Charco Azul No. 35
Col.
Delg. Benito Juárez
C.P. 03910
México, D.F.
Tel. 563-96-30 | DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
Servicio Social
Tacuba No. 5
Col. Centro
Delg. Cuauhtémoc
C.P. 06000
México, D.F.
Tel. 521-40-20 |
| 27.- | IVAN ORJUELA BUENAVENTURA | DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO |
| 28.- | ARTURO PEÑA MATA
Av. 23 de abril 346
Sn. Pedro Xalpa
Delg. Azcapótzalco
C.P. 02710
México, D.F.
Tel. | S.C.T.
Insurgentes Sur 664-6° Piso
Col. Del Valle
Delg. Benito Juárez
C.P. 03100
México, D.F.
Tel. 687-53-68 |
| 29.- | PEDRO NOLASCO PEREZ CURIEL | S.C.T. |
| 30.- | JOSE PEREZ SANTOYO
Paloma Negra No. 123
Col. Benito Juárez
Delg. Benito Juárez
C.P. 57000
México, D.F.
Tel. 792-59-53 | S.C.T.
Insurgentes Sur 664-6° Piso
Col. Del Valle
Delg. Benito Juárez
C.P.
México, D.F.
Tel. 687-53-28 |

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION
DEL 7 AL 18 DE OCTUBRE DE 1985

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

- 31.- ANGEL PUJALTE PIÑEIRO
Piamonte No. 22
Col.
Delg.
México, D.F.
Tel. 684-55-47
- 32.- ALBERTO G. PLATAS FERNANDEZ
Uxmal No. 271-5
Col. Narvarte
Delg. Benito Juárez
C.P. 03020
México, D.F.
Tel.
- 33.- JOSE RAUL RAMIREZ SSALAZAR
Calle Oriente 12 No. 177
Col. Reforma
Cd. Neza
Edo. de México
Tel. 524-37
- 34.- ERNESTO RAMIREZ VIEYRA
Calle 637 No. 127
Unidad Aragón
Delg. Gustavo A. Madero.
C.P. 07920
México, D.F.
Tel. 794-13-35
- 35.- CARLOS SALAS RENDON
16 de Sep. No. 138
San Fc. Culhuacán
Delg. Coyoacán
C.P.
México, D.F.
Tel.
- 36.- RAUL SANCHEZ RODRIGUEZ
Tulipanes No. 22
Sta. Mónica
Col.
México, D.F.
Tel. 398-65-02
- GEOTEC, S.A.
Londres No. 44
Col. El Carmén
Delg. Coyoacán
México, D.F.
Tel. 688-29-99
- S.C.T.
Insurgentes Sur No. 664
Col. Del Valle
Delg. Benito Juárez
C.P.
México, D.F.
Tel. 687-53-68
- SOCIEDAD CULTURAL MEXICANA, S.C.
Cerro de Jesús No. 67
Col. Campestre Churubusco
Delg.
C.P.
México, D.F.
Tel. 544-50-15
- CONSTRUCTORA ROCA, S.A. DE C.V.
Av. San Jerónimo No. 458
Col. Jardines del Pedregal
Delg.
C.P.
México, D.F.
Tel.

DIRECTORIO DE ASISTENTES AL CURSO: RESIDENTES DE CONSTRUCCION
DEL 7 AL 18 DE OCTUBRE DE 1985

NOMBRE Y DIRECCION

EMPRESA Y DIRECCION

- 37.- ° JUAN ALVARO JOSE SANTIAGO HIDALGO
Desierto de los Leones Mzna-13 L-19
Col. Los Angeles
Delg. Alvaro Obregón
C.P. 01790
México, D.F.
Tel. 683-08-43
- DIRECCION GENERAL DE OBRAS, UNAM
Av. Revolución 2045
Col. Ciudad Universitaria
Delg. Coyoacán
C.P.
México, D.F.
Tel. 550-57-62
- 38.- EULALIO VALDOVINOS BUENROSTRO
Calle Tortola No. 1334
Col. Morelos
Tel. 11-81-04
- S.A.R.H.
Av. Constituyentes No. 33
Queretaro, Qro.
Tel. 256-57
- 39.- JORGE VELEZ MARTINEZ
Viveros De Asis No. 303
Col. Tlalnepantla
Delg.
C.P. 54080
México, D.F.
Tel. 397-75-97
- DIRECCION GENERAL DE OBRAS, UNAM
Av. Revolución No. 2145
Cd. Universitaria
Delg. A. Obregón
C.P.
México, D.F.
Tel. 550-57-62
- 40.- RODRIGO VIDAL DELGADO
Piña No. 305-7
Col. Nueva Sta. María
Delg. Azcapotzalco
C.P. 02800
México, D.F.
Tel. 556-78-74
- S.C.T.
Insurgentes Sur 664-6°Piso
Col.
Delg. Benito Juárez
C.P.
México, D.F.
Tel. 687-55-10
- 41.- VICTOR MANUEL ZAPATA ROSALES
Ciclamen No. 69
Col. Xaltocan
Delg.
C.P. 16090
México, D.F.
Tel. 676-27-84
- S.C.T.
Insurgentes Sur No. 664
Col. Del Valle
Delg. Benito Juárez
C.P. 03100
México, D.F.
Tel. 687-53-68