

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

DIPLOMADO: PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS

U N A M  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

B A N O B R A S  
BANCO NACIONAL DE OBRAS Y  
SERVICIOS PUBLICOS, S.N.C.  
CENTRO DE ESTUDIOS PARA LA PREPARACION  
Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS

Módulo VII

ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS

TEMARIOS Y MATERIAL DIDACTICO

PALACIO DE MINERIA  
MEXICO, D.F.

1995

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
 COORDINACIÓN DE CURSOS INSTITUCIONALES

**DIPLOMADO: PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS  
 MÓDULO VII: ASPECTOS TÉCNICOS DE PROYECTOS  
 BANOBRAS**

FECHA 30 DE ENERO DE 1995 (DECF) 31 DE ENERO DE 1995 (ITAM)

<b>INTRODUCCIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO URBANO</b>	
OBJETIVO: Conocer los aspectos técnicos urbanísticos que intervienen en la planificación de un desarrollo urbano	
<b>HORARIO</b>	
9:30 A 10:30	<b>TEMA:</b> Introducción al módulo VII
	<b>PROFESOR:</b> Dr. Francisco Alvarez Caso
	OBJETIVO: Dar a conocer al alumno los diferentes componentes y programa del módulo VII, en lo referente a los aspectos técnicos de los proyectos
10:30 A 10:40	<b>RECESO</b>
10:40 A 12:10	<b>TEMA:</b> El proceso de Planificación urbana
	<b>PROFESOR:</b> Dr. Francisco Alvarez Caso
	Mostrar los elementos técnicos y de información y su proceso de análisis para la formulación de un estudio de planificación urbana
12:10 A 12:20	<b>RECESO</b>
12:20 A 13:50	<b>TEMA:</b> Los factores determinantes para la evaluación de proyectos urbanos
	<b>PROFESOR:</b> Dr. Francisco Alvarez Caso
	OBJETIVO: Mostrar los distintos factores que intervienen en la evaluación de los proyectos urbanos y su relevancia e interpretación
13:50 A 14:50	<b>COMIDA</b>
14:50 A 16:20	<b>TEMA:</b> Ejemplos de estudios de factibilidad de proyectos urbanos
	<b>PROFESOR:</b> Dr. Francisco Alvarez Caso
	OBJETIVO: Mediante ejemplos de aplicación, aplicar las técnicas aprendidas para la factibilidad de proyectos urbanos
16:20 A 16:30	<b>RECESO</b>
16:30 A 17:30	<b>TEMA:</b> El proceso de evaluación
	<b>PROFESOR:</b> Dr. Francisco Alvarez Caso
	OBJETIVO: Establecer un orden y procedimiento para la evaluación de un desarrollo urbano

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
 COORDINACIÓN DE CURSOS INSTITUCIONALES

**DIPLOMADO: PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS  
 MODULO VII: ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS  
 BANOBRAS**

FECHA: 31 DE ENERO DE 1995 (DECF) 16 DE FEBRERO DE 1995 (ITAM)

<b>ESTUDIOS TOPOGRAFICOS</b>	
OBJETIVO: Dar a conocer los conceptos basicos de un estudio topografico Explicar los aspectos principales del mismo y sus relaciones con otra areas	
<b>HORARIO</b>	
9:00 A 10:00	TEMA: Componentes de un plano y estudio topografico PROFESOR: Ing. Rafael Ochoa López OBJETIVO: Presentar, definir y explicar los conceptos basicos referentes a un calculo topografico
10:30 A 10:40	<b>RECESO</b>
10:40 A 12:10	TEMA: Fotogrametría, Altimetría, Planimetría y Batimetría PROFESOR: Ing. Rafael Ochoa López OBJETIVO: Presentar, definir y explicar los conceptos basicos en los que intervienen cada uno de estos procesos y la tecnologia que se emplea para su desarrollo
12:10 A 12:20	<b>RECESO</b>
12:20 A 13:50	TEMA: Ubicación de los puntos de importancia en el estudio y plano topografico PROFESOR: Ing. Adolfo Reyes Pizano OBJETIVO: Definir, presentar y comentar los principales puntos relevantes que se emplean en un estudio topografico y de la importancia que tienen dentro del proyecto
14:50	<b>COMIDA</b>
15:00 A 16:20	TEMA: Memorias de calculo PROFESOR: Ing. Adolfo Reyes Pizano OBJETIVO: Explicar en forma general los procedimientos matematicos y tecnicas de calculo para la elaboracion de memorias y listados de datos y su utilizacion en un estudio topografico
16:20 A 16:30	<b>RECESO</b>
16:30 A 17:30	TEMA: Terminología usual en diferentes tipos de proyecto PROFESOR: Ing. Adolfo Reyes Pizano OBJETIVO: Explicar, presentar y comentar la terminología de mayores usos tecnicos empleada en la elaboracion de proyectos topograficos

DIPLOMADO: PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS

MÓDULO VII: ASPECTOS TÉCNICOS DE PROYECTOS

PARABOLAS BANOBRAS

FECHA: 9 DE FEBRERO DE 1995 (DECE) 9 DE FEBRERO DE 1995 (ITAM)

HORARIO	TEMA	PROFESOR	OBJETIVO
	<b>MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS</b>		
			OBJETIVO: Dar a conocer los componentes principales de los sistemas para el manejo, tratamiento y disposición de los distintos tipos de residuos sólidos, a función que desempeñan y el procedimiento para su diseño, construcción y operación
9:30 A 10:30	<b>TEMA: Los sistemas para el control de los residuos sólidos</b>	<b>PROFESOR: Ing. Constantino Gutiérrez Palacios</b>	OBJETIVO: Explicar los distintos tipos de residuos sólidos, presentar y comentar la legislación nacional aplicable a los residuos sólidos, presentar los componentes principales de los sistemas para el control de los residuos sólidos, definiendo términos y conceptos
10:30 A 10:40	<b>RECESO</b>		
10:40 A 12:10	<b>TEMA: Recolección, almacenamiento y transferencia de residuos sólidos municipales</b>	<b>PROFESOR: Ing. Constantino Gutiérrez Palacios</b>	OBJETIVO: Explicar los distintos métodos para recolectar, para almacenar y para transferir los residuos sólidos municipales, comentando ventajas y desventajas
12:10 A 12:20	<b>RECESO</b>		
12:20 A 13:50	<b>TEMA: Tratamiento y disposición de residuos sólidos municipales</b>	<b>PROFESOR: Ing. Constantino Gutiérrez Palacios</b>	OBJETIVO: Explicar los diferentes métodos para el tratamiento y la disposición de los residuos sólidos municipales, haciendo énfasis en la explicación de los aspectos más importantes de un relleno sanitario. Comentar las principales actividades de operación y mantenimiento de los sistemas de control de los residuos sólidos municipales
13:50 A 14:50	<b>COMIDA</b>		
14:50 A 16:20	<b>TEMA: Manejo y control de residuos sólidos especiales y hospitalarios</b>	<b>PROFESOR: Ing. Constantino Gutiérrez Palacios</b>	OBJETIVO: Explicar los métodos para el manejo, el tratamiento y la disposición de los residuos sólidos especiales y de origen hospitalario
16:20 A 16:30	<b>RECESO</b>		
16:30 A 17:30	<b>TEMA: Manejo y control de residuos sólidos peligrosos</b>	<b>PROFESOR: Ing. Constantino Gutiérrez Palacios</b>	OBJETIVO: Explicar los métodos para el manejo, el tratamiento y la disposición de los residuos sólidos peligrosos

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
 COORDINACIÓN DE CURSOS INSTITUCIONALES

**DIPLOMADO: PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS**  
**MODULO VII: ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS**  
**BANOBRAS**

FECHA: 09 DE FEBRERO DE 1995 DE 09:00 A 16:00 HRS. FECHA: 10 DE FEBRERO DE 1995 DE 09:00 A 16:00 HRS.

	<p style="text-align: center;"><b>PUERTOS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>OBJETIVO:</b> Al final de la sesión el alumno manejará la terminología y los aspectos técnicos que componen un desarrollo portuario.</p>
<b>HORARIO</b>	
09:00 A 10:30	<p><b>TEMA:</b> Componentes de un puerto</p> <p><b>PROFESOR:</b> M. en I. Herman Deutsch Espino</p> <p><b>OBJETIVO:</b></p>
10:30 A 12:00	<b>RECESO</b>
12:00 A 13:50	<p><b>TEMA:</b> Infraestructura portuaria</p> <p><b>PROFESOR:</b> M. en I. Herman Deutsch Espino</p> <p><b>OBJETIVO:</b></p>
13:50 A 15:20	<b>RECESO</b>
15:20 A 16:50	<p><b>TEMA:</b> Canales de Navegación</p> <p><b>PROFESOR:</b> M. en I. Herman Deutsch Espino</p> <p><b>OBJETIVO:</b></p>
16:50 A 18:20	<b>COMIDA</b>
18:20 A 19:50	<p><b>TEMA:</b> Mantenimiento y dragado de puertos</p> <p><b>PROFESOR:</b> M. en I. Herman Deutsch Espino</p> <p><b>OBJETIVO:</b></p>
19:50 A 21:20	<b>RECESO</b>
21:20 A 22:50	<p><b>TEMA:</b> Operación de puertos</p> <p><b>PROFESOR:</b> M. en I. Herman Deutsch Espino</p> <p><b>OBJETIVO:</b></p>

INTRODUCCION Y EVALUACION DE PROYECTOS URBANOS

M. EN TI. FRANCISCO JOSE ALVAREZ CASO

TEMARIO:

LOS PROYECTOS URBANOS REQUIEREN DE UNA ESPECIAL ATENCIÓN CUANDO SE INTENTAN EVALUAR, AQUÍ NO SOLO INTERVIENEN LOS FACTORES DE COSTO CONTRA BENEFICIO, COMO SUCEDEN EN EL MUNDO COMERCIAL PRIVADO, SINO QUE INTERVIENE UN ELEMENTO DIFÍCIL DE CONSIDERAR Y CUANTIFICAR QUE ES LO QUE SE LLAMA EL COSTO SOCIAL.

LA DETERMINACIÓN DEL COSTO SOCIAL NO ES ÚNICAMENTE LA PROPORCIÓN EN IMPUESTOS QUE EL CIUDADANO DEBE PAGAR SINO QUE ES MUCHO MÁS. EL COSTO SOCIAL AUMENTA Y POR LO TANTO DISMINUYEN LOS BENEFICIOS CUANDO POR EJEMPLO SUCEDEN COSAS COMO LAS SIGUIENTES:

AL INVERTIR EN PROYECTOS URBANOS NO INTEGRALES, ES DECIR CUANDO SOLO SE CONSTRUYE UNA PARTE DEL EXPEDIENTE URBANO REQUERIDO. CASI SIEMPRE SE CREAN PROBLEMAS CUYA SOLUCIÓN PUEDE REBASAR EL COSTO DE LA PARTE AISLADA CONSTRUIDA, POR EJEMPLO:

AL CONSTRUIR DRENAJE EN UNA COLONIA PERIFÉRICA, SINO SE ESTUDIA LA TRAYECTORIA DE LAS AGUAS NEGRAS AGUAS ABAJO, POR VARIOS KILÓMETROS, ES POSIBLE QUE SE PROVOQUEN INUNDACIONES, DESBORDAMIENTOS Y AÚN COMO HA SUCEDIDO ROTURAS DE LAS CAÑERÍAS DEBIDO A LAS ALTAS CARGAS DE PRESIÓN QUE SE DAN SOBRE TODO EN ÉPOCA DE LLUVIAS.

UN EJEMPLO TÍPICO DE COSTOS SOCIALES ELEVADOS ES CUANDO SE CONSTRUYE ALGÚN CONJUNTO HABITACIONAL DE CARÁCTER SOCIAL Y NO

SE PREVEÉ LA DOTACIÓN DE AGUA PARA LA ZONA, EN ESTOS CASOS LA RED DE AGUA SE VUELVE INSUFICIENTE Y ES NECESARIO CONSTRUIR SISTEMAS DE CISTERNAS Y BOMBEO QUE POR SU COSTO INICIAL Y MANTENIMIENTO OCASIONAN UN ELEVADO COSTO SOCIAL, SIN EMBARGO APARENTEMENTE SE ESTÁ RESOLVIENDO UN PROBLEMA, PERO LO QUE SUCEDE EN REALIDAD ES QUE SE ESTA PAGANDO LA NEGLIGENCIA DE NO HABER ESTUDIADO LA DOTACIÓN DE AGUA EN EL CONTEXTO ADECUADO DE LA ZONA URBANA. TAMBIÉN SUCEDE LO MISMO CON LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y CON MUCHOS OTROS SERVICIOS.

ESTE TIPO DE IMPREVISIONES O ERRORES CUENTAN MUCHO DINERO Y ES NECESARIO ACTUALIZAR A LOS REPRESENTANTES OFICIALES PARA QUE LOS ESTUDIOS DE IMPLANTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA URBANA SE REALICE CON TODA CONCIENCIA Y TOMANDO TODOS LOS FACTORES QUE SEAN NECESARIOS PARA GARANTIZAR LA CORRECTA APLICACIÓN DE LOS FONDOS SOCIALES.

SE PUEDE CLASIFICAR LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE ACUERDO AL MOMENTO Y MONTO DE LA INVERSIÓN ASÍ COMO A LA CIRCUNSTANCIA DE DESARROLLO.

NOS REFERIREMOS A LOS PROYECTOS COMO A LOS DOCUMENTOS RELATIVOS A PLANES PROGRAMAS, ESPECIFICACIONES, DESCRIPCIONES, PRESUPUESTOS, FINANCIAMIENTOS, ETC. Y HABLAREMOS DE OBRA PARA REFERIRNOS A LA IMPLANTACIÓN DE LOS PROYECTOS O SEA SU REALIZACIÓN.

UNA CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS ES:

- 1.- EVALUACIÓN DE PROYECTOS YA REALIZADOS DE OBRAS REALIZADAS.
- 2.- EVALUACIÓN DE PROYECTOS YA REALIZADOS DE OBRAS EN PROCESO.
- 3.- EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN PROCESO DE OBRAS REALIZADAS.
- 4.- EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN PROCESO DE OBRAS EN PROCESO.
- 5.- EVALUACIÓN DE PROYECTOS REALIZADOS SIN OBRA REALIZADA.
- 6.- EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN PROCESO SIN OBRA REALIZADA.

ESTO SE ILUSTRA EN LA SIGUIENTE FIGURA:

CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE EVALUACION DE PROYECTOS PARA PROYECTOS URBANOS O REGIONALES				
TIPO	P R O Y E C T O		O B R A	
	YA REALIZADO	EN PROCESO	YA REALIZADA	EN PROCESO
1	SI	NO	SI	NO
2	SI	NO	NO	SI
3	NO	SI	SI	NO
4	NO	SI	NO	SI
5	SI	NO	NO	NO
6	NO	SI	NO	NO

TRADICIONALMENTE EL ENCARGADO DE REALIZAR ESTA EVALUACIÓN EN CUALQUIERA DE LOS TIPOS DE LA FIGURA ENFOCA SU METODOLOGÍA DE ACUERDO A SU EXPERIENCIA CON OBJETO DE ELEVAR LOS BENEFICIOS Y DISMINUIR LOS COSTOS. ESTOS TIPOS RECIBEN VARIOS NOMBRES COMO SON ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD, PREFACTIBILIDAD, ANÁLISIS DE INVERSIONES, ANÁLISIS FINANCIERO DE PROYECTOS, ETC. PERO A FIN DE CUENTAS LO QUE SE REALIZA ES UNA EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN ALGUNO DE LOS TIPOS ANTERIORES.



CON EL ADVENIMIENTO DE LOS PROCESOS MODERNOS DE INFORMÁTICA QUE PROPORCIONAN TECNOLOGÍA AVANZADA EN COMPUTO Y CONJUNTAMENTE CON LAS TÉCNICAS MODERNAS DE PLANEACIÓN E INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES ES POSIBLE AUMENTAR LOS TIPOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS A TIPOS NUEVOS QUE INCORPORAN TECNOLOGÍA QUE HACE POSIBLE REALIZAR COSAS ANTES IMPOSIBLES, POR EJEMPLO:

EN CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS ESPECIALIZADAS COMO NA.ES PARA INDUSTRIAS, MERCADOS O ALMACENES EXISTE UN PROCEDIMIENTO NUEVO QUE SE BASA EN LOS ESCENARIOS DE PLANEACIÓN QUE DETERMINAN OBJETOS ESPECÍFICOS Y QUE PERMITEN INICIAR LA OBRA DESDE EL MOMENTO EN QUE SE CONCIBE, YA QUE SE CONOCE DE FORMA GENERAL LAS NECESIDADES Y REQUERIMIENTOS FUTUROS, POR OTRO LADO SE SABE QUE HAY QUE INICIAR CON LA ADECUACIÓN DEL TERRENO COMO PUEDE SER LIMPIEZA, EXCAVACIÓN, ETC. ESTE MÉTODO AHORRA RECURSOS PERO DEBER SER REALIZADO POR PERSONAL ALTAMENTE EXPERIMENTADO YA QUE SI SE COMETEN ERRORES TRIVIALES EN ESTE TIPO DE PROCESO PUEDEN SER MUY IMPORTANTES.

EN LA ÉVALUACIÓN DE PROYECTOS EXISTEN MÉTODOS SEMEJANTES QUE PERMITEN MONITOREAR LAS OBRAS, NO SIENDO AUDITORÍAS DE OBRA, SINO UNA ESPECIE DE AUDITORÍA DE PROYECTO QUE PUEDE AFECTAR LA OBRA O NO. LOS MÉTODOS MODERNOS DE ÉVALUACIÓN DE PROYECTOS QUE SE PREVEE APARECERÁN DEBIDO AL AVANCE EN LAS COMPUTADORAS SE PODRÁN LLAMAR ÉVALUACIÓN ESTRUCTURADA DE PROYECTOS A SEMEJANZA DE LOS LENGUAJES ESTRUCTURADOS DE CÓMPUTO COMO EL PASCAL CONSISTIRÁN BÁSICAMENTE EN UN EXPEDIENTE URBANO COMPUTARIZADO FORMADO FUNDAMENTALMENTE DE CUATRO PARTES:

1. EL DIAGNÓSTICO URBANO DETALLADO DE LA DELEGACIÓN O ZONA URBANA O CATASTRAL ACORDADA, CON LAS ÚLTIMAS INTERVENCIONES Y PROYECTOS REALIZADOS.
2. LOS PROYECTOS Y OBRAS PENDIENTES DE ANALIZAR Y REALIZAR REFERIDOS A ESTUDIOS BÁSICOS BENEFICIO - COSTO DISTRIBUIDOS ESPACIALMENTE Y FÁCILMENTE CONSULTABLES.

3. LOS PROYECTOS EN PROCESO DE REALIZACIÓN TRABAJADOS EN FORMA TRADICIONAL Y CON UN AGREGADO DE ANÁLISIS Y SÍNTESIS URBANOS QUE PERMITAN OBSERVAR LA DISTRIBUCIÓN DEL BENEFICIO Y LOS COSTOS SOCIALES DE LA POBLACIÓN MÁS ALLÁ DEL ALCANCE QUE TRADICIONALMENTE SE CONTEMPLA, ES DECIR TRATAR DE VER EL PAPEL QUE JUEGA EL PROYECTO PARA EL BENEFICIO DE LAS DIFERENTES CLASES SOCIALES AFECTADAS.
4. EL SEGUIMIENTO Y VERIFICACIÓN DE LAS HIPÓTESIS DEL PROYECTO AL REALIZAR OBRAS, PARA ESTO DEBE UTILIZARSE RUTA CRÍTICA (CPM) EN SUS VARIANTES ADECUADAS O PERT O GERT DE TAL FORMA QUE SI SE ALCANZAN A VISLUMBRAR ERRORES EN EL PROYECTO, ESTOS PUEDAN ANALIZARSE Y CORREGIRSE PARA EVITAR EN LO POSIBLE SALDOS SOCIALES NEGATIVOS. ÉSTE USO DE LOS MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN ADEMÁS DE REFERIRSE AL AVANCE DE LAS OBRAS, SE REFIERE AL AVANCE DE REALIZACIÓN DEL PROYECTO CONJUNTAMENTE CON OTROS, YA QUE A MENOS QUE SE TRATE DE UN PROYECTO MUY GRANDE EN DONDE TODO ESTÉ DADO Y ENMARCADO POR ESTE PROYECTO GRANDE, COMO SERÍA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NUEVA CIUDAD, SE DEBEN TOMAR EN CUENTA TODOS LOS PROYECTOS URBANOS DE TODAS LAS DEPENDENCIAS Y DE TODOS LOS PARTICULARES QUE INTERVENGAN EN LA ZONA PARA EVITAR LAS TRADICIONALES INCONGRUENCIAS, REPETICIÓN DE EROGACIONES, CORRUPCIÓN ETC., QUE A FINAL DE CUENTAS PROPICIAN CONCIENTE O INCONCIENTEMENTE QUE LOS RECURSOS DESTINADOS AL BENEFICIO DE LA COMUNIDAD SE DILAPIDEN O SE DEDIQUEN AL BENEFICIO DE UNOS CUANTOS.

ESTOS CUATRO PASOS REQUIEREN EN FORMA INDISPENSABLE DE PERSONAL EJECUTIVO CALIFICADO ASÍ COMO PERSONAL MENOR TAMBIEN DE CIERTA CALIFICACIÓN ESTO ES INEVITABLE YA QUE DE OTRA MANERA NO ES POSIBLE LLEVR A CABO ESTE PROCESO:

EL SISTEMA DE PLANEACIÓN URBANO POR MICROCOMPUTADORA ES UN PAQUETE DE SOFTWARE TIPO ACADÉMICO DISEÑADO PARA RESOLVER PROBLEMAS URBANOS Y REALIZAR EVALUACIÓN PRELIMINAR PARA LA TOMA DE DECISIONES EN EL ÁMBITO GUBERNAMENTAL. ÉSTE PAQUETE SE HA USADO EN VARIOS CURSOS Y SE OFRECE GRATUITAMENTE, PARA SU ESTUDIO POSTERIOR.

EN ESTE CURSO VEREMOS COMO OPERA EL SISTEMA EN FORMA GENERAL E IREMOS DETALLANDO EL SIGNIFICADO Y USOS DE LOS TÉRMINOS EMPLEADOS, SE

SIMULARÁ EN EL CURSO EL DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN PROYECTO URBANO INDICANDO LAS ACCIONES REQUERIDAS Y LOS RESULTADOS ESPERADOS, ADEMÁS SE PROPORCIONARÁN NOTAS SOBRE EL GLOSARIO DE TÉRMINOS MÁS COMUNES -- USADOS EN ESTA DISCIPLINA.

EN EL DESARROLLO DEL DIPLOMAOD SE TRATARÁN CON MÁS DETALLE Y ESPECIFICIDAD LOS ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS, EL TRANSPORTE URBANO, LOS SERVICIOS COMO AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO, ENERGÍA ELÉCTRICA, TRATAMIENTOS DE DESECHOS, Y EN GENERAL OBRAS DE INFRAESTRUCTURA URBANA.

EN LA ACTUALIDAD UNO DE LOS ASPECTOS IMPORTANTES DE LA PROBLEMÁTICA URBANA CONSISTE EN LA TRANSFORMACIÓN DE LOS ÁMBITOS RURALES O REGIONALES EN ÁMBITOS URBANOS, POR LO QUE SE HA INCLUIDO EL TEMA DE PROYECTOS AGRÍCOLAS COMO ELEMENTO IMPORTANTE PARA EL DESARROLLO.

A CONTINUACIÓN SE DESCRIBE BREVEMENTE EL SOFTWARE DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL:

EL SISTEMA PERMITE ANALIZAR REGIONES URBANAS CON SERVICIOS INCLUYENDO REDES VIALES O DE CUALQUIER TIPO Y EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS EN FORMA ESPECIAL MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LOS FLUJOS DE CAJA TASAS DE INTERÉS Y DURACIÓN.

LOS PLANOS QUE SE MANEJAN A ESCALA PERMITEN USAR HASTA 1000 PUNTOS DE POLIGONAL PARA DEFINIR PERÍMETRO Y REGIONES. AÚN CUANDO SE PUEDEN MANEJAR MÁS DE 40 REGIONES EL USO INDICA COMO ALCANCE FACTIBLE HASTA 15 O 20 REGIONES.

SE PUEDE DEFINIR 150 SERVICIOS TIPIFICADOS Y EN EL CASO DE LAS REDES VARÍA SU NÚMERO DE ACUERDO A LA AGLOMERACIÓN DE DATOS EN PANTALLA.

SE LOCALIZAN SERVICIOS DE ACUERDO A LA LOCALIZACIÓN FÍSICA DE LA DEMANDA USANDO DISTANCIA EUCLIDIANA O RECTANGULAR, ES POSIBLE OPTIMIZAR LA LOCALIZACIÓN Y REALIZAR ANÁLISIS DE CAMINOS MÁS CORTOS EN REDES.

LA PARTE ESTADÍSTICA PERMITE REALIZAR CON LAS VARIABLES REGIONALES ANÁLISIS DE CORRELACIÓN MULTIVARIADA HASTA CON 4 VARIABLES INDEPENDIENTES ADEMÁS DE PROCESAR UN MODELO DE GRAVEDAD POR DISTANCIA O POR PONDERACIÓN DE VALORES.

LA EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS UTILIZA EL MÉTODO DE SIMULACIÓN MONTECARLO PARA PRONOSTICAR LOS VALORES ESPERADOS DE LOS FLUJOS DE CAJA QUE SON ALIMENTADOS AL SISTEMA JUNTO CON LA DURACIÓN. SE PUEDEN COMPARAR DOS PROYECTOS, OBTENIENDO SUS DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD. EL NÚMERO MÁXIMO DE ITERACIONES DE SIMULACIÓN ES 1000.

CON EL PROGRAMA DE DIBUJO SE PUEDEN EDITAR LOS PLANOS PARA INCLUIR NOMENCLATURA O DATOS ESPECÍFICOS, OBTENIENDO COPIAS POR IMPRESORA.

EL SISTEMA DE INTERACTIVO CUENTA CON LOS SIGUIENTES PROGRAMAS:

- PRINCIPAL QUE CONTROLA EL ACCESO A LOS DEMÁS.
- DESPLIEGA LOS DIFERENTES MANUALES EN PANTALLA CON CAPACIDAD DE IMPRIMIRLOS EN IMPRESORA.
- ACEPTA LOS DATOS PARA DEFINIR POLIGONALES DE PERÍMETRO Y REGIONES DEL MAPA BASE, COORDENADAS DE LOS PUNTOS CORRESPONDIENTES A SERVICIOS Y NODOS Y DE REDES ADEMÁS CALCULA ÁREAS Y CENTROIDES.
- BUSCA PUNTOS DENTRO DEL PERÍMETRO EN LAS REGIONES O EN CÍRCULOS DE FINIDOS POR COORDENADAS Y RADIOS.
- REALIZA CÁLCULOS ESTADÍSTICOS CON LAS VARIABLES ASOCIADAS A LAS REGIONES; MEDIA, DESVIACIÓN ESTANDAR, REGRESIÓN MULTIVARIADA Y ANÁLISIS DE DISPERSIÓN Y CÁLCULOS PARA EL MODELO DE GRAVEDAD USANDO DISTANCIA O VALORES PONDERADOS EN LA MATRIZ DE INTERACCIÓN REGIONAL.
- ENCUENTRA LOCALIZACIONES ÓPTIMAS DE LOS SERVICIOS EN FUNCIÓN DE EQUIDISTANCIA Y CALCULA CAMINOS MÍNIMOS SEGÚN LOS DATOS DE LAS REDES.
- DIBUJA EL MAPA BASE DEFINIDO EN U2 ASÍ COMO LOS SERVICIOS Y REDES CON CAPACIDADES DE AMPLIFICAR O DISMINUIR LOS MAPAS, PUEDE CAMBIAR LA ESCALA SEGÚN EL TIPO DE PANTALLA USADO Y DESPLIEGA A PETICIÓN UNA RETÍCULA DE REFERENCIA. DESPLIEGA NOMENCLATURA POR SEPARADO.

- UTILIZA LOS MAPAS PARA DOCUMENTAR LOS PLANOS CON NOMENCLATURA, LETREROS, DATOS, ETC. IMPRIME CON IMPRESORA LOS PLANOS.
- REvisa LOS PLANOS GUARDADOS EN ARCHIVOS.
- ANALIZA CON EL MÉTODO DE MONTECARLO LOS FLUJOS DE CAJA DEL COSTO Y BENEFICIOS DEL PROYECTO DE PLANEACIÓN.
- A PARTIR DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA URBANO SE CONSTRUYE EL PLANO BASE ALIMENTÁNDOLO CON LAS VARIABLES PERTINENTES PARA PROCEDER AL ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN, EN ESTE PASO SE USAN LOS PROCEDIMIENTOS DE CORRELACIÓN, MODELO DE GRAVEDAD, LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE SERVICIOS, CÁLCULO DE SUPERFICIES Y CENTROIDES, CAMINOS MÁS CORTOS, EVALUACIÓN DE PROYECTOS, ETC.

UNA VEZ DETERMINADAS LAS SOLUCIONES PROPUESTAS SE PROCEDE A DOCUMENTAR LOS PLANOS Y LOS CÁLCULOS PARA PRESENTAR LAS INFORMACIONES CORRESPONDIENTES.

LA CAPACIDAD DEL SISTEMA DE GUARDAR LA INFORMACIÓN EN ARCHIVOS PERMITE EXPLORAR VARIAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN EN POCO TIEMPO, ESTA ES UNA DE LAS RAZONES POR LAS QUE AL CREAR EL SISTEMA SE BUSCÓ UN LENGUAJE DE COMPUTACIÓN MÁS RÁPIDO QUE PERMITIERA EN POCAS SESIONES DE TRABAJO AVANZAR EN LOS ANÁLISIS DE SOLUCIÓN.

LA EXPERIENCIA DEL AUTOR DE ESTE SOFTWARE COMO PROFESOR DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN LA MATERIA DE MODELOS DINÁMICOS DE SIMULACIÓN DURANTE VARIOS AÑOS Y OTRAS MATERIAS AFINES ASÍ COMO LA INTERVENCIÓN EN ASESORÍA Y REALIZACIÓN DE VARIOS PROYECTOS URBANOS EN DIFERENTES NIVELES GUBERNAMENTALES Y PRIVADOS FUE UN ANTECEDENTE DETERMINANTE QUE PERMITIÓ LA REALIZACIÓN DEL SOFTWARE.

001 11

002 11

003 11

004 11

# **ESTUDIOS TOPOGRAFICOS**

**(MODULO VII ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS)**

## COMPONENTES PRINCIPALES DE UN PLANO TOPOGRAFICO

- 1.- **Cuadrícula canevás o malla de referencia en un sistema de coordenadas rectangulares que contiene los siguientes datos:**
  - a) **Escala: Relación entre la distancia medida fotografiada, calculada estimada etc. entre la distancia real correspondiente al terreno o en otro tipo de gráfico en que aparecen y la manera que se expresan.**
  - b) **Elementos Planimétricos**
  - c) **Elementos Altimétricos**
  - d) **Personal, equipo, procedimientos y periodo de elaboración.**
  - e) **Lugar del levantamiento (Croquis de la localización)**
  - f) **Puntos de control (Planimétrico o altimétrico) de importancia**
  - g) **Toponimias (nombre, identificaciones locales de poblaciones u otros elementos topograficos)**
  - h) **Orientación astronómica (respecto al norte magnético)**
  - i) **Cuadro de construcción (relacion de vertices con sus coordenadas correspondientes)**

## ESTUDIO TOPOGRAFICO

El estudio topográfico aplicado a un proyecto específico de ingeniería de infraestructura u otro, generalmente tiene las siguientes etapas:

- Reconocimiento directo y visual de la zona de proyecto por ingenieros o especialistas
- Anteproyecto
- Proyecto definitivo

La etapa de reconocimiento consiste en la realización de una visita de los Ingenieros y personal técnico sobre la zona y de esta manera poder estimar visualmente distancias, tiempos de obra materiales, personal, equipo, apoyo logístico, etc.

En la etapa de anteproyecto se plantean los mejores esquemas de ejecución de poligonales y vertices de apoyo buscando el mejor aprovechamiento en precisión y economía al trabajo topográfico de campo de acuerdo a las condiciones o facilidades de terreno. Se plantean las modificaciones o cambios al proyecto, tales como apertura de brechas sobre vegetación o bien instalación de torres de observación, también la mejor utilización práctica del equipo de campo y el número de personal.

Una gran densidad de puntos de control no significa un aumento en la precisión, ni tampoco una reducción mínima de estos, sino la cantidad exacta de acuerdo a como el proyecto lo vaya adquiriendo. Se establecerán las precisiones de cálculo en las coordenadas de puntos de control y de no lograrse el objetivo algunos puntos o mediciones tendrán que repetirse o modificarse como una primera fase de cálculo. Una vez lograda íntegramente la etapa de anteproyecto y libre de ambigüedades omisiones errores de coordenadas se procederá a la siguiente etapa.

**Proyecto definitivo:** Sobre esta etapa se realizan los ajustes o efectos de mejor presentación de proyecto, cuyo resultado final resulta ser la carta o mapa que es un documento donde queda plasmado todo el trabajo de campo realizado por el personal especializado.

Dicho plano, mapa o carta contiene el apoyo básico geométrico para la realización de algún proyecto de ingeniería tales como carreteras distritos de riego, red de drenaje, red eléctrica, oleoductos, puertos aéreos, etc.



**En la actualidad existen dos métodos de presentación de carta, plano o mapa que pueden ser de tipo tradicional gráfico o bien el digital elaborado por técnicas electrónicas digitales de manera automatizada.**

# **FOTOGRAMETRIA ALTIMETRIA PLANIMETRIA BATIMETRIA**

## **FOTOGRAMETRIA**

Esta ciencia se define como arte, ciencia o tecnología y es un medio de obtención de información confiable sobre los objetos físicos y su relación con el medio ambiente a través de un proceso que implica obtención, medición e interpretación de imágenes fotográficas.

## **PLANIMETRIA**

Trata de los métodos par representar, en proyección horizontal, los accidentes del terreno sobre un plano o mapa.

## **ALTIMETRIA**

Es la parte de la topografía que tiene por objeto estimar las elevaciones de puntos respecto a una superficie de nivel.

## **BATIMETRIA**

La ciencia de determinar e interpretar las profundidades y topografía de los mares.

## FOTOGRAMETRIA

Esta ciencia se define como arte, ciencia o tecnología y es un medio de obtención de información confiable sobre los objetos físicos y su relación con el medio ambiente a través de un proceso que implica obtención, medición e interpretación de imágenes fotográficas.

En la actualidad hay dos marcadas áreas para la Fotogrametría: el aspecto interpretativo y el métrico.

La Fotogrametría interpretativa incluye la Fotointerpretación y la Percepción Remota que está relacionada con la identificación de objetos y la determinación de su significado.

La Fotogrametría métrica implica la medición precisa de cantidades, ángulos, áreas, etc., a partir de las fotografías u otras imágenes para la determinación específica y localización de objetos.

La Fotografía métrica aérea es la más utilizada para la preparación de planimetría y de mapas topográficos.

Debido a una rápida expansión de la tecnología G.P.S (Global Positioning Sistem) una interesante evolución está ocurriendo dentro de ésta disciplina. Un premarcado en el terreno proporciona los medios para un proceso híbrido compuesto de levantamiento topográfico y verificación de campo.

Las propuestas sobre ésta nueva técnica asegura que es más completa y que puede ser llevada a cabo aproximadamente al mismo costo del premarcado y teniendo un menor impacto ambiental.

La Fotogrametría interpretativa tiene una misma función dentro de los G.I.S. (Sistemas de Información Geográfica) en la conversión de datos.

Un ejemplo de esto es un inventariado forestal. Un técnico experimentado con dominio en fotointerpretación puede identificar fácilmente: tipos de bosque, alturas de árboles y densidades a partir de fotografías aéreas.

Este tipo de actividad puede ser identificado y digitalizado utilizando estereoscopios y equipo de digitalización o las fotografías pueden ser rastreadas (scanner) y la interpretación será efectuada utilizando un programa de análisis de imágenes.

## **PROCESOS FOTOGRAMETRICOS**

Varias tareas, técnicas sobre el terreno deberán completarse a manera de utilizar el procedimiento fotogramétrico de manera efectiva para la creación de una base de datos en un G.I.S.

La primera de ellas es el establecimiento de puntos de control. Estos puntos cuyas coordenadas en el terreno han sido determinadas por métodos topográficos y posteriormente marcados con material altamente reflectivo que puede ser fácilmente reconocido sobre las fotografías.

Una vez que los puntos de control se han establecido el vuelo que ha sido planeado con anterioridad puede efectuarse y las fotografías tomadas respetando la geometría del vuelo así como los traslapes entre fotos tanto en sentido longitudinal como transversal para asegurar la cobertura estereoscópica del área en estudio.

Posteriormente a la misión de vuelo una triangulación aérea es llevada a cabo. Este es un proceso de adición de puntos de control de manera a diseminar control suficiente para cada uno de los modelos estereoscópicos (par estereoscópico).

Finalmente los pares de fotografías (estereomodelos) son colocados en instrumentos conocidos como estereoplotters y sometidos a un proceso de orientación y medición, cuando esto último se ha completado los detalles importantes pueden ser digitalizados.

## **USO DE LA FOTOGRAMETRIA**

Una de las razones más convincentes del uso de la Fotogrametría para crear una base de datos en G.I.S. es su alto grado de precisión que proveen.

Los estándares de Precisión en Mapas en los Estados Unidos (National Map Accuracy Standards) promueve que el 90 % de los principales detalles planimétricos deben ser referidos entre 1/30 de pulgada de sus verdaderas posiciones en escala de mapa de 1:20000 ó más grandes y de 1/50 de pulgada para escala de mapas mas pequeñas que 1:20000

## **AVANCES EN FUTURO**

Hay tres nuevos avances en Fotogrametría que tendrán un gran impacto en los S.I.G. y son principalmente :

La ortofotografía digital.

El fotocopiado fotogramétrico.

Las capturas de imágenes controladas con técnicas G.P.S.

La ortofotografía digital o llamada también de orto-imágenes utiliza un proceso digital que corrige el desplazamiento por relieve por medio de movimientos de porciones digitales en lugar de técnica fotográfica (fotomecánica), después de esto las fotografías son rastreadas (scanners) con instrumento de alta resolución (sobre 4000 dpi (dots per inch), la resolución de fotografías aéreas es de 2400 dpi).

El fotocopiado fotogramétrico está basado en el uso de datos en imágenes de scanner de estereomodelos fotográficos que aparecen en un par de tubos de rayos catódicos (CRT) que están montados en los estereoplotters.

Finalmente el uso del Sistema G.P.S. controlando la captura de imagen promete reducir considerablemente la cantidad de puntos de control y el trabajo de campo. Esta tecnología consiste en la inclusión de equipo G.P.S. cercano a la plataforma de la cámara aérea de precisión.

## **UBICACION DE LOS PUNTOS DE IMPORTANCIA RELEVANTES EN EL ESTUDIO Y PLANO TOPOGRAFICO**

**Los puntos relevantes o importantes en el estudio topográfico de un proyecto de ingeniería juegan un papel importante por la ubicación o bien por su relación o liga con alguna red geodésica nacional y consecuentemente por la precisión o propagación de control de coordenadas y todo lo relacionado con e marco geométrico de proyecto en estudio.**

**Dichos puntos pueden haber sido establecidos por alguna dependencia oficial o particular. Un ejemplo lo constituye la moderna red geodésica nacional establecida por el I.N.E.G.I. ( Instituto Nacional Estadística Geografía e Informática ) por medio de posicionamiento satelital utilizando la tecnología llamada G.P.S. ( Global Positionig System ) la cual sirve de base o propagación a otros levantamientos menores.**

**Para el establecimiento de redes de propagación o de segundo orden se utilizan las técnicas tradicionales conocidas como: Triangulación, trilateración y poligonales. Este trabajo de campo puede ser llevado a cabo utilizando equipo ordinario o tradicional, o bien la utilización de nuevas técnicas a base de instrumentos electrónicos provistos de registros digitales y de medición de distancias automáticas.**

## MEMORIA DE CALCULO

**Esta memoria de caracter gráfico o digital acompaña al material cartográfico (Plano, mapa o carta) y generalmente consiste en la narración o resumen de lo acontecido en cada fase de trabajo y de importancia a la realización puesto que esto tiene repercusiones en la precisión final y en caso de omisiones o errores tener un efecto negativo debido al retraso se realizaran nuevos cálculos para encontrar las coordenadas erróneas.**

**En la actualidad han aparecido nuevas tecnologías que permiten la recepción, registro cálculo y listado de datos en forma digital automatizada por medio de taquímetros electrónicos integrados con dispositivos para la salida de datos utilizando computadoras. Hoy en día es posible hablar de estaciones totales y es posible la configuración de un plano sobre el terreno mismo de estudio sin recurrir a trabajos de cálculo de oficina o gabinete.**

**Tales datos aparecen en forma de listados de coordenadas, azimuts o bien como puntos altimetricos, todo esto queda registrado en un Banco de Datos que servirá más tarde para su dibujo gráfico en forma de carta o mapa.**

## **GLOSARIO DE TERMINOS TOPOGRAFICOS Y FOTOGRAFOMETRICOS**

<b>ABSCISA</b>	<b>Distancia horizontal hacia el Este u Oeste desde la línea vertical de la cuadrícula que pasa por el origen de un sistema cartesiano.</b>
<b>ACCIDENTE TOPOGRAFICO</b>	<b>Todas las deformaciones que presenta un terreno, tales como: barrancas, montañas, cuencas, valles, etc.</b>
<b>AZIMUT O ACIMUT</b>	<b>Angulo horizontal de una línea medida en sentido de las manecillas del reloj a partir del plano de referencia, generalmente el meridiano.</b>
<b>ALTITUD</b>	<b>Distancia vertical desde un plano de referencia , generalmente el nivel medio del mar hasta un punto u objeto situado en la superficie de la superficie de la Tierra.No debe confundirse con el término "altura" que se refiere a la elevación de puntos u objetos sobre la superficie de la Tierra.</b>
<b>BAJAMAR INTERNACIONAL</b>	<b>Plano de referencia más bajo que el nivel medio del mar por la siguiente cantidad:la mitad de la amplitud entre media de la marca más baja y la media de la marea más alta multiplicada por 1.5 También denominada marea baja internacional.</b>
<b>CARTA : MAPA</b>	<b>Mapa (carta) para uso especial que generalmente se emplea en la navegación u otros fines particulares.en la información cartográfica esencial se combina con algunos otros datos necesarios para uso específico.</b>



**CARTA CATASTRAL  
PLANO CATASTRAL**

Mapa (cartas) que muestra los límites y parcelación de las tierras y que incluye usualmente los rumbos y longitudes de esos límites así como las áreas individuales de las parcelas y sus nomenclaturas con el fin de describir y registrar la propiedad. Un mapa (carta) catastral también puede mostrar los accidentes artificiales, drenaje y otros detalles relacionados con el valor y uso de la tierra. También llamado mapa de propiedad.

**CARTOGRAFIA**

El arte y ciencia de confeccionar una carta o mapa bajo ciertas normas, expresando gráficamente los rasgos físicos de la Tierra o de otros cuerpos celestes y todo aquello que constituya obra del hombre.

**COORDENADAS**

Cantidades lineales, o angulares que designan la posición ocupada por un punto en cierta red o sistema de referencia. También se emplea como término general para designar la clase de red o sistema de referencia tales como coordenadas planas rectangulares o esféricas.

**CROQUIS DE  
RECONOCIMIENTO**

Resultado del trazado de la información obtenida en un levantamiento de reconocimiento y de datos obtenidos en otras fuentes de información. Generalmente la escala es aproximada y la confección se hace en corto tiempo.

**CROQUIS TOPOGRAFICO**

Representación confeccionada en base a levantamientos expeditivos o no controlados; la información que se muestra no es confiable ni abundante.

## **CUADRICULA**

Dos grupos de rectas paralelas que se cruzan en ángulos rectos formando cuadros; un sistema de coordenadas cartesianas rectangulares que se sobreponen con precisión y de manera consistente en los mapas, cartas, y otras representaciones semejantes de la superficie de la Tierra que permite la identificación de la posición en el terreno con respecto a otros sitios y el cálculo de la dirección y distancia a otros puntos.

## **CURVA DE NIVEL**

Línea imaginaria en el terreno cuyos puntos están a igual altitud sobre o bajo el nivel de una superficie de referencia, generalmente el nivel medio del mar.

## **ESCALA**

La relación entre la distancia en la fotografía, mapa, u otro gráfico, con su distancia correspondiente en el terreno o en otro gráfico. La escala se denomina según el tipo de gráfico en que aparecen, y la manera en que se expresan.

Una serie de marcas o graduaciones a intervalos precisos en un dispositivo o instrumento.

## **ESTEREORESTITUIDOR DE VISION DIRECTA DE PROYECCION DOBLE**

Tipo de restituidor que emplea el principio de proyección de imágenes de dos fotografías apareadas, correctamente orientadas sobre una superficie de referencia, de manera que las imágenes resultantes se puedan observar directamente sin la ayuda de un sistema óptico adicional.

## **ESTEREOSCOPIO**

Instrumento óptico binocular par ayudar al observador ver fotografías o diagramas, dando la impresión mental de un modelo tridimensional. El diseño de aparatos para visión estereoscópica hace uso de lentes, espejos, y prismas o combinaciones de estos.

## **ESTEREOTRIANGULACION**

Procedimiento de triangulación que hace uso de un estereorestituidor para obtener la orientación sucesiva de las fotografías traslapadas hasta formar una faja continua. La solución espacial para la extensión del control horizontal y/o vertical utilizando estas coordenadas de las fajas ( o de los vuelos ) puede efectuarse por medio de procedimientos gráficos, o de computación.

## **FOTOGRAFIA VERTICAL**

Teóricamente, una fotografía verdaderamente vertical tomada en la misma estación con una cámara cuya distancia focal es igual a la de una cámara que toma una fotografía inclinada correspondiente.

## **FOTOGRAMETRIA**

La ciencia de obtener mediciones dignas de confianza por medio de fotografías.

## **FOTOIDENTIFICACION**

(Topografía) La detección , identificación y acción de marcar las estaciones o puntos trigonométricos en fotografías aéreas. La identificación y localización absoluta es necesaria si la información se va a emplear como apoyo a la compilación o restitución fotogramétrica. También se denomina identificación de puntos de control.

## **HIDROGRAFIA**

La ciencia que trata de la medición y descripción de los rasgos físicos de los océanos, mares, lagos, ríos y las áreas para fines de navegación.  
La parte de la topografía perteneciente a las características del agua o del drenaje.

## **LATITUD**

El ángulo comprendido entre la vertical del punto de observación y el plano del ecuador celeste. También se define como el ángulo comprendido entre el plano del horizonte y el eje de rotación de la tierra. La latitud astronómica se refiere solamente a las posiciones en la tierra y se calcula a partir del ecuador astronómico (cero grados ), norte y sur, de 0 a 90 grados. La latitud astronómica es la latitud que resulta directamente de las observaciones de los astros, no corregidas para la desviación de la vertical.

## **LEVANTAMIENTO**

La acción u operación de hacer mediciones para determinar las posiciones relativas de puntos en, sobre, o debajo de la superficie de la tierra; también, los resultados de tales operaciones; también una organización para efectuar levantamientos.

## **LONGITUD**

El ángulo medido sobre el ecuador al este u oeste a partir del meridiano de Greenwich en una esfera o esferoide.

## **MAPA, CARTA O PLANO**

Representación gráfica, generalmente en una superficie plana y a una escala determinada, de los accidentes naturales y los hechos por el hombre sobre o debajo de la superficie de la tierra u otro astro. Los accidentes se representan con la mayor exactitud posible, generalmente relacionados con un sistema de referencia de coordenadas. También es una representación gráfica de una parte o de toda la esfera celeste.

## **MERIDIANO**

Línea de la superficie de la tierra que tiene la misma longitud astronómica en cualquier punto. También llamado meridiano terrestre.

## NORTE

La dirección de referencia primaria relativa a la tierra; la dirección indicada por cero grados en cualquier sistema a excepción del relativo.

## NORTE MAGNETICO

La dirección indicada por una aguja de brújula suspendida libremente que busca el polo norte, influida o afectada únicamente por el campo magnético de la tierra.

## NORTE VERDADERO, O

La dirección desde la posición del observador al polo norte astronómico. La dirección norte de cualquier meridiano astronómico.

## ASTRONOMICO

## ORDENADA

Distancia lineal hacia el norte o sur desde la línea horizontal de la cuadrícula que pasa por el origen ( o falso origen ) de un sistema de cuadrículado.

## ORTOFOTOMAPA

Confecionado mediante el montaje o ensamblaje de ortofotografías. Puede comprender un tratamiento cartográfico, especial realce de los bordes de las fotografías, separación de colores, o una combinación de estos.

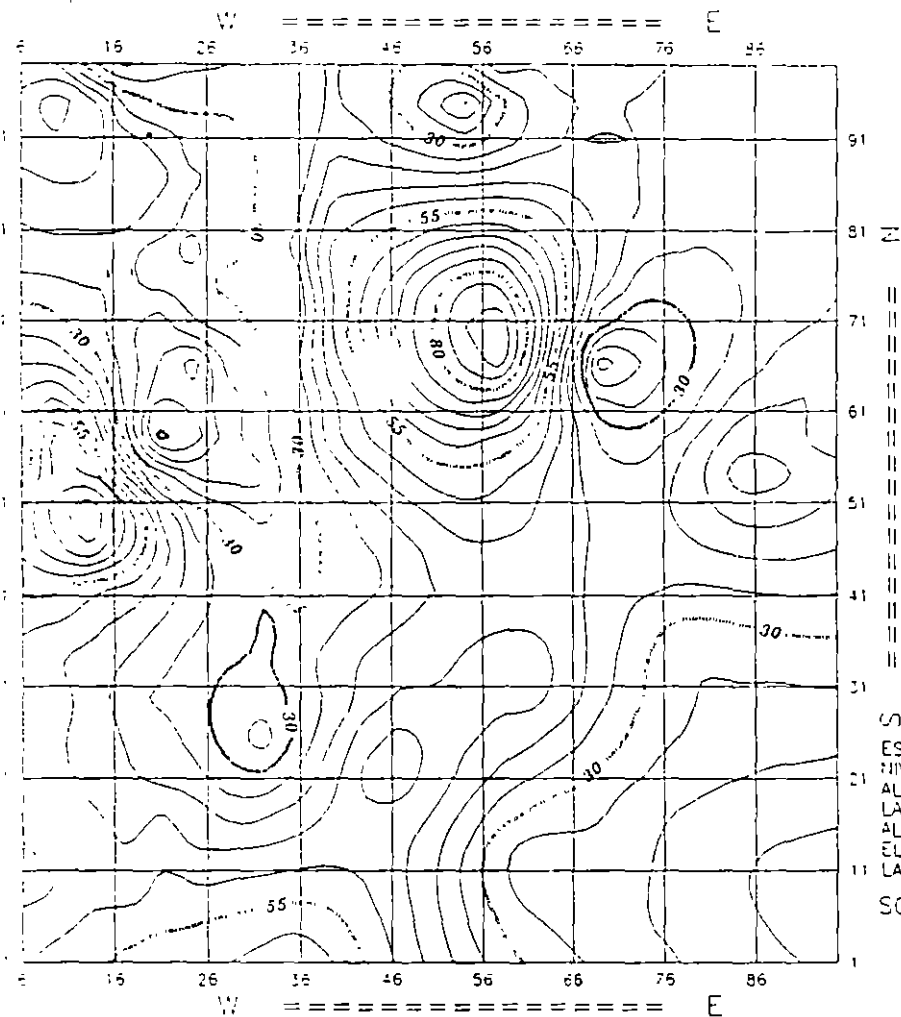
## PAR ESTEREOSCOPICO

Dos fotografías de la misma área tomadas desde estaciones de la cámara diferentes con el fin de proveer una visión estereoscópica, también se llama par de vistas estereoscópicas.

## PARALAJE

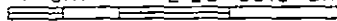
El desalójamiento aparente de la posición de un cuerpo con respecto a un punto o sistema de referencia, causado por un cambio del punto de observación.

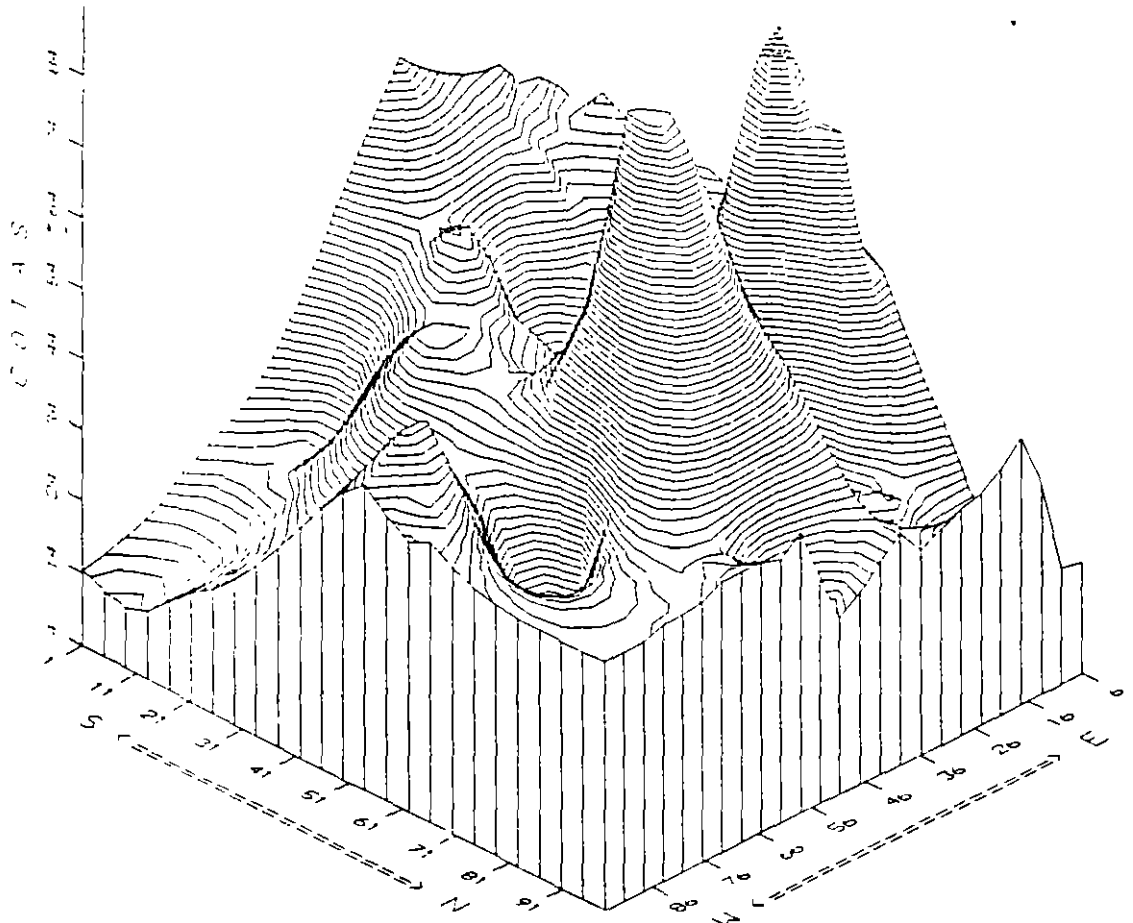
# PLANO TOPOGRAFICO



ESTE PLANO FUE LEVANTADO CON ESTACION TOTAL Y NIVEL AUTOMATICO DURANTE LOS DIAS DEL 23 AL 29 DE ENERO DE 1995 LA CUADRICULA DE COORDENADAS ESTA ORIENTADA AL NORTE ASTRONOMICO EL BANCO DE NIVEL UTILIZADO ES EL No 238957 DE LA COMISION NACIONAL DEL AGUA

SCALE 1 cm = 12.25 data units





PLANO TOPOGRAFICO

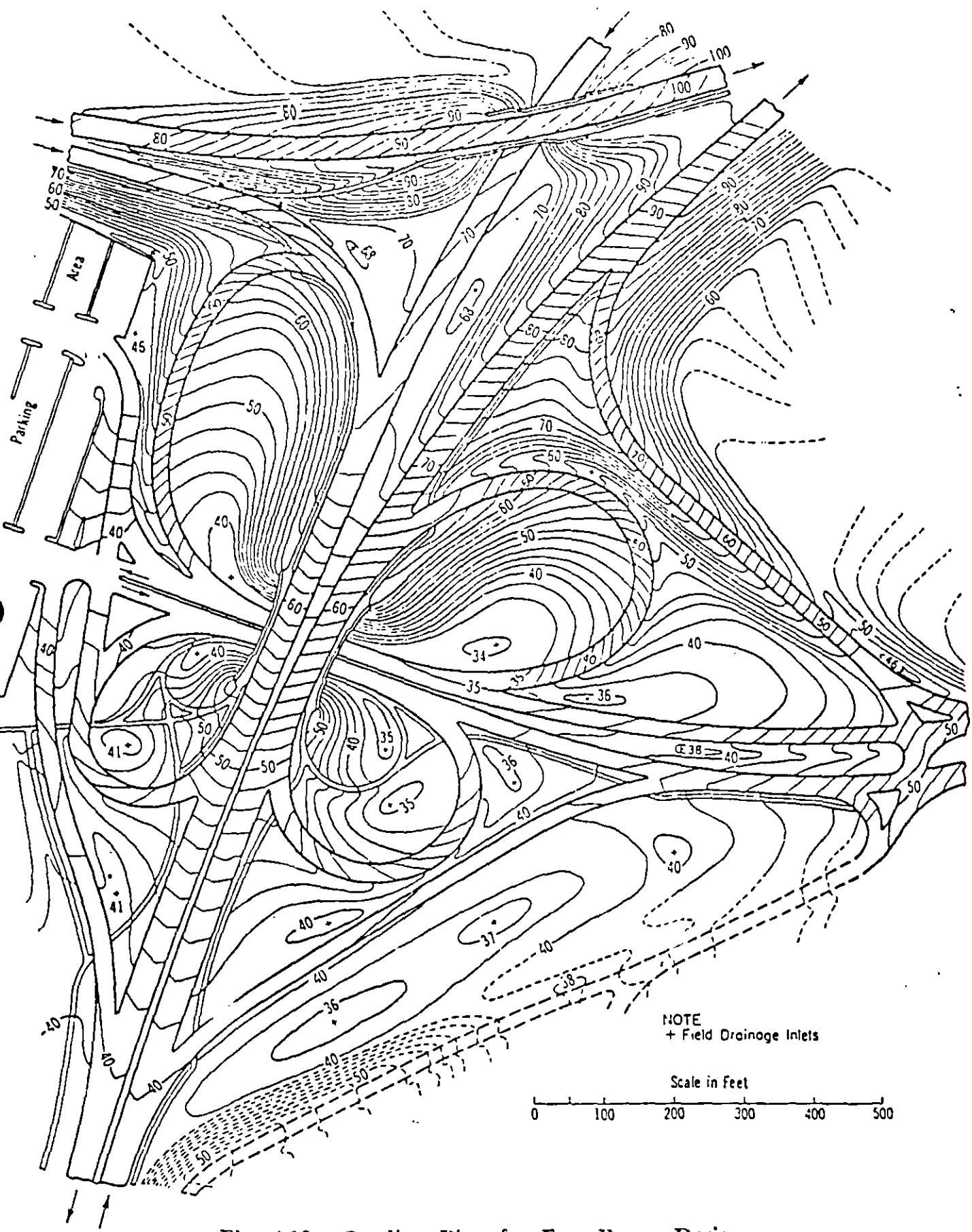


Fig. 4-19.—Grading Plan for Four-Ramp Design.



$$\text{Fórmula} = V = \frac{h}{3} (A_0 + 4 \sum A_1 + 2 \sum A_2 + A_n)$$

Núm	$A_0 + A_n$	$A_1$	$A_2$
0	79760		
1		295430	
2			484280
3		707560	
4			924300
5		111500	
6	1366000		
Sum.	1445760	2116490	1408580
$4 \sum A_1$	8165960		
$2 \sum A_2$	2817160		
Sum.	12728860	$\pi \cdot 2/3$	
Vol	8485920	$m^3$	

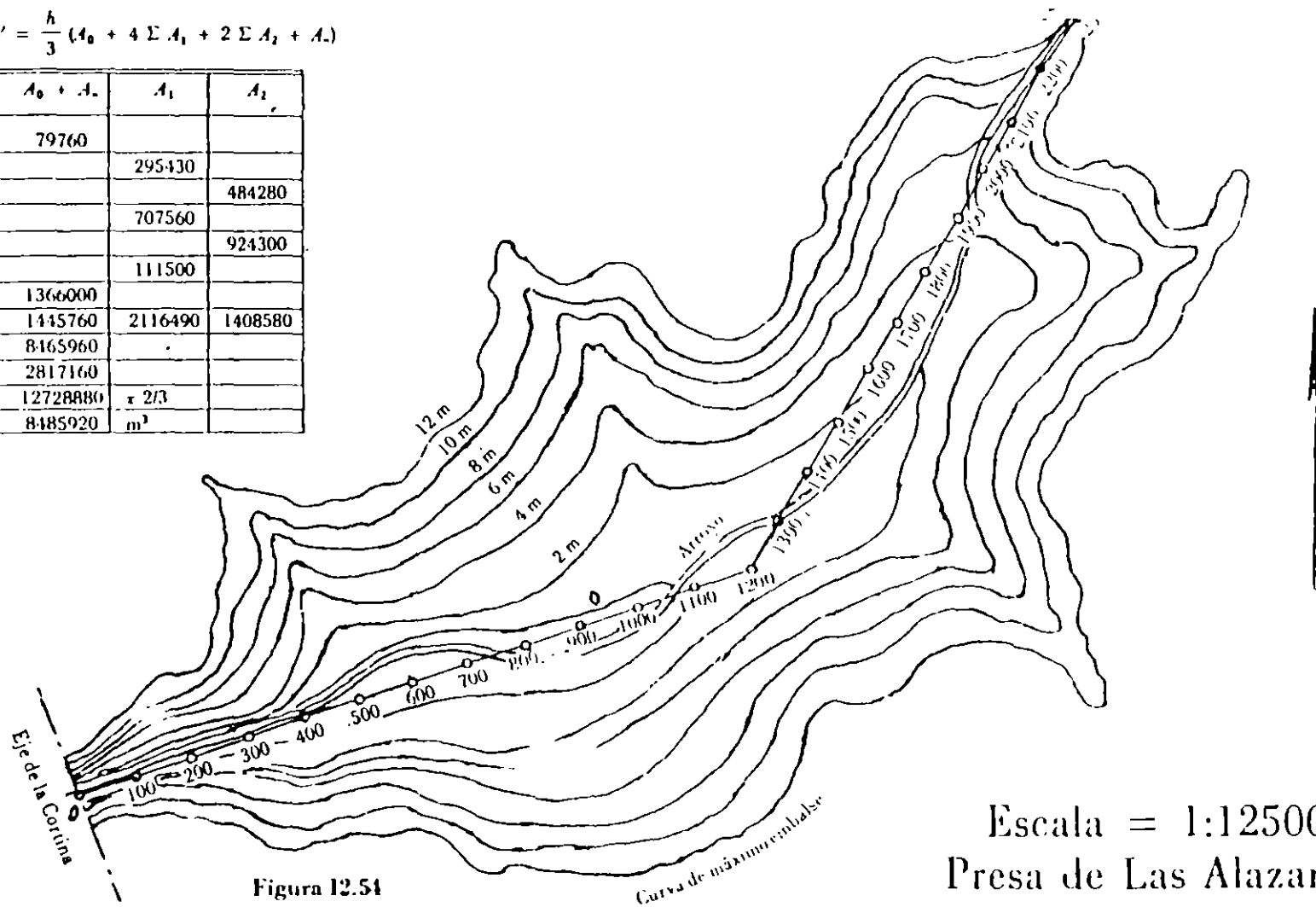
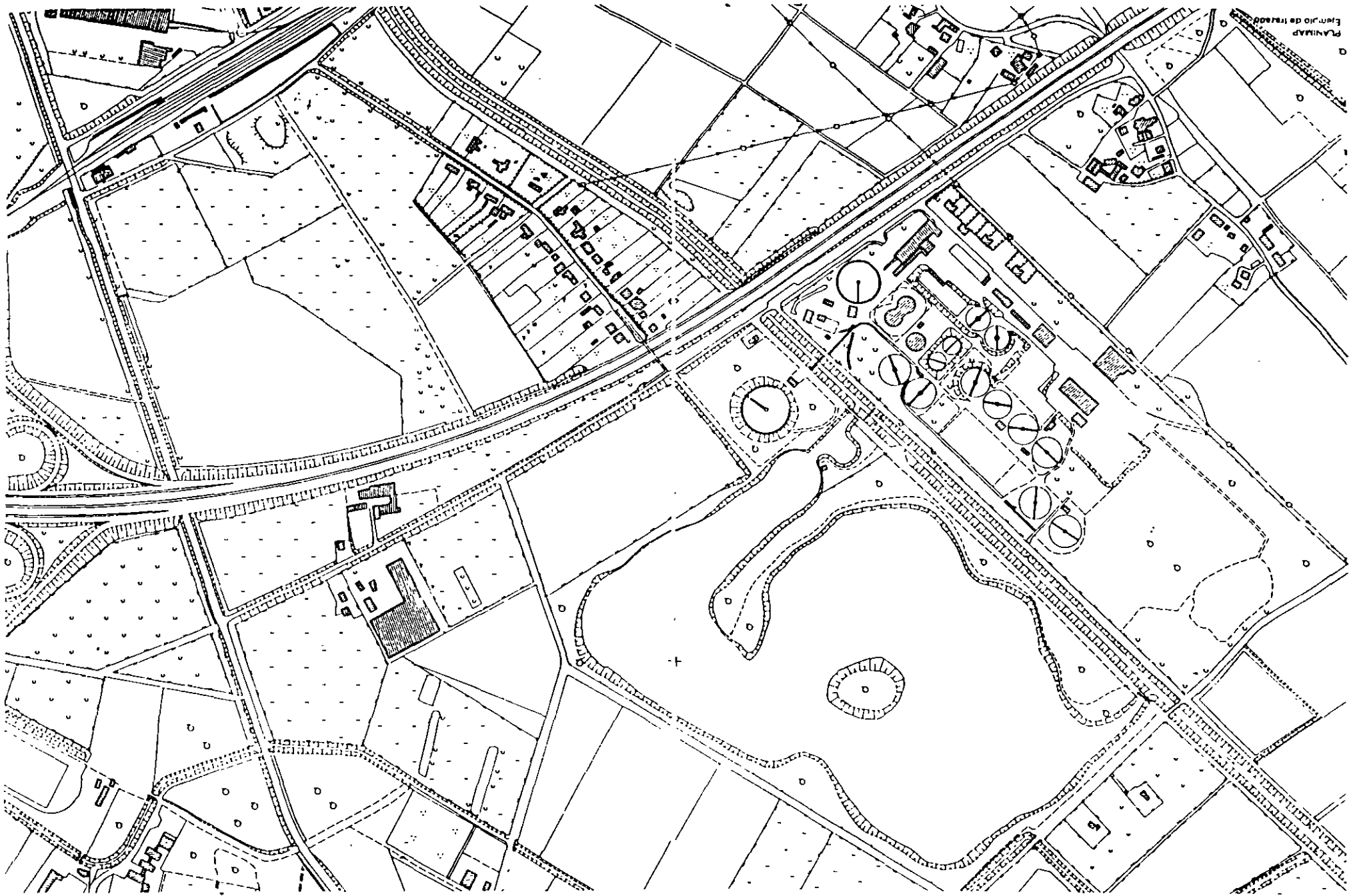
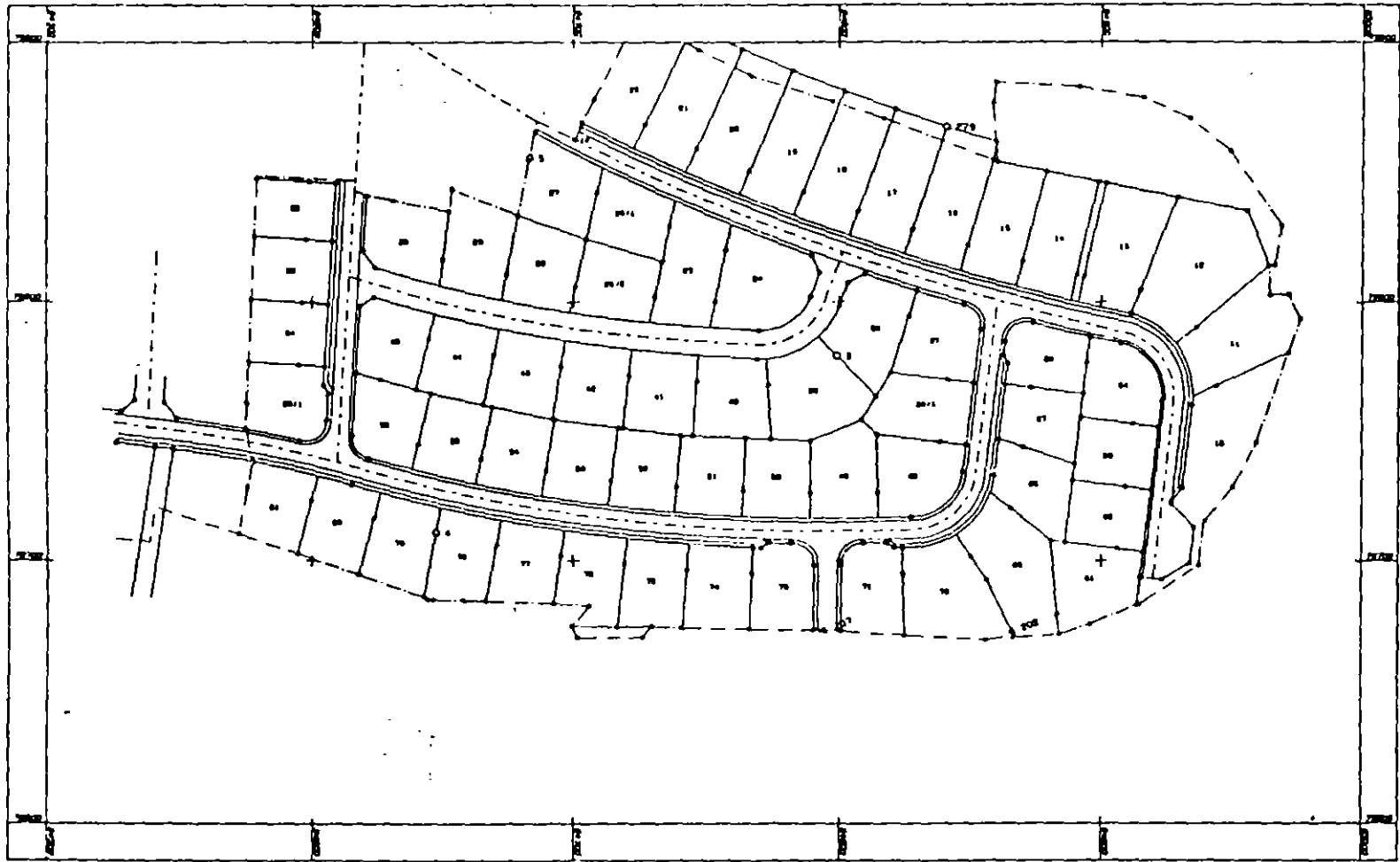


Figura 12.54

Escala = 1:12500  
 Presa de Las Alazanas

CÁLCULO DEL VOLUMEN DE TIERRA POR LA FÓRMULA DE SIMPSON





Masstab: 1:1000

Stand: 08.03.1983

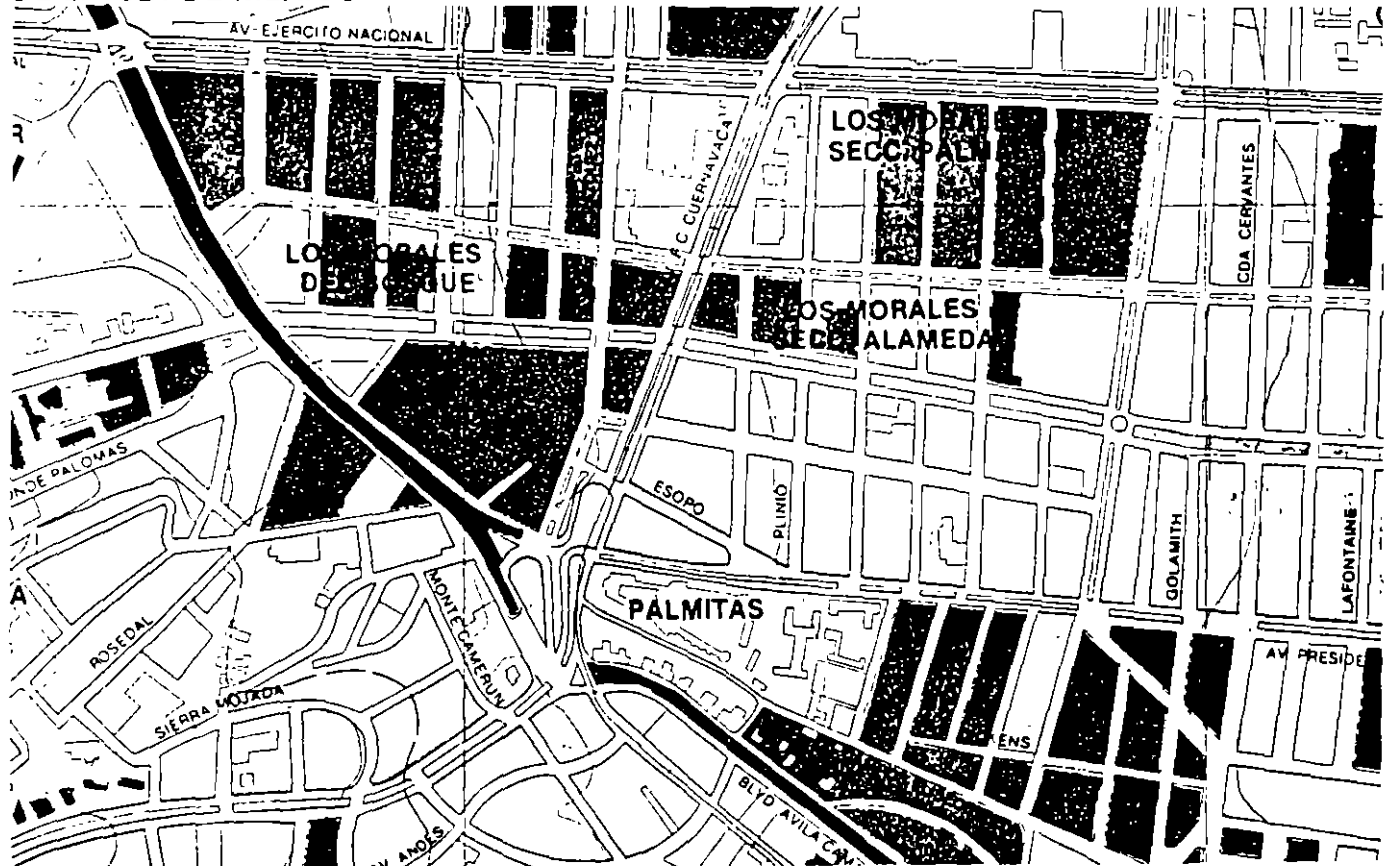
Un paquete de programas de aplicación y trazado cumple con las siguientes tareas:

- Preparación de hojas de mapas con dibujo de redes y marcos con rotulación
- Ajuste en una hoja de mapa existente
- Dibujo de un gran número de puntos

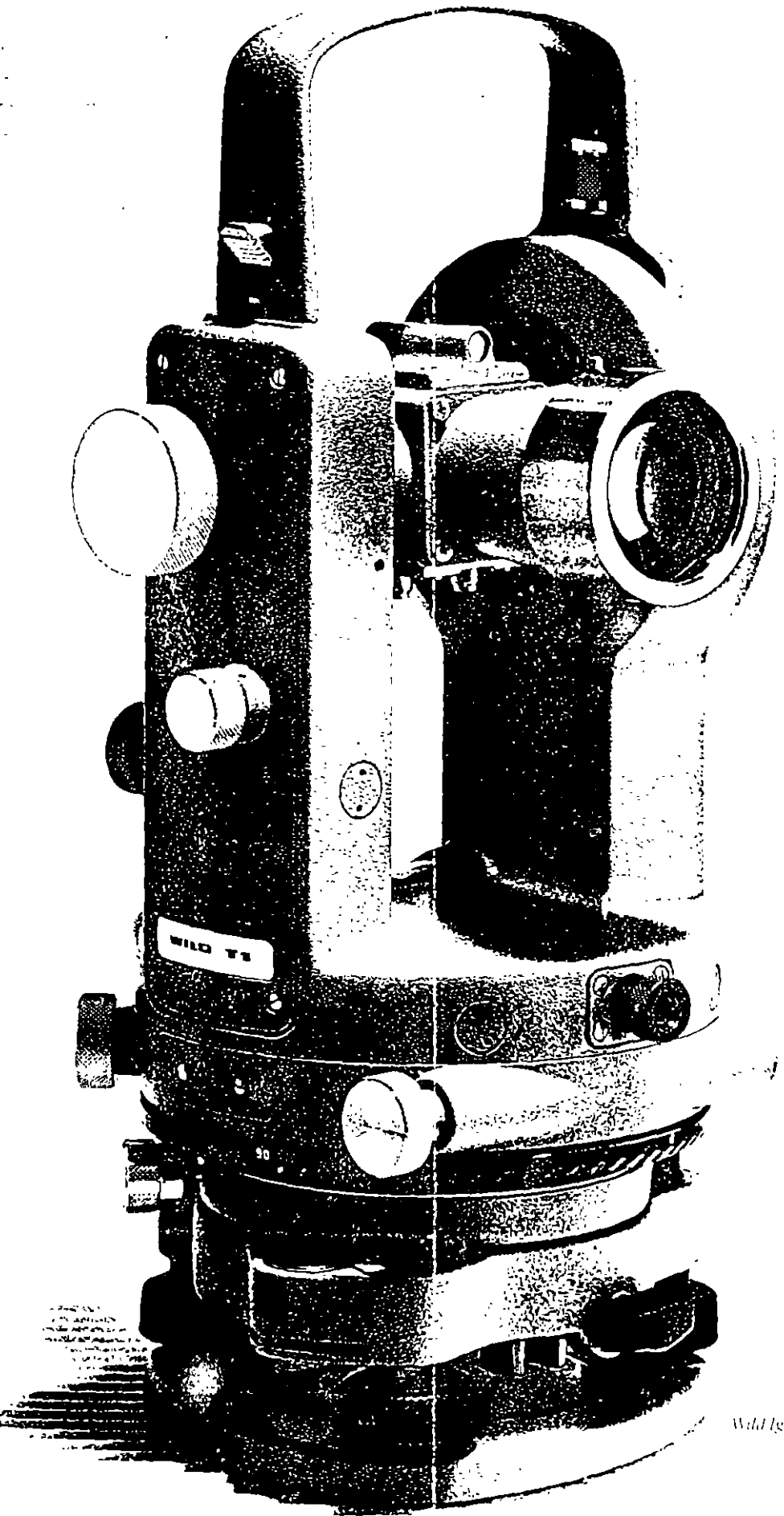
- Dibujo de planos de parcelas
- Dibujo de un mapa con varios objetos y símbolos así como rotulaciones



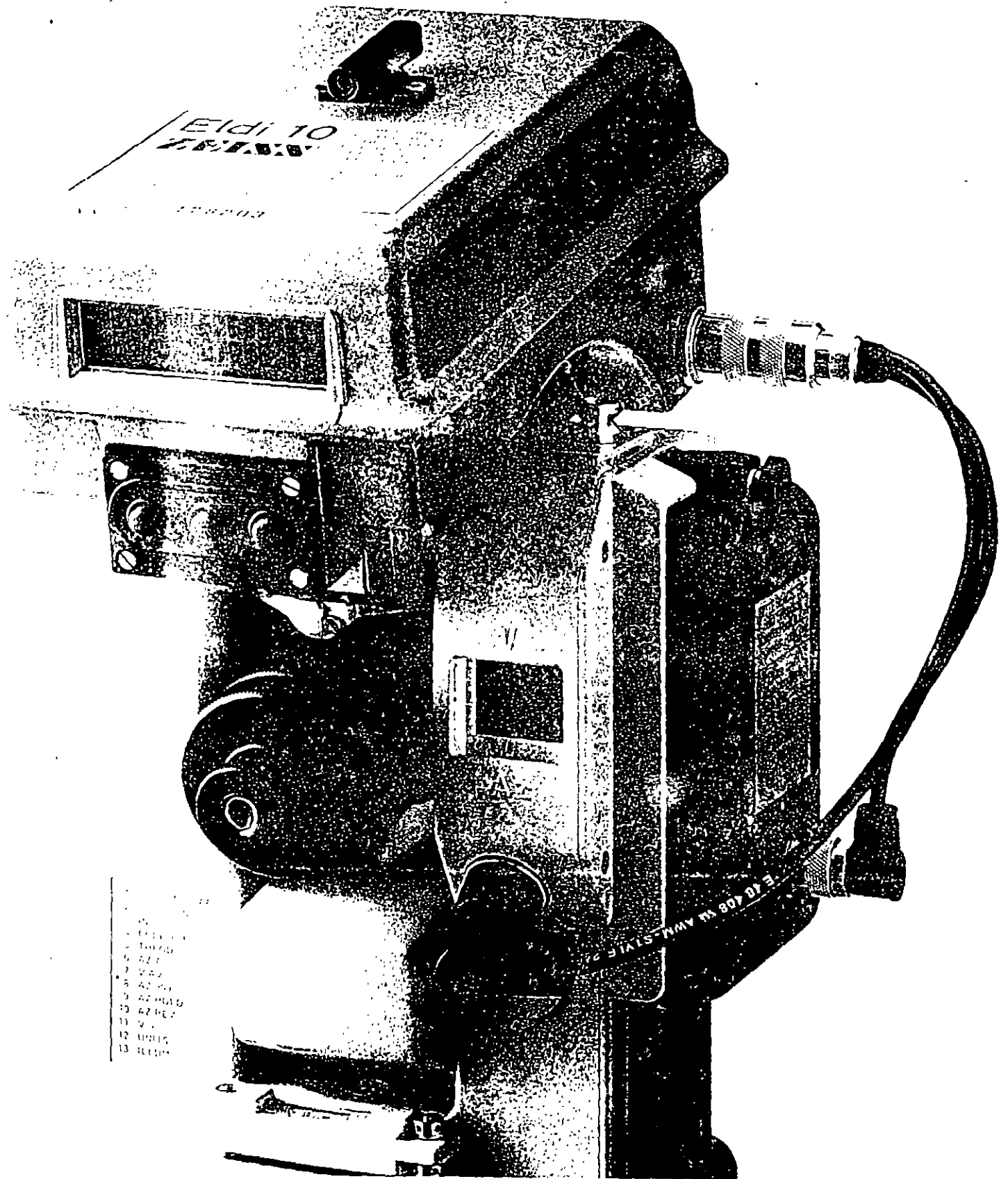
**FRAGMENTO DE CARTA URBANA DE INFORMACION PREDIAL DE LA CD. DE MEXICO**



**FRAGMENTO DE LA CARTA URBANA DE DENSIDAD DE LA CD. DE MEXICO ESC. 1: 10 000**



Wild Ltd Design



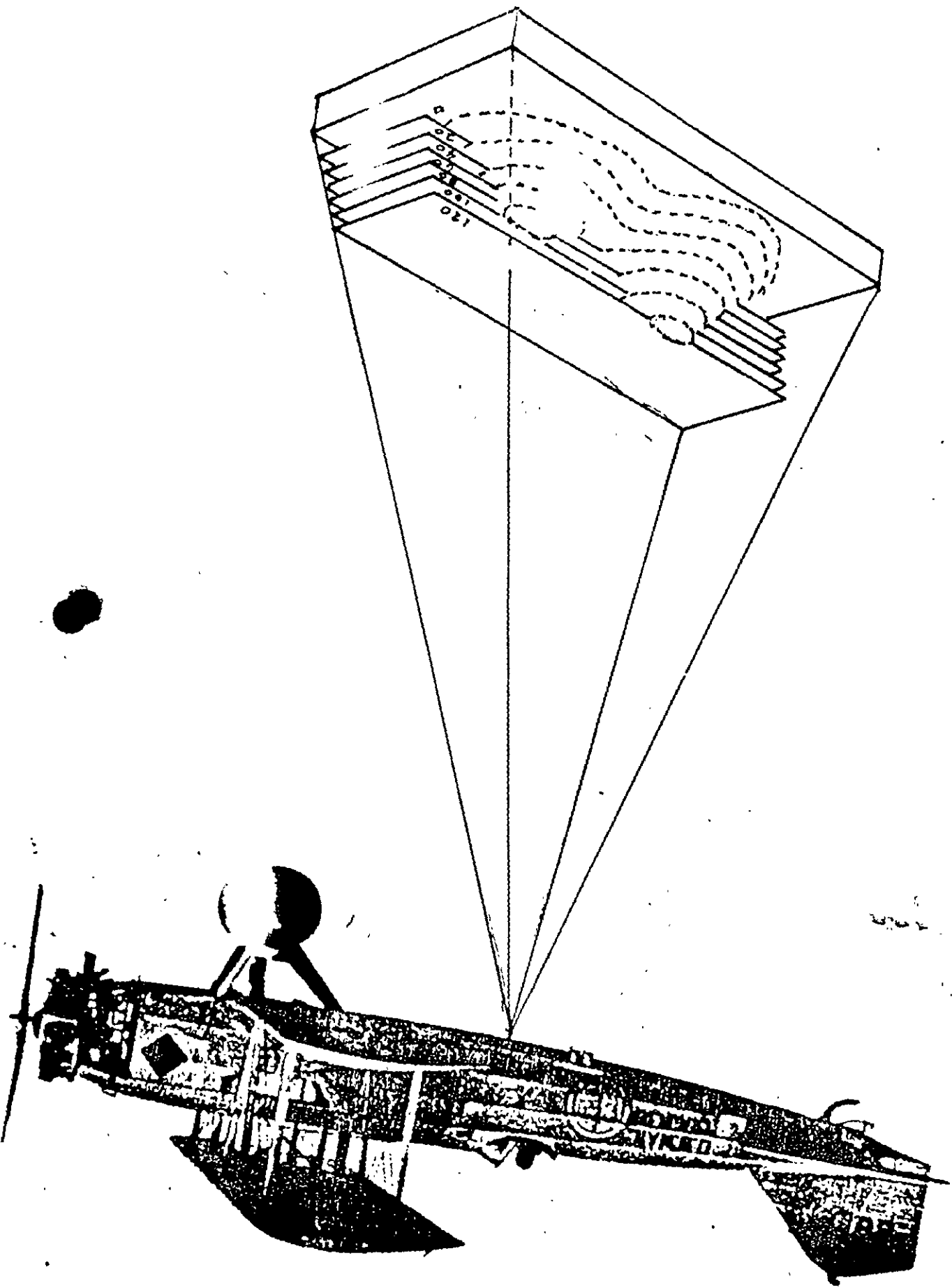
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13

E101 10  
28818

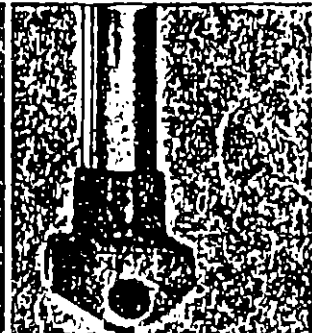
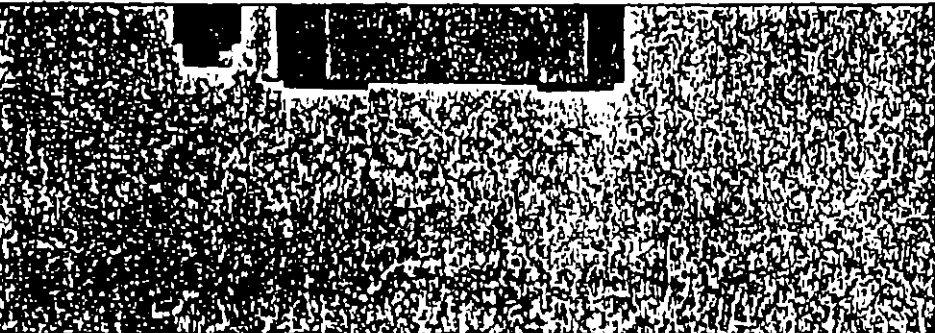
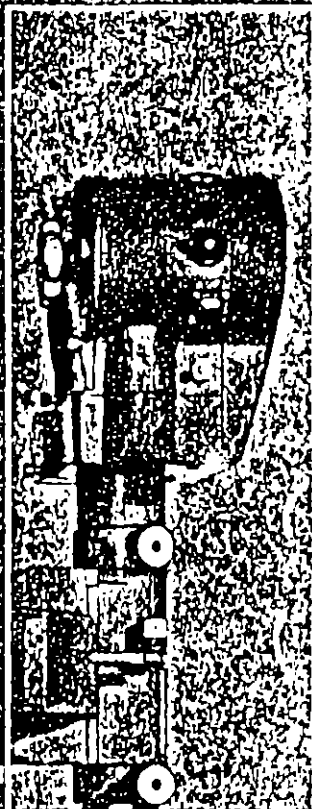
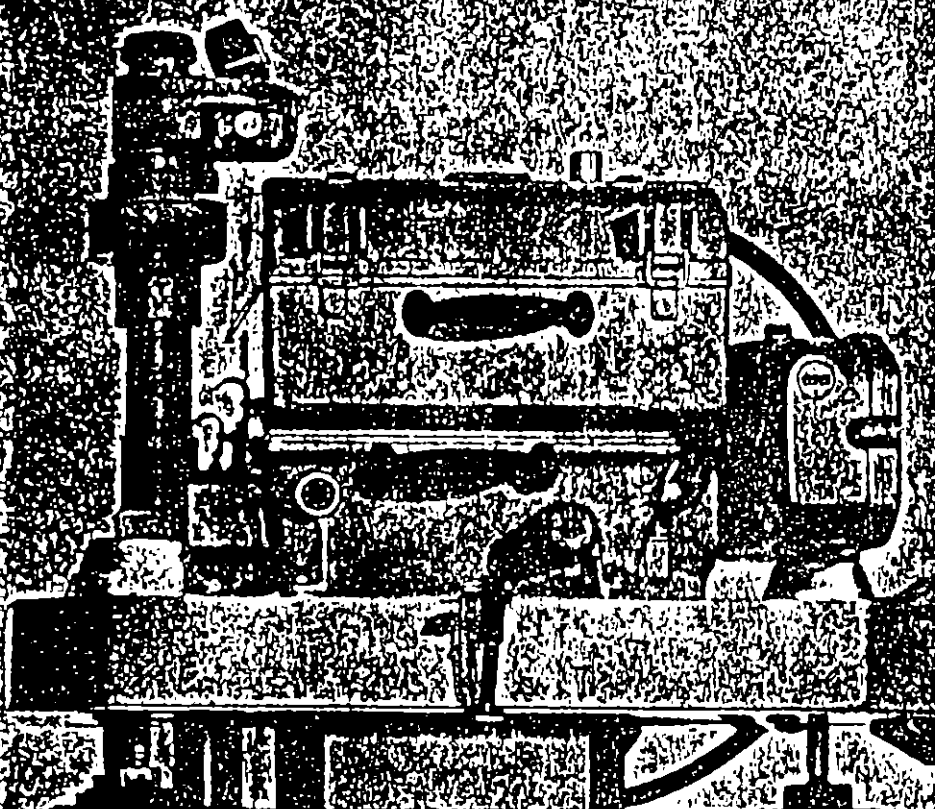
28818

W

E101 108 W AWM-STYLS 2



# Wild HC1



Cámara de horizonte



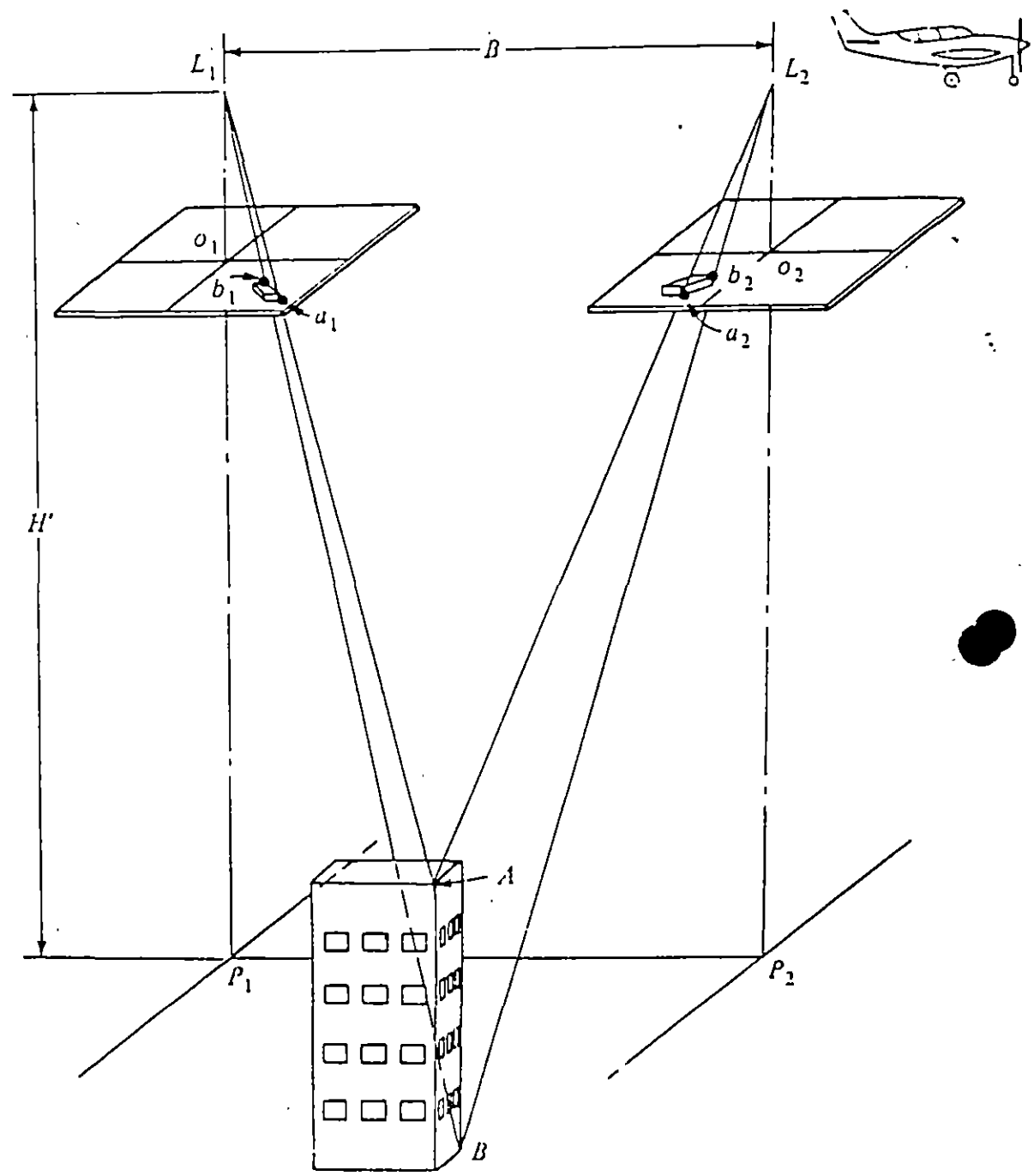


FIGURE 7-5  
 Photographs from two exposure stations with building in common overlap area.

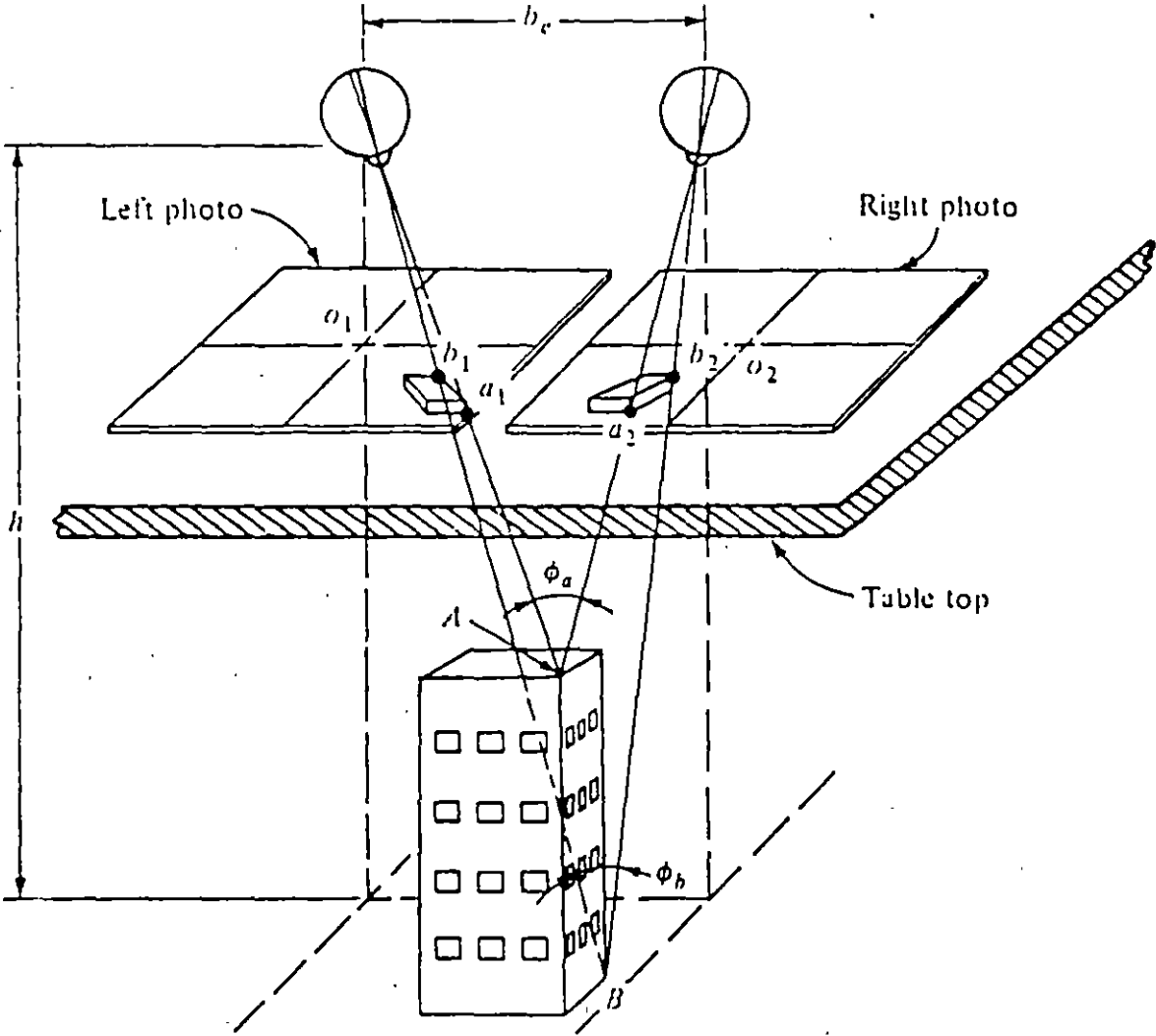
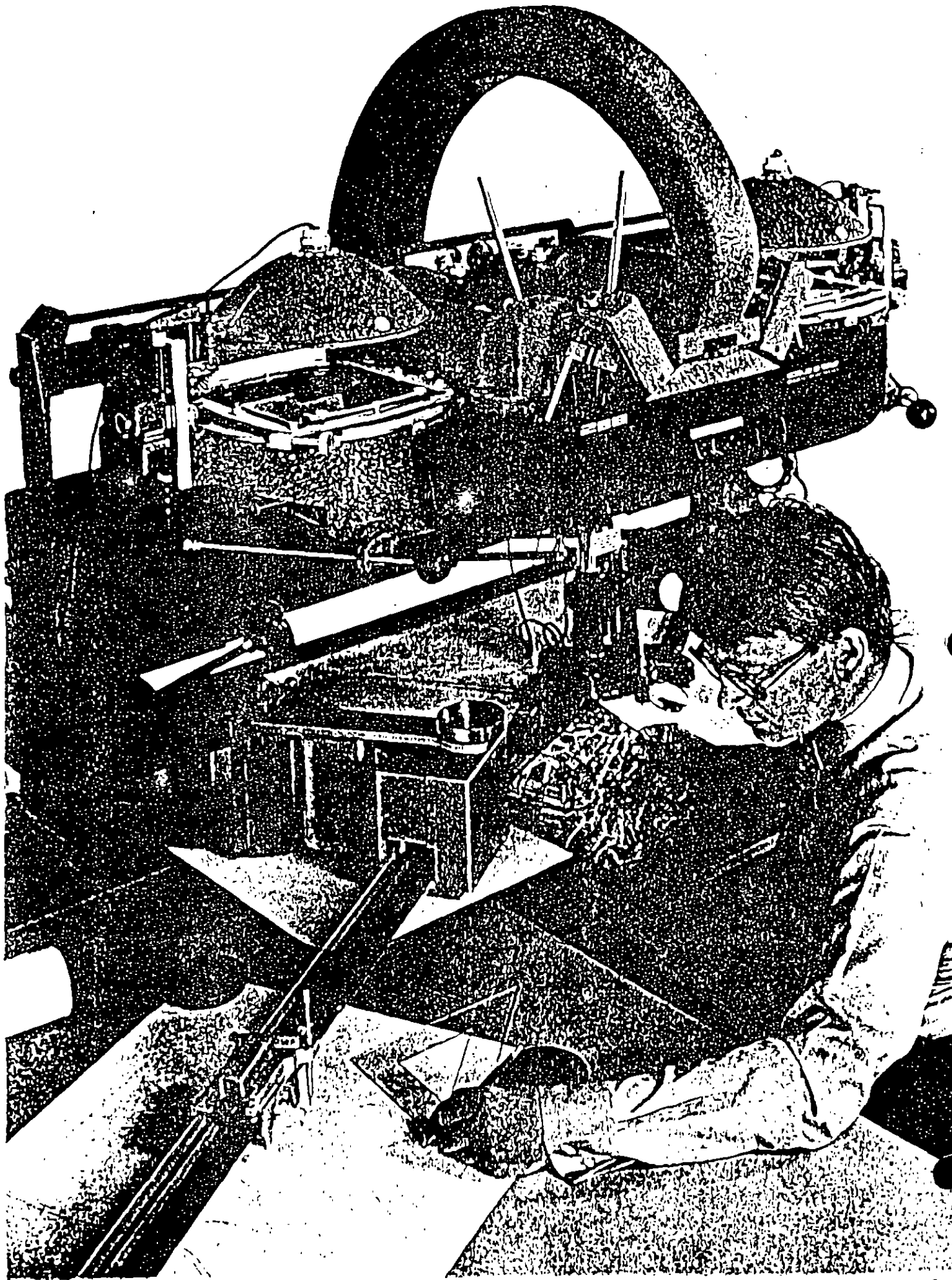


FIGURE 7-6  
Viewing the building stereoscopically.





1 Mapa de ortofotos (sector recortado a partir de tomas aéreas de la NASA con Wild RC10 y objetivo UAGII, altura de vuelo 19500 m.

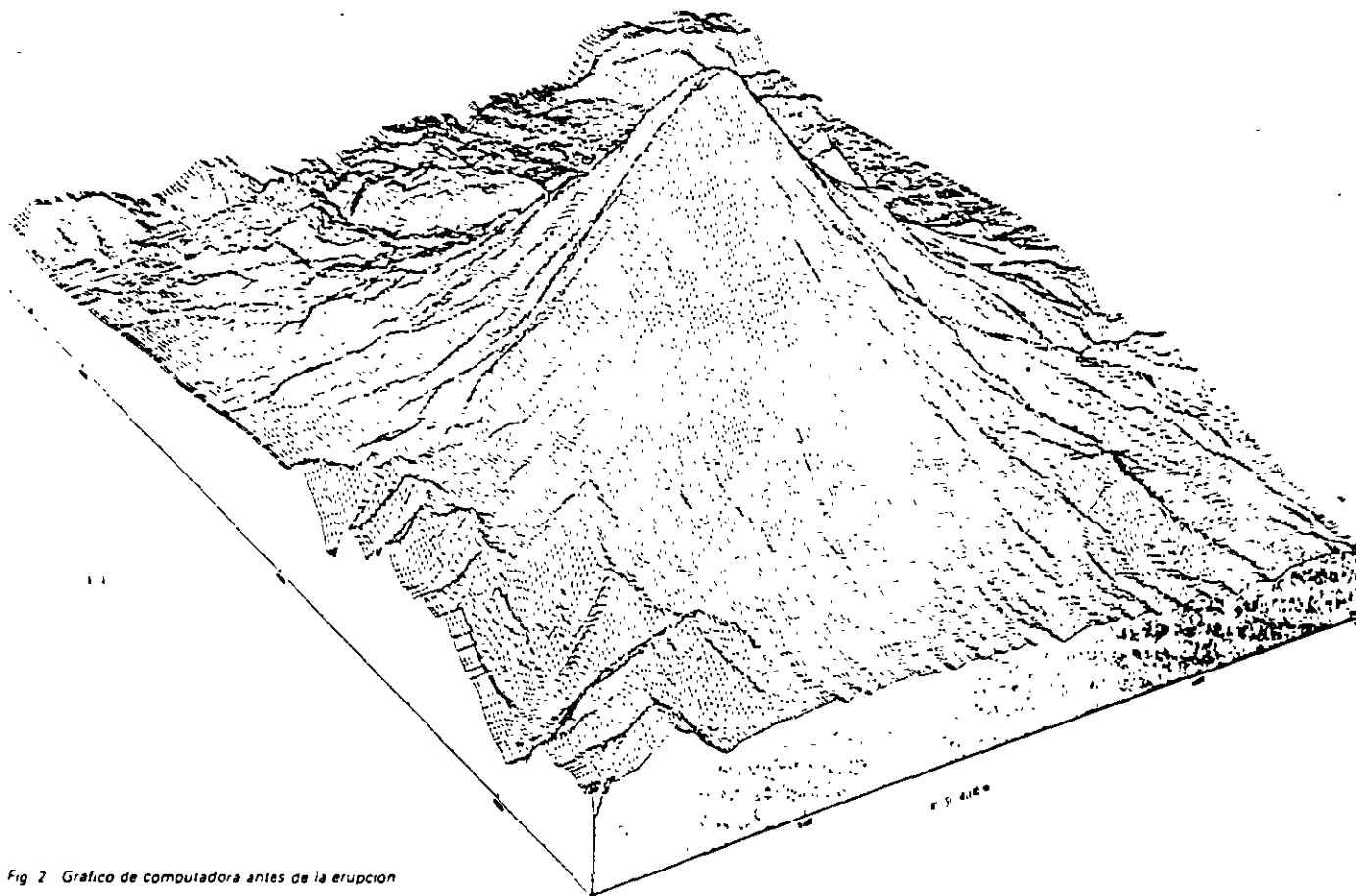


Fig 2 Gráfico de computadora antes de la erupcion

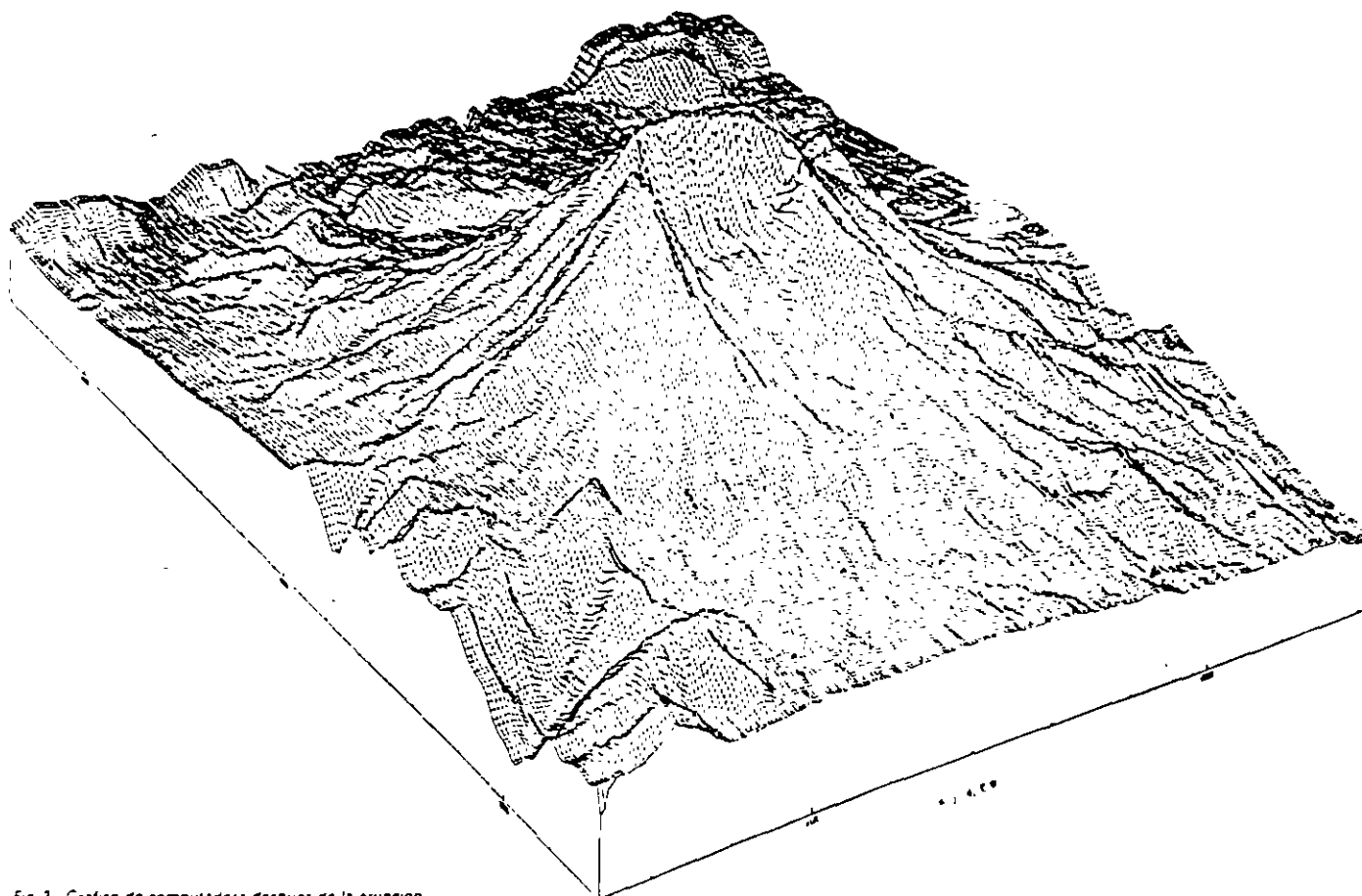


Fig 3 Gráfico de computadora despues de la erupcion



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

D I P L O M A D O

**"PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS"**

MODULO VII

ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS

21 de octubre de 1994 al 15 de septiembre de 1995

VIALIDAD URBANA

Profrs. Oscar Martínez Jurado  
Hector Sangines García  
1995.

**INGENIERIA DE TRANSITO  
Y TRANSPORTE**

# INTRODUCCION

---

## INGENIERIA DE TRANSITO

A través de los siglos, la necesidad que ha tenido el hombre de desplazarse de un lugar a otro ha originado la utilización de diversos medios de transporte, que van desde los vehículos de tracción animal hasta los vehículos automotores de nuestros días. A raíz de la aparición de estos últimos y su creciente desarrollo, se tuvo la necesidad de construir caminos adecuados con las características necesarias para el tránsito de estos vehículos.

A medida que se desarrollaron tanto los vehículos como los caminos, se presentaron los primeros problemas de tránsito (tales como congestionamientos, los accidentes, y los problemas de estacionamiento), así como la demanda de transporte eficiente y seguro. Para poder dar soluciones eficientes a estos problemas, fue necesario el determinar las causas que los originaban; uno de los métodos más utilizado y eficiente, es el realizado por medio de estudios y análisis racionales, llamándole a éste (para el caso de vialidad y transporte) "Estudio de Ingeniería de Tránsito".

La Ingeniería de Tránsito se inicia un poco después de 1920 como una rama dependiente de la Ingeniería Civil. Bastantes años después las situaciones se repiten en Europa hacia 1950; se empieza a desarrollar considerablemente la Ingeniería de Tránsito cuando el grado de modernización era aproximadamente de un vehículo por cada 9 habitantes, aunque naturalmente los ingenieros encargados de las carreteras y de las vías urbanas habían dedicado ya cierta atención a resolver problemas de tránsito desde mucho antes. Cuando en 1959 la motorización en Inglaterra era de un vehículo de motor por cada 6 habitantes, el Instituto Británico de Ingenieros Civiles creó un grupo independiente de Ingenieros de Tránsito, adelantándose en cierto modo a los Estados Unidos, donde se creó el Instituto de Ingenieros de Tránsito hasta 1930, en donde ya había un vehículo por cada 5 habitantes.

En Alemania y otros países centro europeos, la rápida y moderna reconstrucción de las ciudades destruidas en la segunda guerra mundial contribuyó a impulsar esta rama de la Ingeniería en 1950, que dispuso de un amplio campo de acción y experiencia.

Puesto que la Ingeniería de Tránsito surgió cuando los problemas creados por la concentración de vehículos rebasaron las medidas dictadas por la práctica elemental y aplicadas por la policía, se orientó en un principio hacia el campo de la ordenación de la circulación y de la seguridad vial, en el sentido de buscar unos principios técnicos que permitiesen obtener un mayor rendimiento de las calles existentes. Por ello en su primera época en los Estados Unidos fue una disciplina intermedia entre la Ingeniería y la policía. Han surgido en todas partes ciertas dificultades y confusiones entre las respectivas competencias de los ingenieros y policías, que ya en la actualidad se perfilan muy claramente en la mayor parte de los países.



## DEFINICION

Se considera a la Ingeniería de Tránsito como una rama de la Ingeniería Civil dedicada al estudio de la circulación de la corriente vehicular, con la finalidad de alcanzar, tanto en vías urbanas, rurales y sus terminales, un grado óptimo de eficiencia, libertad, rapidez y seguridad.

El Instituto de Ingenieros de Tráfico de Estados Unidos ha definido a la Ingeniería de Tránsito como "la rama de la Ingeniería Civil que trata del planteamiento, trazado y funcionamiento de las calles y carreteras, así como de los estacionamientos, terrenos colindantes y zonas de influencia y de su relación con otros medios de transporte. Su objetivo es que el movimiento de personas y mercancías se realice de la forma más eficiente, eficaz y cómoda".

Por su parte el grupo de Ingeniería de Transporte del Instituto Británico de Ingenieros Civiles adoptan la siguiente definición: "Es la rama de la Ingeniería que trata del planteamiento y gestión de la infraestructura de los transportes de todo tipo, para que el movimiento de personas y mercancía se produzca de la forma más segura, cómoda y económica".

## OBJETIVOS

Lo que pretende la Ingeniería de Tránsito, es poder realizar análisis de los diversos factores y de las limitaciones de los vehículos y los usuarios como elementos de la corriente del tránsito. Son investigadas para tal efecto, la velocidad y el volumen vehicular horario, el origen y destino del movimiento, la capacidad de las vías, el funcionamiento de los pasos a desnivel, terminales, intersecciones, canalizaciones, se realiza un análisis de accidentes, etc.

El objetivo general que persiguen los Ingenieros de Tránsito es el de conocer las características de los elementos del tránsito (conductor, peatón, vehículo y camino), para proponer criterios, normas y especificaciones que "deben aplicarse en el proyecto geométrico de intersecciones, vialidades, dispositivos para el control del tránsito con el fin de obtener mejores condiciones de seguridad, operación y eficiencia en el tránsito de los vehículos y peatones para lograr el equilibrio entre el área urbana y el área vial optimizando la movilidad de la población.

En sí la mayoría de los problemas viales crean la necesidad de planear, construir, corregir ó modificar nuestras vías de comunicación, y ésta es una tarea que le compete a la Ingeniería de Tránsito, pues su objetivo principal es el de lograr un tránsito eficiente, tratando de evitar congestionamientos y accidentes, logrando así el mejor funcionamiento de las redes existentes y de las futuras, sin modificar físicamente su estructura ó al menos, con modificaciones muy pequeñas dándoles eficiencia, funcionalidad y seguridad.

La mejor manera de utilizar a la Ingeniería de Tránsito consiste en estructurar planes adecuados, prácticos y bien meditados para mejorar la seguridad y la fluidez del tránsito, sobre todo en áreas críticas; es de igual manera indispensable para lograr abatir la incidencia de accidentes en un cruceo conflictivo o en una arteria peligrosa; así mismo es de gran ayuda para determinar niveles de servicio y factores de oferta-demanda que presenta el transporte público. Por lo general, ya no bastan las medidas educativas o policíacas como anteriormente se utilizaba, en muchos casos se requiere ya de una remodelación física de cruceos, o de la utilización óptima de los dispositivos de control (semáforos), o la canalización mediante isletas, la supresión de obstáculos, u obras mayores como son los pasos a desnivel.

Una parte muy importante de las aplicaciones de la Ingeniería de Tránsito a los problemas de la circulación es el beneficio en vidas y bienes ahorrados, además de importantes ganancias económicas. En esto último no solamente cuentan las horas-hombre ahorradas al suprimir un nudo vial o al construir una vía alterna de alivio, sino los ingresos que produce la organización mecanizada y racional de control de vehículos y de conductores.

La aceptación que ha tenido la Ingeniería de Tránsito a través de los resultados obtenidos en múltiples aplicaciones y el alarmante saldo adverso que se presenta por pérdida de vidas y bienes en la vialidad permite que se justifique, con creces, la atención que se le dé a esta nueva tecnología.

## OBJETIVOS GENERALES

Entre las funciones que tiene a su cargo el Ingeniero de Tránsito, destacan las siguientes:

- ✓ Supervisar el proyecto, instalación y operación de los dispositivos para el control del tránsito en el sistema vial, manteniéndolos actualizados.
- ✓ Llevar a cabo los estudios de campo para la obtención de datos estadísticos de origen destino, incidencia de accidentes, circulación de los volúmenes de tránsito en la red vial, realizar estudios y proyectos para el mejoramiento del nivel de servicio de la red vial, proponer soluciones a las intersecciones conflictivas.
- ✓ Implementar el sistema de señalización y de dispositivos de control, lo suficiente para brindar la seguridad a la circulación de vehículos y peatones.

## OBJETIVOS ESPECIFICOS

Los objetivos específicos de cada uno de los elementos del tránsito son los siguientes:

### EN CUANTO AL TRANSITO

- ✓ Dar mayor fluidez al tránsito.
- ✓ Aumentar la capacidad de la vía.
- ✓ Dar mayor seguridad de transportación en el menor tiempo posible.
- ✓ Abatir al máximo los accidentes.

### EN CUANTO AL PEATON

- ✓ Dar mayor seguridad de cruce con señalamientos adecuados en los lugares apropiados.

### EN CUANTO A LA VIA

- ✓ En las intersecciones, proporcionar el área adecuada para que se efectúen los diferentes cambios en la dirección de los viajes.
- ✓ Dotar de un esquema vial adecuado que conecte los diferentes núcleos de la ciudad como son las zonas habitacionales con las zonas de trabajo, de comercio y de recreación. Además de mantener en perfecto estado la superficie de rodamiento por medio de programas constantes de mantenimiento de la infraestructura.

## EN CUANTO AL CONDUCTOR

- ✓ Implementar programas de educación vial que coadyuven a la eficiencia en la operación de la vía, así como medidas correctivas por parte de las autoridades correspondientes.

## ALCANCES DEL PRESENTE ESTUDIO

Una vez analizado y definido el concepto de Ingeniería de Tránsito, se procederá a explicar la estrategia que se siguió para la evaluación del sistema vial de la ciudad de Hermosillo, por medio de los recursos que ofrece esta importante área de la Ingeniería Civil. Es menester señalar que cada uno de los temas relacionados a cada componente del estudio, así como las investigaciones, estudios y técnicas de acopio de información y análisis de los mismos, se explicarán con detalle en su momento.

## COMPONENTES EN ESTUDIO

Para poder determinar los objetivos del presente análisis, es necesario en primer término, conocer la definición que se tiene para cada uno de los componentes del sistema vial tratados en este estudio, para analizar la problemática existente, y así de esta forma comprender y establecer los objetivos.

- A. Vialidad y Tránsito.-** Conjunto de servicios o infraestructura relacionada con las vías públicas, que permiten la circulación de vehículos y peatones en condiciones de eficiencia, seguridad, comodidad y orden
- B. Transporte Público.-** Componente que permite el desplazamiento de personas, bienes y servicios mediante vehículos (transporte público de personas y transporte público de carga), en condiciones de eficiencia, seguridad, comodidad y orden.
- C. Mantenimiento Vial.-** Acciones que se desarrollan para conservar el uso y buen estado físico de la infraestructura vial para que se encuentre en condiciones adecuadas de operación.

## OBJETIVOS

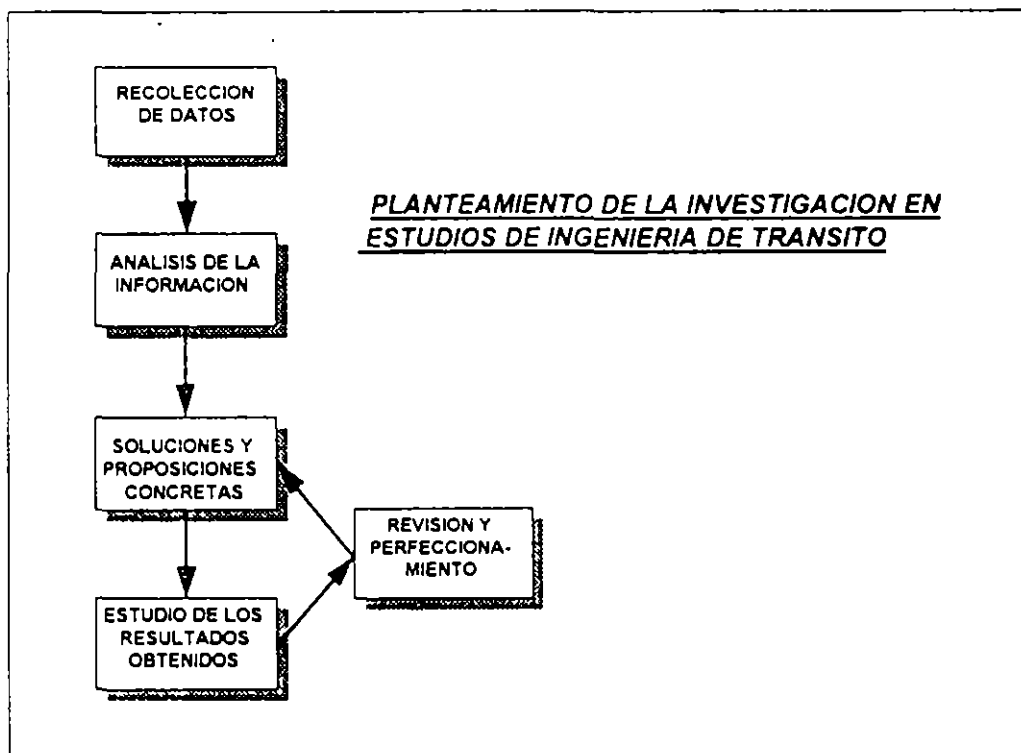
Una vez comprendido el significado de los componentes que se analizarán, se determinaron los siguientes objetivos a alcanzar en la presente investigación, por medio de los estudios y análisis que se explicarán para cada uno de los componentes, en su respectivo capítulo.

- A. Vialidad y Tránsito.-** Mejorar la capacidad y nivel del servicio del sistema vial, para dar la fluidez necesaria al tránsito peatonal y vehicular de la ciudad.
- B. Transporte Público.-** Mejorar la calidad del servicio del transporte público y la accesibilidad a zonas marginadas de la ciudad a través de acciones enfocadas a aumentar la capacidad y seguridad del servicio.
- C. Mantenimiento Vial.-** Mejorar y/o restituir los pavimentos del sistema vial y de la infraestructura para el transporte, con el fin de lograr que la superficie de rodamiento permanezca en óptimas condiciones y acorde a las exigencias del tránsito vehicular.

## ESTRATEGIA DE LA INVESTIGACION

Para atacar los graves problemas en materia de vialidad, se recomiendan seguir cuatro pasos sucesivos, que permiten el planteamiento del mismo, de tal manera que la solución sea lógica y práctica. Los cuatro pasos necesarios que se tomaron en cuenta para este trabajo, fueron los siguientes (ver figura):

- a) Recopilación de los datos .
- b) Análisis de los datos.
- c) Proposiciones concretas y detalladas.
- d) Estudio de los resultados obtenidos.



Como primer paso se hace indispensable reunir toda la información necesaria. En esta recopilación de datos son precisamente las estadísticas, los informes oficiales, los hechos veraces, los volúmenes de tránsito, lo que más necesitamos, pues plasman la situación actual del sistema vial.

La segunda y tercera etapas son quizá las más importantes, pues después de un análisis detallado y minucioso de la información recopilada, se dan las soluciones y proposiciones que mejor resuelvan nuestro problema.

Por último, es conveniente que los resultados obtenidos sean estudiados y revisados para una posible retroalimentación. Este resultado se observará directamente a través de estadísticas levantadas en cuanto a la eficiencia del movimiento vehicular y de peatones así como a la disminución o aumento de accidentes. Es posible que muchas soluciones requieran una revisión y perfeccionamiento.

## 1 GENERALIDADES

Este capítulo tiene como propósito ubicar la *Ingeniería de Tránsito* dentro del contexto de la *Ingeniería de Transporte*, puesto que el tránsito es una fase o parte del transporte. No se trata de realizar una presentación exhaustiva del transporte, pero sí conceptualizar de una manera muy general y clara sobre su estructura básica y sus sistemas y modos, para finalmente arribar a los alcances de la ingeniería de tránsito como tal.

Los dos capítulos anteriores, antecedentes del transporte y el problema del tránsito, certifican que el transporte ha desempeñado un papel muy importante en el desarrollo de las civilizaciones antigua y moderna. En la medida en que la sociedad se ha venido tornando más compleja, se ha incrementado la *necesidad* de unir las distintas actividades que se llevan a cabo en lugares separados –orígenes y destinos– en busca de una *utilidad o beneficio*, mediante el transporte de personas y mercancías sobre diversos medios de comunicación. El éxito en satisfacer esta necesidad, ha sido y será uno de los principales contribuyentes en la elevación del nivel de vida de las sociedades de todos los países del mundo.

Si determinada área, urbana o rural, desea crecer y prosperar, será necesario planear, estudiar, proyectar, construir, operar, conservar y administrar nuevos sistemas lo suficientemente amplios, tanto para el transporte público como privado, que permitan conectar e integrar las actividades que se desarrollan en los diferentes lugares de la región, mediante la movilización de personas y mercancías. Estos sistemas, al igual que los recursos existentes, deberán ser manejados de tal manera que se produzca el máximo flujo libre en el tránsito. Aún más, si se desea mantener un nivel de amenidad más o menos razonable, los nuevos sistemas deberán planearse manteniendo un uso económico y eficiente del suelo, y a la vez contribuyan estéticamente al medio ambiente, tanto de los usuarios como de los circundantes. Con estos *objetivos*, adoptados como los de la ingeniería de tránsito y transporte, la actual sociedad está más que comprometida. Así, las entidades gubernamentales en todos sus niveles, las universidades y las compañías particulares están de una u otra manera respondiendo a estas necesidades, mediante la conformación de autoridades apropiadas, grupos de planeación, profesionales y oficinas de estudios e investigación.

## 2 DEFINICIONES

Las cinco definiciones siguientes, que se han tomado del Diccionario de la Lengua de la Real Academia Española<sup>[7]</sup>, sirven de base para

entender el concepto tanto técnico como científico de la Ingeniería de Tránsito y Transporte:

- ◊ *Transportar*: "llevar una cosa de un paraje o lugar a otro. Llevar de una parte a otra por el porte o precio convenido".
- ◊ *Transporte o transportación*. "acción y efecto de transportar o transportarse".
- ◊ *Transitar*: "ir o pasar de un punto a otro por vías, calles o parajes públicos".
- ◊ *Tránsito*: "acción de transitar. Sitio por donde se pasa de un lugar a otro".
- ◊ *Tráfico*: "tránsito de personas y circulación de vehículos por calles, carreteras, caminos, etc."

El Instituto de Ingenieros de Transporte, ITE<sup>[8]</sup>, citado por W. S. Homburger<sup>[9]</sup>, define la Ingeniería de Transporte y la Ingeniería de Tránsito de la siguiente manera:

- ◊ *Ingeniería de Transporte*: "aplicación de los principios tecnológicos y científicos a la planeación, al proyecto funcional, a la operación y a la administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de una manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente".
- ◊ *Ingeniería de Tránsito*: "aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte".

Como puede verse, la Ingeniería de Tránsito es un subconjunto de la Ingeniería de Transporte, y a su vez el Proyecto Geométrico es una etapa de la Ingeniería de Tránsito. El *Proyecto Geométrico* de calles y carreteras<sup>[10]</sup>, es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido, una calle o carretera queda definida geoméricamente por el proyecto de su eje en planta (alineamiento horizontal) y en perfil (alineamiento vertical), y por el proyecto de su sección transversal.

### 3 SISTEMA DE TRANSPORTE

#### 3.1 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

Según M. L. Manheim<sup>[11]</sup>, el análisis de sistemas de transporte debe apoyarse en las dos premisas básicas siguientes:

- El sistema global de transporte de una región debe ser visto como un sistema multimodal simple.
- El análisis del sistema de transporte no puede separarse del análisis del sistema social, económico y político de la región.

Por lo tanto, en el análisis del sistema global de transporte, se deben considerar:

- Todos los modos de transporte.
- Todos los elementos del sistema de transporte: las personas y mercancías a ser transportadas; los vehículos en que son transportados; la red de infraestructura sobre la cual son movilizados los vehículos, los pasajeros y la carga, incluyendo las terminales y los puntos de transferencia.
- Todos los movimientos a través del sistema, incluyendo los flujos de pasajeros y mercancías desde todos los orígenes hasta todos los destinos.
- El viaje total, desde el punto de origen hasta el de su destino, en todos los modos y medios, para cada flujo específico.

El sistema de transporte de una región está estrechamente relacionado con su sistema socioeconómico. En efecto, el sistema de transporte usualmente afecta la manera como los sistemas socioeconómicos crecen y cambian y, a su vez, las variaciones en los sistemas socioeconómicos generan cambios en el sistema de transporte.

En la figura 3.1, se ilustra esta relación con base en tres variables básicas:

- El sistema de transporte *T*.
- El sistema de actividades *A*, esto es, el patrón de actividades sociales y económicas que se desarrollan en la región.
- La estructura de flujos *F*, esto es, los orígenes, destinos, rutas y volúmenes de personas y carga que se mueven a través del sistema.

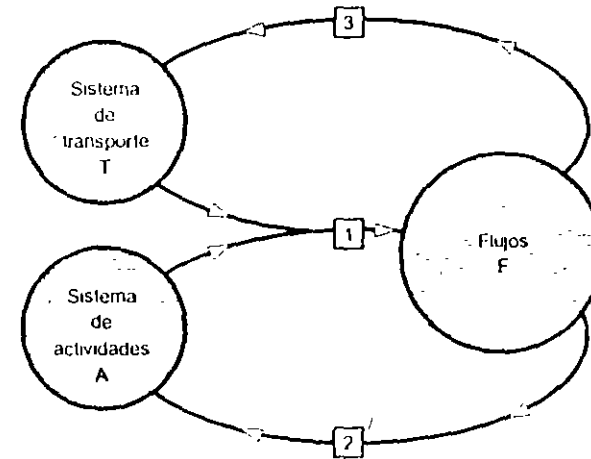


Figura 3.1 Relación entre el sistema de transporte, el sistema de actividades y los flujos (Fuente: *Fundamentals of Transportation Systems Analysis, Volume 1 Basic Concepts*, de Marvin L. Manheim)

En el diagrama se pueden identificar tres clases de relaciones entre las tres variables: la relación 1 indica que los flujos *F* que se presentan en el sistema son el producto de las interacciones entre el sistema de transporte *T* y el sistema de actividades *A*. La relación 2 señala que los flujos *F* causan cambios en el sistema de actividades *A* en el largo plazo, a través del patrón de servicios ofrecido y de los recursos consumidos en proveerlos. Y la relación 3 advierte que los flujos *F* observados en el tiempo generan cambios en el sistema de transporte *T*, obligando a que los operadores y el gobierno desarrollen nuevos servicios de transporte o modifiquen los existentes.

En este marco del sistema global de transporte se puede concluir que la sociedad utiliza el transporte como un servicio (necesidades), que se presta mediante la unión de los múltiples lugares donde se llevan a cabo las distintas actividades (beneficios). Es así, como en cada lugar donde la civilización ha encontrado un uso del suelo, el transporte forma parte de la economía que encierra una región, una nación y, por qué no decirlo, el mundo entero.

Además, y tal como se expresa en la Publicación Técnica No.2<sup>[12]</sup>, del Instituto Mexicano del Transporte y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, al considerar el sistema integral del transporte, ésto por sus características y funciones, concentra la participación de intereses e

ideologías de múltiples grupos. Usuarios, operadores y gobierno perciben al transporte e intervienen en él de diferentes maneras, de acuerdo a su muy particular posición e interpretación de la realidad. La situación se complica al reconocer que coexisten subgrupos con distintos intereses y motivaciones.

Este mismo documento<sup>[12]</sup> plantea las tesis siguientes:

- “El transporte está integrado al movimiento comercial, por lo que todos los proyectos de transporte deben tomar en cuenta esa integración hasta en los más mínimos detalles de su concepción y ejecución”.
- “Cualquier proyecto de desarrollo e infraestructura, que sin duda tendrá una repercusión en la problemática y la operación del transporte, debe otorgar el debido valor a las realidades comerciales y debe atender los problemas de transporte que del proyecto emanen”.
- “Cuando un proyecto de transporte surge en respuesta a necesidades comerciales o sociales bien definidas, es contraproducente el resultado operativo al que se llega, si en el afán por recortar costos de construcción, se reducen sus especificaciones técnicas”.

La misión del transporte<sup>[9]</sup> se lleva a cabo mediante la provisión de redes compuestas por la siguiente estructura, esquematizada en la figura 3.2:

### 1. Las conexiones o medios

Son aquellas partes o elementos fijos, que conectan las terminales, sobre los cuales se desplazan las unidades transportadoras. Pueden ser de dos tipos:

- Conexiones físicas: carreteras, calles, rieles, ductos, rodillos y cables.
- Conexiones navegables: mares, ríos, el aire y el espacio.

### 2. Las unidades transportadoras

Son las unidades móviles en las que se desplazan las personas y las mercancías. Por ejemplo:

- Vehículos: automotores, trenes, aviones, embarcaciones y vehículos no motorizados.
- Cabinas, bandas, motobombas, la presión y la gravedad.

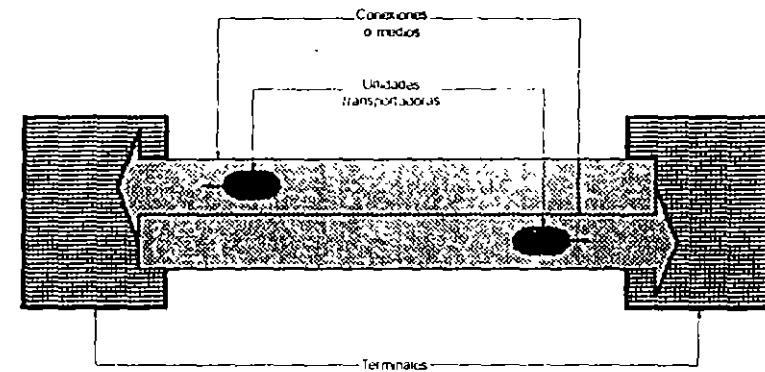


Figura 3.2 Estructura física básica del sistema de transporte

### 3. Las terminales

Son aquellos puntos donde el viaje o embarque comienza y termina, o donde tiene lugar un cambio de unidad transportadora o modo de transporte. Se tienen las siguientes terminales:

- *Grandes*: aeropuertos, puertos, terminales de autobuses y de carga, estaciones ferroviarias y estacionamientos en edificios.
- *Pequeños*: plataformas de carga, paradas de autobuses y garajes residenciales.
- *Informales*: estacionamientos en la calle y zonas de carga.
- *Otros*: tanques de almacenamiento y depósitos

## 3.2 SISTEMAS Y MODOS DE TRANSPORTE

La mayoría de las actividades globales de transporte se llevan a cabo en cinco grandes sistemas: carretero, ferroviario, aéreo, acuático y de flujos continuos. Cada uno de ellos se divide en dos o más modos específicos, y se evalúan en términos de los siguientes tres atributos<sup>[9]</sup>:

### 1. Ubicación

Grado de accesibilidad al sistema, facilidad de rutas directas entre puntos extremos y facilidad para acomodar un tránsito variado.

Tabla 3.1 Sistema Global de Transporte

	Acceso	Velocidad	Seguridad	Costos	Modos	Tipos de carga
Carreteras y alios	Muy alta Acceso directo a la propiedad lateral Rutas directas limitadas por la topografía y el uso del suelo	Velocidades limitadas por factores humanos y controles. Baja capacidad vehicular, pero alta disponibilidad de vehículos	No tan alta en términos de seguridad, energía y algunos costos		Camión	Interurbano, local y rural, hacia centros de procesamiento y mercados Cargas pequeñas y contenedores
Ferrocarril	Limitada por la alta inversión en la estructura de las rutas y por la topografía	Mayor velocidad y capacidad que los modos por carretera	Generalmente alta, pero los costos laborales pueden bajar la eficiencia		Aulobus Automóvil Bicicleta Ferrocarril Metro	Paquetes (interurbano) Objetos personales Insignificante Interurbano En volumen Contenedores Ninguno
Aire	Los costos de aeropuertos reducen la accesibilidad Rutas completamente directas	Las velocidades son las más altas, con capacidad vehicular limitada	Moderadamente baja en términos de energía y costos de operación		Aviación comercial Aviación general	Mercancías de alto valor Contenedores Poco.
Mares y ríos	Rutas directas Accesibilidad limitada por la disponibilidad de mares y ríos navegables y puertos seguros.	Baja velocidad Capacidad muy alta por vehículo.	Muy alta por los bajos costos y poco consumo de energía La seguridad es variable		Barcos Cabotaje y fluvial	En volumen (petróleo) Contenedores Volumenes medianos de carga
Ductos Rodillos Cables	Limitadas a pocas rutas y puntos de acceso.	Bajas Velocidades Alta capacidad	Generalmente alta. Bajos costos por consumo de energía		Ductos Bandas Cables	Líquidos y gases Manejo de materiales Manejo de materiales

FUENTE: Adaptada de Homburger, W.S., Kell, J.H. y Pekins, D.D., Fundamentals of Traffic Engineering, 13th edition, Unwersity of California, Berkeley, 1992

2. *Movilidad*

Cantidad de tránsito que puede acomodar el sistema (capacidad) y la rapidez con la que éste puede transportar.

3. *Eficiencia*

Relación entre los costos totales (directos más indirectos) del transporte y su productividad.

En la tabla 3.1 se presentan, en términos globales, los sistemas de transporte, sus medios, atributos, modos y el tipo de servicio que prestan.

## 4 ALCANCES DE LA INGENIERIA DE TRANSITO

Definido de esta manera el marco de referencia de la Ingeniería de Tránsito, en esta importante rama se analiza en forma pormenorizada lo siguiente:

1. *Características del tránsito*

Se analizan los diversos factores y las limitaciones de los vehículos y los usuarios como elementos de la corriente de tránsito. Se investigan la velocidad, el volumen y la densidad; el origen y destino del movimiento; la capacidad de las calles y carreteras; el funcionamiento de pasos a desnivel, terminales, intersecciones canalizadas; se analizan los accidentes, etc. Así se pone en evidencia la influencia de la capacidad y limitaciones del usuario en el tránsito; se estudia al usuario particularmente desde el punto de vista psíquico-físico, indicándose la rapidez de las reacciones para frenar, para acelerar, para maniobrar, su resistencia al cansancio, etc., empleando en todo esto, métodos modernos e instrumentos psicotécnicos, así como la metodología estadística.

2. *Reglamentación del tránsito*

La técnica debe establecer las bases para los reglamentos del tránsito; debe señalar sus objeciones, legitimidad y eficacia, así como sanciones y procedimientos para modificarlos y mejorarlos. Así, por ejemplo, deben ser estudiadas las reglas en materia de licencias; responsabilidad



de los conductores; peso y dimensiones de los vehículos; accesorios obligatorios y equipo de iluminación, acústicos y de señalamiento, revista periódica; comportamiento en la circulación, etc

Igual atención se da a otros aspectos, tales como: prioridad del paso; tránsito en un sentido; zonificación de la velocidad; limitaciones en el tiempo de estacionamiento, control policiaco en las intersecciones; procedimiento legal y sanciones relacionadas con accidentes; peatones y transporte público.

### 3. Señalamiento y dispositivos de control

Este aspecto tiene por objeto determinar los proyectos, construcción, conservación y uso de las señales, iluminación, dispositivos de control, etc. Los estudios deben complementarse con investigaciones de laboratorio. Aunque el técnico en tránsito no es responsable de la fabricación de estas señales y semáforos, a él incumbe señalar su alcance, promover su empleo y juzgar su eficiencia.

### 4. Planificación vial

Es indispensable, en la Ingeniería de Tránsito, realizar investigaciones y analizar los diferentes métodos, para planificar la vialidad en un país, en una municipalidad o en una pequeña área, para poder adaptar el desarrollo de las calles y carreteras a las necesidades del tránsito. Parte de esta investigación está dedicada exclusivamente a la planificación de la vialidad urbana, que permite conocer los problemas que se presentan al analizar el crecimiento demográfico, las tendencias al aumento en el número de vehículos y la demanda de movimiento de una zona a otra.

Es reconocido que el tránsito es uno de los factores más importantes en el crecimiento y transformación de un centro urbano y de una región, y es por esto que el punto de vista del Ingeniero de Tránsito debe ser considerado en toda programación urbanística y en toda planificación de política económica. El técnico a su vez debe acostumbrarse a tener en cuenta en sus trabajos las distintas exigencias de la colectividad de la higiene, de la seguridad, de las actividades comerciales e industriales, etc.

### 5. Administración

Es necesario examinar las relaciones entre las distintas dependencias públicas que tienen competencia en materia vial y su actividad admi-

nistrativa al respecto. Deben considerarse los distintos aspectos tales como: económico, político, fiscal, de relaciones públicas, de sanciones, etc

Finalmente, debe hacerse énfasis en lo siguiente: el *Ingeniero de Tránsito* debe estar capacitado para encontrar la mejor solución al menor costo posible. Naturalmente, puede pensarse en infinidad de soluciones por demás costosas, pero el técnico preparado en la materia además de estar capacitado para encontrar esta mejor solución, debe desarrollar eficientemente acciones a largo plazo, que tiendan a mejorar las condiciones del tránsito sin poner restricciones innecesarias al mismo.

## **BIBLIOGRAFIA**

**INGENIERIA DE TRANSITO Fundamentos y Aplicaciones**  
Rafael Cal y Mayor R. y James Cárdenas  
Editorial Alfa Omega  
México

**MANUAL DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO**  
Paul C. Box y Joshep Oppenlander  
Editorial Alfa Omega  
México

**INGENIERIA DE TRANSPORTE**  
William W. Hay  
Editorial Limusa  
México



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

D I P L O M A D O

**"PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS"**

MODULO VII

ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS

21 de octubre de 1994 al 15 de septiembre de 1995

VIALIDAD INTERURBANA

M. en I. Fernando Olvera Bustamante  
Hugo Haas Mora  
1995

## TIPOS DE CAMINOS Y CARRETERAS.

Un camino es una obra de infraestructura y es la franja de la corteza terrestre destinada al tránsito de vehículos automotores, incluyendo la zonas destinadas a los servicios y obras auxiliares así como para su futura ampliación si así se prevé. Camino interurbano es el que comunica a dos o más zonas urbanas. el término camino y el de carretera tienen la misma acepción, aunque etimológicamente el camino es para caminar y la carretera sirve para el movimiento de carretas.

Las carreteras se clasifican según la dependencia que las construye y/o opera, de acuerdo al volumen de vehículos que circulan sobre ella o en relación al servicio socio económico para la que está destinada.

Por la dependencia u organismo que las construye y/o opera, las carreteras se dividen en Federales, Estatales, municipales, Concesionadas y de particulares.

De acuerdo al volumen de vehículos diarios que las operarán en el horizonte de proyecto, las carreteras se dividen en:

- Camino tipo A para más de 3000 vehículos
- Camino tipo B para vehículos de 1500 a 3000
- Camino tipo C para vehículos de 500 a 1500
- Camino tipo D para vehículos de 100 a 500
- Camino tipo E para menos de 100 vehículos

esta clasificación es la base para las normas de proyecto y construcción que deben contemplarse en los diferentes tipos de carreteras. En la siguiente hoja, se muestran las normas de proyecto correspondientes.

Por último, las carreteras se clasifican, de acuerdo al servicio socio económico en las de Integración Nacional, las de tipo social, para el desarrollo y para zonas desarrolladas.

Las carreteras de integración Nacional son precisamente para realizar esa función y como ejemplo de ellas tenemos las carreteras fronterizas y la transpeninsular de Baja California.

Las carreteras de orden social son para comunicar a núcleos sociales que tradicionalmente han permanecido sin ella, con lo cual podrán tener acceso a otros servicios como educación, medicina, electricidad, etc. La evaluación de estas carreteras para su programación se hace por el costo per capita o sea por la relación del costo del camino entre el número de personas beneficiadas; mientras menor sea esta relación más necesaria será la obra.

Las carreteras para el desarrollo son aquellas que se construyen para propiciarlo y su evaluación se hace por medio del índice de desarrollo que se calcula dividiendo el costo de los productos que se tendrán en la zona de influencia en los primeros 5 años de operación de la obra, entre el costo de la obra. Mientras mayor sea esta relación, más importante será la obra.

Cuando un camino en operación entre dos poblaciones se encuentra con un tránsito muy intenso y está a punto de saturación, se construye un camino alternativo denominado Para Zonas Desarrolladas, y tienen como finalidad atraer parte de los vehículos que operan en los otros caminos que para tal fin, se construyen con normas más amplias que los anteriores, con lo cual, los usuarios obtienen ventajas como comodidad en la

CONCEPTO		UNIDAD	TIPO DE CARRETERA																																	
			E					D					C						B						A											
EN EL HORIZONTE DE PROYECTO		Vel/dia	HASTA 100					100 a 500					500 a 1500						1500 a 3000						MAS DE 3000											
TIPO DE TERRENO			MONTAÑOSO					LOMERIO					PLANO																							
VELOCIDAD DE PROYECTO		km/h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70	40	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	110	60	70	80	90	100	110				
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA		m	30	40	55	75	95	30	40	55	75	95	40	55	75	95	115	135	155	55	75	95	115	135	155	175	75	95	115	135	155	175				
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE		m	-	-	-	-	-	135	180	225	270	315	180	225	270	315	360	405	450	225	270	315	360	405	450	495	270	315	360	405	450	495				
GRADO MAXIMO DE CURVATURA		°	60	30	17	11	7.5	60	30	17	11	7.5	30	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75	11	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75				
CURVAS	K	CRESTA	m/%					m/%					m/%						m/%						m/%											
		COLUMPIO	m/%					m/%					m/%						m/%						m/%											
VERTICALES		LONGITUD MINIMA	m					m					m						m						m											
PENDIENTE GOBERNADORA		%	9					7					6						5						4						3					
PENDIENTE MAXIMA		%	13					10					7						6						5						4					
ANCHO DE CALZADA		m	40					60					60						70						70						70					
ANCHO DE CORONA		m	40					60					70						90						90						90					
ANCHO DE ACOTAMENTOS		m	-					-					0.5						10						10						10					
ANCHO DE FAJA SEPARADORA CENTRAL		m	-					-					-						-						-						-					
BOMBEO		%	3					3					2						2						2						2					
SOBREELEVACION MAXIMA		%	10					10					10						10						10						10					

operación, ahorros en tiempo, combustibles, lubricantes, llantas, y se tienen otros ahorros como disminución de accidente, etc. La evaluación de estos caminos se hace precisamente calculando la relación de los ahorros que se tendrán en los primeros 5 años de operación de la obra, entre su costo. A medida que este índice es mayor, la obra tiene mayor justificación.

## GEOTECNIA APLICADA A LAS VÍAS TERRESTRES.

La geotecnia es la ciencia que estudia las características de los materiales de la corteza para ser utilizadas en las obras de ingeniería. Los materiales de la corteza terrestre se dividen en suelos y rocas. Los primeros son aquellos cuyas partículas son menores a 7.5 cm. como las gravas, las arenas y las arcillas. Las rocas son aquellas que tienen un tamaño mayor a 7.5 cm. y se dividen en fragmentos chicos, medianos y grandes.

Los elementos que constituyen los materiales de la corteza terrestre son: sólidos y vacíos que pueden estar ocupados por agua y aire, si los vacíos están llenos de agua, se dice que el material está saturado y si están llenos de aire, es decir que no contienen agua, es que están secos; cuando los materiales están dentro de estos dos extremos se dice que están parcialmente saturados.

Los principales problemas a los que se enfrenta geotecnia son la resistencia y la deformación o asentamientos de las obras, por lo que es necesario realizar pruebas a los materiales, que son mediciones que se hacen a especímenes especialmente elaborados. Estas características se ven influenciadas por la constitución geológica del material, por el estado de intemperismo, el número de huecos y la cantidad de agua que tengan y si ésta está o no en movimiento.

Con el resultado de las pruebas, los materiales se pueden clasificar en grupos que tienen características semejantes y así, tener un conocimiento más amplio de ellos; por otro lado con determinados resultados de las pruebas se realizan cálculos para proyectar las obras dentro de la seguridad, es decir, que estén dentro de un grado de seguridad.

De los materiales es necesario conocer principalmente:

La cantidad de partículas de diferente tamaño que contienen; así, los suelos pueden ser gravas, arenas o limos o arcillas, pero también pueden estar constituidos por una combinación de ellos o se diferentes porcentajes de cada uno y se clasificarán de acuerdo a esos porcentajes.

Es necesario conocer la forma en que el agua interviene en el comportamiento de los materiales; así, los materiales pueden estar en alguno de los siguientes estados de consistencia: sólido, plástico o semilíquido. El rango de humedad en que un material se encuentra en estado plástico es importante porque mientras más grande sea ese rango, se pueden presentar mayores deformaciones en las obras; si el rango es muy grande se dice que los materiales son de alta plasticidad, si el rango es menor son de mediana, baja o nula plasticidad como las arenas y las gravas; Para conocer el grado de deformabilidad y obtener coeficientes de cálculo, se sujeta a los materiales a pruebas denominadas de consolidación.

Se requiere conocer la presión que tiene el agua de los materiales, que se mide por medio de aparatos llamados piezómetros y también se necesita conocer la facilidad o dificultad del líquido a moverse a través de los materiales; para esto último se llevan a cabo pruebas de permeabilidad.

En cuanto a su resistencia, algunos materiales se comportan en forma distinta si están a una u otra profundidad o sea con la presión a que están sujetos; las pruebas a que se sujetan estos materiales son de tipo triaxial en las que se reproducen esas presiones.

Otros materiales no se ven significativamente influenciados en su resistencia por esas presiones, en cuyo caso se realizan pruebas denominadas de compresión simple o sin confinar.

En cuanto a las rocas, sus características están en función, además de las mencionadas, de su naturaleza y condiciones geológicas como lo son la presencia de discontinuidades (grietas), número de familias, forma, separación, relleno, resistencia de la masa rocosa y en las cercanías de las discontinuidades, etc.

Cuando las obras son más o menos superficiales sus características se pueden conocer realizando reconocimientos superficiales y extrayendo muestras de sondeos a cielo abierto; si las obras son más profundas se pueden extraer muestras con máquinas rotatorias y si aún son más profundas se pueden utilizar los métodos llamados geofísicos, que se basa en la velocidad de propagación de ondas sísmicas, sónicas o eléctricas a través de la corteza terrestre. A medida que las obras son más profundas se tendrán más incertidumbres que serán solucionadas hasta el momento de la construcción.

Conociendo las características de los materiales que se tienen en la zona en que se construirá una vía terrestre se pueden resolver problemas y proyectar adecuadamente las obras tales como.

- Realización de cortes y terraplenes (estudio de taludes)
- Cimentación de las obras de drenaje (alcantarillas y puentes)
- Utilización de materiales para tercerías y pavimentos. Los materiales se podrán utilizar en forma natural si sus características cumplen los requisitos para lo que se va a utilizar; en caso contrario, los materiales para ser usados deberán sufrir tratamientos para hacerlos adecuados, estos tratamientos pueden ser: disgregado, cribado, trituración, estabilización y compactación.
- Así mismo, conociendo las características de los materiales, el lugar en donde se van a utilizar y la forma de utilizarlos (procedimientos de construcción) se pueden conocer el costo de las obras.

Así como es necesario conocer las características de los materiales con los que se construirán las carreteras, también es necesario conocer las cargas a que va a estar sujeta la obra o sea el tránsito o volumen de vehículos que utilizarán las carreteras.

Se debe conocer el tránsito que usará la carretera cada día y eso se hace por medio del tránsito diario promedio anual para cada año del horizonte del proyecto. La forma de conocerlo para los caminos en operación es realizando los aforos anuales y dividiendo el número de vehículos que pasan en los dos sentidos entre 365. Conociendo la tasa anual de crecimiento del tránsito, por medio de la estadística conoceremos el tránsito para cualquier año en el futuro. Sin embargo esto que más o menos es sencillo para los caminos en operación se complica un poco para los caminos que se van a construir ya que el tránsito que van a tener estas nuevas carreteras se debe deducir haciendo estudios de origen y destino para conocer el tránsito inducido a sea que esta usando otros caminos pero que se pasarán al nuevo en cuanto entre en operación; además se tendrá que calcular el tránsito generado o sea aquel que aparecerá y utilizará el nuevo camino debido al desarrollo económico de su zona de influencia; se deberá calcular el tránsito que se generará para la agricultura, ganadería, industria, turismo, etc. ambos tránsitos el inducido y el generado por el desarrollo se sumarán y se encontrará el tránsito diario promedio anual para los nuevos caminos. Además es usual que para el cálculo de los espesores para las capas del pavimento, se requiere de conocer el tipo de vehículos que pasan por las carreteras, pues el daño que provoca un automóvil es muy diferente al que provoca un trailer de 80 T. Para este cálculo de espesores del pavimento, todos los vehículos se transforman a vehículos estándar según ese daño que cada tipo provoca en la estructura vial. De esta manera, un automóvil equivale a 0.003 estándar pero un trailer de 80 T equivale a 12.

## ELEMENTOS GEOMÉTRICOS Y ESTRUCTURALES DE LAS CARRETERAS.

Los elementos geométricos y estructurales de una carretera los podemos identificar por medio de la proyección de su línea central sobre los planos horizontal y vertical y por los cortes transversales, según planos verticales, perpendiculares al centro de línea.

**El alineamiento vertical** de una carretera, es la proyección, sobre un plano vertical del desarrollo de la línea central. sus elementos son las tangentes y las curvas verticales, es el perfil del camino.

Las características de las tangentes verticales son su inclinación y su longitud. La inclinación se mide por su pendiente o sea que tanto sube un vehículo por cada 100 m de recorrido horizontal; las normas marcan que las pendientes para caminos de poco volumen de tránsito no sea mayores de 13 % en terreno montañoso escarpado y que no sean mayores a 4 % para autopistas.

La longitud de las tangentes horizontales se mide en forma horizontal y su magnitud está en función del tipo de camino y de su inclinación y no debe pasar de una longitud determinada. llamada crítica, para las fuertes inclinaciones. Cuando un camino requiere de atravesar una montaña, las tangentes tienen diversas combinaciones de la inclinación para que los vehículos no se calienten o sea que transiten sin grandes desgastes de su maquinaria.

Para pasar de una tangente vertical a otra, se colocan curvas verticales que deben cumplir con condiciones de comodidad y de buen drenaje, por lo que estas curvas son parabólicas.

El alineamiento horizontal, es la proyección de la línea central de un camino sobre un plano horizontal; es decir es la línea central de un camino vista desde arriba o desde un avión. Los elementos de este alineamiento son las tangentes y las curvas horizontales.

Las características de las tangentes horizontales con su dirección y su longitud. La dirección debe concordar en general, con la posición de las poblaciones que se van a comunicar, aunque por ejemplo, para cruzar una montaña se tienen retrocesos y en general cambios de dirección sin dejar de tener en mente la posición de nuestro origen y destino. La longitud de las tangentes como mínimo deben permitir las transiciones de ampliación del ancho del camino y de la inclinación de la corona o sobreelevación. Las tangentes horizontales no deben ser muy largas porque aburren a los conductores, les producen somnolencia y pueden ser la causa de accidentes; por lo anterior, se limita a 15 km. esta longitud máxima y cuando se tengan tangentes mayores a esa longitud, se introducirán 2 o 3 curvas horizontales continuas para romper la monotonía.

Al pasar de una tangente horizontal a otra, la inercia del proyectil pretende mantenerlo en la misma posición de la tangente anterior creándose una fuerza que tiende a sacar al vehículo del camino y se tiene lo que se llama una aceleración centrífuga; para que el paso de una tangente a otra no cause incomodidad a las personas, esta aceleración centrífuga debe cambiar en forma más o menos lenta para lo que se usan las curvas horizontales que al principio son de forma compleja llamadas espirales, hacia el centro se tienen arcos circulares y al final, nuevamente otra de tipo espiral. Lo abierto o cerrado de las curvas, también se controla y se mide con un índice llamado grado de curvatura; los caminos de bajo tránsito o modestos



permiten curvas más cerradas (grados de curvatura altos) en cambio las carreteras de primer orden deberán tener curvas poco cerradas (grados de curvatura bajos).

Las secciones transversales de un camino son cortes verticales, perpendiculares a la línea central de las carreteras y nos muestran sus elementos en esa posición, que son ( ver siguiente figura):

Corona, calzada, hombros, ceros de corte y/o terraplén, cunetas, contracunetas, inclinaciones (taludes) de corte y/o terraplén. La calzada en tangente tiene inclinación del centro hacia los lados para permitir el drenaje, esta inclinación se llama bombeo. En las curvas horizontales, para evitar que el vehículo derrape, se levanta toda la corona del lado contrario al centro de la curva con una inclinación llamada sobre elevación, que también sirve para drenar.

la sección transversal, también nos muestra la forma de la sección de construcción que puede ser en terraplén, corte o cajón o en balcón o mixta. las partes estructurales de estas secciones son. cuerpo del terraplén, capas subyacente y subrasante y pavimento compuestas por las capas. subbase, base y carpeta asfáltica para pavimentos flexibles o losas de concreto hidráulico en pavimentos rígidos.

La metodología para realizar los proyectos de una vía terrestre se divide en tres etapas:

1ª etapa.- Elección de ruta; en la que en forma general se define una franja, más o menos amplia que podrá ocupar la vía, mediante estudios que comprenden reconocimientos aéreos (en avionetas y helicópteros) y terrestres así como estudios de gabinete en planos y fotografías aérea; esta etapa quizá sea la más importante puesto que los errores que se cometan no se podrán corregir ni fácil ni económicamente, cuando ya se tenga la obra construida; la franja seleccionada en esta etapa sufrirá ajustes, principalmente en su ancho en las etapas posteriores.

2ª etapa - Anteproyecto, que consiste en los estudios de campo y gabinete para decidir en forma gráfica el proyecto definitivo de la vía.

3ª etapa - Proyecto definitivo que incluye los estudios de campo y gabinete para obtener los planos definitivos para la construcción de la obra; en esta etapa se implanta en el terreno la línea definitiva, se realiza el estudio económico de los materiales, se hace el estudio del drenaje artificial de la vía, el estudio de los pavimentos, de los puentes y de las obras auxiliares como entronques, intercambios, pasos a desnivel, etc. Se debe contar con los volúmenes de obra y el presupuesto definitivo.

## MANTENIMIENTO DE OBRAS VIALES.

Las vías terrestres se proyectan para que cuando menos estén en servicio un determinado número años a lo que se le ha llamado la vida útil de las obras u horizonte de proyecto; al estar en operación, las obras se van deteriorando y al paso del tiempo, al llegar a su horizonte de proyecto pueden tener un cierto valor de rescate que de ser posible se aprovecha para rehabilitarla, reconstruirla o ampliarla.

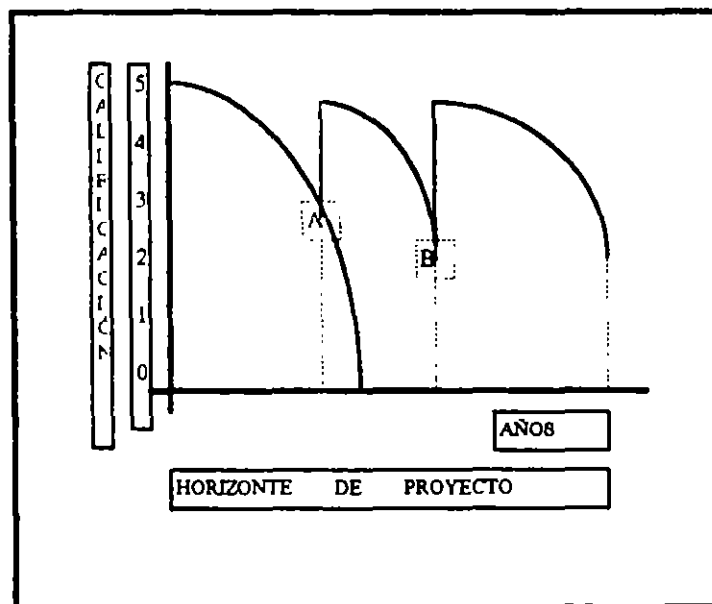
El deterioro que van teniendo las obras se va observando a través del tiempo y se les va asignando una calificación que va de 1 a 5 que se llama índice de servicio. Una obra recién construida debe tener una calificación entre 4.5. y 5. Cuando un camino de primer orden llega a un valor de 3 o a 2 uno de segundo orden, el tránsito se realiza con muchos problemas por el estado malo de la superficie de rodamiento y se dice que ha llegado a su falla funcional; si el deterioro continúa, la obra puede llegar a la falla estructural.

Para que una obra en operación no llegue a su falla funcional antes de su horizonte de proyecto es necesario que tenga un mantenimiento adecuado y si por algún motivo está cerca de esta falla, se debe programar su rehabilitación o sea una reparación de la superficie de rodamiento a fondo para elevar su índice de servicio.

Debe quedar claro que los deterioros no son las únicas causas de que un camino disminuya su operatividad si no que también el volumen de tránsito puede llegar a ser de tal magnitud que movimiento de los vehículos se vea obstaculizado y disminuya su nivel de servicio de tal manera que aunque no falle estructuralmente sea necesario la ampliación o construcción de otro cuerpo para dar cabida al creciente volumen de vehículos.

Las actividades de conservación no deben centrarse en corregir las fallas de la superficie de rodamiento si no que debe investigarse la causa que la provocó pues de otra manera la falla se volverá a presentar casi de inmediato. Se deben revisar las condiciones de drenaje superficial y subterránea o las condiciones regionales como zonas de terreno suaves o de inundación etc.

Como ya se mencionó, las actividades de conservación pueden ser: mantenimiento preventivo, rehabilitación, reconstrucción o ampliación.



En el croquis se muestra la forma en que se va deteriorando una carretera desde un índice de servicio cercano a 5 cuando empezó su operación, que va disminuyendo hasta el punto A, con un valor cercano a 3 hasta donde ha recibido un mantenimiento preventivo; en este punto, para no llegar a la falla funcional se decide rehabilitarlo, con lo que su calificación aumenta a 4.5 al paso del tiempo llega al punto B cercano a la falla funcional por lo que ahora se decide una reconstrucción con lo que recupera calificación y su deterioro será más lento.

#### FACTORES DE RIESGO EN LAS OBRAS VIALES.

Como factores de riesgo en las obras viales y los que se les debe dar la importancia que tengan están:

- \* Modificación de condiciones ambientales, principalmente las del drenaje natural, que se debe minimizar con un proyecto adecuado del drenaje artificial, que impida que la obra represe el agua o que se presenten zonas de depósito o se provoquen erosiones.
- \* Principalmente al iniciarse la operación de las carreteras se tienen fallas de talud por la presencia en sí de la obra y porque las paredes de los cortes recibieron daños que al poco tiempo tienden a resarcirse

- Las obras de drenaje, tanto alcantarillas como puentes se calculan para avenidas de retorno de 25 años las primeras y de 50 años las segundas por lo que de presentarse una avenida mayor a las de proyecto se pueden tener daños considerables en la obra y aún en las zonas cercanas, que son bastante menores en general a la zona de influencia económica, sin embargo los daños a la carretera pueden ser tales que impidan el tránsito hasta por aproximadamente 5 días, que pudiera influir en la economía.

De hecho, las obras viales tienen un riesgo bastante menor a otras obras civiles de infraestructura sobre todo si se les compara con las presas.

FEBRERO DE 1995



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

D I P L O M A D O

**"PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS"**

M O D U L O VII

ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS

21 de octubre de 1994 al 15 de septiembre de 1995

VIALIDAD INTERURBANA

Profr. Hugo S. Hass Mora  
Palacio de Minería  
1995

**T E M A**

**VIALIDAD INTERURBANA**

# GEOTECNIA APLICADA

## A LAS VIALIDADES TERRESTRES

HUGO S. HAAS  
PROP. FAC. ING. UNAM

**OBJETIVOS.** *Presentar los diversos aspectos que se deben tomar en cuenta en la actividad geotécnica en los ámbitos del proyecto, construcción y mantenimiento de las diferentes obras que integran la comunicación interurbana, de tal manera que las obras resulten seguras, económicas y duraderas.*

### INTRODUCCION.

Parece innecesario hablar de la obligatoriedad que la Geotecnia ejerce en el proyecto y construcción de las obras viales, debiendo reconocer las aportaciones que esta especialidad ha tenido en los últimos 50 años en el conocimiento de los materiales térreos, que resultaría inconveniente y antieconómico ignorarlas.

Para estimar el grado en que la Geotecnia puede ser útil, es necesario señalar que las propiedades de los suelos involucrados pueden ser tan críticas, que fácilmente se comprende que sin soluciones ingenieriles, sería imposible y arriesgado afrontar los problemas que se presenten. Pero otras veces, los suelos presentan características tan favorables que existe la tentación de proceder al margen de las normas técnicas correspondientes. No cabe duda que una de las misiones más importantes de los especialistas, será la de convencer a sus colegas menos familiarizados con esta disciplina, para su aplicación razonable ante situaciones difíciles y peligrosas. Los especialistas dedicados a las obras viales habrán de dosificar

cuidadosamente los niveles de intervención de su especialidad, para hacerlos acordes con la problemática existente en cada caso particular.

Los estudios geotécnicos que rutinariamente han de realizarse buscando niveles de información general, detectan con frecuencia casos especiales como presencia de suelos blandos, zonas inundables y de geología desfavorable con inestabilidad de laderas naturales, los cuales justifican los estudios de detalle.

Parece ser que la Geotecnia se viene aplicando a las obras viales de una manera un tanto falta de coordinación, utilizándola en actividades aisladas sin integrarla en forma general, de tal manera de aprovechar las posibilidades de retroalimentación de conocimientos que se obtienen al analizar problemas aislados, incrementando la eficiencia de la disciplina.

Hoy se aplica la Geotecnia tanto a un muro de retención, a la estabilidad de taludes, a la cimentación de puentes, a problemas de compactación o a la obtención de datos para el cálculo de curva-masa así como a otros aspectos diversos. El estudio geotécnico general, es uno de los esfuerzos en los que México ha sido pionero, en él se integra la Geología, la Mecánica de Suelos y la Mecánica de Rocas, en un intento de situar a la obra vial como un conjunto dentro de un ambiente natural, armonizando la ubicación de la obra, considerando la topografía afectada, las formaciones de suelos y rocas presentes así como la disponibilidad de los materiales existentes, se estudian los métodos de exploración y transporte de los materiales, para definir el costo de la obra por ejecutar, se dan las recomendaciones para la construcción de la obra, el tratamiento de los materiales por emplear, la detección de los problemas especiales que requieran de un estudio detallado, se puntualiza la protección de las obras ante el medio ambiente, señalando la necesidad de las obras de drenaje, subdrenaje así como de las obras complementarias de protección. En el estudio geotécnico se

contempla en conjunto la obra vial dentro de un ambiente geológico y geotécnico, como un todo que ha de preservarse durante su vida útil.

#### **LA GEOTECNIA EN LAS VIALIDADES TERRESTRES.**

En la literatura técnica de la Ingeniería Civil es frecuente encontrar numerosos ejemplos de costosas fallas, ocurridas como resultado de un comportamiento no previsto del sistema suelo-cimentación. Por otra parte, si fuera posible llevar a cabo una cuidadosa investigación de los proyectos que han sido llevados a cabo con éxito, muy probablemente se revelaría que en un importante número de casos, las estructuras han sido sobrediseñadas, lo que se traduce de hecho en una erogación adicional innecesaria.

En uno y otro caso el error cometido puede atribuirse a una inadecuada o poco confiable información que se obtuvo acerca de las características del subsuelo y las implicaciones de éstas en el proyecto.

La práctica de la Geotecnia en sí constituye una especialidad apasionante, aún cuanto difícil, que exige del especialista los conocimientos básicos y suficientes de las técnicas auxiliares de la Geotecnia, que le permitan conformar un modelo geotécnico del proyecto; por otra parte, deberá recurrirse a la ayuda de un grupo de técnicos, destacando al geólogo, fotointerpretador, geofísico, etc., los que con su participación conjunta colaboren en la investigación, acumulación y evaluación de datos, que puedan traducirse en recomendaciones prácticas.

Entre las técnicas de apoyo que intervienen en el proyecto se tiene el Proyecto Geométrico, la Ingeniería de Tránsito y otras disciplinas como la Ingeniería de Sistemas, el Diseño Estructural, la Hidrología o la Hidráulica. La concepción



de una viabilidad es por tanto el producto de un equipo multidisciplinario, siendo evidente que todas ellas están afectas por el costo que ha de pagarse para alcanzarse. Este costo no se refiere únicamente a su construcción sino también a la conservación y operación de la misma.

## DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS GEOTECNICOS.

En la figura 1 se establece un diagrama conceptual de las actividades que deben desarrollarse para la realización de un estudio geotécnico, indicando a continuación una descripción detallada de las diversas funciones.

### ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA VIAS TERRESTRES DIAGRAMA CONCEPTUAL DEL SISTEMA

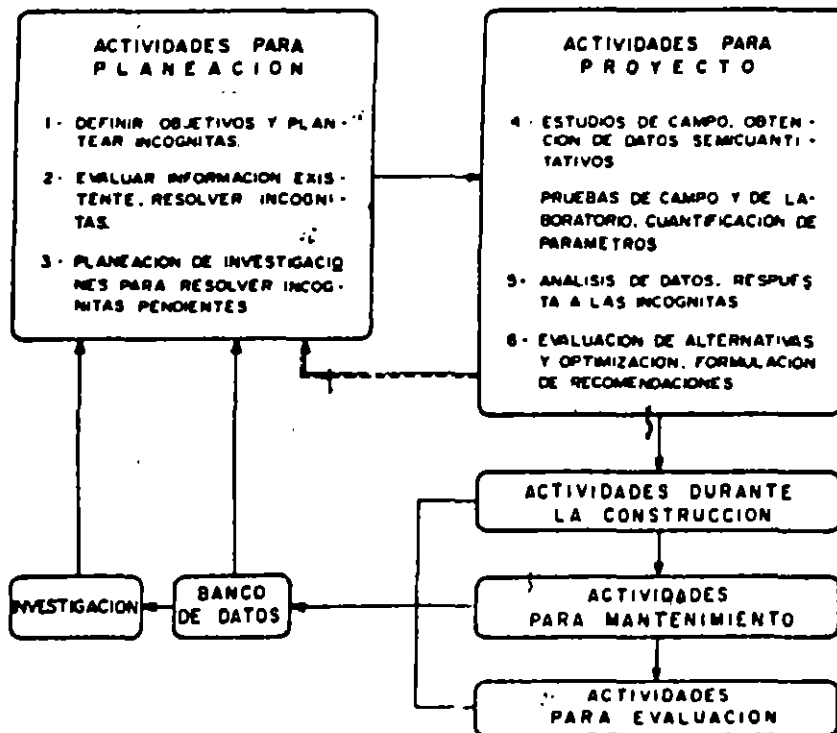


Figura 1

## **Actividades para la realización de los estudios.**

Los estudios geotécnicos pueden clasificarse en los siguientes grupos de acuerdo con su finalidad: terracerías, pavimentación, cimentación de obras menores, obras complementarias de drenaje y de tipo especial ( puentes, túneles, etc. ).

Se reunirá y evaluará la información existente del sitio en que se ubicará el proyecto, acudiendo a las fuentes de información apropiadas, una de las principales es el INEGI, en donde se pueden obtener cartas topográficas, uso de suelo, climatología, edafología así como fotografías aéreas en blanco y negro y a color; otras fuentes pueden ser las sociedades técnicas como las de Mecánica de Suelos y de Rocas; así mismo , es aconsejable reunir la información local existente.

Toda esa información es importante por dos aspectos principales: por un lado, el análisis y evaluación ayudará a tener una clara concepción de las condiciones del subsuelo, así como los problemas ingenieriles que puedan ser detectados. Por otra parte, la información obtenida resulta valiosa en la planeación, conducción e interpretación de las etapas de campo y de laboratorio.

En la siguiente etapa se llevará a cabo la planeación de las investigaciones necesarias para solucionar las incógnitas no resueltas en la etapa anterior; estas investigaciones deberán confiarse a personal experimentado y responsable. Por otra parte deberá considerarse el tiempo de ejecución.

## **Actividades para el proyecto.**

Las actividades a desarrollar pueden realizarse según las siguientes fases:

- a) Estudios de reconocimiento.
- b) Estudios para proyecto preliminar
- c) Estudios para proyecto definitivo

Los estudios de reconocimiento proporcionan la información necesaria para analizar diversas alternativas, estudios de prefactibilidad y para la planeación de la siguiente etapa. En la ejecución participará un geotecnista y un geólogo, debiendo obtener la mayor cantidad de información posible, sin recurrir a métodos exploratorios, o bien a mínima escala, se podrá incluir la eventual ejecución de investigaciones geofísicas. La información obtenida incluye el acceso al sitio, topografía, formaciones de suelos y rocas, litología, geomorfología, drenaje y subdrenaje, presencia de suelos blandos ó de problemas especiales de estabilidad. De los habitantes del lugar puede obtenerse información referente al comportamiento de corrientes superficiales de agua, acuíferos, bancos de materiales, etc. La información obtenida en esta etapa, servirá como base para la elaboración del antepresupuesto del proyecto y para el análisis de las alternativas y los estudios de prefactibilidad.

Los estudios para proyecto preliminar deben realizarse con suficiente amplitud para conocer al detalle razonable la estratigrafía del subsuelo así como sus propiedades ingenieriles para construcción, definidos en calidad y cantidad; posición del nivel de agua freática, flujo de agua subterránea y superficial; se identificarán las áreas que requieran mayor investigación, como es el caso de suelos blandos y compresibles, zonas de deslizamientos, cimentaciones de puentes, túneles, etc.

En esta fase se incluye el programa de exploración en el campo, pruebas de laboratorio y algunos análisis de Mecánica de Suelos.

La exploración de campo puede realizarse mediante

métodos directos e indirectos; en el primer caso se requiere realizar pozos, calas y sondeos y en el segundo métodos geofísicos.

El número y espaciamiento de las exploraciones será la que permita obtener la información requerida a un mínimo costo; no se pueden establecer reglas rígidas respecto a la ubicación de las exploraciones, a la experiencia y juicio del personal de campo. Como regla general puede establecerse que las exploraciones deben realizarse a espaciamientos comprendidos entre 50 y 300 m., ubicándolos de tal manera que coincidan con terraplenes y cortes a lo largo de la vialidad, en zonas de préstamo lateral para terraplenes, en los sitios en que se localizan obras menores de drenaje, etc. Las evidencias de flujo de agua, nivel freático, deslizamiento potencial, también ameritan la realización de exploraciones así como las áreas posibles de ubicación de bancos de materiales.

En cuanto a la profundidad de las exploraciones, los factores que se deberán tomar en cuenta son la magnitud y la distribución de las cargas aplicadas así como las características del terreno de cimentación. En el caso de cortes y terraplenes pequeños sin problemas especiales, puede fijarse una profundidad de 1.5 m. bajo el nivel de la subrasante. Para terraplenes sin problemas especiales, las exploraciones se extenderán hasta profundidades del orden de la mitad de la base del mismo, o bien del orden del doble de su altura; el primer criterio es el más correcto pero el segundo es el más práctico. Los sondeos se suspenderán si se encuentran estratos resistentes a menor profundidad de la prevista y profundizarse en caso de detectar suelos blandos. Los bancos de materiales deben explorarse a partir de sondeos preliminares que definan el espesor de los materiales explotables y su extensión, procediendo posteriormente a efectuar sondeos complementarios.

En el caso de cortes, la profundidad de exploración

puede ser de 2 a 3 m. bajo el piso del corte, o bién de 0.75 a una vez el ancho de la corona.

Por lo que respecta a los métodos geofísicos aplicables en las vías terrestres, los más comúnmente usados son el geosísmico de refracción sísmica y el geoléctrico de resistividad; el primero proporciona información sobre la profundidad de las formaciones rocosas, espesor de suelos granulares en bancos de materiales, posición del nivel freático y la atacabilidad del material y su uso se extiende al estudio de cortes y bancos, así como estudios preliminares de túneles y cimentación de puentes. El método de resistividad eléctrica se emplea para estimar los espesores de suelo o roca alterada que cubren el manto rocoso y posición del nivel freático, entre otros aspectos.

Para la utilización óptima de estos métodos, debe recurrirse a técnicos y especialistas para la realización e interpretación de las mediciones. la información debe complementarse con métodos de exploración directa. El método de resistividad eléctrica es un método rápido y económico y el de refracción sísmica es el más recomendable.

Las pruebas usuales de laboratorio incluirán la clasificación de los suelos mediante su plasticidad y su granulometría; se harán determinaciones de peso volumétrico en el campo y sus contenidos de agua, se efectuarán ensayos de compactación, expansión, valor relativo de soporte, etc., incluyendo las pruebas de calidad de los materiales procedentes de los bancos.

En los estudios de los proyectos definitivos, se investigarán con mayor detalle los aspectos de las etapas anteriores y sus modificaciones. En esta etapa se tendrán definidos problemas específicos como la presencia de suelos blandos, cortes en materiales inestables, cimentación de puentes,

viaductos y túneles. A continuación se presentas un listado general de las investigaciones a realizar.

- Condiciones del sitio.- Topografía, drenaje, acceso, erosión, peligro de inundación, comportamiento de agua superficial y subterránea.
- Condiciones geológicas.- Geología detallada, sismicidad.
- Condiciones del terreno de cimentación.- Estratigrafía detallada y zonificación de materiales.
- Agua subterránea.- Nivel freático, permeabilidad, flujo de agua, niveles piezométricos.
- Formaciones rocosas.- Posición y tipo de rocas, grado de intemperismo, juntas, fallas, índice de calidad de la roca, propiedades físicas y mecánicas.

Los métodos de investigación en esta fase implican la ejecución de sondeos con máquina perforadora, con obtención de muestras alteradas e inalteradas, tanto en suelos como en rocas, excavación de pozos, lumbreras y galerías, en combinación con mediciones geofísicas.

Así mismo, se requerirán pruebas de campo especializadas en suelos, como medición de resistencia, valor relativo de soporte " in situ ", pruebas de placa, etc. Para cimentación de estructuras se requerirán pruebas de permeabilidad y de resistencia in situ ". Para bancos y cortes en roca se requerirá la realización de ensayos de explotación con explosivos, velocidad de perforación, desgaste de brocas, etc.

Al final de esta etapa, se tendrán los datos que permitan valuar en forma cuantitativa los parámetros que se requieren para resolver los problemas planteados.

En la fase siguiente, se realizará la evaluación de las alternativas y su optimización, evaluando aspectos como: impacto ambiental, problemas y procedimientos constructivos, costo, mantenimiento y operación; es necesario conocer las políticas de inversiones y planeación. Con lo anterior podrán formularse las recomendaciones requeridas para la construcción del proyecto.

Las recomendaciones incluirán datos para la construcción, taludes, uso y tratamiento de materiales con sus coeficientes de variación volumétrica y clasificación para presupuesto, se incluirán recomendaciones para flujo de agua superficial y subterránea y control de erosión. Las recomendaciones para casos especiales de subdrenaje, deslizamientos, cimentaciones de estructuras mayores y túneles, será motivo de reportes especiales.

#### **Actividades durante la construcción.**

La construcción convierte en realidad las recomendaciones establecidas en el diseño y se convierte en fuente generadora de importantes informaciones para el ingeniero geotecnista.

A pesar de la profundidad y detalle con que se hayan conducido los estudios, no se puede estar a salvo de situaciones no previstas o poco usuales que requieran modificar al menos parcialmente las recomendaciones establecidas, por tanto, es importante la presencia del geotecnista, ya sea mediante visitas de supervisión en los momentos importantes de la construcción de la obra. Se verificará la estratigrafía reportada y se verificará la aplicabilidad y el cumplimiento de las recomendaciones de construcción, uso y tratamiento de materiales y equipo de construcción. Es importante que esta información forme parte de la historia de la obra, para efectos de mantenimiento y evaluación de la misma.

## **Actividades para mantenimiento y evaluación.**

Para establecer la estrategia de mantenimiento y/o rehabilitación de la obra, es necesario reunir información de diversa índole, como costos de mantenimiento y operación, comportamiento de pavimentos e información geotécnica correspondiente.

En la etapa de evaluación de la obra, es necesario contar con la información de los aspectos geotécnicos implicados, para la planeación de futuros trabajos como para la revisión y modificación en su caso de los métodos y procedimientos de diseño y construcción.

Entre los aspectos importantes que conviene evaluar se tiene los siguientes:

- Comportamiento de cortes y terraplenes
- Obras de drenaje, subdrenaje, control de erosión y vegetación.
- Comportamiento de la cimentación de estructuras mayores y menores, túneles y muros de contención.

La información será recabada por un ingeniero geotecnista, que deberá contar con los datos de diseño y los informes elaborados durante la construcción, anotando los deterioros observados, clasificados en tipo y severidad, ubicación y extensión.

## **CLASIFICACION DE CAMINOS.**

Las normas aplicables a una vialidad, dependen fundamentalmente de su carácter rural o urbano, de su función, de la intensidad del tránsito, de las condiciones topográficas o limitaciones físicas y de los tipos de vehículos que



normalmente la utilizarán. Estas variables son básicas para la clasificación de carreteras; sin embargo, para fines de planeación, proyecto, construcción, conservación y operación de una red vial, es preferible una clasificación más consistente, en la que intervenga el aspecto funcional de las vías. Bajo este contexto se propone un sistema de clasificación TECNICO FUNCIONAL con cuatro categorías:

- 1.- RED DE AUTOPISTAS
- 2.- RED TRONCAL
- 3.- RED COLECTORA
- 4.- RED ALIMENTADORA

1.- RED DE AUTOPISTAS. Conforman las carreteras de la red troncal, que sirven al transporte y a todo tipo de vehículos, proporcionando un rápido y eficiente movimiento entre regiones altamente desarrolladas o centros de población importantes y son de acceso controlado.

Las autopistas son carreteras de alta velocidad y satisfacen las demandas de transporte; su geometría permite el tránsito de todos los vehículos cuyas características estén normalizadas en los reglamentos de peso y dimensiones.

Las principales características técnicas de las autopistas se indican en la Tabla I.

2.- RED TRONCAL. En conjunto con las autopistas integran una red de rutas continuas para el transporte de personas y mercancías y deben cumplir con lo siguiente:

- a) Operar como corredores de tránsito de largo itinerario y servir con movimientos de largos recorridos ya sean estatales o interestatales.
- b) Servir a las capitales de los estados, así como a ciudades con

50,000 habitantes y comunica a la mayoría de las zonas urbanizadas con 25,000 habitantes.

- c) Proporcionar una red integrada sin conexiones que representen cuellos de botella.

Las carreteras de la red troncal admiten la circulación de todos los vehículos autorizados en el reglamento respectivo.

Las principales características técnicas de la red troncal, se resumen en la Tabla II.

3.-RED COLECTORA. Conforman una red de carreteras para comunicación regional, vinculadas con la red troncal y cuyas características permiten velocidades de recorrido relativamente altas y sus principales funciones son las siguientes:

- a) Se integra para el servicio interestatal o intermunicipal.
- b) Se ubica a intervalos consistentes con la densidad de población, de manera que todas las zonas desarrolladas de un estado, estén a distancias razonables de una carretera de la red troncal.

Las carreteras de la red secundaria, admiten la circulación de automóviles, pick-ups, autobuses y camiones así como tractores con semiremolques, proscribiéndose el tránsito de vehículos de triple eje. En la Tabla III se resumen las características técnicas de la red colectora.

4.- RED ALIMENTADORA. Conforman una red de caminos que principalmente prestan servicios dentro del ámbito municipal y con longitudes de recorrido promedio relativamente cortos, estableciendo conexión con la red colectora. Comunican a todas las poblaciones en su área de influencia y proporcionan acceso a los predios y parcelas colindantes. Sus principales

características funcionales son:

- a) Servir a los puntos más apartados de un estado, enlazando poblaciones de 100 habitantes o más.
- b) Conectar zonas parcialmente productivas de un municipio con la red secundaria.
- c) Servir para el traslado de los productos de la región y para el tránsito de maquinaria agrícola.

Las carreteras de la red alimentadora, admiten la circulación de automóviles, pick ups, autobuses convencionales y camiones unitarios de tres ejes. En la Tabla IV se resumen las principales características de la red alimentadora.

Un sistema de clasificación como el propuesto, permitiría una adecuada coordinación entre los distintos usuarios, evitaría la confusión en las normas de identificación de rutas, tan útiles para los sistemas de administración y estadística.

En esta época de apertura, todos los procesos de las actividades de nuestro país deben de realizarse de manera más ventajosa, con mayor eficiencia, menor esfuerzo y mejores resultados en lo económico y en lo relativo a competitividad, ya que es importante no olvidar que en el mundo que se va conformando, mucho del bienestar de la sociedad radica en su capacidad comercial y en saber ocupar una posición competitiva y de respeto.

Tabla 1.- Principales características técnicas de las autopistas.

CONCEPTO	UNIDAD	CARACTERISTICAS DE LA RED DE AUTOPISTAS				
TDPA En el Horizonte de Proyecto	Veh/día	Más de 3000				
TERRENO		Montañoso				
		Lomerío				
		Plano				
VELOCIDAD DE PROYECTO	Km/hr	70	80	90	100	110
DIST.DE VISIBILIDAD DE PARADA	m	95	115	135	155	175
DIST.DE VISIBILIDAD DE REBASE	m	315	360	405	450	495
GRADO MAXIMO DE CURVATURA	°	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75
PENDIENTE GOBERNADORA	%	4		3		-
PENDIENTE MAXIMA	%	6		5		4
LONG. CRITICA DE LA PENDIENTE	m	350		400		
ANCHO MINIMO DE CALZADA	m	2 x 7.0 (Cuatro Carriles)				
ANCHO MINIMO DE CORONA	m	21.00 Un Cuerpo		2 X 10.50 Cuerpos Separados		
ANCHO DE ACOTAMIENTOS	m	2.5 Exterior 0.5 Interior		2.5 Exterior 1.0 Interior		
ANCHO FAJA SEPARADORA CENTRAL	m	1.0		8.0		
BOMBEO	%	2				
SOBREELEVACION MAXIMA	%	10				
ESPACIO LIBRE VERTICAL	m	5.0 mínimo				

TABLA II.- Principales Características de las carreteras Troncales.

CONCEPTO	UNIDAD	CARACTERISTICAS DE LA RED TRONCAL					
TDPA En el Horizonte de Proyecto	Veh/día	Más de 3000					
TERRENO		Montañoso					
		Lomerío					
		Plano					
VELOCIDAD DE PROYECTO	Km/hr	60	70	80	90	100	110
DIST. DE VISIBILIDAD DE PARADA	m	75	95	115	135	155	175
DIST. DE VISIBILIDAD DE REBASE	m	270	315	360	405	450	495
GRADO MAXIMO DE CURVATURA	°	11	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75
PENDIENTE GOBERNADORA	%	4		3		-	
PENDIENTE MAXIMA	%	6		5		4	
LONG. CRITICA DE LA PENDIENTE	m	350		400			
ANCHO DE CALZADA	m	7.0 2 carriles		2 X 7.0 4 carriles		2 X 7.0 4 carriles	
ANCHO DE CORONA	m	12.0 Un cuerpo		21.0 Un cuerpo		2 X 10.5 Cuerpos Separados	
ANCHO DE ACOTAMIENTOS	m	2.5		2.5 Exterior 0.5 Interior		2.5 Exterior 1.0 Interior	
ANCHO FAJA SEPARADORA CENTRAL	m	-		1.0		8.0	
BOMBEO	%	2					
SOBREELEVACION MAXIMA	%	10					
ESPACIO LIBRE VERTICAL	m	5.0					

TABLA III.- Principales Características Técnicas de las Carreteras Colectorales.

C O N C E P T O	UNIDAD	CARACTERISTICAS DE LA RED COLECTORA													
		TRANSITO BAJO							TRANSITO INTERMEDIO						
		500 a 1500							1500 a 3000						
TERRENO Montañoso Lomerío Plano	-														
Velocidad de Proyecto	Km/h	40	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	110
Dist.de Visibilidad de Parada	m	40	55	75	95	115	135	155	55	75	95	115	135	155	175
Dist.de Visibilidad de Rebase	m	180	225	270	315	360	405	450	225	270	315	360	405	450	495
Grado Máximo de Curvatura.	°	30	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	17	11	7.5	5.5	4.25	3.25	2.75
Pendiente Gobernadora	%	6			5			-	5			4			-
Pendiente Máxima	%	8			7			5	7			6			4
Long.Crítica de la Pendiente.	m	250			275			-	275			350			-
Ancho de la Calzada.	m	7.0 dos carriles							7.0 dos carriles						
Ancho de Corona.	m	8.0							9.0						
Ancho de Acotamientos.	m	0.5 f							1.0						
Bombeo.	%	2							2						
Sobreelevación Máxima.	%	10							10						
Espacio Libre Vertical	m	4.5							4.5						

TABLA IV.- Principales Características Técnicas de las Carreteras Alimentadoras.

C O N C E P T O	UNIDAD	CARACTERISTICAS DE LA RED ALIMENTADORA													
		HASTA 100					100 a 500								
TDPA En el Horizonte de Proyecto	Veh/día														
TERRENO Montañoso Lomerío Plano															
VELOCIDAD DE PROYECTO	Km/h	30	40	50	60	70	30	40	50	60	70				
DIST. DE VISIBILIDAD DE PARADA	m	30	40	55	75	95	30	40	55	75	95				
DIST. DE VISIBILIDAD DE REBASE	m	-	-	-	-	-	135	180	225	270	315				
GRADO MAXIMO DE CURVATURA	°	60	30	17	11	7.5	60	30	17	11	7.5				
PENDIENTE GOBERNADORA	%	9			7			-	8			6			-
PENDIENTE MAXIMA	%	13			10			7	12			9			6
LONG. CRITICA DE LA PENDIENTE	m	100			175			-	125			200			-
ANCHO DE CALZADA	m	4.0 UN CARRIL					6.0 DOS CARRILES								
ANCHO DE CORONA	m	4.0					7.0								
ANCHO DE ACOTAMIENTOS	m	-					0.5								
BOMBEO	%	3					2								
SOBREELEVACION MAXIMA	%	10					10								
ESPACIO LIBRE VERTICAL	m	4.5					4.5								

**BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA:**

**Rico R. A., Del Castillo H. La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Tomo I y II.**

**Editorial Limusa. 1977. México, D.F.**

**A N E X O      1**

**EJEMPLO DE LOS TERMINOS DE REFERENCIA**

**PARA UN ESTUDIO GEOTECNICO**

## TERMINOS DE REFERENCIA

DESARROLLO: BAHIAS DE HUATULCO, OAX.

PROYECTO: PROYECTO EJECUTIVO PARA LA  
URBANIZACION DEL SECTOR M

### GUION DE TRABAJO

- 1 TOPOGRAFIA DE LAS VIALIDADES
- 2 PROYECTO DE SUBRASANTES.
3. ESTUDIO GEOTECNICO.
4. ENTRONQUES A NIVEL
5. CATALOGO DE CONCEPTOS.
6. PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION Y NOTAS GENERALES.
- 7 SISTEMA DE AGUA POTABLE
- 8 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
- 9 SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL
- 10 SEÑALAMIENTO.
- 11 ELECTRIFICACION Y ALUMBRADO
12. LINEAMIENTOS PARA LA INTEGRACION DE LA PROPUESTA ECONOMICA.
13. NOTAS COMPLEMENTARIAS PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO.



# ESTUDIO GEOTECNICO

## INSPECCION GEOTECNICA

CON EL FIN DE DETECTAR LOS DETALLES GEOTECNICOS DE LA ZONA POR DONDE SE DESARROLLARAN LAS VIALIDADES, SE EFECTUARA UN RECORRIDO DE CAMPO MEDIANTE EL CUAL SE PROGRAMARA LA EXPLORACION Y MUESTREO, SE VERIFICARAN LOS BANCOS DE MATERIALES PARA SUBRASANTE Y TERRACERIAS.

## EXPLORACION Y MUESTREO,

PARA DETERMINAR LA SECUENCIA ESTRATIGRAFICA Y LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS MATERIALES EXISTENTES A LO LARGO DEL TRAZO DE LAS VIALIDADES, SE EFECTUARAN POZOS A CIELO ABIERTO CON UNA PROFUNDIDAD DE 1.50 M. O BIEN HASTA ALCANZAR MATERIAL NO EXCAVABLE CON PICO Y PALA, LOS SONDEOS SE UBICARAN DE ACUERDO A LAS CONDICIONES GEOTECNICAS LOCALES, SIN EMBARGO, QUEDARAN DISTANCIADOS A CADA 500 M. EN PROMEDIO.

DE CADA POZO A CIELO ABIERTO, SE RECUPERARA UNA MUESTRA ALTERADA REPRESENTATIVA QUE SERVIRA PARA REALIZAR EN EL LABORATORIO LAS PRUEBAS DE CLASIFICACION, CALIDAD Y RESISTENCIA NECESARIAS PARA FORMULAR LAS RECOMENDACIONES PARA

EL USO DE TRATAMIENTO PROBABLE DE LOS MATERIALES NATURALES DEL SUBSUELO, CALIDAD DE LOS MISMOS PARA LOS DIFERENTES ESTRATOS QUE CONFORMARAN LAS TERRACERIAS, ASI COMO SUS CONSIDERACIONES GEOMETRICAS PARA EL DISEÑO DE SUBRASANTES.

## ENSAYES DE LABORATORIO.

A LAS MUESTRAS DE SUELO PROCEDENTE DE LOS POZOS REALIZADOS A LO LARGO DEL TRAZO SE LES SOMETERAN A LOS ENSAYES NECESARIOS PARA DEFINIR SU CLASIFICACION, CALIDAD Y RESISTENCIA, TALES COMO LIMITES DE PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA, CONTRACCION LINEAL, GRANULOMETRIA, HUMEDAD, PORTER STANDARD; EQUIVALENTE DE ARENA, PORTER MODIFICADA, ETC. DE LOS CUALES SE OBTENDRAN LAS RECOMENDACIONES PARA LAS TERRACERIAS ARRIBA MENCIONADAS, ASI COMO LOS COEFICIENTES DE VARIABILIDAD VOLUMETRICA Y CLASIFICACION PARA PRESUPUESTO.

## MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

SE ENTREGARA ORIGINAL Y DOS COPIAS DE LA MEMORIA DEL PROYECTO, DESCRIBIENDO EL PROCEDIMIENTO SEGUIDO DE LA ELABORACION DEL MISMO, DESTACANDO LOS ASPECTOS RELEVANTES DEL TRABAJO.

ANEXANDO LAS ESPECIFICACIONES DE FABRICACION Y COLOCACION. COMO RESULTADO DE ESTOS TRABAJOS, EL PROYECTISTA ENTREGARA:

- PLANO DE REFERENCIAS, INDICANDO ADEMAS LOS BANCOS DE NIVEL ESTABLECIDOS. (EN COPIA MADURO MAYLAR).
- LIBRETAS DE CAMPO REFERENTES AL TRAZO, NIVELACION Y SECCIONAMIENTOS DE LAS VIALIDADES.
- PLANOS DE PERFILES DIBUJADOS EN PAPEL ALBANENE MILIMETICO (RIBETEADOS EN LOS BORDES LATERALES).
- PLANOS DE SECCIONES DE CONSTRUCCION DIBUJADOS EN PAPEL ALBANENE MILIMETICO (RIBETEADOS EN LOS BORDES LATERALES).

- PLANO DE TRAZO DE C/U DE LOS ENTRONQUES.
- PLANO DE PLANTA COMPLEMENTARIA DE CONSTRUCCION POR C/ENTRONQUE.
- PLANOS DE SEÑALAMIENTO POR SECTOR.
- GENERADORES DE CANTIDADES DE OBRA.
- CATALOGO DE CONCEPTOS (BASADO EN EL SISTEMA INTEGRAL DE OBRAS).
- DATOS DE CONSTRUCCION, REFERENTES AL CALCULO DE SUBRASANTES ELEVACIONES Y ESPESORES, CALCULO DE COORDENADAS, CALCULO DE CURVA MASA.
- CARPETA CONTENIENDO EL ESTUDIO GEOTECNICO.
- EN CAMPO SE HARA LA ENTREGA FISICA DE LOS TRAZOS; REFERENCIAS, BANCOS DE NIVEL, SONDEOS, A LOS TECNICOS QUE FONATUR DESIGNE, LO CUAL SE CONSIGNARA POR MEDIO DE MINUTAS, LAS QUE FORMARAN PARTE DEL SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.

TODOS LOS PLANOS DEBERAN CONTENER DATOS DE PROYECTO, SIMBOLOGIA EMPLEADA, CANTIDADES DE OBRA Y NOTAS QUE SE CONSIDEREN NECESARIAS PARA UNA MEJOR COMPRESION DEL PROYECTO.

EL PROYECTISTA GANADOR ELABORARA UN CATALOGO CON TODOS LOS CONCEPTOS DE OBRA DEL PROYECTO DEFINITIVO INDICANDO, LA CANTIDAD Y UNIDAD EN UN FORMATO QUE SERA ENTREGADO POR FONATUR Y GRABADO EN DISKETTE FLEXIBLE DE 5 1/4".

LOS CONCEPTOS DE OBRA DEBERAN VENIR REFERIDOS AL CATALOGO GENERAL DE CONCEPTOS PROPORCIONADOS POR Y QUE CORRESPONDEN AL SISTEMA INTEGRAL DE OBRAS, INDICANDO LA CLAVE CORRESPONDIENTE Y LA DESCRIPCION PARA LOS CONCEPTOS DE OBRA QUE NO SE ENCUENTREN DENTRO DEL CATALOGO GENERAL, SE DEBERA REDACTAR EL CONCEPTO INDICANDO LA ESPECIFICACION COMPLETA CON TODOS SUS ALCANCES, SIN ANOTARLE CLAVE ALGUNA.

- A) MECANOGRAFIADO EN UN FORMATO DEFINIDO POR (HOJA DE CATALOGO DE CONCEPTOS).

B). GRABADO EN UN DISKETTE FLEXIBLE DE 5 1/4" GENERADO  
CON CUALQUIERA DE LOS SIGUIENTES PAQUETES:

LOTUS                    1-2-3D

QUATTRO                (HOJA DE CALCULO)

EN EL CASO DE QUE SE TENGA OTRO PAQUETE DE HOJA DE CALCULO,  
SE PODRAN MANDAR LOS PAQUETES YA GENERADOS EN ARCHIVO CON EL  
FIN DE QUE CON UNA SIMPLE ORDEN DE IMPRESION SE PUEDAN  
OBTENER LOS REPORTES EN FORMA IMPRESA, RESPETANDO EL FORMATO  
PROPORCIONADO POR LA INFORMACION ASI GENERADA,  
TENDRA QUE SER CON EQUIPOS COMPATIBLES CON PC-IBM.

ADICIONALMENTE A LO ANTERIOR, DEBERA ELABORARSE UN CUADERNO  
DE "NOTAS GENERALES Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION" DE CADA  
UNA DE LAS ACTIVIDADES QUE INTEGRAN EL PROYECTO.

# TERMINOS DE REFERENCIA

## PROYECTO EJECUTIVO PARA LA URBANIZACION DEL SECTOR M.

PARA FINES DE CONCURSO CONSIDERAR LO SIGUIENTE:

CONCEPTO		UNIDAD	CANT.
1.	TOPOGRAFIA (INCLUYENDO BRECHAS)		
	1) EN VIALIDADES		
1.1.1	TRAZO	KM	3.1
1.1.2	NIVELACION	KM	3.1
1.1.3	SECCIONAMIENTO:		
1.1.3A	SECCION A-A' DE 14.50 M. DE ANCHO	KM.	0.383
1.1.3B	SECCION B-B DE 23.00 M. DE ANCHO	KM.	0.362
1.1.3C	SECCION C-C DE 19.50 M. DE ANCHO	KM.	0.225
1.1.3D	SECCION D-D DE 13.00 M. DE ANCHO	KM.	0.724
1.1.3E	SECCION E-E DE 23.00 M. DE ANCHO	KM.	0.258
1.1.3F	SECCION F-F DE 13.00 M. DE ANCHO	KM.	0.168
1.1.3G	SECCION G-G DE 21.50.M DE ANCHO	KM.	0.105
1.1.3I	SECCION I-I DE 19.00 M. DE ANCHO	KM.	0.246
1.1.3H	SECCION X-X DE 23.00 M. DE ANCHO	KM.	0.509
1.1.3J	ANDADOR DE 10.00 M. DE ANCHO	KM.	0.120
<i>NOTA: Las secciones B-B y X-X están construidas en un cuerpo</i>			
2.	PROYECTO DE SUBRASANTES		
	A) EN VIALIDADES	KM.	3.1
3.	ESTUDIO GEOTECNICO	SONDEO	10.0
4.	ENTRONQUES A NIVEL DISEÑO Y CALCULO (INCLUYE BRECHAS)		
	PRIMARIOS	PZA.	2
	REPLANTEO EN CAMPO PRIMARIOS	PZA.	2

5.	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE OBRAS DE DRENAJE	PZA.	2
6.	ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE	PZA.	2
7.	RECOPIACION Y ANALISIS DE LA INFORMACION EXISTENTE (TOPOGRAFICA, AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO, ETC.)	LOTE	1
8.	RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	KM.	2.00
9.	RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO	KM.	2.00
10.	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL	KM.	1.000
11.	PROYECTO DE SEÑALAMIENTO	KM.	3.1
12.	PROYECTO DE ALUMBRADO PUBLICO (VIALIDADES)	KM.	1.50
13.	PROYECTO DE ELECTRIFICACION	KM.	2.50

**A N E X O    2**

**EJEMPLO DEL ESTUDIO GEOTECNICO**

**DE TERRACERIAS Y PAVIMENTOS PARA UNA VIALIDAD**

**ESTUDIO GOTECNICO**  
**DE TERRACERIAS Y PAVIMENTOS**  
**VIALIDAD " MIGUEL HIDALGO "**



# I N D I C E

- I. INTRODUCCION
- II. ALCANCES
- III. CARACTERISTICAS REGIONALES
  - 3.1 TOPOGRAFIA
  - 3.2 CLIMATOLOGIA
  - 3.3 GEOLOGIA
  - 3.4 DRENAJE
- IV. FORMA EN QUE SE EFECTUO EL ESTUDIO
  - 4.1 TRABAJOS DE EXPLORACION Y MUESTREO SEGUN LOS EJES DE TRAZO
  - 4.2 ENSAYES DE LABORATORIO
- V. RECOMENDACIONES GEOTECNICAS PARA LA CONSTRUCCION DE LAS TERRACERIAS
  - 5.1 NORMAS DE CONSTRUCCION
  - 5.2 OBSERVACIONES CORRESPONDIENTES A LOS DATOS DE SUELOS
- VI. PAVIMENTO
  - 6.1 INTENSIDAD DE TRANSITO Y CRITERIO DE DISEÑO
  - 6.2 PARAMETROS DE RESISTENCIA
- VII. NORMAS Y TOLERANCIAS DE CONSTRUCCION
  - 7.1 NORMAS GENERALES
  - 7.2 TOLERANCIAS

**ESTUDIO GEOECNICO DE TERRACERIAS  
VIALIDAD MIGUEL HIDALGO  
TECHERIA, ESTADO DE MEXICO**

**I. INTRODUCCION**

El Instituto del Fomento Nacional para la Vivienda de los Trabajadores [INFONAVIT], ha planeado construir la "VIALIDAD HIDALGO" -- que servirá para comunicar la Unidad Habitacional denominada ZONA SUR INFONAVIT, con la Autopista México - Querétaro.

**II. ALCANCES**

En atención a lo expuesto anteriormente se contrataron los servicios de esta compañía, encomendándosele efectuar el Estudio Geotécnico de Terracerías necesario para la construcción de dicho -- tramo, sin incluir los Bancos de Materiales para capa subrasante y estructura del pavimento, conviniéndose en recomendar el espesor de dichas capas, en base al valor relativo de soporte de las

terracerías de apoyo, así como en la experiencia regional que se tiene al haber realizado varios estudios en esta zona.

### III. CARACTERISTICAS REGIONALES

#### 3.1 TOPOGRAFIA

El terreno a lo largo del cual se desarrolla el tramo, presenta hasta el cruce con el canal "San Martín Obispo" una topografía calificada como sensiblemente plana, de ahí en adelante, se aloja en lomerío suave, exhibiendo una ligera pendiente ascendente en dirección Oriente - Poniente.

#### 3.2 CLIMATOLOGIA

El clima en la región según el Sistema Köppen - Geiger, corresponde al subtropical de altura, tipo mexicano, templado regular, presentando un régimen pluviométrico tropical con lluvias conveccionales en verano y parte de otoño, con una precipitación anual de aproximadamente 300 a 1000 mm.

La temperatura media anual es de 16°C, siendo la máxima de 18.5°C y la mínima de 12.5°C.

. . . . .

### 3.3 GEOLOGIA

Regionalmente la zona se caracteriza por la presencia de -  
tobas andesíticas o riolíticas, conocidas regionalmente co  
mo "tepetates" los cuales en su generalidad se encuentran  
cubiertos superficialmente por arcillas de baja, mediana y  
alta plasticidad, en las partes altas de la región afloran  
las rocas de origen ígneo extrusivo como son las andesitas  
y las riolitas (Rie).

### 3.4 DRENAJE

Durante el estudio de campo realizado no se detectaron zo-  
nas con problemas de subdrenaje que pudieran provocar la  
saturación de los suelos que constituyan las terracerías o  
que integren la estructura del pavimento. En cuanto al --  
agua que drena superficialmente, deberá ser captada con --  
las obras hidráulicas necesarias para que eviten su llega-  
da a las terracerías, pudiendo ser cunetas que colecten el  
agua producto de los escurrimientos y la desaljen al sis-  
tema general de drenaje.

## IV. FORMA EN QUE SE EFECTUO EL ESTUDIO

### 4.1 TRABAJOS DE EXPLORACION Y MUESTREO SEGUN LOS EJES DE TRAZO

Los trabajos de exploración del terreno de apoyo, consistieron en la ejecución de tres pozos a cielo abierto en las zonas donde no hay actualmente pavimento y dos calas de 0.50 x 0.50 x 0.50 m., en el pavimento existente. Con el objeto de complementar los trabajos de exploración directos, se efectuó un recorrido de observación en la zona.

De los sondeos y calas se obtuvieron muestras alteradas representativas de los materiales y estratos detectados, enviándose al laboratorio para su ensaye en pruebas de clasificación, calidad y resistencia.

En las tablas del Anexo No. 1, se pueden consultar los espesores de los diferentes materiales detectados a lo largo de los ejes de trazo, así como su clasificación geológica la cual se hizo atendiendo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), sus coeficientes de variación volumétrica y las observaciones referentes al uso y tratamiento a que deberán sujetarse para su empleo en las terracerías de los nuevos pavimentos por construir.

#### 4.2 ENSAYES DE LABORATORIO

A las muestras de suelos obtenidas en el campo, se les sujetó a pruebas índice de clasificación, como son: contenido natural de agua, límites de consistencia tipo Atterberg,

contracción lineal y granulometría, con los resultados obtenidos se definió su clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), modificado -- por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; asimismo, se realizaron pruebas de calidad y diseño, como son: Porter Estándar, Proctor Estándar SCT y Porter Modificada al 90%.

En el Anexo No. 2, se muestran los resultados obtenidos en laboratorio.

## V. RECOMENDACIONES GEOTECNICAS PARA LA CONSTRUCCION DE LAS TERRACERIAS

### 5.1 NORMAS DE CONSTRUCCION

5.1.1 Deberá efectuarse el desyerbe y limpieza general incluyendo los árboles que existan únicamente dentro del área comprendida por el desplante de la terracería.

5.1.2 Deberán construirse las obras de drenaje antes de la construcción de la terracería. Esto es importante para no interrumpir el funcionamiento normal del drenaje superficial. Estas obras se diseñarán de tal manera que eviten que el agua

llegue al material de terracerías, pues se provocaría su saturación y eventual falla posterior.

5.1.3 En cuanto a cortes, seguramente y en atención a la topografía del terreno, no se tendrá necesidad de ellos.

5.1.4 Los terraplenes deberán construirse por capas -- sensiblemente horizontales, compactando el material de acuerdo a lo recomendado en las normas de construcción que se incluyen en el Plano No. 1 (SECCION ESTRUCTURAL Y NORMAS DE CONSTRUCCION).

5.1.5 La capa subrasante deberá colocarse y compactarse, de acuerdo con lo recomendado en las normas de construcción que se incluyen en el Plano No. 1 (SECCION ESTRUCTURAL Y NORMAS DE CONSTRUCCION).

5.1.6 Una vez terminada la construcción de la capa subrasante, se procederá inmediatamente al tendido de la capa de base hidráulica, los riegos de impregnación y liga, así como la carpeta de concreto asfáltico con su correspondiente riego de sellado.

. . . . .

...

5.2 OBSERVACIONES CORRESPONDIENTES A  
LOS DATOS DE SUELOS

- a.- Material que por su contenido de materia orgánica, deberá despalmarse en el área de desplante de las terracerías.
- b.- Material que cumple requisitos para su empleo en cuerpo de terraplén o terreno de apoyo de la capa subrasante, compactándose al 90% de su P.V.S.M., previa eliminación de los fragmentos mayores de 7.5 cm. (3").
- c.- En cortes efectuados en este material deberá proyectarse una capa subrasante de 30 cm. de espesor, la cual se construirá con material de banco de tepetate compactándolo al 95%, previo escarificado y recompactado al 90% de su P.V.S.M. de los últimos 30 cm. del terreno descubierto.
- d.- Material que por el estado en que se encuentra y su dificultad para disgregarse en forma total, deberá eliminarse.
- e.- Material que cumple requisitos de clasificación, calidad y resistencia, para ser empleado en la nueva capa subrasante del pavimento. [Esto si lo contempla el proyecto geométrico].



## VI. PAVIMENTO

### 6.1 INTENSIDAD DE TRANSITO Y CRITERIO DE DISEÑO

El utilizar el criterio de diseño del Instituto de Ingeniería de la UNAM, involucra el definir mediante previos aforos de tránsito los tipos de vehículos que pasan y sus porcentajes, para convertirlos a ejes equivalentes de 8.2 Ton; en atención a nuestra experiencia de más de 20 años en caminos, consideramos adecuado utilizar el criterio vigente en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.).

Para fines de diseño se consideró conveniente emplear una intensidad de tránsito de 1000 a 2000 vehículos al día, - con capacidad de carga igual o superior a 3 toneladas métricas, considerados en un solo sentido.

### 6.2 PARAMETROS DE RESISTENCIA

#### 6.2.1 TERRENO NATURAL

El material del terreno natural previo despalle escarificado y recompactado al 90% de su Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.), exhibe un valor relativo de soporte de:

V.R.S. = 7.5% [Valor más conservador]

6.2.2 CAPA SUBRASANTE Y/O RELLENOS

Esta capa se construirá con material procedente de un banco de tepetate, considerando un valor relativo de soporte para una condición de compactación del 95% de su P.V.S.M. de:

V.R.S. = 15%

6.2.3 ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

La disposición y espesor de las capas que estructuran el pavimento, se muestran detalladamente en el Plano No. 1 (SECCION ESTRUCTURAL Y NORMAS DE CONSTRUCCION).

VII. NORMAS Y TOLERANCIAS DE CONSTRUCCION

7.1 NORMAS GENERALES

En el Plano No. 1 (SECCION ESTRUCTURAL Y NORMAS DE CONSTRUCCION), se enumeran las normas generales de construcción a que deberán sujetarse las obras de pavimentación correspondientes.

. . . . .

## 7.2 TOLERANCIAS

Las tolerancias de construcción que se permiten para los diferentes elementos de pavimentación ya descritos, se establecen en las Partes Segunda y Décima de las Normas de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.), edición 1981.



CAMINO VIALIDAD MIGUEL HIDALGO (ZONA DE AMPLIACION)

TRAMO ACCESO A UNIDAD ZONA SUR INFONAVIT

SUB-TRAMO KM. 0+000 AL KM. 1+270

ORIGEN KM. 0+000

KIL ETRO DESDE HASTA	ESTRATO		CLASIFICACION S.O.P.	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTES DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO			CORTE		TERRAPLEN		OBSER- VACIONES
	Nº	ESPESOR (m)			90%	95%	100%	BANDEADO	A	B	C	ALT. MAX.	TALUD	ALT. MAX.	TALUD	
0+000	1	0.65	Relleno constituido por una - arena arcillosa con poca gra- va, café oscuro, húmeda y frag- mentos chicos de andesita ais- lados, medianamente compacto.	Compactado	0.98	0.93	0.88		100	00	00				1.5:1	b, c
a																
	2	Indef.	Arcilla de mediana plastici-- dad, café oscuro, húmeda y -- firme (CL).	Compactado	1.00	0.95	0.90		100	00	00				1.5:1	b, c
0+200																
0+200	1	0.15	Arcilla de mediana plastici-- dad, con raíces, café oscuro, húmeda y firme (CL).	Despalme					100	00	00				-	a
a																
	2	Indef.	Arcilla de mediana plastici-- dad, café oscuro, húmeda y fir- me (CL).	Compactado	1.00	0.95	0.90		100	00	00				1.5:1	b, c
0+305																
0+337	1	0.40	Relleno constituido por una - arena arcillosa con gravas, - poco húmeda, medianamente com- pacta (SC).	Compactado	1.00	0.95	0.90		100	00	00				1.5:1	b, c
a																
	2	0.40	Relleno constituido por pedace- ría de tabique rojo recocido, gravas y fragmentos chicos de concreto hidráulico, empacados en una arena arcillosa, café, me- dianamente compacta (SC-Fc).	Compactado	1.05	1.00	0.95		50	50	00				1.5:1	b, c



CAMINO VIALIDAD MIGUEL HIDALGO (ZONA DE AMPLIACION)  
 TRAMO ACCESO A UNIDAD ZONA SUR INFONAVIT  
 SUB-TRAMO KM. 0+000 AL KM. 1+270  
 ORIGEN KM. 0+000

KILOMETRO DESDE HASTA	ESTRATO		CLASIFICACION S.O.P.	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTES DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO			CORTE		TERRAPLEN		OBSERVACIONES
	Nº	ESPESOR (m)			90%	95%	100%	BANDEADO	A	B	C	ALT. MAX.	TALUD	ALT. MAX.	TALUD	
a																
0+580	3	Indef.	Arcilla de mediana plasticidad, con arena, café grisáceo, húmeda y firme (CL).	Compactado	1.00	0.95	0.90		100	00	00				1.5:1	b, c
0+580	1	0.30	Relleno constituido por una arena arcillosa con gravas y fragmentos chicos aislados de andesita, café, húmeda, con pedacería de tabique rojo y poca basura de papel, vidrio y plástico, medianamente compacta (SC)	Compactado	1.05	1.00	0.95		50	50	00				1.5:1	b, c
a																
1+270	2	Indef.	Arena arcillosa, café claro, húmeda, muy compacta, (SC), conocida regionalmente como "tepetate".	Compactado	1.11	1.05	1.00		00	100	00				1.5:1	b, c



# ANALISIS DE MATERIAL PARA BASE Y SUB - BASE

OBRA VIALIDAD MIGUEL HIDALGO  
 BANCO MATERIAL DE LA BASE DEL PAVIMENTO EXISTENTE (PROF. 0.04 a 0.17 m.)  
 LOCALIZACION KM. 0 + 800 ENSAYE \_\_\_\_\_

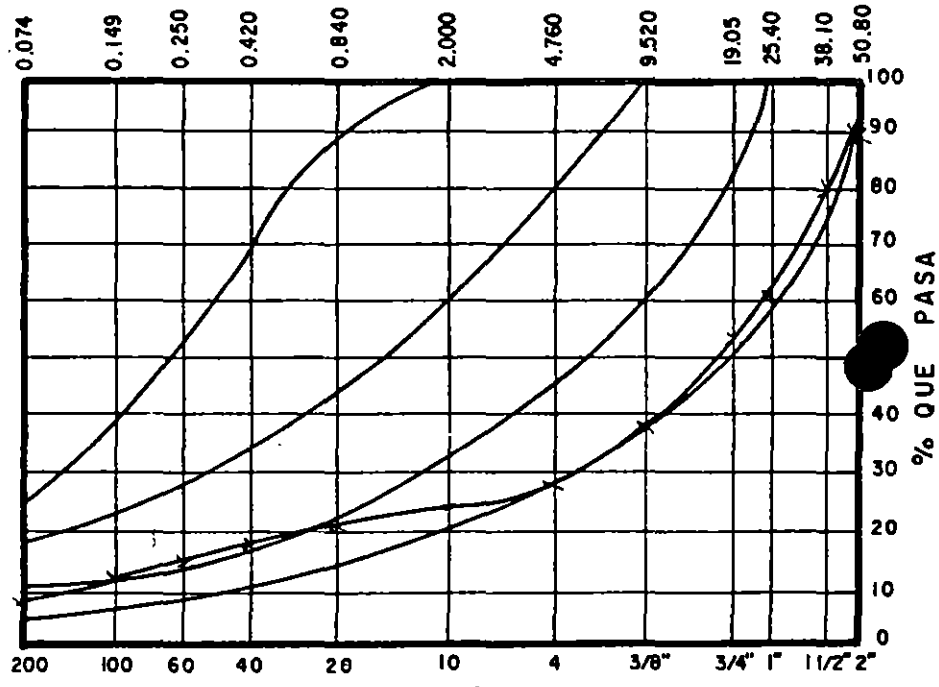
GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA

Peso volumétrico suelto  $Kg/m^3$  1502  
 Peso volumétrico máximo  $Kg/m^3$  1988  
 Peso volumétrico en el lugar  $Kg/m^3$  \_\_\_\_\_  
 Humedad óptima 12.4

% Que pasa la malla:

2"	90
1 1/2"	80
1"	61
3/4"	53
3/8"	38
No. 4	28
" 10	24
" 20	21
" 40	18
" 60	15
" 100	12
" 200	9

% Desperdicio en la muestra \_\_\_\_\_  
 Humedad del lugar % \_\_\_\_\_  
 Grado de compactación % \_\_\_\_\_  
 CBR (estándar) % 110  
 % Expansión 0.22  
 Durabilidad \_\_\_\_\_  
 Equiv. Arena % \_\_\_\_\_  
 Clasificación S.O.P. Grava bien graduada con cementante arcilloso (GW-GC)



**PRUEBAS MAT. MAYOR 3/8"**

ABSORCION \_\_\_\_\_

DENSIDAD \_\_\_\_\_

**PRUEBAS SOBRE MATERIAL QUE PASA LA MALLA Nº 40**

LIMITE LIQUIDO 31.0

LIMITE PLASTICO 16.0

INDICE PLASTICO 15.0 CONTRACCION LINEAL \_\_\_\_\_

Valor Cementante  $Kg/cm^2$  \_\_\_\_\_

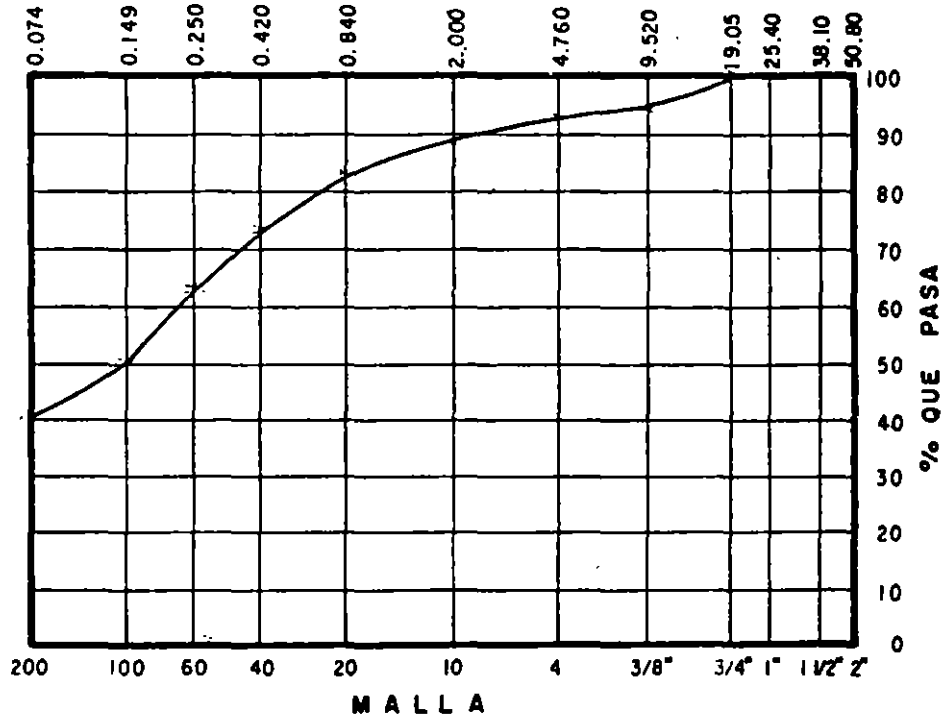
**OBSERVACIONES** Los resultados anotados corresponden al material que conforma la base actual del pavimento. Este material aunque presenta calidad para base hidráulica - granulométricamente esta fuera de especificaciones, pues exhibe tamaños de hasta 3 cm. (3").



## ANALISIS DE MATERIAL PARA SUB-RASANTE

OBRA VIALIDAD MIGUEL HIDALGO  
 BANCO MATERIAL DEL TERRENO NATURAL (PROF. 0.30 a 1.20 m.)  
 LOCALIZACION KM. 0 + 800 ENSAYE \_\_\_\_\_

Peso volumétrico suelto Kg/m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_  
 Peso volumétrico del lugar Kg/m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_  
 Peso volumétrico máximo 1770  
 Humedad del lugar 15.0  
 Humedad óptima 15.4  
 Grado de compactación \_\_\_\_\_  
 % Que pasa la malla \_\_\_\_\_  
 3" \_\_\_\_\_  
 2" \_\_\_\_\_  
 1 1/2" \_\_\_\_\_  
 1" \_\_\_\_\_  
 3/4" 100  
 3/8" 95  
 Nº 4 93  
 Nº 10 88  
 Nº 20 83  
 Nº 40 73  
 Nº 60 63  
 Nº 100 50  
 Nº 200 41



% Desperdicio en la muestra \_\_\_\_\_  
 C.B.R. estándar (%) \_\_\_\_\_  
 % Expansión \_\_\_\_\_  
 Equiv. Arena % \_\_\_\_\_  
 Clasificación S.O.P. Arena arcillosa con gravas aisladas (SC)

PRUEBAS AL MATERIAL QUE PASA MALLA Nº 40	
LIM. LIQ.	28.0
LIM. PLAST.	14.0
IND. PLAST.	14.0
CONTRAC. LIN.	

PRUEBAS PORTER MODIFICADAS		
% COMPACTACION	85 %	90 %
P. V. M. (Kg/m <sup>3</sup> )		1593
w (%)		18.4
V. R. B. (%)		8.5

**OBSERVACIONES** El material del terreno natural cumple requisitos de clasificación, calidad y resistencia para su empleo en el cuerpo de las terracerías.



## ANALISIS DE MATERIAL PARA SUB-RASANTE

OBRA VIALIDAD MIGUEL HIDALGO

BANCO MATERIAL DEL TERRENO NATURAL (PROF. 0.80 a INDEF.)

LOCALIZACION KM. 0 + 360 ENSAYE \_\_\_\_\_

Peso volumétrico suelto Kg/m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

Peso volumétrico del lugar Kg/m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_

Peso volumétrico máximo \_\_\_\_\_

Humedad del lugar \_\_\_\_\_

Humedad óptima \_\_\_\_\_

Grado de compactación \_\_\_\_\_

% Que pasa la malla \_\_\_\_\_

3" \_\_\_\_\_

2" \_\_\_\_\_

1 1/2" \_\_\_\_\_

1" \_\_\_\_\_

3/4" \_\_\_\_\_

3/8" \_\_\_\_\_

Nº 4 100

Nº 10 97

Nº 20 95

Nº 40 90

Nº 60 84

Nº 100 76

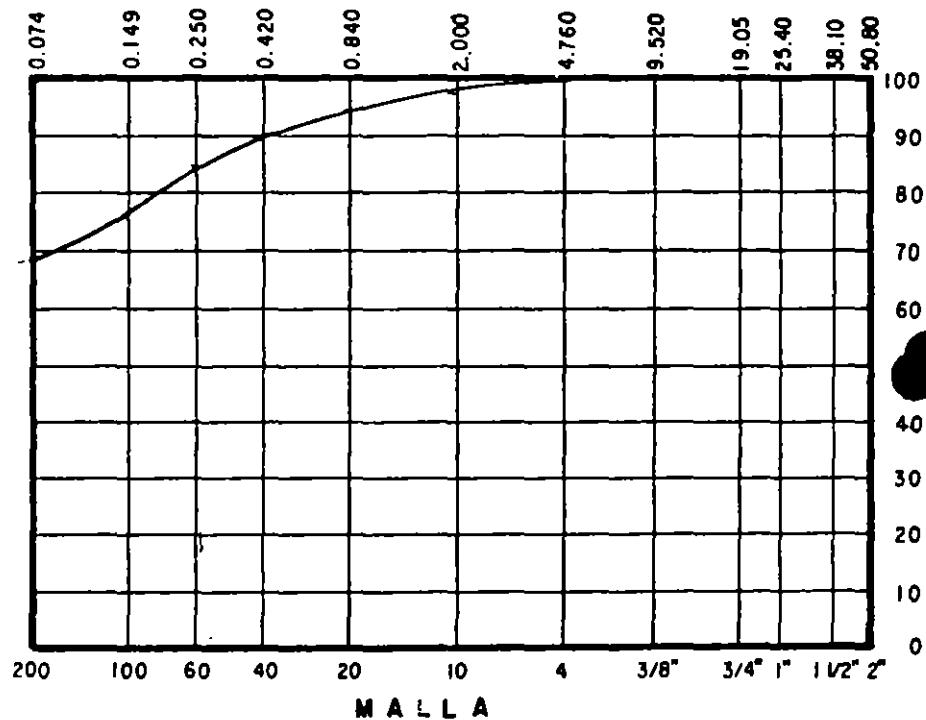
Nº 200 68

% Desperdicio en la muestra \_\_\_\_\_

C.B.R. estándar (%) \_\_\_\_\_

% Expansión \_\_\_\_\_

Equiv. Arena % \_\_\_\_\_



Clasificación S.O.P. Arcilla de mediana plasticidad con abundante arena (CL).

PRUEBAS AL MATERIAL QUE PASA MALLA Nº 40	
LIM. LIQ.	40
LIM. PLAST.	21
IND. PLAST.	19
CONTRAC. LIN.	

PRUEBAS PORTER MODIFICADAS		
% COMPACTACION	95 %	100 %
P. V. M. (Kg/m <sup>3</sup> )		
W (%)		
V. R. S. (%)		

OBSERVACIONES El material del terreno natural, cumple requisitos de clasificación para su empleo en el cuerpo de las terracerías.



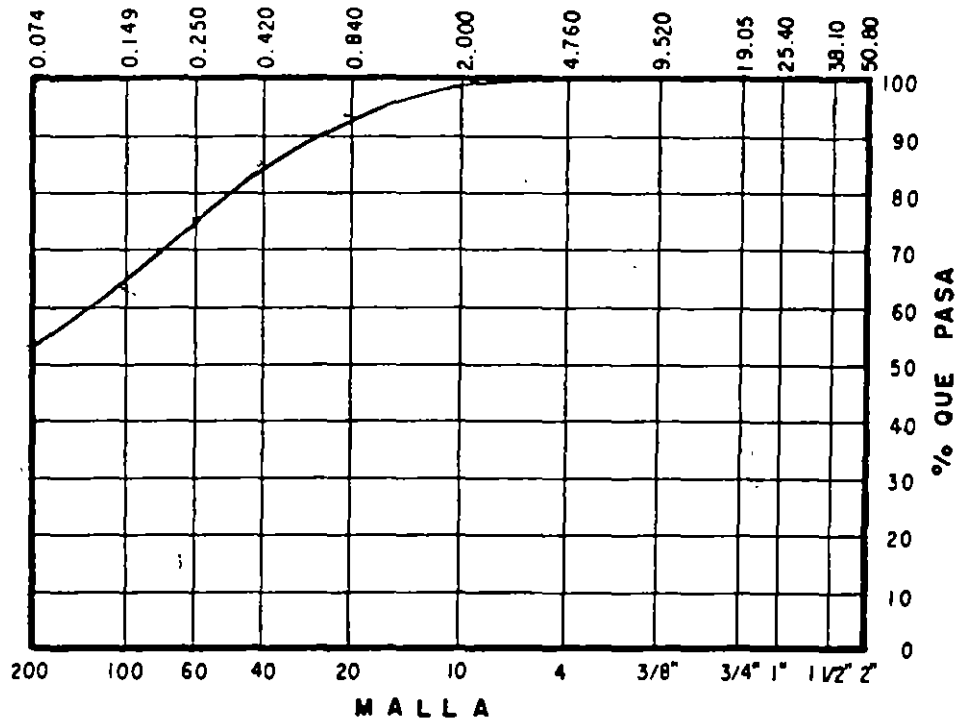


## ANALISIS DE MATERIAL PARA SUB-RASANTE

### VIALIDAD MIGUEL HIDALGO

OBRA \_\_\_\_\_  
 BANCO CAPA SUBRASANTE DEL PAVIMENTO EXISTENTE  
 LOCALIZACION KM. 0 + 200 ENSAYE \_\_\_\_\_

Peso volumétrico suelto Kg/m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_  
 Peso volumétrico del lugar Kg/m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_  
 Peso volumétrico máximo \_\_\_\_\_  
 Humedad del lugar 22  
 Humedad óptima \_\_\_\_\_  
 Grado de compactación \_\_\_\_\_  
 % Que pasa la malla \_\_\_\_\_  
 3" \_\_\_\_\_  
 2" \_\_\_\_\_  
 1 1/2" \_\_\_\_\_  
 1" \_\_\_\_\_  
 3/4" \_\_\_\_\_  
 3/8" \_\_\_\_\_  
 Nº 4 100  
 Nº 10 99  
 Nº 20 94  
 Nº 40 86  
 Nº 60 75  
 Nº 100 63  
 Nº 200 53  
 % Desperdicio en la muestra \_\_\_\_\_  
 C.B.R. estándar (%) \_\_\_\_\_  
 % Expansión \_\_\_\_\_  
 Equiv. Arena % \_\_\_\_\_



Clasificación S.O.P. Arcilla de baja y mediana plasticidad con arena (CL).

PRUEBAS AL MATERIAL QUE PASA MALLA Nº 40	
LIM. LIQ.	35
LIM. PLAST.	19
IND. PLAST.	16
CONTRAC. LIN.	

PRUEBAS PORTER MODIFICADAS		
% COMPACTACION	95 %	100 %
P. V. M. (Kg/m <sup>3</sup> )		
w ( % )		
V. R. S. ( % )		

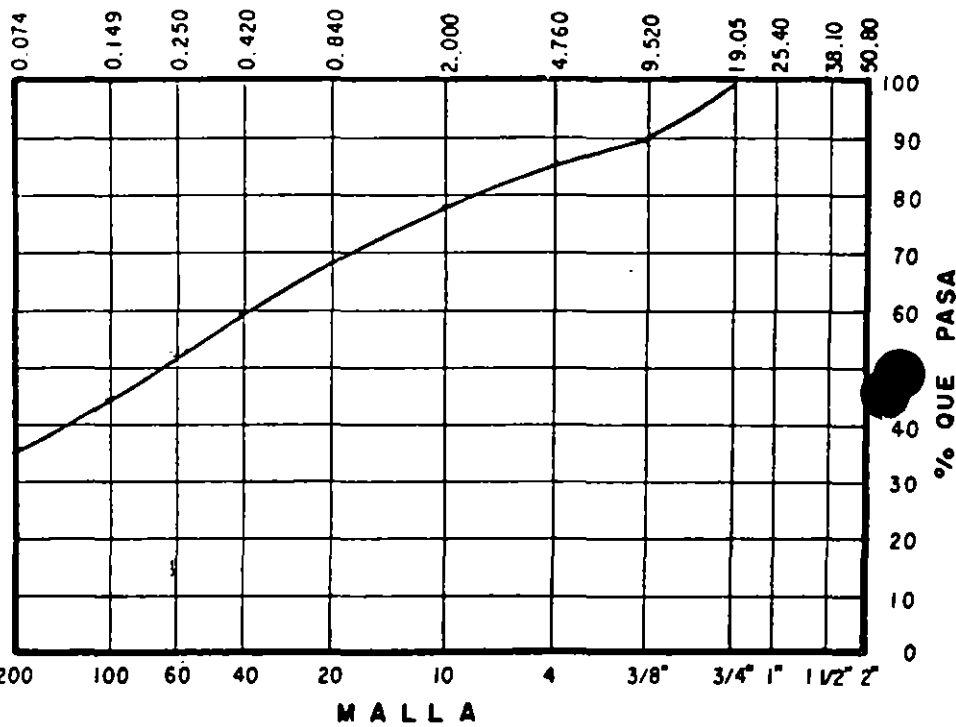
OBSERVACIONES Los resultados de clasificación anotados en este reporte corresponden al material que constituye la capa subrasante del pavimento existente.



## ANALISIS DE MATERIAL PARA SUB-RASANTE

**OBRA** VIALIDAD MIGUEL HIDALGO  
**BANCO** MATERIAL DE RELLENO SOBRE TERRENO NATURAL (Prof. 0.00-0.65 m.)  
**LOCALIZACION** KM. 0 + 140 **ENSAYE** \_\_\_\_\_

Peso volumétrico suelto Kg/m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_  
 Peso volumétrico del lugar Kg/m<sup>3</sup> \_\_\_\_\_  
 Peso volumétrico máximo 1370  
 Humedad del lugar 29  
 Humedad óptima 31.8  
 Grado de compactación \_\_\_\_\_  
 % Que pasa la malla \_\_\_\_\_  
 3" \_\_\_\_\_  
 2" \_\_\_\_\_  
 1 1/2" \_\_\_\_\_  
 1" \_\_\_\_\_  
 3/4" 100  
 3/8" 89  
 Nº 4 87  
 Nº 10 78  
 Nº 20 69  
 Nº 40 59  
 Nº 60 52  
 Nº 100 44  
 Nº 200 36



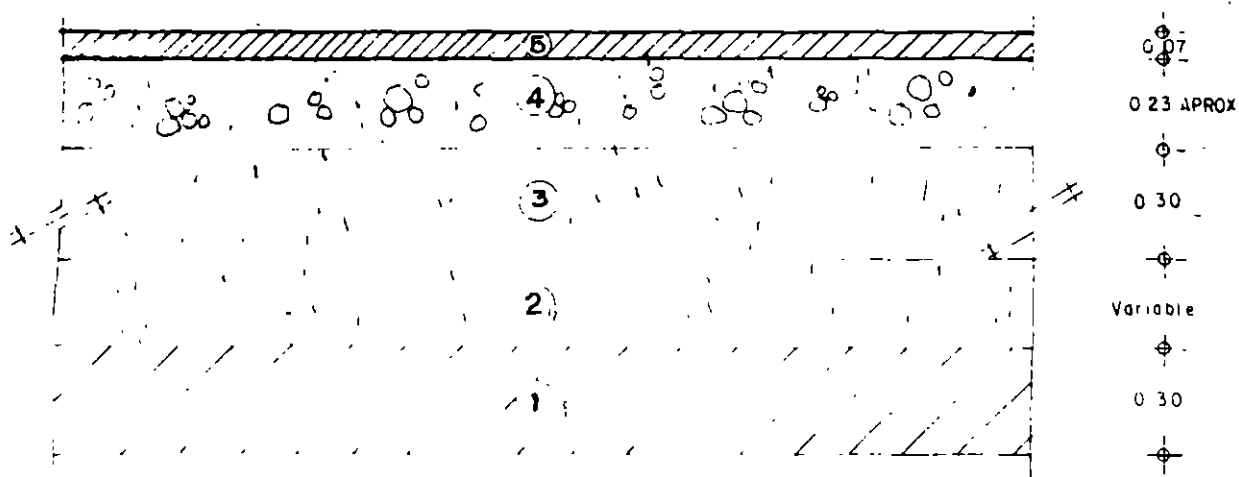
% Desperdicio en la muestra \_\_\_\_\_  
 C.B.R. estándar (%) \_\_\_\_\_  
 % Expansión \_\_\_\_\_  
 Equiv. Arena % \_\_\_\_\_  
 Clasificación S.O.P. Arena arcillosa con pocas gravas (SC)

PRUEBAS AL MATERIAL QUE PASA MALLA Nº 40	
LIM. LIQ.	56
LIM. PLAST.	30
IND. PLAST.	26
CONTRAC. LIN.	

PRUEBAS PORTER MODIFICADAS		
% COMPACTACION	88 %	90 %
P. V. M. (Kg/m <sup>3</sup> )	-	1233
w (%)	-	34.8
V. R. S. (%)	-	7.3

**OBSERVACIONES** El material del relleno cumple requisitos de clasificación y resistencia para su empleo en cuerpo de terraplén.

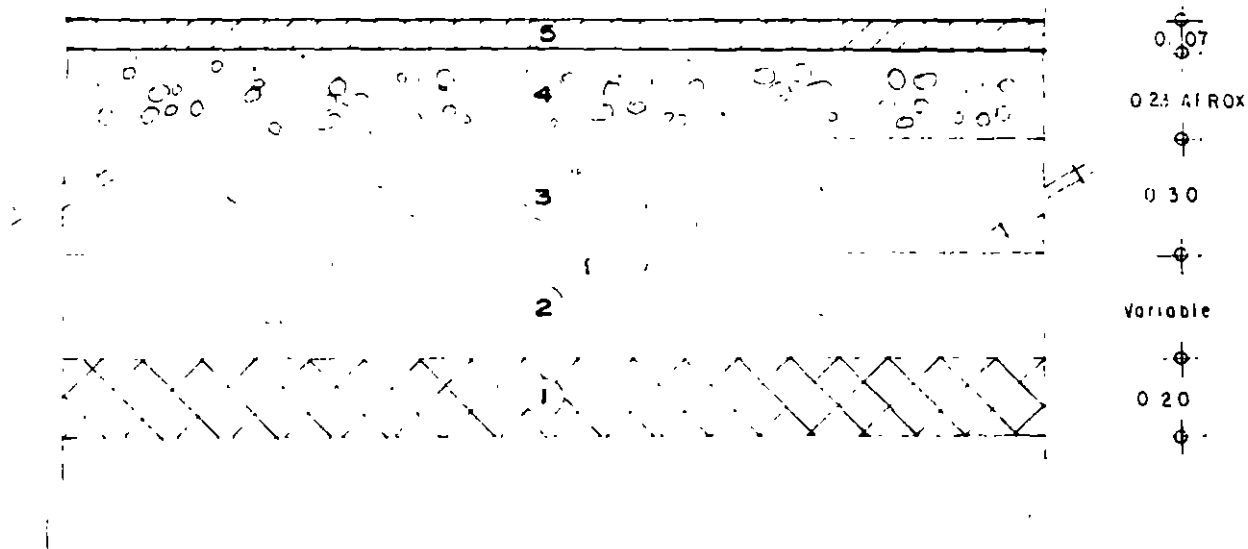
SECCION EN TRAMO PAVIMENTADO (Km 0+000 - Km 0+340)



NOMENCLATURA

- 1: Escarificado, mezclado y compactado al 90% (previa eliminación de la carpeta)
- 2: Terraplén compactado al 90%
- 3: Cepa subbase compactada al 95%
- 4: Base hidráulica compactada al 100%
- 5: Carpeta de concreto asfáltico (de planta)

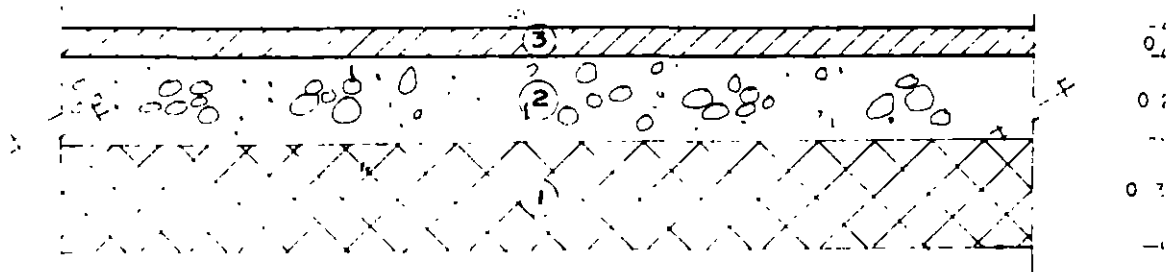
## SECCION EN AREA POR PAVIMENTAR ( Km 0+000 al Km 0+340 )



### NOMENCLATURA

- 1: Escarificado y recompactado al 90%, previo despalme del terreno natural.
- 2: Terraplén compactado al 90%
- 3: Capa subrasante compactada al 95%
- 4: Base hidráulica.
- 5: Carpeta de concreto asfáltico (de planta)

## SECCION EN TRAMOS POR PAVIMENTAR ( Km 0+340 al Km 1+240)



### NOMENCLATURA

- 1- Escarificado, mezclado y compactado al 95 % previa eliminación de carpeta existente y fragmentos mayores de 3".
- 2- Base hidráulica compactada al 100 %
- 3- Carpeta de concreto asfáltico (de planta)

## NORMAS GENERALES DE CONSTRUCCION

### A) TRAMO PAVIMENTADO ACTUALMENTE (KM. 0 + 000 AL KM. 0 + 340) - APROXIMADAMENTE -

- a.1 Se escarificará la carpeta actual en todo su espesor, eliminándose el material producto de esta operación.
- a.2 Los materiales descubiertos y que siguiendo un orden descendente constituyen la base hidráulica y capa subrasante del pavimento actual, se escarificarán en un espesor de 30 cm., se revolverán hasta lograr una mezcla homogénea de los dos materiales y se recompactarán hasta alcanzar como mínimo el 90% de su Peso Volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.).
- Esta capa servirá para apoyo de las nuevas terracerías, las cuales se construirán de acuerdo a lo consignado en los incisos b.2 y b.3 de estas normas de construcción.

### B) TRAMO POR PAVIMENTAR (KM. 0 + 000 AL KM. 0 + 340) - APROXIMADAMENTE -

#### b.1 Terreno de Apoyo

En áreas de terraplén y previamente a su tendido, deberá efectuarse la limpieza y despalle del terreno natural en un espesor mínimo de 10 cm., posteriormente se escarificarán los últimos 20 cm. del terreno descubierto, se eliminarán los fragmentos mayores de 7.5 cm. (3") y se recompactará hasta alcanzar el 90% de su peso volumétrico seco máximo.

#### b.2 Terraplenes

En su formación se utilizará material procedente de un banco de tepetate de la región, debiendo colocarse en capas con espesor máximo de 20 cm. y compactarse hasta alcanzar el 90% de su peso volumétrico seco máximo.

#### b.3 Capa Subrasante

Esta capa tendrá un espesor de 30 cm. y en su construcción se utilizará material de un banco de tepetate de la región, debiendo colocarse en dos capas y compactarse hasta alcanzar el 95% de su peso volumétrico seco máximo.

### C) TRAMO DEL KM. 0 + 340 AL KM. 1 + 240 (APROXIMADAMENTE)

#### (ZONA PAVIMENTADA Y ZONA DE AMPLIACION)

- c.1 En áreas de corte, se abrirá la caja para alojar la base hidráulica y carpeta asfáltica del pavimento, procediendo a escarificar y mezclar el material de los últimos 30 cm. descubiertos, eliminar todos los fragmentos mayores de 7.5 cm. (3"), y recompactar hasta alcanzar como mínimo el 95% de su peso volumétrico seco máximo. La capa resultante conformará la nueva capa subrasante del pavimento por construir. (Previa eliminación de la carpeta existente).

Los materiales empleados tanto en terraplenes como capa subrasante, deberán cumplir con los requisitos de calidad especificados en el inciso 2-3.5, de la Parte VIII de las Normas de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.), edición 1981.

#### D) BASE HIDRAULICA

Esta capa tendrá un espesor aproximado de 23 cm., su espesor se definirá con exactitud toda vez que se estudie el banco que servirá para estructurar la capa subrasante del pavimento por construir, tomándose para diseño el Valor Relativo de Soporte que corresponda a una condición de compactación del 95% con respecto a su Peso Volumétrico Seco Máximo, definido en prueba Proctor Estándar S.C.T. o Porter Estándar, según sea el material que se vaya a usar.

El material empleado se colocará en una sola capa y se compactará hasta alcanzar como mínimo el 100% de su P.V.S.M.

El material resultante de las mezclas indicadas, deberá cumplir con los requisitos de calidad especificadas en el inciso 3-3.6. de la Parte VIII de las Normas de Construcción S.C.T., edición 1981.

#### E) RIEGOS

##### e.1 Riego de Impregnación

Terminada la construcción de la base hidráulica se procederá a aplicar un riego de impregnación con producto asfáltico FH-1, en una proporción de 1.2 a 1.3 litros por metro cuadrado, dejando transcurrir un lapso mínimo de 24 horas antes de aplicar el riego de liga, para lograr la debida penetración del producto asfáltico en la capa de base y la consecuente pérdida de los solventes.

##### e.2 Riego de Liga

Antes de proceder a la construcción de la carpeta asfáltica, se aplicará un riego de liga utilizando producto asfáltico FR-3, a razón de 0.5 litros por metro cuadrado, aproximadamente; debiéndose dejar transcurrir un lapso mínimo de 2 a 3 horas antes de tender la carpeta asfáltica, con el objeto de que el producto asfáltico elimine la cantidad de solventes suficientes para lograr una buena liga.

Los productos asfálticos FH-1 y FR-3, deberán cumplir con los requisitos de calidad señalados en el inciso 5-2.4, tabla "C" y "B", respectivamente, correspondiente a la Parte VIII de las Normas de Construcción S.C.T., edición 1981.

## F) CARPETA ASFALTICA

La carpeta de concreto asfáltico deberá elaborarse mediante el sistema de mezcla en planta, empleando materiales pétreos del Banco denominado "PLANTA DEL D.D.F.", o bien, del Banco "PLANTA TRIBASA". Debiéndose utilizar en la fabricación de la mezcla cemento cemento asfáltico No. 6, en una proporción aproximada de 90 a 100 Kg/m<sup>3</sup> de material pétreo, seco y suelto.

Los materiales pétreos y productos asfálticos deberán cumplir respectivamente con los requisitos de calidad especificados en los incisos 4-3.2 y 5-2.4 Tabla "A", de la Parte VIII de las Normas de Construcción S.C.T., edición 1981.

La mezcla asfáltica se compactará hasta alcanzar el 95% con respecto al peso volumétrico obtenido mediante la Prueba Marshall de proyecto, elaborando especímenes compactados con 75 golpes por cara y que cumplan con los siguientes requisitos:

- Estabilidad	700 Kg. (mínimo)
- Flujo	2 a 4 mm.
- Porcentaje de vacíos	3 a 5 %
- Porcentaje de huecos ocupados por el asfalto	75 a 82%

## NOTAS GENERALES

1a.- Los pesos volumétricos secos máximos para control de compactación, deberán determinarse mediante la Prueba Proctor Estándar S.C.T. en el caso de material de capa subrasante y terreno natural, y para el material de la base hidráulica, mediante la Prueba Porter Estándar, los valores correspondientes se pueden consultar y comparar en los registros de laboratorio consignados en el Anexo No. 2 del estudio.

2a.- En ningún caso el lapso entre la terminación de la mezcla asfáltica y su tendido, deberá exceder de 12 horas. La compactación se hará usando preferentemente rodillos lisos tipo tandem, con pesos de 7 a 11 ton.; así como compactadores neumáticos con pesos de 4 a 7 ton.

La compactación se hará planchando dos veces la superficie con los rodillos lisos, para posteriormente alcanzar el grado de compactación fijado en el proyecto, usando rodillos neumáticos.



**T E M A**

**VIALIDAD INTERURBANA**

# FACTORES DE RIESGO EN EL DISEÑO DE LAS VIALIDADES

HUGO S. HAAS

PROF. FAC. ING. UNAM

*OBJETIVOS. Se comentan los factores de riesgo que se deben tomar en cuenta para el diseño de vialidades, mencionando algunos problemas relacionados con la estabilidad de masas rocosas así como en la estructuración de pavimentos, haciendo especial referencia al control de calidad y a las necesidades de investigación.*

## INTRODUCCION.

Un aspecto importante que tiene que presidir la acción del equipo interdisciplinario es el concepto de RIESGO, que representa de alguna manera la posibilidad de falla, deterioro o descenso del nivel de servicio que se acepte en las diferentes etapas de desarrollo de una vialidad. Es natural que cada especialista procure que los riesgos sean mínimos en la parte que le toque desempeñar y de la que se siente particularmente responsable dentro del conjunto. Evidentemente este criterio de riesgo mínimo en cualquier caso conduce a costo excesivo y a obras frecuentemente sobrediseñadas. En una vialidad el riesgo debe ser muy variable y dosificado en cada una de sus partes y no debe permitirse que consideraciones de costo y menos aún, de preminencia disciplinaria influyan en tal dosificación. Quizá pueda decirse que una razonable distribución de los riesgos aceptados sea el elemento final que viene a definir la calidad del proyecto.

A veces los problemas de estabilidad se resuelven con idénticos criterios de seguridad, sin distinguir los diferentes problemas que pueden generarse por la falla o el deterioro de un talud en particular, que van desde verdaderas tragedias hasta

caídos sin importancia. Es también frecuente ver aplicados los mismos criterios en caminos, ferrocarriles o aeropistas o a vialidades de muy diversa importancia. El ejemplo de homogeneizar el riesgo aceptado en las secciones estructurales de una carretera es clásico; de hecho, suele aceptarse un riesgo mayor en las capas inferiores que en las superiores, con la consecuencia de que los procesos de modernización que la propia vía suele exigir no pueden llevarse a cabo sin recurrir a verdaderas reconstrucciones integrales que afectan a toda la sección estructural. Sin duda, un criterio sano es aceptar un mayor riesgo en las capas superiores que en las terracerías y subrasantes, pues así los pavimentos pueden reforzarse en forma sencilla y económica.

Al analizar el riesgo, ha de tenerse en cuenta como varía en cada caso la o las causas que producen el deterioro o la falla, pues estas son también múltiples.

Si la optimización del transporte es el máximo objetivo de una vialidad, ello debe reflejarse en el manejo de la aceptación de riesgos en forma igualmente preponderante. Aquellas carreteras que se integren a los grandes corredores que mueven la carga de la nación deben ser de calidad y durabilidad máximas.

Las vías terrestres suelen exigir inversiones que no quedan a la zaga respecto a las requeridas para otras obras de construcción pesada; tampoco puede aceptarse que la importancia de una red de transporte sea menor que la de cualquier otro sistema ingenieril.

Actualmente el ingeniero geotecnista se ha acostumbrado a trabajar con mejores niveles de información, de manera que sus decisiones suelen estar sustentadas en un buen conocimiento de las diferentes situaciones que se presentan a lo largo de una vía terrestre. No es posible, como política general, aspirar, por ejemplo, a diseñar cada corte o terraplén siguiendo los cánones

que la Geotecnia actual señala. Por otro lado, la heterogeneidad de las secciones con que se trabaja así como la variedad de materiales que se encuentran no permiten aplicar los métodos de diseño disponibles.

En las vías terrestres se presentan situaciones especiales en donde se requiere de niveles de información más altos. Este es el caso de estudios para corregir zonas de falla o de deterioro acelerado e imprevisto, terraplenes altos, cortes especiales, suelos blandos o compresibles, taludes inestables, problemas de voladuras, etc. Muchos de estos casos han producido estudios geotécnicos de gran envergadura.

En todos los trabajos relacionados con los estudios para anteproyecto y proyecto son especialmente útiles los métodos de exploración a bajo costo, el estudio de cartas geológicas, la fotointerpretación así como los métodos geofísicos.

El hábito de trabajar con poca información y mucha atención en el criterio personal, ha fomentado en el especialista una cierta costumbre de resolver sus problemas con confianza excesiva, descuidando la investigación de la naturaleza y de sus modos de acción, por lo que éste debe estar en guardia contra esa actitud para establecer un equilibrio adecuado entre el estudio detallado y el criterio personal.

#### **PROBLEMAS RELACIONADOS CON ESTABILIDAD DE MASAS DE TIERRA.**

Una función primordial del especialista en vías terrestres es atender la estabilidad de las masas de tierra que puedan afectar la vialidad. La detección de estos problemas conduce en ocasiones a situaciones de solución muy difícil y a alto costo. La mayoría de estos problemas hubieran podido resolverse cambiando la ruta a un costo nulo. La posibilidad de desestabilizar una ladera natural debe tenerse siempre en cuenta y puede ocurrir por la colocación de algún terraplén, por la

realización de un corte o la modificación de las condiciones de drenaje; en cualquiera de estos casos se puede contemplar el cambio de trazo cuando se advierte oportunamente. En las laderas rocosas, la desestabilización puede ocurrir por un manejo inmoderado de explosivos.

Los cortes o terraplenes pueden ser otra fuente de problemas de inestabilidad, pues puede estar asociado con el efecto de flujo de agua subterránea, siendo conveniente mencionar que en el diseño rutinario no suele considerarse este efecto. Lo anterior conduce a un cierto número de fallas, que afortunadamente ocurren por lo general durante el período de construcción, aunque otras están relacionadas con la época de lluvias. Este criterio requiere revisarse, pues en algunos casos es función de la importancia de la vialidad y de las consecuencias socioeconómicas causadas por la interrupción de la misma.

Es común que durante el período constructivo el ingeniero revise las normas del proyecto referentes a inclinación de cortes y terraplenes y en ocasiones recomendar su abatimiento. Frecuentemente esta recomendación se da sin investigar las repercusiones en costo de la corrección, ignorando algunos otros métodos disponibles para su solución.

#### **PROBLEMAS RELACIONADOS CON LOS PAVIMENTOS.**

Este es uno de los más grandes problemas que más preocupan al geotecnista, pues la red carretera nacional es del orden de 250,000 km, de los cuales aproximadamente el 50 % corresponde a carreteras de especificaciones relativamente altas y pavimentadas con asfalto. Prácticamente no se han construido carreteras con concreto hidráulico.

La mayor parte de esta red ha sido construida en los últimos 70 años, cuando las condiciones de la vida industrial y

comercial de la nación eran distintas a las actuales.

Como consecuencia del incremento de las cargas autorizadas así como del número de vehículos circulantes, el país se enfrenta a la necesidad de modernizar y reforzar la fracción de la red carretera muy transitada, ya que estas se construyeron para condiciones muy diferentes a las de hoy día y con especificaciones correspondientes a otras épocas, esta modernización y reforzamiento equivale en ocasiones a verdaderas reconstrucciones. Desde luego, esto enfrenta a las instituciones responsables a un cambio importante en las especificaciones de construcción, especialmente en lo referente a la calidad de los materiales por emplear.

El geotecnista debe considerar algunos aspectos generales, como puede ser la presencia del enemigo tradicional de la vialidad que es el agua así como la del tránsito.

En el pasado, los proyectistas tendían a aceptar los materiales mas riesgosos en las capas inferiores de los pavimentos, reforzando las últimas capas, quizás en los 20 o 40 cm. abajo de las llantas. Esta consideración de riesgo debe cambiar en algunos casos de caminos importantes , debiendo extremar la seguridad en las capas de basamento, y si algún riesgo puede ser aceptado, éste deberá estar ligado a las capas superiores, en donde el deterioro es fácilmente detectable.

Al hablar de estudios geotécnicos para vialidades, conviene enfatizar los casos extremos correspondientes a las más transitadas y a las más modestas.

Para tránsitos elevados con más de 30,000 vehículos por día, ya no es posible utilizar secciones estructurales tradicionales, debiendo hacer uso cada vez más de capas estabilizadas con cal, cemento, asfalto, etc.

En los casos de vialidades más modestas, estas pueden protegerse utilizando criterios de menor costo, ya que las especificaciones son más flexibles.

#### **CONTROL DE CALIDAD.**

El control de calidad se pudiera concebir como el conjunto de actividades que tiene por objeto señalar los defectos de lo que se hace, para distinguir lo que puede ser pagado de lo que ha de ser reclamado. Esta visión parece ser incompleta, pues ésta actividad debe preverse desde el proyecto así como en el calendario de construcción, cuyo objetivo es poner de manifiesto las deficiencias del proyecto o de los métodos constructivos para corregirlo en beneficio de la obra.

#### **NECESIDADES DE INVESTIGACION.**

La realización de una vía terrestre implica una buena cantidad de requerimientos de investigación específica. Esto es debido a que una gran tecnología disponible es de origen experimental, que deberán ser verificadas en cada caso específico.

En algunas regiones del país, existen materiales a los que ha de recurrirse muchas veces, que conviene estudiar detalladamente para definir sus comportamientos ante diversos usos.

Todos estos factores inducen a la necesidad de realizar investigaciones, ya que México se encuentra en una etapa de transición de una nación rural a moderna, densamente poblada y con una gran actividad comercial.

#### **COMENTARIOS.**

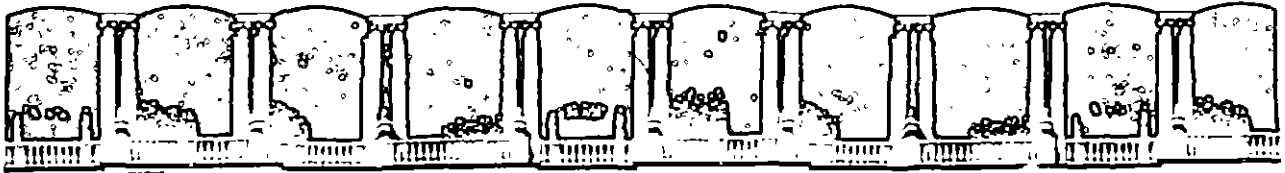
Debe hacerse énfasis que en términos generales, una

obra vial debe construirse en lo que se refiere a cortes y terraplenes con factores de seguridad relativamente bajos, ya que conducen a un enorme ahorro de dinero, aunque sea a costa de un cierto número de fallas, que ocurrirán mayormente durante el período constructivo, al respecto A. Casagrande ha dicho que una carretera en la cual no ocurre ninguna falla de estabilidad de taludes, es una obra sobrediseñada, en la que se ha gastado dinero de más.

Debe tenerse en cuenta que la previsión de fallas en cualquier caso resulta más limpia y económica que su corrección; no excluye los casos en que al balancear diversas rutas tentativas se encuentre conveniente adoptar aquella en la que se sepa habrá problemas de estabilidad; naturalmente que en este caso es imprescindible una buena valuación con la ayuda de la Geología, la Mecánica de Suelos y la de Rocas.

La evolución de las técnicas actuales, han hecho que hoy se disponga de soluciones económicas apropiadas para casi cualquier caso particular con resultados satisfactorios. Ya no se justifica el tratamiento de los problemas al margen de la opinión de los especialistas.





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

D I P L O M A D O

**"PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS"**

M O D U L O VII

ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS

21 de octubre de 1994 al 15 de septiembre de 1995.

VIALIDAD URBANA

GEOTECNIA APLICADA A LAS VIALIDADES

Profr. Hector Sangines García

Palacio de Minería

1995

**TEMA**  
**VIALIDAD URBANA**  
**GEOTECNIA APLICADA A LAS VIALIDADES**

**VIALIDAD URBANA  
GEOTECNIA APLICADA A LAS VIALIDADES**

HECTOR SANGINES GARCIA  
PROF. FAC. ING. UNAM

**OBJETIVOS:**

Presentar los diversos aspectos que se deben tomar en cuenta para el diseño de vialidades urbanas así como sus obras complementarias, mencionando los estudios técnicos necesarios para llevar a buen término los proyectos, así como el contenido que deben poseer los informes correspondientes, incluyendo un caso práctico.

**INTRODUCCION**

No cabe duda que la actividad tecnológica ejercida por los diferentes especialistas tiene una gran cantidad de factores comunes que llevan a pensar con frecuencia que, todas las especialidades de la ingeniería o todos los ingenieros de una misma especialidad que trabajen en áreas diferentes, hacen en última instancia lo mismo.

Se contemplará al ingeniero como un físico aplicado, cuya labor consiste en aprovechar las diferentes formas de la energía.

Cuando se contempla la actividad ingenieril de esta manera, es fácil ver que las formas de energía que la Física actual conoce y enseña a manejar son relativamente pocas, por lo que en rigor todos los ingenieros han de moverse dentro de un estrecho campo.

El desarrollo de la Ingeniería Geotécnica aplicada a las obras viales es muy antiguo, sin que pueda precisarse claramente el momento en que esta disciplina comenzó a jugar un papel importante.

La preocupación de los ingenieros por las disciplinas geotécnicas apareció seriamente en la década de los cuarentas, si bien al principio, en forma parcial. Posteriormente en la década de los cincuentas, se desarrolló en algunas dependencias de gobierno y principalmente de estudios geotécnicos para obras hidráulicas y de vías terrestres, de las que México fue un pionero mundial.

Mediante ellos el proyecto y la construcción de estas reciben un pleno apoyo geotécnico desde etapas tan tempranas como la

localización y el anteproyecto, analizándose con cuidado los problemas de estabilidad de taludes, de los bancos de materiales,, de coeficientes de variación volumétrica y de movimiento de tierras así como el tratamiento de zonas especiales, tales como las pantanosas o las de terreno blando.

El papel de la Geotecnia en el proyecto y construcción de obras se ha venido robusteciendo con importantes mejoras en procedimientos de trabajo, equipos de laboratorio y un gran número de profesionales dedicados a la especialidad.

#### **DEFINICIÓN DE ALGUNOS TÉRMINOS GEOTÉCNICOS.**

<b>Acarreos.</b>	Trasporte de materiales requeridos para la construcción de vialidades.
<b>Base y sub-base.</b>	Capas sucesivas de materiales seleccionados que se construyan sobre la subrasante de caminos, patios o plataformas, cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitidas a las terracerías.
<b>Carpetas asfálticas.</b>	Se construyen a base de riegos de materiales asfálticos cubiertos con materiales pétreos.
<b>Cimentación.</b>	Parte de una estructura cuya función es transmitir directamente al terreno las fuerzas externas que actúan en él.
<b>Compactación.</b>	Incremento artificial del peso volumétrico de un suelo por medios mecánicos.
<b>Consolidación.</b>	Proceso de disminución del volumen de un suelo en un lapso determinado provocado por un aumento de las cargas sobre el suelo.
<b>Cortes.</b>	Excavaciones a cielo abierto en el terreno natural
<b>Desmante.</b>	Eliminación de vegetación existente en el derecho de vía
<b>Estructura.</b>	Elemento resistente que forma el armazón o esqueleto de una construcción

<b>Estratigrafía.</b>	Disposición de los diferentes estratos que integran el subsuelo.
<b>Geotecnia.</b>	Rama de la ingeniería Civil que integra los conocimientos de la Geología, de Mecánica de suelos, y de la Mecánica de Rocas.
<b>Muros.</b>	Elementos constructivos verticales que sirven para dividir espacios y/o transmitir cargas.
<b>Mecánica de suelos.</b>	Rama de la Ingeniería que estudia el comportamiento físico, cualitativo y cuantitativo de los suelos por medio de sus características índices, de sus propiedades hidráulicas y mecánicas, como son: deformación, compresibilidad y resistencia al esfuerzo cortante.
<b>Mecánica de Rocas.</b>	Es la ciencia teórica aplicada que trata del comportamiento mecánico de las rocas ante campos de fuerza de su entorno físico.
<b>Pavimento.</b>	Capa o conjunto de capas comprendida entre la subrasante y la superficie de rodamiento de una obra vial, cuya finalidad es proporcionar una superficie de rodamiento uniforme.
<b>Préstamo.</b>	Excavación realizada en un lugar prefijado para obtener materiales para la construcción de las obras viales, pueden ser laterales o de banco.
<b>Roca.</b>	Conjunto de minerales cementados.
<b>Revestimiento.</b>	Capas de materiales que se tienden sobre las terracerías de las vialidades, a fin de servir como superficies de rodamiento.
<b>Subrasante.</b>	Superficie de una terracería terminada
<b>Sección estructural.</b>	La constituida por el terreno natural, cuerpo de terraplén, capa subrasante y diversas capas que constituyen el pavimento.

**Terraplén.**

Estructura construida con materiales producto de corte o de préstamos.

## **LOS ESTUDIOS GEOTECNICOS EN LAS OBRAS VIALES**

En la actualidad, existen diversos tipos de proyectos y estudios para la construcción de una obra civil, y los métodos empleados en ellos varían mucho. Por esta razón, es importante clasificar cada proyecto, y resolver qué métodos serán los más adecuados y económicos en cuanto a tiempo y dinero.

Los estudios geológicos son una labor altamente provechosa, ya que permiten bajar costos de construcción y de conservación. Estos estudios también permiten mejorar notablemente la calidad técnica de los trabajos en las fases de planeación y de proyecto.

Es menester mencionar que en el diseño y construcción de una obra intervienen las principales ramas de la ingeniería civil.

En muchos proyectos de ingeniería civil, es frecuente encontrar zonas en las que se deduce --de acuerdo con la geología del terreno--, que existen condiciones desfavorables para la construcción, lo cual crea problemas graves y costosos. Este tipo de problemas pueden obligar a un cambio de proyecto, a una variación de las especificaciones, o a utilizar procedimientos constructivos especiales.

En la actualidad, probablemente no existe ninguna rama de la ingeniería civil en donde las contribuciones potenciales de la geología sean más apreciadas que en el diseño y construcción de caminos.

### **ANTEPROYECTO.**

Una vez que se decide realizar el estudio para la construcción de una obra vial, se inicia la etapa de planeación, en la cual se debe recopilar información de diversos tipos.

Los métodos constructivos, pertenecen al dominio de la ingeniería civil. Sin embargo, los estudios geológicos son de gran ayuda para lograr la optimización de estos métodos. Por ejemplo, en la colocación de las terracerías, se requiere un riguroso control sobre la compactación de las capas. Aquí, el estudio geológico preliminar ayuda a sugerir la uniformidad que se espera de los materiales en los depósitos naturales.

Así pues, los objetivos de un estudio geológico se deben definir con toda claridad. Los métodos a utilizar deben elegirse de tal manera que se puedan lograr dichos objetivos sin esfuerzos innecesarios. La experiencia indica que el ingeniero civil que no cuenta con suficiente información geológica, llega a incurrir en serios y costosos errores.

Se llama estudio geotécnico al que se realiza a partir de la información geológica, pero añadiendo la experiencia de los ingenieros en mecánica de suelos y rocas. Este estudio permite prever para las obras que se van a construir: costos, ubicación, estabilidad y posibles problemas.

Se programa un reconocimiento preliminar. El objetivo de ésta se centra en obtener la geología regional y local del área en estudio, buscando detectar los posibles problemas geológicos a los que se debe dar solución por medio de estudios más detallados.

Posteriormente, se realiza una visita preliminar, debido a que esto permite determinar si el sitio o los sitios a investigar, reúnen las condiciones necesarias.

La exploración superficial es casi siempre el primer método a utilizar, no sólo porque es el más inmediato y económico, sino porque es recomendable realizarlo en la primera etapa de los trabajos, con el objeto de definir el panorama geológico general de la región que se está estudiando.

El objetivo de los estudios geológicos, consiste en definir la geología regional y local del área de estudio. En esta etapa, se deben determinar los afloramientos de rocas, su clasificación y posible génesis, la estratigrafía, los tipos de estructuras, el grado de intemperización y de metamorfismo, las zonas sísmicas y volcánicas y la geomorfología del lugar. También, se deben señalar los posibles problemas que se pueden presentar con las rocas cuando se intente su explotación y los procedimientos de construcción que son adecuados para cada tipo de material.

Además de lo anterior, se debe investigar el posible aprovechamiento de las rocas y suelos como materiales para la construcción. Se deben señalar los bancos que se pueden utilizar para cada una de las fases de la construcción, así como las vías de acceso a ellos y la manera de explotarlos.

Finalmente, se puede decir, que los productos de la etapa de anteproyecto del estudio geológico, deben ser los siguientes:

- Anteproyecto del trazo en planos.
- Delimitación de la obra.
- Informe socio-económico de la región.

- Plano fotogeológico de escala 1:25 000.
- Informe geológico.
- Información general del clima.

Los productos de la etapa de anteproyecto del estudio geotécnico, deben ser:

- Costo aproximado de excavación de los diferentes suelos y rocas.
- Inclinación estable de los taludes.
- Problemas especiales de subdrenaje.
- Ubicación y espesor probable de masas inestables.
- Posible ubicación de bancos de materiales útiles para la construcción, indicando el tratamiento probable que requieran y los procedimientos para su obtención.
- Estabilidad de las márgenes de ríos u otras corrientes.
- Ubicación de los sitios más favorables para el cruce de cauces o cañadas.
- Problemas de erosión.
- Localización de obras menores.
- Revisión de especificaciones.
- Recomendaciones generales de construcción.

#### **PROYECTO DEFINITIVO.**

En esta etapa, se debe tomar en cuenta el abastecimiento de agua para la construcción y consumo humano. Con este fin se aprovechan las cartas hidrológicas.

El abastecimiento de agua se puede lograr a partir de fuentes superficiales (ríos, lagunas, etc.), o bien, por medio de la explotación de mantos acuíferos, ya sea de pozos existentes, o de los que se localicen y perforen para tal fin.

En esta etapa se realizan estudios más específicos, con la finalidad de obtener planos detallados, para los proyectos de puentes, entronques, pasos a desnivel, etc.

Para el estudio de los cortes, se ha encontrado que el procedimiento que da mejor resultado, en la mayoría de los casos, es el método-geofísico de refracción. En el análisis de los cruces de caminos, son indicados los métodos directos, en combinación para algunos casos, con el método eléctrico de resistividad. En los pasos a desnivel, generalmente se hacen sondeos a cielo abierto o penetración estándar. Para los túneles, es necesario efectuar perforaciones de exploración o galerías. Los bancos de material, se estudian normalmente con pozos a cielo abierto, o con perforaciones. Los estudios de detalle para drenaje, se realizan con el apoyo de fotografías,



en combinación con un reconocimiento de campo.

El estudio geológico para el proyecto definitivo, debe definir claramente lo siguiente:

- Trazo definitivo.
- Localización y métodos de explotación de los bancos de material.
- Métodos para el abastecimiento de agua.
- Recomendaciones especiales.

El estudio geotécnico para el proyecto definitivo, debe incluir lo siguiente:

- Análisis de estabilidad de taludes, cortes y terraplenes en condiciones críticas.
- Estudio de cimentación de las estructuras.
- Estudio de túneles.
- Estudio detallado y proyecto de las obras de drenaje.
- Procedimientos de construcción.
- Estudio de los bancos de materiales, diseño de la sección de la estructura de la obra y procedimientos de construcción de los pavimentos.
- Programas de trabajo.
- Recomendaciones especiales.
- Presupuesto.

En la etapa de construcción se debe garantizar una supervisión adecuada "in situ".

Las terracerías requieren de una correcta cimentación, ya que transmiten los esfuerzos al terreno natural. Estos esfuerzos producen deformaciones que repercuten en el comportamiento estructural de las mencionadas terracerías. Por lo anterior, es importante clasificar correctamente los suelos, ya que se puede tener una idea aproximada de su comportamiento, en cuanto a su resistencia y deformabilidad. Además, existen factores variables, que pueden influir en forma importante en el cambio de comportamiento del suelo, como es el agua por ejemplo.

La mayoría de las veces, los suelos son mezcla de partículas de muchos tamaños, formas y materiales varios. Por esta razón, el comportamiento del suelo es más difícil de predecir que otros materiales que utiliza el ingeniero civil.

Para determinar la calidad de las rocas, un geólogo competente puede obtenerla con el examen de muestras que se consideren representativas de toda la masa rocosa. Para la piedra labrada, y para la triturada y partida, se deben determinar las propiedades físicas, para lo cual se toman muestras en núcleos continuos.

## **FLUJO DE AGUA.**

La permeabilidad de un macizo rocoso puede resultar muy afectada por la filtración a través de las fisuras.

Las fuerzas de filtración pueden contribuir de manera significativa al incremento de las fuerzas a que está sujeto un medio poroso rocoso, por lo que suele ser importante el conocer la permeabilidad "in situ".

Este tipo de pruebas realizadas en el lugar, son útiles para:

A. Prever el flujo y los problemas de estabilidad que éste puede ocasionar a excavaciones bajo el nivel freático.

B. Tomar medidas respecto del tratamiento que garantice un grado razonable de impermeabilidad.

## **FALLAS EN ROCAS.**

La localización de fallas en rocas es muy importante, ya que permite definir el método adecuado para calcular la estabilidad de la masa.

Una masa formada por roca sana, debe tener un comportamiento muy diferente al de una masa formada por roca fracturada. El primer paso para la localización de una falla sobre el terreno, consiste en el examen de la superficie.

## **CLASIFICACION DE SUELOS Y ROCAS SEGUN SU EXPLOTACION EN BANCOS DE MATERIALES.**

Con base en la dificultad que presentan para su extracción y carga, los materiales se clasifican en:

**MATERIAL A.** Es el suelo blando o poco cementado, con partículas hasta de 7.5 cm, que puede ser removido por un tractor, o con pico y pala. Los ejemplos más comunes, son los suelos agrícolas, los limos, las arcillas y las arenas.

**MATERIAL B.** Es el que por su dificultad de extracción y carga solo puede ser excavado eficientemente por un tractor de orugas con arado. Además, se consideran como material B, a las piedras sueltas menores de 9.5 cm y mayores de 7.5 cm.

Ejemplos de estos materiales son las rocas muy alteradas, los conglomerados medianamente cementados, las areniscas blandas y ciertos tipos de tepetates poco cementados.

**MATERIAL C.** Requiere para su remoción el uso de explosivos. Además, se consideran como material C a las piedras sueltas mayores de 9.5 cm y al tepetate fuertemente cementado. Los materiales clasificados como C, son los macizos rocosos (rocas sanas basálticas, areniscas cementadas, conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos, andesitas, etc.). Los materiales extraídos en corte se pueden emplear para la construcción de terraplenes.

## **FACTORES QUE ENCARECEN UNA VIALIDAD.**

### CLIMA.

Debido a la muy difundida naturaleza de las operaciones de construcción de vialidades y al hecho de que siempre se exigen ciertas modificaciones de la superficie del terreno, los trabajos en este campo son extraordinariamente susceptibles a ser afectados por los cambios del clima. Incluso, existen zonas donde solo se dispone de unos cuantos meses para realizar el trabajo, debido a las altas precipitaciones que se presentan (la zona sureste del país, por ejemplo). Un efecto muy palpable del intemperismo por agua, existe en los estados de Sinaloa y Baja California, donde el granito se vuelve arena.

Un primer paso importante para fines de diseño, debe ser aquel donde se analicen con detenimiento las curvas de igual precipitación (isoyetas), para la región donde se encuentra la obra. También deben tomarse en cuenta los estudios del agua subterránea y la influencia del clima sobre el material expuesto en las cercanías de la vialidad, especialmente si se va a utilizar como material de la obra.

En general, se puede decir que existen tres perfiles de suelo completamente diferentes, y que corresponden a las tres zonas climáticas reconocidas como de aridez, subhúmeda y con mucha humedad.

### DRENAJE.

El drenaje es de gran importancia en todos los trabajos de construcción de vialidades, para prevenir que se inunde la

subrasante. Los métodos de drenaje varían, ya que deben estar relacionados con la naturaleza de los materiales que se van a drenar, y de sus propiedades físicas.

El drenaje solo puede tener éxito si el diseño se basa en un conocimiento complejo y detallado de los estratos geológicos, por debajo del lecho del camino y el área que lo circunda. Si se realiza cuando se construye la vialidad en su etapa inicial, las instalaciones adecuadas de drenaje representan sólo una pequeña parte del costo total de la obra. Sin embargo, si el sistema inicial de drenaje es inadecuado, y se tienen que añadir las instalaciones de drenaje cuando la vialidad está en servicio, el costo se puede elevar mucho.

#### COMENTARIOS IMPORTANTES.

El agua es el principal agente que provoca problemas en la construcción de una vialidad. Por ejemplo, cuando la ruta seleccionada cruza un terreno que es insatisfactorio, como es el caso de los pantanos, turbas, ciénegas, planicies de inundación de los mares, etc. Otro ejemplo de esta condición, donde es difícil construir vialidad, y que si ya están construidas requieren de constante mantenimiento, debido ya no al agua, sino al viento, son las zonas costeras donde la arena cubre el camino, dificultando el tránsito.

Todos los casos anteriores, constituyen depósitos geológicos que no tienen ningún grado de consolidación, pero donde un estudio de la geología local y un adecuado programa de pruebas con sondeos, revelará la extensión de estos depósitos.

La técnica de construcción de vialidades, ha pasado durante los últimos decenios por una serie de transformaciones, que se pueden resumir de la siguiente manera. Aunque la idea y los orígenes de la aplicación de medios mecánicos para mejorar a los suelos son muy antiguos, quizá hasta hace cuarenta o cincuenta años, la mayoría de los terraplenes se construían por simple vertido de los materiales disponibles, con sólo un apisonado más nominal que efectivo. A continuación se dejaba que los rellenos se hicieran añejos con el tiempo, y las aguas que recibían se almacenaban o embalsaban en su superficie.

Al empezar a desarrollarse la rama de la Mecánica de Suelos, se comenzaron a aplicar una serie de criterios o normas, que fueron exitosas debido a que las ideas ingenieriles, se fundamentan sobre el hecho de que los suelos se pueden comportar de maneras muy diferentes, según los tipos de tratamiento a que sean sometidos.

El proyecto de una carretera comprende una serie de aspectos

que se extienden hasta la misma fase de construcción. Entre estos se incluyen las especificaciones para los taludes, donde se toman en cuenta los factores de seguridad, ya que aunque se encuentren en equilibrio, se deben considerar algunos factores que pueden alterar sus condiciones. Estos factores son en general de dos tipos: modificación del equilibrio de masas y variación de las condiciones de drenaje.

Por lo que respecta al drenaje, la construcción de una carretera sobre una ladera afecta por un lado a las aguas superficiales, las que se acumularán de no tomarse en cuenta las medidas oportunas. Se puede provocar la saturación de los materiales que la forman, pudiendo provocar hasta una falla de la misma. En este caso es necesario hacer un estudio geológico, que determine el tipo de material que conforma al talud y la profundidad de las aguas subterráneas. Con base en estos datos, se deben realizar obras de drenaje, que pueden ser zanjás o drenes horizontales.

Como se ve, se deben de imponer ciertos requisitos en cuanto a las características deseables en los materiales. Entre estos, se pueden enunciar su composición físico-química y el estado natural en que se encuentre. El poder disponer de un material lo más insensible al agua y buena calidad, además de conducir a una reducción del espesor total del firme, supone una gran ventaja para su correcta colocación.

Las vialidades se construyen fundamentalmente con suelos artificiales sobre suelos naturales. Desde hace ya bastante tiempo, la técnica moderna ha reconocido la influencia que sobre una estructura de esta naturaleza tiene el terreno que le sirve de apoyo, Por tal motivo, los estudios se deben hacer, no sólo al suelo o roca que existe en el lugar, sino a todo un conjunto de condiciones. Estas comprenden, desde la constitución mineralógica, la estructuración del suelo, la cantidad y el estado del agua contenida y su posible flujo. Además se incluyen toda una gama de factores ajenos a los materiales, como puede ser el climatológico.

Ha sido hasta épocas recientes, cuando los ingenieros han comprendido, que los usos de los materiales son muy amplios, y que la aplicación no debe ser indiferente o arbitraria, sino selectiva.

**METODOS DE EXPLORACION Y LABORATORIO DISPONIBLES PARA REALIZAR ESTUDIOS GEOTECNICOS**

METODO	TIPO	APLICACIONES
1. Estudios geológicos	1.1 mapeo regional	1.1 Todos los grandes proyectos
	1.2 mapeo de Detalle	1.2 Todos los proyectos
2. Métodos Geofísico	2.1 Resistividad electrica	2.1 Proyectos extendidos y de poca profundidad (problemas de agua y cavidades)
	2.2 Sísmico de refracción	2.2 Ident. (estratigrafía y Estructura del subsuelo)
	2.3 Sísmico reflexión	2.3 Proyectos submarinos, dragado, puertos, escolleras
3. Métodos de sondeo directo	3.1 Pozos a cielo abierto, trincheras, socavones	3.1 Todos los proyectos especialmente los grandes. Suelos residuales.
	3.2 Sondeos con muestreo inalterado	3.2 y 3.3 Todos los proyectos
	3.3 sondeos con muestreo alterado	
	3.4 Muestreo integral	3.4 Estudios de bancos de materiales
4. Pruebas de campo	4.1 Penetración estática y dinámica	4.1 Todos los proys. Proys. extendidos (estratigrafía compleja)
	4.2 Presurómetro	4.2 Id.
	4.3 Veleta	4.3 Todos los proys. Suelos blandos. Resist. en sup. de falla
	4.4 Permeabilidad y piezometría	4.4 Excavaciones; taludes; terraplenes. Almacenamiento
	4.5 Modelos (pruebas de carga; terraplenes)	4.5 Grandes proyectos. Estratigrafía compleja

5. Pruebas de Laboratorio

5.1 Resistencia

5.2 Deformabilidad (compresib.)

5.3 Permeabilidad

5.4 Compactación

5.5 Identificación o clasificación

5.6 Especiales Dinámicas  
Extrusión,  
Licuación  
Ensayos de gran tamaño  
Suelos sensitivos e inestables

5.1 Todos los proyectos

5.2 Cimentaciones  
Excavaciones

5.3 Terraplenes;  
excavaciones;  
cimentaciones

5.4 Terraplenes.  
Pavimentos

5.5 Todos los proyectos

5.6 Proyectos con condiciones especiales

## **CONTENIDO DE UN INFORME GEOTECNICO**

El formato del índice básico se ejemplifica a continuación:

Contenido  
Resumen  
Lista de tablas y Lista de figuras

### **1. INTRODUCCION**

### **2. CONDICIONES GEOTECNICAS DEL SITIO**

- 2.1 Información Geotécnica disponible
- 2.2 trabajos de campo
- 2.3 Ensayes de laboratorio
- 2.4 Interpretación estratigráfica y propiedades mecánicas

### **3. ANALISIS Y DISEÑO GEOTECNICO DE LA CIMENTACION**

- 3.1 Datos generales
- 3.2 Solución de cimentación
- 3.3 Análisis de estabilidad
- 3.4 Análisis de asentamiento o emersión de la estructura
- 3.5 Diseño de la excavación
- 3.6 Implicaciones para el diseño estructural

### **4. REVISION SEGUN EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES**

### **5. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **REFERENCIAS**

**ANEXO 1. INFORME FOTOGRAFICO**

**ANEXO 2. SONDEOS DE EXPLORACION**

**ANEXO 3. ENSAYES DE LABORATORIO**



El formato del resumen se ejemplifica a continuación:

#### **RESUMEN:**

Para orientar al lector del informe se presenta una síntesis que destaca los aspectos fundamentales del estudio, resumidos en un texto de una cuartilla como máximo, en el cual se incluyen:

- a) características del proyecto y objetivo del estudio.
- b) Condiciones geotécnicas del sitio determinantes de la solución de cimentación propuesta (colindancia, resistencia y deformabilidad de los suelos, posición del nivel freático, etc.)
- c) Solución de cimentación (profundidad de desplante, número, geometría y capacidad de carga de elementos de cimentación) y un esbozo del procedimiento constructivo, señalando sus ventajas.

Se mencionará que para aclarar los detalles debe consultarse el capítulo sobre procedimiento constructivo y las condiciones del informe.

#### **LISTA DE TABLAS Y LISTA DE FIGURAS**

Se enumeran las tablas y figuras que forman parte del cuerpo principal del informe; éstas deben incluir las características del proyecto estudiado, así como la información esencial para la comprensión de las condiciones geotécnicas consideradas y de la solución de cimentación propuesta. A continuación se dan ejemplos de tablas y figuras que deben enlistarse:

#### **LISTA DE TABLAS**

1. Estratigrafiá y propiedades mecánicas
2. Esfuerzos inducidos por la cimentación en condiciones estáticas e incrementos sísmicos (ton/m<sup>2</sup>)

#### **LISTA DE FIGURAS**

1. Localización de la estructura
2. Características de la estructura y colindancia
3. Sondeo de cono SCE-1
4. Interpretación estratigráfica

5. Condiciones geotécnicas del diseño
6. Solicitaciones de diseño a nivel banqueta
7. Disposición de pilotes
8. Solicitaciones sísmicas de pilotes para una cimentación rígida

Las tablas y figuras no indispensables o reiterativas como gráficas similares de sondeos o ensayos de laboratorio, se incluyen como parte de un anexo.

## 1. INTRODUCCION

### Objetivo

- a) Cliente
- b) Proyecto
  - tipo (edificación)
  - destino (habitación, comercio, hospital,...)
  - localización (dirección del predio)
- c) Objetivo del estudio
  - diseño o revisión:
    - i cimentación y/o muros de contención
    - ii procedimiento constructivo
    - iii diseño de pavimentos

### Ubicación y colindancias

- a) Croquis de localización
  - mapa general indicando avenidas cercanas
- b) Descripción de colindancias
  - características
    - i numero de niveles
    - ii tipo de cimentación
    - iii uso actual
  - comportamiento observado en la visita al sitio:
    - i cimentación (hundimientos o emersión)
    - ii estructura (agrietamiento...)
  - referencias al anexo fotográfico
- c) predio
  - plano topográfico y área
  - características de edificaciones y/o cimentaciones antiguas, indicadas en un croquis y apoyadas con fotografías aéreas de diversas épocas

### Características del proyecto

- a) Arquitectura

- número, dimensiones y disposición de edificios
- número de niveles y sótano de cada edificio individual o cuerpos
- b) Estructura
  - material (concreto y/o acero)
  - solución (marcos, losas,...)
  - alturas de entrepiso
  - claros

## 2. CONDICIONES GEOTECNICAS DEL SITIO

### 2.1 Información geotécnica disponible

#### Zonificación

- a) Zonificación geotécnica complementada con información de las memorias de las reuniones nacionales de la Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos
- b) descripción típica general de suelos, espesores y compresibilidad

#### Hundimiento regional

#### Experiencia local

- a) Análisis de la información disponible sobre predios cercanos

### 2.2 Trabajos de campo

#### Sondeos

- a) Tipo(s) (conos, muestreo selectivo, pozos, calas)
- b) número
- c) localización (croquis)
- d) profundidad explorada
- d) figuras representativas de la variación de resistencia  $q_c$
- f) figuras representativas de la estratigrafía de pozos

#### Instrumentación

- a) tipo (estación piezométrica, bancos de nivel)
- b) numero
- c) localización (croquis)
- d) profundidad de instalación

#### Pruebas estáticas de cono

- a) numero
- b) profundidad de ejecución
- c) gráficas esfuerzo-deformación agrupadas por estratos

### 2.3 Ensayes de laboratorio

#### Propiedades índice

- a) Enumeración de las pruebas realizadas

## Propiedades mecánicas

- a) gráficas de resultados en el anexo correspondiente
- b) tablas de resumen de propiedades índice y resultados de pruebas mecánicas y de cono agrupadas por estratos.

## 2.4 Interpretación estratigráfica y propiedades mecánicas

### Resumen

- a) tablas
  - numero e identificación de estrato
  - propiedades límite de estrato
  - intervalo de resistencias con cono eléctrico
  - intervalo de cohesión no drenada
  - parámetros de cohesión y ángulo de fricción en suelos arenosos
- b) figuras
  - corte esquemático de la estructura y estratigrafía, incluyendo:
    - i número e identificación de estrato
    - ii sondeo de cono representativo
  - condiciones de diseño:
    - i sondeo de cono representativo
    - ii estratigrafía
    - iii profundidad del nivel freático y piezometría
    - iv diagrama de esfuerzos totales y efectivos
    - v parámetros de resistencia
    - vi cargas de preconsolidación

## 3. ANALISIS Y DISEÑO GEOTECNICO DE LA CIMENTACION

### 3.1 Datos generales

- a) Estructura
  - área del edificio, indicando la existencia de torres y cuerpos bajos
  - figura de la planta del edificio indicando:
    - i ejes de columnas
    - ii cargas a nivel cimentación por columna en condiciones estáticas y componentes de sismo en dos direcciones ortogonales
    - iii centro geométrico de la cimentación
    - iv centroide de cargas estáticas
    - v acotación de excentricidades
  - suma de cargas permanentes
  - suma de cargas permanentes y carga viva con intensidad máxima
  - suma de cargas permanentes y carga viva instantánea
  - cortante sísmico basal y momento de volteo
- b) Construcciones antiguas en el predio
  - fotografías aéreas de diferentes épocas
  - descripción de edificaciones preexistentes
  - indicar posibles cimentaciones antiguas superficiales

- o profundas
- c) Colindancias
  - descripción de cimentaciones
  - comportamiento observable

### 3.2 Solución de cimentación

- a) Requisitos de funcionamiento de la estructura
- b) alternativas consideradas (ver figura)
  - tabla resumen incluyendo:
    - i descripción de alternativas
    - ii ventajas
    - iii desventajas
- c) Justificación de la solución adoptada (ver figura)

### 3.3 Análisis de estabilidad

- a) Características de los elementos de cimentación
  - cajón
    - i geometría
    - ii carga compensada en su caso
  - elementos de cimentación:
    - i geometría y cálculo de la capacidad de carga de zapatas, pilotes de fricción o punta
    - ii cálculo de fricción negativa
    - iii capacidad de carga admisible
- b) Diseño en condiciones estáticas
- c) Diseño en condiciones sísmicas
- d) Distribución en planta de los elementos de cimentación

### 3.4 Análisis de asentamientos o emersión de estructura

- a) Cálculo de desplazamientos verticales
  - durante la construcción
  - durante la vida útil de la estructura

### 3.5 Diseño de la excavación

- a) Análisis de estabilidad
  - taludes
    - i parámetros de resistencia
    - ii falla general de:
      - \* talud simple
      - \* talud con sobrecarga en la corona
      - \* talud con agrietamiento por tensión
    - iii figura con resumen indicando círculos de falla y factores de seguridad críticos
  - tablaestacas y/o muros de contención:
    - i falla general de fondo
    - ii falla de fondo por supresión: incluir sistema de bombeo
    - iii empujes y traquelamiento propuesto
    - iv falla por falta de empotramiento

- v empujes a largo plazo
- vi figura en corte con:
  - \* estratigrafía
  - \* geometría de la tablaestaca
  - \* diagrama de empujes durante la construcción y a largo plazo
- b) Análisis de expansiones
  - excavación general
  - excavación por etapas
  - excavación por bombeo

### 3.6 Implicaciones para diseño estructural

- a) Cajón de cimentación
  - solicitaciones en la losa
  - empujes sobre elementos de contención durante la construcción y a largo plazo
- b) Pilotes y pilas
  - carga axial:
    - i diagramas de transferencia de carga en:
      - \* condiciones estáticas
      - \* en condiciones sísmicas
  - carga lateral
    - i módulo de sección
    - ii módulo de rigidez
    - iii diagramas de:
      - \* deformación y momento flexionante por cortante unitario en la cabeza del pilote
- c) Espectros sísmicos del sitio
  - espectros de respuesta en sitios cercanos indicando:
    - i identificación de estación
    - ii ubicación
    - iii fecha de registro
    - iv magnitud
  - períodos dominantes registrados
- d) Interacción suelo-estructura
  - condiciones estáticas
  - condiciones sísmicas

### 3.7 Diseño de pavimentos

## 4. REVISION SEGUN EL REGLAMENTO CORRESPONDIENTE

- a) Estados límite de falla
  - Acciones permanentes más acciones variables más desfavorables
  - Acciones permanentes más acciones variables con intensidad instantánea y acciones accidentales (viento y sismo)

## 5. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

- a) Limpieza del sitio y demolición de cimentaciones existentes en su caso
- b) Primera etapa de excavación general en su caso
- c) Hincado de pilotes o construcción de pilas; recomendaciones de:
  - Equipo
  - Pilotes:
    - i perforación previa (profundidad y diámetro, batido o extracción de material)
    - ii verticalidad
    - iii pruebas de hincabilidad
    - iv profundidad de hincado (uso de seguidor)
    - v juntas entre tramos de pilotes
    - vi rechazo
  - Pilas
    - i perforación
      - \* geometría: profundidad, diámetro, ampliación de la base
      - \* verticalidad
      - \* estabilización con lodo o ademe
      - \* limpieza previa al colado
      - \* verificación del estrato de apoyo
      - \* colocación de refuerzo con separadores
    - ii colado
      - \* uso de tubo tremie: extremo inferior embebido
      - \* colado continuo, sin interrupciones
      - \* colado por encima del nivel de cimentación para eliminación de concreto contaminado y liga estructural
- d) Pruebas de carga: estáticas o dinámicas
- e) Instalación de sistemas de bombeo, pozos de alivio y drenes
- f) etapas de excavación (resumir en una figura)
  - excavación central con taludes
  - colindancias
- g) Colado de losa de cimentación
- h) Tiempos de eliminación del sistema de bombeo
- i) En pilotes de control fijo: tiempo de instalación respecto al avance de la construcción
- j) instrumentación
  - nivelaciones
  - piezometría
- k) Necesidades de supervisión geotécnica

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a) Características y localización geotécnica del proyecto
- b) Solución de cimentación propuesta:
  - justificación

- geometría
    - i desplante del cajón
    - ii sección, longitud efectiva y profundidad de hincado de pilotes o perforación de pilas
  - procedimiento constructivo: indicar la necesidad de:
    - i perforación previa
    - ii sistema de bombeo
    - iii etapas de excavación
    - iv instrumentación
- c) Necesidad de supervisión geotécnica y revisión de cualquier modificación

## REFERENCIAS

### ANEXO 1. INFORME FOTOGRAFICO

Series de fotos relevantes para el diseño; ejemplo:

- a) Fotos aéreas
- b) Comportamiento de colindancias
- c) Condiciones del predio
- d) Trabajos de campo
- e) Trabajos de laboratorio

### ANEXO 2. SONDEOS DE EXPLORACION

Series de gráficas con la información obtenida en cada uno de los sondeos efectuados: resistencia de punta, número de golpes, tipo de muestreo, perfiles estratigráficos.

### ANEXO 3. ENSAYES DE LABORATORIO

Series de gráficas de resumen de cada uno de los ensayos efectuados, a escala adecuado para la verificación de cálculos, e incluyendo parámetros de resistencia y deformabilidad.



**ANEXO A**  
**CASO PRACTICO**

# ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA UN CONJUNTO HABITACIONAL

## 1. Introducción

En los siguientes incisos se presentan los datos de proyecto, los trabajos de campo, las pruebas de laboratorio y la estratigrafía y propiedades del subsuelo encontradas, así como el análisis de la cimentación de las viviendas y del pavimento de las calles del conjunto habitacional. En la parte final del informe se presentan las conclusiones derivadas del estudio y se proporcionan las recomendaciones para el diseño y construcción de la cimentación de las estructuras de las casas y de la pavimentación de las calles.

## 2. Datos de proyecto

El predio en cuestión se localiza en...

La topografía del predio es más o menos plana en su zona oriente; en la zona poniente existe una loma, cuya pendiente máxima tiene un ángulo de inclinación de  $32^\circ$  en el área de siembra de vivienda.

De acuerdo al proyecto arquitectónico, las viviendas serán de uno y dos niveles. Las viviendas estarán estructuradas a base de muros de tabique, así como con dadas, trabes y losas de concreto reforzado. Como parte del proyecto estructural, se pretende utilizar una losa de cimentación que reparta de manera continua las cargas al terreno. Para fines de la revisión de los estados límite de falla y de servicio del terreno de cimentación, se consideró en forma preliminar un peso unitario máximo de cada vivienda de dos niveles de  $3.25 \text{ t/m}^2$ , mientras que el peso unitario medio considerado fue de  $3.15 \text{ t/m}^2$ , para este mismo tipo de vivienda.

Para el diseño del pavimento se consideró que el tránsito medio diario que circulará por cada carril de las calles del conjunto habitacional estará constituido por 200 automóviles, 7 camiones ligeros de 3 t, un camión de 14 t y 3 camiones de 20 t.

### 3. Trabajo de campo

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de diez pozos a cielo abierto, llevados hasta una profundidad máxima de 2.2 m.

### 4. Pruebas de laboratorio

Las muestras extraídas del subsuelo se sometieron a los siguientes ensayos de laboratorio:

#### a) Propiedades índice

- Contenido natural de agua
- Clasificación visual y al tacto
- Límites de plasticidad
- Densidad de sólidos
- Por ciento de finos

#### b) Propiedades mecánicas

- Compresión no confinada
- Rebote elástico
- Compresión triaxial rápida, (en estado natural)
- Compresión triaxial rápida (hidratando previamente el material)
- Consolidación unidimensional (en estado natural y en estado saturado)

### 5. Estratigrafía y propiedades del subsuelo

Con base en los datos de campo y laboratorio, se elaboraron los perfiles estratigráficos

De acuerdo a dichos perfiles, se concluye que el subsuelo en el sitio está formado por los siguientes materiales:

I) Capa de tierra vegetal de espesores variables entre 0.35 y 1.00 m (estrato A).

II) Rellenos formados por limo arenoso o limo arcilloso café con raicillas y materia orgánica, de consistencia blanda a media, en algunos sitios con fragmentos de basalto (estratos B, C, D y E).

III) Limo arenoso o limo arcilloso café, de baja a mediana plasticidad, de consistencia media a firme, en algunos sitios con grumos, grava o fragmentos de roca basáltica (estratos F, G, I, J y K).

IV) Arena fina limosa uniforme café claro, en estado compacto (estrato H).

V) Arcilla café amarillenta de mediana plasticidad, de consistencia media a dura, con raicillas (estratos L, M y N; posible origen: volcánico).

VI) Limo café de consistencia blanda a media (estrato O; posible origen: volcánico).

VII) Arcilla arenosa café claro de mediana plasticidad, de consistencia firme (estrato P; posible origen: volcánico).

VIII) Basalto vesicular fisurado, embebido en arcilla (estrato Q).

El nivel de agua freática (NAF) se encontró a una profundidad de 1.25 m en el PCA-1 y de 2.00 m en los PCA 7 y 9.

## 6. Análisis de la cimentación

Desde el punto de vista de terreno de cimentación, el predio se puede dividir en dos regiones: la parte baja y la parte alta. La primera comprende las zonas B, C y D marcadas en el plano de lotificación del conjunto habitacional. La segunda corresponde a la zona A del mismo plano. A continuación se presentan los análisis de cimentación para estas zonas.

Zonas B, C y D

Desde el punto de vista de mecánica de suelos, el terreno de cimentación puede tratarse de dos formas: la primera consiste en remover en su totalidad los materiales I y II descritos en el inciso 5; la segunda consiste en remover sólo un espesor de 50 cm de los materiales mencionados, mejorando el suelo subyacente.

Sobre la superficie recortada se deberá colocar un relleno mejorado con una compactación de 90 % de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba Próctor Estándar. Sobre esta capa de mejoramiento se deberá apoyar la estructura de cimentación, consistente en una losa de concreto reforzado.

A continuación se presenta la revisión de los estados límite de falla y de servicio para esta clase de cimentación.

a) Estados límite de falla

a.1) Rellenos

Para la revisión de los estados límite de falla (capacidad de carga del suelo por resistencia al corte), en materiales cohesivo-friccionantes se debe verificar la siguiente desigualdad (ref 1)

$$\Sigma Q F_c / A < [c_u N_c + \bar{p}_v (N_q - 1) + \gamma B N_\gamma / 2] F_R + p_v$$

Sean

$$q_{cu} = \Sigma Q F_c / A$$

$$q_R = [c_u N_c + \bar{p}_v (N_q - 1) + \gamma B N_\gamma / 2] F_R + p_v$$

Por lo tanto

$$q_{cu} < q_R$$

En las expresiones anteriores:

$\Sigma Q / A$  = suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, dividida entre el área de la cimentación = ....

$\Sigma Q F_c / A$  = suma de las acciones verticales a tomar en cuenta en la combinación considerada, dividida entre el

área de la cimentación, afectada por su respectivo factor de carga = .....

$F_c$  = factor de carga = ....

$F_R$  = factor de resistencia = .....

$p_v$  = presión vertical total a la profundidad de desplante por peso propio del suelo = 0 (por tratarse de losa de cimentación)

$c_{cu}$  = cohesión aparente, determinada a partir de pruebas de compresión triaxial rápida consolidada = .....

$\phi_{cu}$  = ángulo de fricción interna, determinado a partir de pruebas de compresión triaxial rápida consolidada = ....

B = ancho promedio de la cimentación = ....

L = longitud promedio de la cimentación = .....

$N_c$  es el coeficiente de capacidad de carga, dado por

$$N_c = 5.14 (1 + 0.25 D_f/B + 0.25 B/L) = \dots$$

para  $D_f/B < 2$  y  $B/L < 1$ , donde  $D_f$  es la profundidad de desplante en metros. En caso de que  $D_f/B$  y  $B/L$  no cumplan las desigualdades anteriores, dichas relaciones se considerarán iguales a 2 y 1, respectivamente.

Por lo tanto  $q_{cu} < q_R$  Cumple

## a.2) Terreno natural

Para la revisión de los estados límite de falla (capacidad de carga del suelo por resistencia al corte), en materiales cohesivos se debe verificar la siguiente desigualdad (ref 1)

## b) Estados límite de servicio

### b.1) Zona baja

#### b.1.1) Rellenos

##### b.1.1.1) Asentamiento instantáneo por compresión

Debido a un incremento de carga de ....., y utilizando módulos de deformación determinados a partir de las pruebas de laboratorio , se calculó, con el uso de la teoría de la elasticidad, un asentamiento instantáneo por compresión de 1.8 cm.

#### b.1.1.2) Asentamiento diferido

Se calculó el asentamiento diferido considerando los resultados de las pruebas de consolidación, para un incremento de carga de ..... obteniéndose un hundimiento a largo plazo de 4.1 cm.

#### b.1.2) Terreno natural

##### b.1.2.1) Asentamiento instantáneo por compresión

Debido a un incremento de carga de ....., y utilizando módulos de deformación determinados a partir de las pruebas de laboratorio , se calculó, con el uso de la teoría de la elasticidad, un asentamiento instantáneo por compresión de 3.1 cm.

##### b.1.2.2) Asentamiento diferido

Se calculó el asentamiento diferido considerando los resultados de las pruebas de consolidación, para un incremento de carga de .... obteniéndose un hundimiento a largo plazo de 5.0 cm.

#### b.1.3) Asentamiento total

El asentamiento total de la estructura será la suma de los asentamientos por compresión instantánea y por compresión a largo plazo, tanto de los rellenos como del terreno natural, es decir  $\delta_T = 1.8 + 4.1 + 3.1 + 5.0 = 14.0$  cm, el cual resulta menor que el hundimiento permisible de 15 cm para losas de cimentación.

## 7. Diseño del pavimento

Dadas las características del subsuelo del predio, existen zonas de

afloramiento de basalto, en las que se requieren pavimentos de espesores mínimos, los cuales serán los indicados en las.

A continuación se presenta el diseño de los pavimentos para los sitios donde no aflore el basalto.

a) Pavimento flexible

Para el pavimento de las calles del conjunto habitacional se puede emplear un pavimento flexible con carpeta de concreto asfáltico.

Se consideró para fines de proyecto el siguiente tránsito:

<u>Tipo de vehículo</u>	<u>Número de vehículos en el carril de proyecto, por día</u>
Automóvil (A2)	200
Camión ligero, con capacidad de carga hasta 3 t (A'2)	7
Camión de 2 ejes, con capacidad de carga hasta 14 t (C2)	1
Camión de 3 ejes, con capacidad de carga hasta 20 t (C3)	3

Utilizando un valor relativo de soporte del terreno natural de 3.5 %, y aplicando el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM (ref 2), se obtienen la siguiente estructuración del pavimento, para una vida útil de proyecto de 15 años, con una tasa de crecimiento anual del 2 % (fig 24)

Carpeta de concreto asfáltico	6 cm
Base hidráulica	14 cm
Capa subrasante	24 cm

b) Pavimento rígido

Para el pavimento de las calles del conjunto habitacional se puede



emplear un pavimento rígido a base de una losa de concreto hidráulico.

Se consideró para fines de proyecto el mismo tránsito del inciso anterior.

Utilizando un valor relativo de soporte del terreno natural de 3.5 %, y aplicando el método de la Portland Cement Association (PCA, ref 3), se obtienen la siguiente estructuración del pavimento, para una vida útil de proyecto de 15 años, con una tasa de crecimiento anual del 2 % (fig 25)

Losa de concreto hidráulico	12 cm
Base hidráulica	12 cm
Capa subrasante	16 cm

## 8. Conclusiones

De lo tratado en los incisos anteriores se concluye lo siguiente:

a) El subsuelo del predio en estudio está formado por los siguientes materiales (figs 3 a 12):

I) Capa de tierra vegetal de espesores variables entre 0.35 y 1.00 m (estrato A).

II) Rellenos formados por limo arenoso o limo arcilloso café con raicillas y materia orgánica, de consistencia blanda a media, en algunos sitios con fragmentos de basalto (estratos B, C, D y E).

III) Limo arenoso o limo arcilloso café, de baja a mediana plasticidad, de consistencia media a firme, en algunos sitios con grumos, grava o fragmentos de roca basáltica (estratos F, G, I, J y K).

IV) Arena fina limosa uniforme café claro, en estado compacto (estrato H).

V) Arcilla café amarillenta de mediana plasticidad, de consistencia media a dura, con raicillas (estratos L, M y N; posible origen: volcánico).

VI) Limo café de consistencia blanda a media (estrato O; posible origen: volcánico).

VII) Arcilla arenosa café claro de mediana plasticidad, de consistencia firme (estrato P; posible origen: volcánico).

VIII) Basalto vesicular fisurado, embebido en arcilla (estrato Q).

El nivel de agua freática (NAF) se encontró a una profundidad de 1.25 m en el PCA-1 y de 2.00 m en los PCA 7 y 9.

b) La cimentación de las casas se puede resolver a base de una losa de cimentación de concreto reforzado. Esta solución cumple con los requisitos de seguridad correspondientes, tanto para los estados límite de falla como para los estados límite de servicio.

c) Se puede utilizar pavimento flexible de concreto asfáltico, o pavimento rígido a base de una losa de concreto hidráulico.

## 8. Recomendaciones

Desde el punto de vista de terreno de cimentación, el predio se puede dividir en dos regiones: la parte baja y la parte alta. La primera comprende las zonas B, C y D marcadas en el plano de lotificación del conjunto habitacional. La segunda corresponde a la zona A del mismo plano. A continuación se presentan las recomendaciones para estas zonas.

### a) Zonas B, C y D

Desde el punto de vista de mecánica de suelos, el terreno de cimentación puede tratarse de dos formas: la primera consiste en

remover en su totalidad los materiales I y II descritos en el inciso 5; la segunda consiste en remover sólo un espesor de 50 cm de los materiales mencionados, mejorando el suelo subyacente.

Sobre la superficie recortada se deberá colocar un relleno mejorado con una compactación de 90 % de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba Próctor Estándar. Sobre esta capa de mejoramiento se deberá apoyar la estructura de cimentación, consistente en una losa de concreto reforzado.

A continuación se presentan las recomendaciones correspondientes:

a.1) Cortes

a.1.1) El terreno deberá recortarse en un espesor de por lo menos 50 cm.

a.1.2) El suelo bajo la superficie de corte, en un espesor de 50 cm, deberá compactarse al 90 % de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba Próctor Estándar.

a.1.3) En los lugares donde existan suelos de comportamiento friccionante, la compactación podrá llevarse a cabo con un rodillo vibratorio.

a.1.4) En los sitios donde existan suelos de comportamiento cohesivo, la compactación podrá llevarse a cabo con el procedimiento de precarga. Se puede emplear el material de corte de un lugar para precargar otro sitio.

a.1.5) En caso de existir zonas dentro del predio en las que el terreno natural se encuentre alterado, o basura, se deberán remover y eliminar todos estos materiales.

a.2) Rellenos o terracerias

a.2.1) Los rellenos o terracerías deberán formarse con materiales correspondientes a los grupos GM, GC, SM, SC o ML del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), con índice plástico menor que 18 % .

a.2.2) Los rellenos se deberán compactar al 90 % de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba Próctor Estándar.

#### a.4) Pavimentos

a.4.1) Se puede utilizar alguna de las siguientes estructuraciones del pavimento, para una vida útil de proyecto de 15 años, con una tasa de crecimiento anual del 2 % .

#### a.4.2) Pavimento con carpeta de concreto asfáltico (fig 24)

Carpeta de concreto asfáltico	6 cm
Base hidráulica	14 cm
Capa subrasante	24 cm

#### a.4.3) Pavimento rígido (fig 25)

Losa de concreto hidráulico	12 cm
Base hidráulica	12 cm
Capa subrasante	16 cm

a.4.4) La capa subrasante deberá formarse con materiales correspondientes a los grupos GM, GC, SM, SC o ML del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), con índice plástico menor que 18 % , valor relativo de soporte mayor o igual que 35 % .

Los materiales que formen la capa subrasante se deberán compactar al  $95 \pm 2$  % de su peso volumétrico seco máximo de la prueba Próctor Estándar.

a.4.5) El material que forme la capa de base hidráulica deberá

satisfacer los siguientes requisitos:

- Su curva granulométrica deberá quedar comprendida entre las curvas mostradas en la fig 32 y presentar una forma semejante a ella
- El tamaño máximo de las partículas no deberá exceder de 3.8 cm.
- Deberá tener un límite líquido menor que 30 % , con una contracción lineal menor que 4.5 % , un valor relativo de soporte estándar mayor que 80 % y un Desgaste Los Angeles menor que 40 % .
- Las partículas de la capa de base deberán tener una resistencia al intemperismo, en pérdida de peso menor o igual que 10 % .

El material que forme la capa de base deberá compactarse al  $97 \pm 2$  % de su PVSM de la prueba Pórtter Estándar.

a.4.6) La carpeta deberá formarse con concreto asfáltico; se deberán cumplir las siguientes normas del procedimiento Marshall:

Estabilidad mínima	450 kg
Flujo	2 a 4.5 mm
Por ciento de vacíos en la mezcla, respecto al volumen del espécimen	3 a 5

a.4.7) Los espesores de pavimentos recomendados son válidos para el siguiente tránsito en las calles:

<u>Tipo de vehículo</u>	<u>Número de vehículos en el carril de proyecto, por día</u>
Automóvil (A2)	200
Camión ligero, con capacidad de carga hasta 3 t (A'2)	7
Camión de 2 ejes, con capacidad de carga hasta 14 t (C2)	1
Camión de 3 ejes, con capacidad de carga hasta 20 t (C3)	3

a.4.8) Losa de concreto hidráulico de 12 cm de espesor, con una resistencia a la compresión simple de  $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .

a.4.9) La losa del pavimento rígido deberá contar con juntas de contracción y juntas de expansión.

Las juntas de contracción se construirán a cada 4 m, tendrán una abertura de 0.5 cm, y una profundidad de 75. cm a partir del nivel superior de la losa.

La junta se rellenará con asfalto rebajado del tipo FM-3, FM-4 ó cartón asfaltado (veáse como ilustración la fig 26).

Las juntas de expansión deberán espaciarse a cada 50 m; tendrán una abertura de 1.5 cm y abarcarán todo el espesor de la losa; al igual que las juntas de contracción se rellenarán con asfalto rebajado del tipo FM-3, FM-4 ó cartón asfaltado, como se ilustra en la fig 27.

En las juntas de expansión se deberán colocar pasajuntas, con las siguientes características (fig 28):

Los pasajuntas serán varillas lisas del No. 4 (1/2") cuya longitud total será de 50 cm (25 cm en cada tablero).

La separación de las varillas será a cada 30 cm.

Estos pasajuntas se colocarán a la mitad del espesor de las losas.

En uno de los extremos de las varillas deberá dejarse una holgura de 3 cm para permitir el movimiento de los tableros.

Sobre la superficie lateral de la varilla se deberá untar aceite para favorecer su deslizamiento con el concreto.

a.4.10) Las juntas constructivas entre dos tableros consecutivos deberán construirse de tal forma que transmitan de un tablero a otro el esfuerzo cortante que produce una llanta. Esto se puede lograr con el empleo de una junta machimbrada como la indicada en la fig 29.

#### e) Recomendaciones generales

e.1) El agua que caiga sobre toda la superficie del conjunto habitacional, deberá ser captada y conducida hacia afuera de él, mediante un sistema de drenaje de agua pluvial adecuado, evitando que existan zonas de infiltración de agua al terreno, ya que esta situación puede dañar la estabilidad de las estructuras de todo el

conjunto habitacional. Como una parte de estas medidas de drenaje, en la periferia de cada casa deberán construirse banquetas y pisos impermeables que mantengan al agua pluvial alejada de cada vivienda (véanse las figs 22 a 25). Otra prevención consiste en que el piso de los patios de servicio sea impermeable, y que el agua que caiga sobre él se conduzca al sistema de drenaje del conjunto habitacional.

e.2) Las recomendaciones dadas en este informe fueron elaboradas sin contar con el plano de ubicación definitiva en planta de las casas y de las calles del conjunto habitacional, ni con los planos que indiquen las elevaciones de las casas, edificios y de las calles en comparación con las curvas de nivel de la superficie del terreno actual (para conocer la localización en planta y los espesores de los rellenos que se utilizarán), razón por la cual estas recomendaciones son de carácter preliminar, las cuales serán ratificadas o modificadas una vez que contemos con los planos mencionados.

e.3) Se debe llevar a cabo el control de compactación de los materiales durante la construcción de los edificios y de las casas.

e.4) Todos los rellenos artificiales de desperdicio (cascajo, basura material con sustancia orgánica, etc.) deberán removerse del predio y en ningún caso se podrán utilizar como material de apoyo de las casas o de cualquier obra que se construya.

e.5) Es importante señalar que la cimentación de las casas se desplante sobre un solo tipo de terreno, ya sea relleno, arcilla natural o roca basáltica.

e.6) Las instalaciones hidrosanitarias deberán diseñarse para que toleren los asentamientos de las viviendas indicados en el inciso 6.

e.7) Asimismo, los niveles de piso terminado de las viviendas deberán contemplar los posibles asentamientos indicados en el inciso 6, de tal manera que se garantice que después de haber ocurrido los hundimientos, dichos niveles estén por arriba del nivel de banqueta.



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

D I P L O M A D O

**"PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS"**

M O D U L O VII

ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS

21 de octubre de 1994 al 15 de septiembre de 1995.

VIALIDAD URBANA

GEOTECNIA APLICADA A LAS VIALIDADES

Profr. Hector Sangines García

Palacio de Minería

1995



Instituto de Ingeniería, UNAM, 1981

3.- Rico, A y Del Castillo, H, "La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres", Tomo II, Limusa

**TEMA**  
**VIALIDAD URBANA**  
**TIPOS DE PAVIMENTACION**

**VIALIDAD URBANA**  
**TIPOS DE PAVIMENTACION**

HECTOR SANGINES GARCIA  
PROF. FAC. ING. UNAM

**OBJETIVO:**

Conocer la función y los diferentes tipos de pavimentos, así como los factores más importantes que intervienen en su diseño así como los daños más frecuentes que se presentan en los pavimentos.

**INTRODUCCION**

En la actualidad es innegable la complejidad que presenta el proyectar secciones estructurales de obras viales en las que se involucren todas las variables significativas. Existe una tendencia a abandonar las prácticas meramente empíricas y se realizan esfuerzos para abordar el problema con enfoque científicos, fundamentados en estudios experimentales a escala natural y a ensayos de campo y laboratorio más y más sofisticados.

Es preciso enfatizar que las principales dificultades con las que actualmente se tropieza a nivel mundial son consecuencia de la diversidad criterios de diseño, a una multitud de enfoques, prácticas y experiencias. Como al progreso normal de la tecnología en este campo. Se reconocen, así mismo, las limitaciones de las teorías aplicadas y la importancia de reproducir en forma racional los llamados factores ambientales. Cabe mencionar, por último la resistencia que se tiene a modificar las prácticas instituidas tradicionalmente, en áreas de conservar una experiencia muchas veces discutible, e ignorando avances tecnológicos.

En nuestro medio no hemos podido ser ajenos a estas dificultades. Las modificaciones más o menos válidas que hemos ido introduciendo, con tendencias simplificadoras y como consecuencia de nuestra propia experiencia, han contribuido a diversificar aún más los criterios de diseño. La comparación y aplicación simultánea de métodos cuyo punto de partida son diferentes, generalmente producen mayor confusión y dispersan los esfuerzos que podrían ser aplicados en profundizar un método probado de antemano y, al mismo tiempo, en ir acumulando una saludable experiencia que lo perfeccione.

## TIPOS DE PAVIMENTACION.

Un pavimento es una estructura que sirve de apoyo para el tránsito vehicular. Está compuesto por diversas capas superpuestas, las cuales están constituidas por distintos materiales, cumpliendo, en conjunto, la función de proporcionar soporte a los vehículos.

Los pavimentos se clasifican en dos grandes grupos, a saber:

**PAVIMENTOS FLEXIBLES Y PAVIMENTOS RÍGIDOS.** Se consideran pavimentos flexibles aquéllos que están formados por una capa superior delgada, en general de tipo asfáltico, apoyada sobre una base, una subbase, una subrasante y una terracería. La figura 1 ilustra este tipo de pavimentos.

Los pavimentos rígidos, por su parte, están constituidos por una losa de concreto hidráulico, la cual debe estar apoyada en una subbase. La figura 2 muestra un perfil de un pavimento rígido.

Cabe aclarar que las capas indicadas en las figs. 1 y 2 corresponden a pavimentos típicos con tránsito de moderado a alto. Si el tránsito es bajo se pueden suprimir una o más capas. Por ejemplo, en un camino de segundo orden, con tránsito bajo, se puede suprimir la capa de subbase de la fig 1. Cuando existe buen terreno de cimentación, y se trata de un tramo de corte del camino, puede ser necesaria únicamente la capa de base en un pavimento flexible, o la capa de subbase en un pavimento rígido.

Si bien en general se acepta la clasificación anterior para distinguir a los pavimentos, la principal diferencia entre un pavimento rígido y uno flexible radica en la forma como cada uno de ellos distribuye el esfuerzo que le produce el tránsito vehicular sobre las capas que lo subyacen. En el caso de un pavimento rígido, la losa de concreto, por su rigidez, es la que toma la mayor parte de la carga que recibe el pavimento en su conjunto. La función de la base en este tipo de pavimentos es, además de proporcionar resistencia al conjunto, detener el flujo de agua ascendente que proviene de las capas inferiores, debido principalmente al fenómeno de capilaridad ; esto es importante porque la presencia de agua inmediatamente bajo la losa de concreto, merma considerablemente la funcionalidad y resistencia de la misma. Otra finalidad de la capa de subbase es la de absorber las contracciones y expansiones de la terracería o del terreno natural.

Muy distinto es el caso de los pavimentos flexibles, donde la delgada capa de asfalto, si bien toma parte de las sollicitaciones, también deja que las demás capas trabajen cargando parte de la carga total que recibe la estructura. En este sistema, cada una de las capas aporta resistencia al conjunto del pavimento, además de cumplir

con las funciones de romper el flujo ascendente y controlar los movimientos de expansión y contracción del terreno natural y de la subrasante.

Desde el punto de vista de las distintas capas que constituyen un pavimento, se puede decir que su calidad, en lo relativo a su resistencia y su grado de compactación, es función de su ubicación de arriba hacia abajo, siendo necesaria una mejor calidad mientras más arriba ( más superficial) esté localizada una capa.

La razón de lo anterior radica en que los esfuerzos provocados por las llantas de los vehículos que transitan sobre el pavimento, van disminuyendo con la profundidad, siendo entonces mayores en las capas más superficiales y menores conforme la capa en cuestión es más profunda. Así pues, las capas superiores requerirán tener mayor resistencia y menor deformabilidad, porque estarán sujetas a mayores esfuerzos, razón por la cual deben ser de mejor calidad.

Otro aspecto a tomar en cuenta es el relativo a la permeabilidad. Si pensamos que un pavimento estará sujeto a flujo de agua ascendente, que le generará una baja en su resistencia e incluso un peligro de falla, se evidencia la necesidad de que las capas del pavimento contribuyan a evitar dicho flujo, "rompiendo la capilaridad", para que no lleguen a formarse baches ni a soltarse el material.

Ahora bien, entrando en detalle, podemos decir que un pavimento flexible está formado, generalmente, por las siguientes capas de abajo hacia arriba:

#### a) TERRACERIA

En general esta capa es producto del corte del terreno natural que existe en el sitio en cuestión, y de su posterior colocación en el cuerpo del terraplén, salvo en los casos en los cuales dicho terreno natural está formado por arcillas expansivas o por enrocamientos.

El grado de compactación acostumbrado en esta capa es de 85 a 90% de su  $\gamma$  (peso volumétrico máximo del suelo) máxima, con el fin de que se garantice una resistencia adecuada para el pavimento en su conjunto.

#### b) SUBRASANTE

Esta capa está constituida, al igual que la anterior, por el terreno natural ( con las mismas salvedades en los casos de arcillas expansivas y de enrocamientos). Usualmente se le dan espesores de aproximadamente 30 cm y su grado de compactación varía entre 90 y 95 % de su  $\gamma$  máximo.

### c) SUBBASE

Debe estar constituida por un material cuyo símbolo SUCS sea SW o GW, con el fin de que sea capaz de aportar la resistencia requerida para el buen funcionamiento del pavimento. Su espesor mínimo es de 15 cm y su compactación podrá fluctuar entre 95 % y 100 % de su  $\tau$  máximo.

### d) BASE

Al igual que la capa anterior, la base debe ser de un material granular bien graduado ( SW o GW), su espesor nunca será menor de 15 cm y su compactación estará entre 95 % y 100 % de su  $\tau$  máximo.

### e) CARPETA ASFALTICA

Su espesor mínimo es de 5 cm, siendo frecuente que esta capa tenga espesores de 7 a 10 cm para garantizar la resistencia adecuada al pavimento.

En el caso de los pavimentos rígidos las capas que los constituyen son las siguientes:

#### a) TERRACERIA

Generalmente está formada por el terreno natural, exceptuando los casos en los cuales dicho terreno es de arcillas expansivas o de enrocamientos. El grado de compactación que se acostumbra dar a esta capa es de 85 % a 90 % de su  $\tau$  máximo para garantizar la resistencia del pavimento.

#### b) BASE o SUBBASE

Constituidas por materiales cuya clasificación SUCS sea GW o SW y con una compactación de 95 % a 100 % de su  $\tau$  máximo y un espesor mínimo de 12 cm.

#### c) LOSA DE CONCRETO HIDRAULICO

Generalmente, su espesor es de 10 cm.

Respecto a la falla de los pavimentos, se puede hacer una distinción entre dos tipos fundamentales de falla: la falla ESTRUCTURAL, que consiste en una ruptura de la estructura del pavimento, debida al colapso de una o varias de las capas que lo constituyen, lo cual hace imposible que el pavimento cumpla con su cometido y la falla FUNCIONAL, la cual consiste en que el pavimento sufre deformaciones y colapsos tales, que se hace incómodo o imposible el tránsito vehicular sobre el mismo. Esta falla puede o no estar acompañada de una falla estructural.

En conclusión puede decirse que los pavimentos están formados por distintas capas, unas sobre otras, las cuales

tendrán una calidad que será función de su ubicación, siendo mayor arriba y disminuyendo conforme se baja. La función estructural de las distintas capas del pavimento será resistir las cargas impuestas por el tránsito vehicular y evitar el flujo de agua ascendente, que puede favorecer las fallas en el pavimento.

Una última aclaración: en los comentarios de los párrafos anteriores estamos considerando que el terreno de cimentación no afecta en forma importante el comportamiento del pavimento. En este sentido, es necesaria la realización de estudios geotécnicos (o de mecánica de suelos), para tomar las medidas pertinentes a fin de que las características del suelo de cimentación no influyan en el comportamiento del pavimento. Así, por ejemplo, si el terreno de apoyo es una arcilla de carácter expansivo, el pavimento tendrá problemas de fuertes deformaciones por este fenómeno; si el suelo de cimentación del pavimento es una arcilla altamente compresible, pueden presentarse asentamientos importantes del cuerpo del terraplén, afectando de manera significativa al pavimento. Por lo tanto, el diseño de un pavimento debe ir siempre precedido de un buen estudio geotécnico o de mecánica de suelos.

## **ESTRUCTURACIÓN DE PAVIMENTOS**

### **a) Pavimentos asfálticos**

En nuestro país este tipo de pavimentos es el que más extensivamente se ha usado y, a pesar del reciente problema mundial de los energéticos, su empleo futuro tendrá a incrementarse. Es en los pavimentos asfálticos donde la mayoría de los técnicos mexicanos han fijado su atención y en donde se puede hablar de experiencia.

Tradicionalmente en México se han concebido las estructuraciones de los pavimentos flexibles mediante capas de sub.base y base, constituyéndolas con agregados pétreos cuyas características naturales son modificadas mediante tratamientos de cribado, trituración y/o mezclado con otros suelos. A medida que los tránsitos se han ido incrementando y de acuerdo con el comportamiento que han exhibido numerosos pavimentos, se siente cada vez más la necesidad de realizar de estudios para incorporar, a los proyectos de pavimentación, estructuras de suelos estabilizados con asfaltos, cal o cemento, a fin de incrementar la calidad y resistencia de tales capas. Empero, esta práctica en nuestro medio es poco frecuente.

El problema de la estructuración de pavimentos está muy vinculado a las especificaciones y normas de calidad, tanto de los materiales como de las capas que constituyen estas estructuras.

Por otra parte, algunas de las normas de calidad vigentes están fundamentadas en determinaciones de laboratorio cuya representatividad y reproductibilidad son muy discutibles.

En la Tabla 1 se muestran las principales características de las estructuraciones con pavimentos asfálticos, así como los ensayos típicos que, de acuerdo con la tecnología actual se llevan a cabo para su valuación, la experiencia que se tiene en nuestro medio y los principales campos en los que se aplican.

#### b) Pavimentos con losa de concreto.

Los llamados pavimentos rígidos han sido empleados en nuestro país en forma muy limitada, principalmente en aeropistas y aún dentro de ellas, se ha restringido su uso en las áreas de tránsito más canalizado, como son los rodajes y plataformas. Cabe preguntarse el porqué de estas limitaciones, cuando el beneficio que se obtiene de sus escasos requerimientos de conservación los hace apropiados en las áreas adyacentes a casetas de cobro de autopistas y puentes de peaje, en terminales de autobuses y camiones foráneos, en caminos urbanos de alto tránsito o en calles de municipios con presupuestos exigüos de conservación normales que tiene los pavimentos asfálticos y sobre todo los que se refieren a los erogados por el usuario, probablemente esto se deba a que no se cuenta con datos disponibles adecuadamente digeridos.

Las estructuraciones usuales de pavimentos rígidos han sido construidas en forma tradicional, mediante una capa de sub-base, apoyada en la subrasante, sobre las que se cuelan losas generalmente concreto simple.

Las propiedades fundamentales que se requieren conocer para estructural adecuadamente los pavimentos rígidos son prácticamente las mismas que para los pavimentos flexibles, pero para efectos de diseño, los parámetros a definir son el módulo de reacción de los suelos y el módulo de resistencia a la tensión por flexión del concreto.

#### c) Drenaje y subdrenaje

Las estructuraciones de pavimentos deben contemplar la interacción existente con las obras de drenaje y subdrenaje. Tal aseveración se fundamenta en el hecho, experimentalmente comprobado, de que ni las carpetas asfálticas ni las losas de concreto pueden ser consideradas como elementos impermeables.

Existe la creencia generalizada en estructuras ya construidas que requieren obras de subdrenaje, que es (equivalente) técnicamente colocar un espesor de sobrecarpeta y que esto resulta más económico, que construir el sistema de subdrenaje necesario, cuando las



dos soluciones se refieren a problemas estructurales totalmente diferentes, Tal concepto debe ser erradicado. se ha podido comprobar que las sobrecarpetas así construidas tienen una vida efimera y obviamente el problema vuelve a aflorar en un lapso relativamente corto.

## **ENSAYES DE LABORATORIO**

Uno de los aspectos más importantes dentro de la tecnología de los pavimentos es la que se refiere a la caracterización de materiales. Las pruebas de campo y laboratorio que se utilizan para tal fin son muy diversas, pero pueden ser clasificadas elementalmente en los siguientes tipos.

### Pruebas de identificación.

Se utiliza exclusivamente con fines de clasificación de los suelos, agregados, fragmentos de roca y rocas. En nuestro medio se emplea el SUCS para los suelos.

### Pruebas de calidad

Se refieren a los ensayos que se realizan para determinar las calidades de agregados y suelos que, en confrontación con las especificaciones vigentes, permiten normar el criterio para la aceptación o rechazo de los mismos. Dentro de este grupo son clásicas las pruebas de compactación, equivalente de arena, granulometría índice de lajeo, valor cementante, valor relativo de soporte estándar, contracción lineal, densidad y absorción, desgaste e intemperismo, índice de durabilidad y limpieza de agregados.

### Pruebas para diseño

Son las que se emplean para determinar las características de resistencia y deformabilidad de los materiales ya estructurados por algún procedimiento de compactación o en estado natural. Tal es el carácter de las pruebas de compresión simple, triaxiales, de consolidación tipo CBR o VRS, de estabilidad, de saturación bajo presión, de deformabilidad bajo cargas repetidas (resiliómetro o triaxiales cíclicas), de deflexión (viga Benkelman, Dynaflect), etc.

### Comentarios

La variedad de pruebas desarrolladas en la tecnología de los pavimentos va aparejada con la constitución que las utiliza y en concordancia con el método de diseño estructural. Cuando se trata de analizar estructuras construidas, existen pruebas que pueden ser destructivas y no destructivas, o bien ensayos que caracterizan individualmente los materiales o mide el comportamientos del conjunto.

Las que se refieren al terreno de cimentación y algunas que se emplean en el diseño de las terracerías (cortes y terraplenes), son las que han implantado clásicamente la Ingeniería de Suelos.

En la tabla 2 se presenta la valoración relativa que es posible concederle a las diversas pruebas que se utilizan dentro de la actual tecnología de pavimentos, de acuerdo con las propiedades fundamentales que se pretende evaluar. Dentro de la misma tabla, como resultado de la experiencia en la aplicación, interpretación de resultados, representatividad y reproductibilidad de los ensayos, se hacen las recomendaciones para su futuro empleo.

La tecnología de pavimentos cuenta con ensayos que permiten determinar parámetros de comportamiento fundamentales, que se hace urgente implantar rutinariamente o que, por lo menos, ameritan un nivel de experimentación, para su implantación posterior.

En la actualidad la tecnología más avanzada está tratando de desarrollar métodos que toman en consideración los fenómenos de fatiga, Los "resiliómetros" de varios tipos han proliferado, junto con ensayos triaxiales de carga repetida. Estas pruebas son las que en definitiva tratan de representar más realísticamente las condiciones de comportamiento de las capas de los pavimentos, desafortunadamente aún se encuentran en etapa de desarrollo y para su implantación todavía habrá de pasar algún tiempo. Quizás en este sentido debería estar orientada en gran parte la futura investigación en México, en materia de pruebas para diseño de pavimentos.

El empleo de deflectómetros para evaluar estructuras de pavimentos por métodos no destructivos, ha resultado de suma utilidad y permiten recabar información confiable, rápida y oportuna de la capacidad estructural del conjunto. Los resultados obtenidos deben ser analizados con criterios estadísticos apropiados. En las carreteras y aeropistas mexicanas han sido utilizadas estas metodologías. Se puede comprobar, sin embargo, que el uso de estos medios en la conservación de carreteras en México es casi nula, lo que ha impedido acumular valiosa información que podría haber redundado en una experiencia institucional, como ya se ha realizado en otros países. Introducir estas prácticas en forma sistemática es una condición indispensable para el desarrollo de una tecnología apropiada en la conservación de pavimentos, sino se desea correr el riesgo de un colapso como ya ha ocurrido en otras partes del mundo, o bien en incurrir en gastos por este concepto que se antojan excesivos, dada la falta de oportunidad que se realizan.

## TRANSITO

Las conclusiones experimentales emanadas de los tramos de prueba de la AASHO, en relación con los efectos destructivos producidos por el tránsito, han sido casi universalmente aceptadas. De aquí que el procedimiento para valuar el tránsito acumulado en función de ejes sencillos de 8.2 ton, también se haya popularizado y está conduciendo rápidamente a una uniformización de criterios muy conveniente.

El instituto de Ingeniería de la UNAM. ha introducido un método simple para valuar el tránsito basado en estas ideas, desplazando el antiguo concepto de "vehículos con capacidad de carga o mayor de 3 ton", que adolece de ambigüedades e impresiones.

En la práctica, sin embargo, se ha tropezado con algunas dificultades principalmente como consecuencia del tipo de aforos que se realizan actualmente, los cuales clasifican al tránsito en tres tipos de vehículos, automóviles (A), autobuses (B), y camiones (C). Se puede comprobar que la subclasificación de los vehículos tipo C (C-2, C-3, T2-S1, T2-S2 Y T3-S2) es necesaria en la aplicación del método de diseño de espesores propuesto por el mismo Instituto de Ingeniería, ya que puede redundar en un sobre diseño de 2 a 4 cm. cuando se agrupan en forma simplificada a los vehículos tipo C como constituidos exclusivamente por T2-S1, por ejemplo.

Lo más recomendable para solventar este problema es tratar con datos de aforos más completos. En México se carece actualmente de información fidedigna de cada camino en particular, excepto en las carreteras de cuota. Sin embargo, los valores indicados en la Tabla deducidos de varias fuentes oficiales, pueden ser tomados como una hipótesis realista para camiones comunes de la red federal, es decir, excluyendo camiones especiales, como son los mineros, los de plantas industriales o de aserraderos, donde el tipo de camiones es muy uniforme, y definido.

TABLA # 3

Camión tipo	Composición relativa (%)
C2	70
C3	7
T2-S1	9
T2-S2	7
T3-S2	7

Uno de los factores del tránsito que tienen mayor influencia en el diseño de pavimentos es el que se refiere al pronóstico de su crecimiento, sobre todo en aquellos caminos que abren nuevas rutas con zonas económicas de difícil valuación. Se ha podido constatar que sistemáticamente las tasas de crecimiento han sido subestimadas en muchos caminos de este tipo. En lo que atañe al diseño de pavimentos, existe la convicción de que es preferible sobreestimar su tasa de crecimiento y programar su construcción por etapas, a reserva de verificar la evaluación del tránsito con oportuno y sistemáticos aforos. Este criterio evita reconstrucciones costosas, ya que el esfuerzo de la estructurase hace en los niveles inferiores (sub-base), en vez de colocar sobrecarpetas asfálticas, a veces de gran espesor y en condiciones de dilación del tránsito muy críticas.

Se insiste en la conveniencia de verificar la evolución de los tránsitos reales, una vez puesto en operación un proyecto dado, con el objeto de calibrar

## **METODOS DE DISEÑO**

Como se ha mencionado en incisos anteriores, el diseño estructural de una obra vial implica la aplicación de una serie de criterios y tecnologías en donde la Ingeniería de suelos tiene un papel relevante. La exploración del terreno de cimentación, los criterios de estabilidad de taludes, de empuje de tierras para el análisis de muros de contención y de asentamientos en terrenos compresibles, son problemas bien definidos en el área de la Mecánica de Suelos, cuya solución es factible empleando los medios clásicos que esta rama de la ingeniería ha desarrollado.

Los problemas inherentes a los suelos expansivos y a los que presentan una alta deformabilidad elástica, aún tienen una gran experimentación e investigación que realizar para contar con la metodología de diseño aceptable. No obstante ya existen herramientas preliminares para lograr ese desarrollo, dentro del campo de la Mecánica de Suelos.

En el diseño de la superestructura a la que llamamos pavimento existe una superabundancia de métodos impresionantes, que van desde simples reglas empíricas a elegantes modelos matemáticos. En esta parte se proponen los métodos que por contemplar las variables de mayor significación en el problema y por ofrecer tecnologías relativamente simples, pueden ser aplicados en nuestro medio.

## **PAVIMENTOS ASFALTICOS**

La tecnología mexicana de diseño de estas estructuras en carreteras data de los años cuarentas y se basó desde un principio en pruebas tipo CBR. En el año de 1955 la SCOP, después de algunas adaptaciones y modificaciones, integró un método empírico cuyas variables significativas fueron cuatro condiciones de tránsito, referidas al número de camiones con capacidad de carga igual o mayor de tres toneladas en un solo sentido, en relación con el VRS modificado de las diversas capas que constituyen la estructura.

No fue sino a partir de 1962 cuando a través del Instituto de Ingeniería de la UNAM se iniciaron estudios teórico-experimentales tendientes a obtener métodos de diseño más apropiados y de acuerdo con las particulares condiciones de nuestro país. Estas investigaciones han cristalizado en el planteamiento y proposición concreta de un método cuya aplicación se encuentra apenas en su etapa inicial por lo que su bondad sólo podrá ser valorada en los años por venir. La probabilidad de éxito es muy alta, debido a la base experimental a escala natural en la que se fundamenta; la compatibilidad que muestra este método con los resultados experimentales obtenidos en la prueba AASHO es muy significativa.

## **PAVIMENTOS DE CONCRETO**

Aún cuando en México se tiene poca experiencia en diseño y construcción de pavimentos carreteros con concreto hidráulico, parece fuera de duda que la práctica usual recomendada por Portland Cement Association de los Estados Unidos es la más apropiada para ser utilizada en México, empleando concreto hidráulico simple con elementos de transmisión a base de machimbres y pasajuntas.

## **EVALUACION ESTRUCTURAL**

Hoy por hoy ha de reconocerse que los estudios de evaluación estructural de carreteras, como herramienta que se utilice por sistema para la rehabilitación, refuerzo o simple conservación de pavimentos, prácticamente no existen en nuestro medio. Normalmente estos estudios se han llevado a cabo cuando el estado de deterioro del camino requiere una rehabilitación mayor del pavimento, si no es una reconstrucción total. Dentro de las razones que asisten a la realización de estos estudios, se encuentra el poder plantear oportunamente los programas de mantenimiento y establecer los ramos que requieren una atención más inmediata. Es por ello que se estima urgente y necesaria su

implantación, con el objetivo de aprovechar el máximo los recursos con que se cuenta.

De primordial importancia se considera el evaluar la estructura total del camino, conforme a los conceptos vertidos en este trabajo. Ignorar la interacción de la estructura con el terreno de cimentación, el estado y características de las terracerías o las condiciones de drenaje y subdrenaje, pueden conducir fatalmente a fracasos que pueden llegar a traducirse en trabajos de conservación costosos y muy prolongados.

Una elemental necesidad de prácticamente todos nuestros caminos es la determinación de la apreciación de servicio actual de una manera periódica y sistemática, conforme el método subjetivo implantado por la AASHO en sus tramos de prueba. La acumulación de estos datos vertidos en gráficas como la que se muestra en la fig. 3 permite de una manera objetiva y simple estimar la vida remanente de los pavimentos, o bien programar con suficiente anticipación la necesidad y profundidad de los trabajos de conservación que se requieren para prolongar su vida útil.

Es obvio que en nuestro medio no se haya sistematizado ningún procedimiento de evaluación mecanicista de estructuras de carreteras, empleando pruebas no destructivas, aún cuando en algunos proyectos se hayan empleado dispositivos tales como la viga Benkelman o el Dynaflect.

Los métodos actuales basados en la determinación de deflexiones consideran criterios de falla estructural por fatiga. Por este motivo, en toda la evaluación se requiere hacer consideraciones especiales en lo que se refiere a la reflexión de deterioros superficiales y a la determinación de la capacidad estructural por resistencia al esfuerzo cortante. Para solventar el primer problema, que se desprende del levantamiento de deterioros, se ha recurrido a reglas empíricas que habría que observar en nuestro país, mediante tramos de prueba, antes de decidir cualquier recomendación.

Para la determinación de la capacidad estructural por resistencia al esfuerzo cortante, la recomendación más apropiada consiste en realizar la exploración directa de la estructura, el muestreo inalterado y la programación de ensayos de laboratorio adecuados, conforme a la naturaleza del problema. En estos casos los métodos directos no destructivos suelen complementar con valiosa información los resultados de los métodos y permiten hacer zonificaciones de problemas o condiciones similares.

## BANCO DE DATOS

Cualquier tecnología, como las que se aplican en pavimentos, basada en su mayor parte en observaciones directas de comportamiento, ensayos de campo y laboratorio ciertamente arbitrarios y con fundamentos teóricos tan pobres, jamás podrá aspirar a un progreso científico verdadero, si la experiencia acumulada no se procesa apropiadamente, para su aplicación posterior en otros proyectos.

La Ingeniería de Sistemas cuenta con los medios apropiados para establecer un banco de datos que permita retroalimentar esa experiencia, para la optimización del sistema. Esta necesidad se hace más imperiosa si se considera que nuestras tecnología son "importadas" y que nuestros métodos se encuentran en estado de aplicación incipiente.

La implantación de un banco de datos se antoja fácil y accesible en nuestro país. Se considera como un medio eficaz para calibrar y corregir con fundamento las metodologías propuestas, así como coordinar las diferentes fases a las que se someten los proyectos. Cualquier opinión al respecto que no cuente con este medio cae en una mera especulación.

En la fig. 4 se ilustra un modelo para el banco de datos que se propone, aplicable a pavimentos.

## COMENTARIOS

Conforme al contenido del presente escrito se derivan los siguientes comentarios:

- a) El diseño de las estructuras de vialidades debe involucrar a la totalidad de las secciones, incluyendo terreno de cimentación, terracerías y pavimento, así como considerar sus respectivas interacciones.
- b) Únicamente al amparo de estudios teóricos y experimentales avalados por la Ingeniería de Suelos y desarrollados por expertos en la materia, podrá lograrse un avance efectivo en el diseño estructural de carreteras y aeropistas.
- c) La tradicional división de estudios en geotécnicos y de pavimentación debe quedar abolida e integrarse en proyectos estructurales de obras viales.
- d) A los estudios de capa subrasante se les debe de conceder la máxima importancia, porque en ellos quedan involucrados trascendentes aspectos económicos.

e) Es imperativo fomentar el estudio de estructuraciones no tradicionales en los proyectos de pavimentos.

f) Debe estimularse el empleo de pavimentos de concreto hidráulico en aquellos proyectos de bajo requerimiento de conservación.

g) Especial atención debe ponerse a los estudios de drenaje y subdrenaje con el objeto de favorecer el buen comportamiento de las obras viales.

h) Las especificaciones, normas de calidad de materiales y procedimientos constructivos deben derivarse de los estudios particulares, más que apegarse a las reglas de tipo general.

i) Se requiere una depuración de la tecnología actual en materia de ensayos de laboratorio para caracterizar los materiales empleados en las estructuraciones. En la tabla 2 se incluyen recomendaciones a este respecto.

j) Para la determinación de los parámetros de diseño en pavimentos se recomienda adoptar en definitiva la tecnología empleada por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos.

k) Para el análisis de suelos con alta deformabilidad elástica se hace necesario introducir técnicas especiales, basadas en ensayos por fatiga.

l) Para el análisis de suelos expansibles es más confiable aplicar los conceptos y técnicas tradicionales de la Mecánica de Suelos.

m) La estimación de los tránsitos en el diseño estructural de los pavimentos es fundamental. Se requiere, por lo tanto, una información fidedigna y completa para establecer este parámetro.

n) La diversidad de métodos de diseño de pavimentos obliga a la necesidad de unificar y depurar los que se aplican actualmente en nuestro medio. Los métodos que se proponen en este trabajo, contemplan las variables más significativas y que ofrecen tecnologías relativamente simples, pero de mayor confiabilidad, para la determinación de los parámetros que intervienen en el problema.

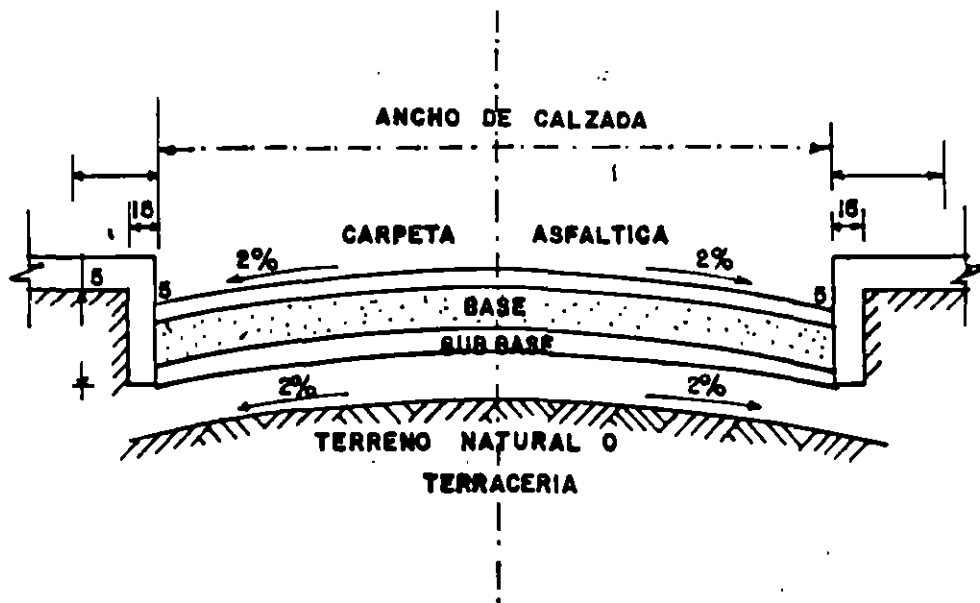
o) En las estructuras viales ya en operación es urgente e indispensable que se apliquen métodos de evaluación estructural actualizados. Se considera que estos métodos pueden contribuir a mejorar substancialmente los criterios actuales de conservación.



p) Para lograr una optimización del sistema de diseño y evaluación estructural a más corto plazo y en forma efectiva, se recomienda la creación de un banco de datos que lo retroalimente fidedignamente en cada etapa del proyecto.

q) Se considera indispensable seguir estimulando y realizando investigaciones teórico-experimentales en la materia

# SECCION DE PAVIMENTO FLEXIBLE

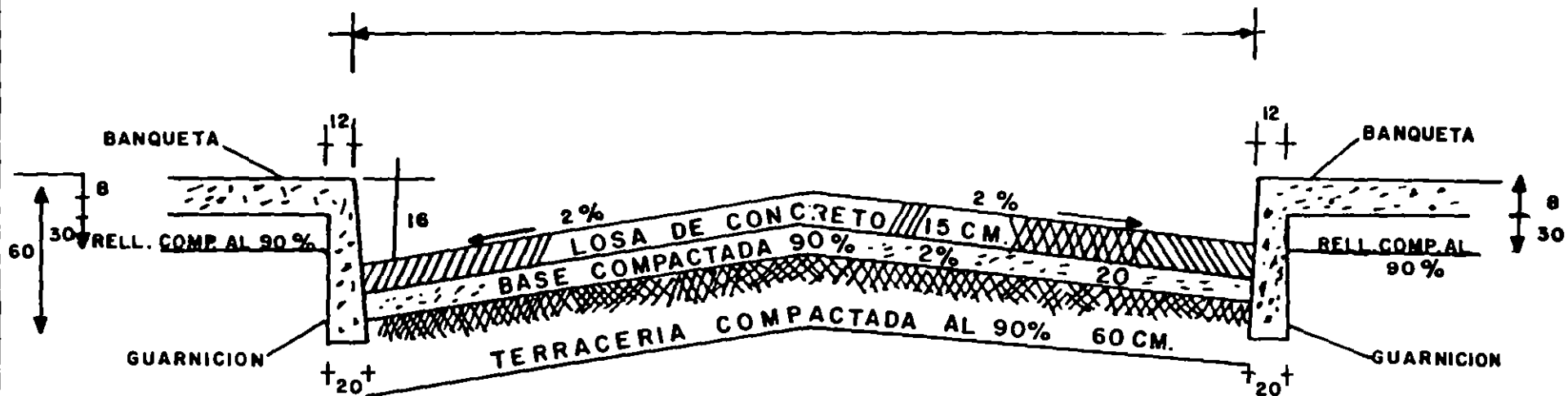


Terreno natural compactado al 90%

AVENIDA PRINCIPAL

FIG. I

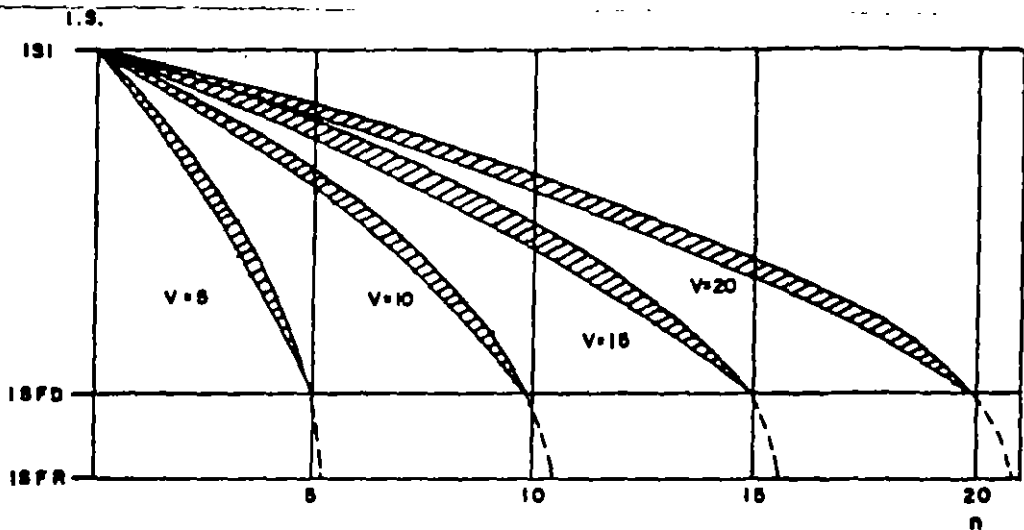
ANCHO DE CALZADA



\* COTAS EN CM.

SECCION DE PAVIMENTO RIGIDO

FIG. 2



I.S. Índice de Servicio  
 ISI. Índice de Servicio Inicial (5.0 a 4.0)  
 ISA. Índice de Servicio Actual  
 ISFD. Índice de Servicio final deseable (2.5 a 2.0)  
 ISFR. Índice de Servicio final de rechazo  
 n Número de años  
 V Vida útil en años

Fig. 3 Estimación de la vida remanente de pavimentos en función de la historia de su comportamiento.

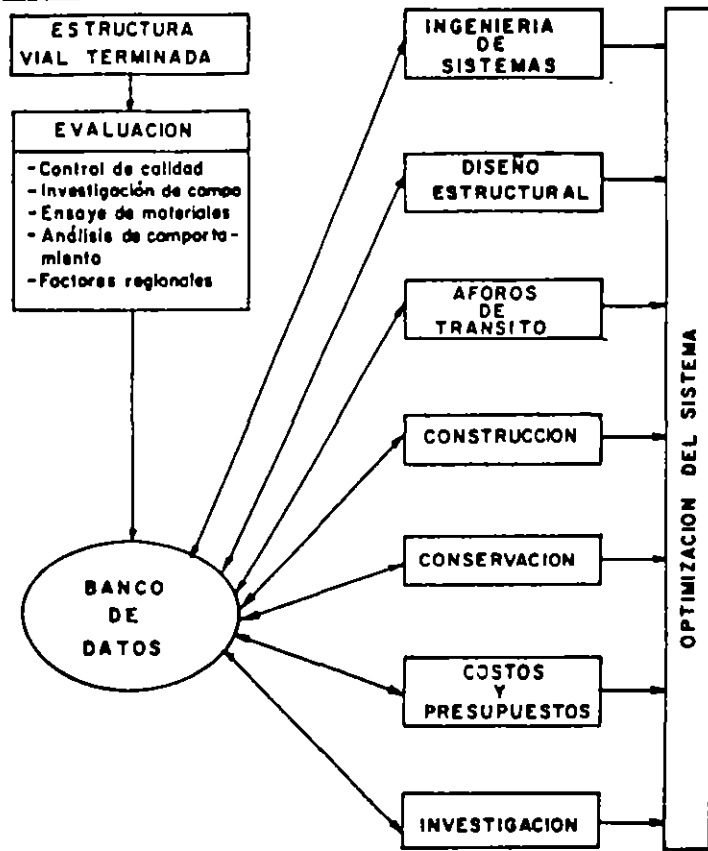


Fig. 4. Sistema para la retroalimentación de datos en el diseño de pavimentos.

TABLA 1 VALOR Y RECOMENDACIONES DE USO PARA LOS ENSAYES DE LABORATORIO USUALES EN LA TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS ASFALTICOS.

PROPIEDADES FUNDAMENTALES	ENSAYES TÍPICOS PARA SU VALUACION	(A) VALOR DEL ENSAYE				(B) RECOMENDACIONES			
		T de C	T y CS	SB y SB	CA	T de C	T y CS	SB y SB	CA
ESTRUCTURACION	contenido de agua "in situ"								
	peso volumétrico seco "in situ"								
	límites de consistencia								
	granulometría								
	índice de lajeo								
COMPACTABILIDAD	por impactos (Proctor, AASHTO)								
	por presión (Porter estándar)								
	por amasado (Hveem)								
	por vibración								
	por impactos (Marshall)								
	valor cementante								
RESISTENCIA	Resistencia al esfuerzo cortante	compresión simple							
		triaxiales							
		capacidad de carga en placa							
		VRS en muestra inalterada							
		VRS estándar							
	VRS modificada								
	VRS Cuerpo de Ingenieros								
Resistencia a la tensión	estabilidad (Hveem)								
	presión de exudación								
	valor cementante								
	cohesiómetro								
	estabilidad (Marshall)								
	consolidación								
DEFORMABILIDAD	Expansibilidad	contenido de agua "in situ"							
		límites de consistencia							
		límite de contracción							
		contracción lineal							
		peso volumétrico seco "in situ"							
		saturation bajo presión							
		VRS en muestra inalterada							
		VRS estándar							
	VRS Cuerpo de Ingenieros								
	expansiómetros								
	Deformabilidad plástica	límites de consistencia							
		contracción lineal							
		equivalente de arena							
		estabilidad (Hveem)							
flujo (Marshall)									
Deformabilidad elástica o fatiga	triaxiales								
	resillómetro								
	triaxiales cíclicas								
	deflexómetros								
	deflexión con placa de carga								
DURABILIDAD	densidad y absorción								
	índice de lajeo								
	desgaste (Los Angeles)								
	índice de durabilidad								
	limpieza de agregados								
	intemperismo acelerado								
PERMEABILIDAD	granulometría								
	límites de consistencia								
	permedímetros								

SIMBOLOGIA TABLA. 1.  
ENSAYES TÍPICOS EMPLEADOS PRINCIPALMENTE EN  
ESTUDIOS DE:








Diseño	
Evaluación	
Diseño y evaluación	
Diseño y control de calidad	
Evaluación y control de calidad	
Diseño, evaluación y control de calidad	
No se usan en esta parte de la estructura	

TABLA 2 VALOR Y RECOMENDACIONES DE USO PARA LOS ENSAYES DE LABORATORIO USUALES EN LA TECNOLOGIA DE PAVIMENTOS ASFALTICOS.

PROPIEDADES FUNDAMENTALES	ENSAYES TÍPICOS PARA SU VALUACION	(A) VALOR DEL ENSAYE				(B) RECOMENDACIONES			
		T de C	T y CS	SB y SB	CA	T de C	T y CS	SB y SB	CA
ESTRUCTURACION	contenido de agua "in situ"								
	peso volumétrico seco "in situ"								
	límites de consistencia								
	granulometría								
	índice de lajeo								
COMPACTABILIDAD	por impactos (Proctor, AASHTO)								
	por presión (Porter estándar)								
	por amasado (Ilveem)								
	por vibración								
	por impactos (Marshall)								
	valor cementante								
RESISTENCIA	Resistencia al esfuerzo cortante	compresión simple							
		triaxiales							
		capacidad de carga en placa							
		VRS en muestra inalterada							
		VRS estándar							
	Resistencia a la tensión	VRS modificada							
		VRS Cuerpo de Ingenieros							
		estabilidad (Ilveem)							
		presión de exudación							
		valor cementante							
DEFORMABILIDAD	Compresibilidad	cohesiómetro							
		estabilidad (Marshall)							
	Expansibilidad	consolidación							
		Resistencia al esfuerzo cortante	contenido de agua "in situ"						
			límites de consistencia						
			límite de contracción						
			contracción lineal						
			peso volumétrico seco "in situ"						
			saturación bajo presión						
			VRS en muestra inalterada						
			VRS estándar						
			VRS Cuerpo de Ingenieros						
	expansiómetros								
	Deformabilidad plástica	límites de consistencia							
		contracción lineal							
equivalente de arena									
estabilidad (Ilveem)									
flujo (Marshall)									
Deformabilidad elástica o fatiga	triaxiales								
	resiliómetro								
	triaxiales cíclicas								
	deflexómetros								
DURABILIDAD	deflexión con placa de carga								
	PERMEABILIDAD	densidad y absorción							
		índice de lajeo							
		desgaste (Los Angeles)							
		índice de durabilidad							
		limpieza de agregados							
intemperismo acelerado									
PERMEABILIDAD	granulometría								
	límites de consistencia								
	permeómetros								



SIMBOLOGIA TABLA 2

(A) VALOR DE LOS ENSAYES:

Ensayo inapropiado



Ensayo innecesario para este fin



Ensayo indicativo de esta propiedad



Ensayo conveniente



Ensayo indispensable para este fin



(B) RECOMENDACIONES

Suspéndase su aplicación



Usese limitadamente



Empleo conveniente



Implántese su aplicación rutinariamente



Experimentétese para implantarse posteriormente



T de C Terreno de cimentación.

T y CS Terraplenes y capa subrasante.

SB y B Subbase y base.

CA Carpeta asfáltica.



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

DIPLOMADO: "PREPARACION Y EVALUACION  
SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS

MOD.7.- ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS.

**"SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE"**

ING. ENRIQUE HERAS HERRERA

# **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

Por: Ing. Enrique Heras Herrera\*

**Objetivo general:** Dar a conocer los componentes principales de un sistema de abastecimiento, la función que desempeñan y el procedimiento para su diseño, construcción y operación.

## **1. EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE:**

Dado que el agua es el elemento esencial para la vida de todos los seres vivos, el sistema de abastecimiento de agua potable una población constituye uno de los servicios públicos básicos e imprescindible para el sano y adecuado desarrollo de dicha población.

En la "Norma Oficial Mexicana NOM-02-SSA1-1993. Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados", publicada en el Diario Oficial de la Federación del 12 de agosto de 1994 se tienen las definiciones legales de varios conceptos técnicos relativos a los abastecimientos de agua, aunque algunas de estas definiciones no son completamente apropiadas desde el punto de vista técnico.

El sistema de abastecimiento se define como: "el conjunto intercomunicado o interconectado de fuentes, obras de captación, plantas cloradoras, plantas

\* Jefe del Departamento de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería, UNAM.

**Cajas para manantial**, que son obras construidas para proteger tanto la calidad del agua subterránea que brota en el manantial como las características naturales del terreno donde se encuentra el manantial:

**Pozos**, que son perforaciones en el suelo de forma cilíndrica y con un diámetro mucho menor que su profundidad. De manera convencional los pozos hasta aproximadamente 30.00 m de profundidad se conocen como someros o de poca profundidad; cuando el pozo somero tiene un diámetro grande y es excavado hasta llegar al nivel freático se conoce como noria. Los pozos que tienen más de 30.00 m se denominan pozos profundos.

Los pozos profundos están compuestos básicamente por las siguientes partes:

**Tubería de ademe del pozo**, consistente en un tubo ciego generalmente de acero que soporta las diferentes capas de material del subsuelo que se perforaron al construir el pozo; esta tubería va desde la superficie del suelo hasta la parte superior del acuífero y permite por su diámetro alojar dentro de ella a la bomba del pozo;

**Cedazo o rejilla del pozo**, es la parte de la tubería de ademe que va dentro del acuífero y que tiene aberturas especiales para dejar pasar el agua subterránea y retener el material granular del acuífero.

**Empaque o filtro de grava graduada**; colocado entre el cedazo y el material del acuífero; esta parte puede o no tenerla el pozo profundo y se utiliza cuando la granulometría del acuífero requiere una zona de transición entre el acuífero y el cedazo para mejorar el funcionamiento del pozo.

- **Cimentación**, tanto para la tubería de ademe en la parte inferior del pozo como para el motor eléctrico superficial.

Para extraer el agua, ya sea de un pozo somero o de un pozo profundo, es necesario utilizar una bomba hidráulica para pozo. Esta bomba puede ser de muchos tipos de fabricación comercial, teniéndose principalmente las llamadas bombas convencionales para pozo profundo y las bombas sumergibles para pozo. Las primeras consisten en la bomba propiamente dicha que va dentro del agua del pozo y que es accionada mediante un eje vertical por un motor eléctrico o de combustión interna situado sobre el suelo. En las segundas la bomba es accionada directamente por un motor eléctrico especial y todo el conjunto motor-bomba se sumerge dentro del agua del pozo.

- Galería filtrante o de infiltración, consiste en un tubo o conducto con orificios, alojado horizontalmente o con poca pendiente dentro de una zanja o dentro de un túnel y rodeado de material granular, que penetra dentro de la zona de saturación de un acuífero subsuperficial para captar el agua subterránea, la cual se puede aprovechar por gravedad o por bombeo.

La selección de una fuente de abastecimiento de agua para una población es básicamente un problema económico, seleccionándose jerárquicamente la fuente o fuentes que representan el menor costo para la población durante el período de proyecto en función de los siguientes aspectos:

- Calidad del agua de la fuente con relación a las Normas Oficiales de calidad para el agua potable. La calidad de la fuente que cumpla en mayor proporción con las Normas será en general la que represente el menor costo de potabilización;
- Cantidad de agua que pueda proporcionar de manera constante y uniforme la fuente de abastecimiento para satisfacer las demandas de la población;
- Tipo y costo de las obras de captación y de conducción necesarias para aprovechar el agua de la fuente y para transportarla hasta la planta potabilizadora y la red de distribución.

### **3.4 Líneas de conducción.**

Como se dijo en el inciso 1.2 estas líneas permiten transportar el agua a lo largo de las diferentes partes que integran el sistema de abastecimiento, desde la obra de captación hasta la red de distribución.

De manera general las líneas de conducción se clasifican en conductos descubiertos y en conductos cubiertos.

- . Los conductos descubiertos consisten en canales excavados en el terreno con revestimiento o sin él que pueden utilizarse cuando la calidad del agua todavía no es potable y las condiciones topográficas permiten que el agua escurra por gravedad. En estos conductos el agua está expuesta a toda clase de contaminación y a pérdidas, por extracciones no autorizadas, evaporación e infiltración si el canal no está revestido. Además del canal propiamente dicho la conducción puede también contar con dispositivos complementarios como son

rejillas, compuertas, cajas de derivación, puentes-canales y en algunos casos con sifones invertidos.

Los conductos cubiertos son las conducciones totalmente cerradas como las tuberías de diferentes materiales que pueden funcionar por gravedad como si fueran canales (o sea parcialmente llenas) o a presión dependiendo de las condiciones topográficas para transportar el agua. Las líneas de conducción que transportan agua potable o que funcionan a presión deben necesariamente ser cubiertas.

Dependiendo de los requisitos y las condiciones de diseño, las líneas de conducción, además de las tuberías propiamente dichas comprenden otros elementos o dispositivos complementarios para desempeñar eficientemente su función, tales como: válvulas de admisión o de expulsión de aire; válvulas para operación y control como las de retención (check), las de mariposa, las de compuerta, las de globo, etc; piezas especiales de los diferentes materiales de fabricación de las tuberías como son codos, tes, ampliaciones, extremidades, etc; juntas de diversos tipos; atraques; apoyos; etc.

#### **4. PLANTA POTABILIZADORA.**

Como se indicó en el inciso 1.2 la planta potabilizadora consiste en el conjunto de obras de ingeniería que permiten mejorar la calidad natural del agua captada en una fuente de abastecimiento para que cumpla con las Normas Oficiales de Calidad para el agua potable (NOM-127-SSA1-1994) o sea que tenga una calidad adecuada para el uso y consumo humano.

La mejoría de la calidad se logra sometiendo el agua a un determinado proceso de potabilización, el cual a su vez está generalmente integrado por una serie consecutiva de operaciones unitarias y de procesos unitarios.

La selección del proceso de potabilización debe hacerse mediante la cuidadosa realización de los estudios de campo y las pruebas de laboratorio. Esta selección depende principalmente de los siguientes factores:

- . La calidad exigida por las Normas Oficiales para el agua potable.
- . La calidad natural del agua de la fuente de abastecimiento, tomando debidamente en cuenta sus variaciones estacionales y sus posibles cambios a futuro durante el período de proyecto.
- . Los costos relativos de los diferentes procesos de potabilización.
- . Las características regionales o locales relativas a legislación aplicable, disponibilidad de materiales constructivos y de equipos, disponibilidad de personal adecuado para la construcción y sobre todo para la operación de las obras, etc.

Los factores que ejercen mayor influencia son los dos primeros y como en términos generales las aguas subterráneas son claras, libres de microorganismos y no contienen cantidades significativas de materiales orgánicos, son las que de preferencia se han utilizado en México y en otros países para el abastecimiento de las poblaciones, ya que la mayoría de las veces no necesitan ningún proceso de potabilización para cumplir con la calidad indicada por las Normas Oficiales, con excepción de la desinfección para



garantizar su adecuada calidad bacteriológica a lo largo de todas las obras que forman parte del sistema de abastecimiento.

No obstante, como en muchas ocasiones el agua subterránea tiene concentraciones importantes de gases o de materiales disueltos tales como calcio y magnesio (que provocan la llamada "dureza" del agua), hierro, manganeso, etc, es necesario someter este tipo de aguas a un proceso de potabilización llamado genéricamente "proceso de ablandamiento" (que puede tener muchas variantes) para reducir la dureza del agua subterránea.

En cambio, las aguas superficiales en general contienen una gran diversidad y muchas veces altas concentraciones de contaminantes naturales u originados por las actividades humanas por lo que el proceso de potabilización que requieren también en general es mas complejo que el que necesitan las aguas subterráneas. Como las aguas superficiales por su naturaleza son mas o menos turbias, el proceso de potabilización para este tipo de aguas se denomina genéricamente "proceso de clarificación" y las plantas en que se aplica se llaman plantas potabilizadoras de clarificación.

Un caso especial lo constituyen las aguas salobres o las aguas saladas (aguas marinas la mayoría de las veces) que se pueden potabilizar mediante diferentes procesos, varios de ellos patentados, en la denominadas plantas potabilizadoras de desalación.

Con base en lo anterior, en forma general las plantas potabilizadoras pueden clasificarse en los tres tipos siguientes:

- Plantas de ablandamiento, con sus diversas variantes, para las aguas subterráneas. En la Fig. 1 se presenta un esquema de este tipo de planta.

- Plantas de clarificación, con sus diversos tipos, para las aguas superficiales. En la Fig. 2 se muestra un esquema de este tipo de planta.
- Plantas desaladoras para las aguas salobres o las saladas.

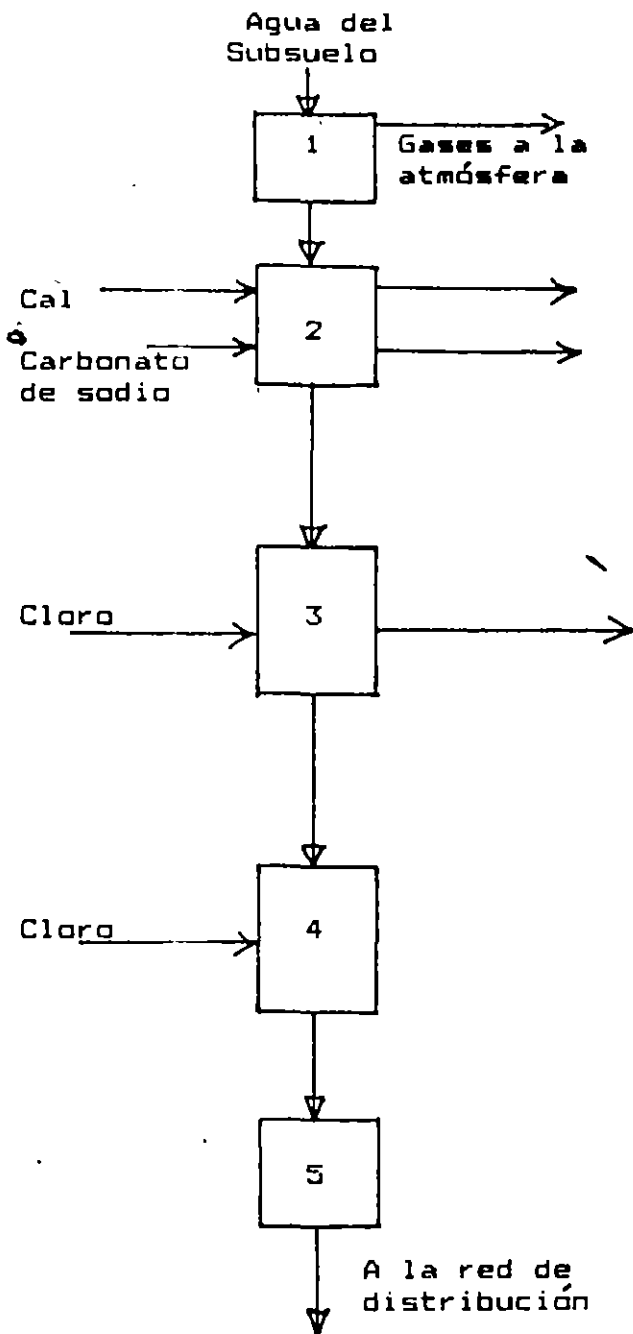
Con relación a las operaciones y/o procesos unitarios que podrían integrar un proceso de potabilización en función de la calidad natural del agua de diversas fuentes de abastecimiento, en la Tabla 1 se presenta un ejemplo general para diversas fuentes.

**PROCESO**

**REACTIVOS QUIMICOS AGREGADOS**

**PRODUCTOS DE DESECHO**

1. **AERACION.** Remueve los gases indeseables y oxida los compuestos de hierro y manganeso.
2. **ABLANDAMIENTO.** Remueve la dureza de calcio y/o magnesio; puede hacerse en uno o en dos pasos
3. **FILTRACION.** Remueve los flóculos de  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{Mg(OH)}_2$  formados en el ablandamiento; puede agregarse un desinfectante para impedir los crecimientos biológicos sobre el lecho filtrante.
4. **DESINFECCION.** Destruye los microorganismos patógenos; debe dosificarse lo necesario para obtener en la red de distribución el residual indicado por las Normas.
5. **ALMACENAMIENTO.** Complementa el tiempo de contacto para la desinfección; proporciona agua almacenada para satisfacer la demanda máxima.



Lodos removidos y descargados adecuadamente; posible recuperación y reuso de la cal.

Agua de retro lavado de los filtros; lodos que se pueden manejar junto con los del proceso No. 2

**FIG. 1. ESQUEMA DE UNA PLANTA POTABILIZADORA PARA AGUA SUBTERRANEA DURA**

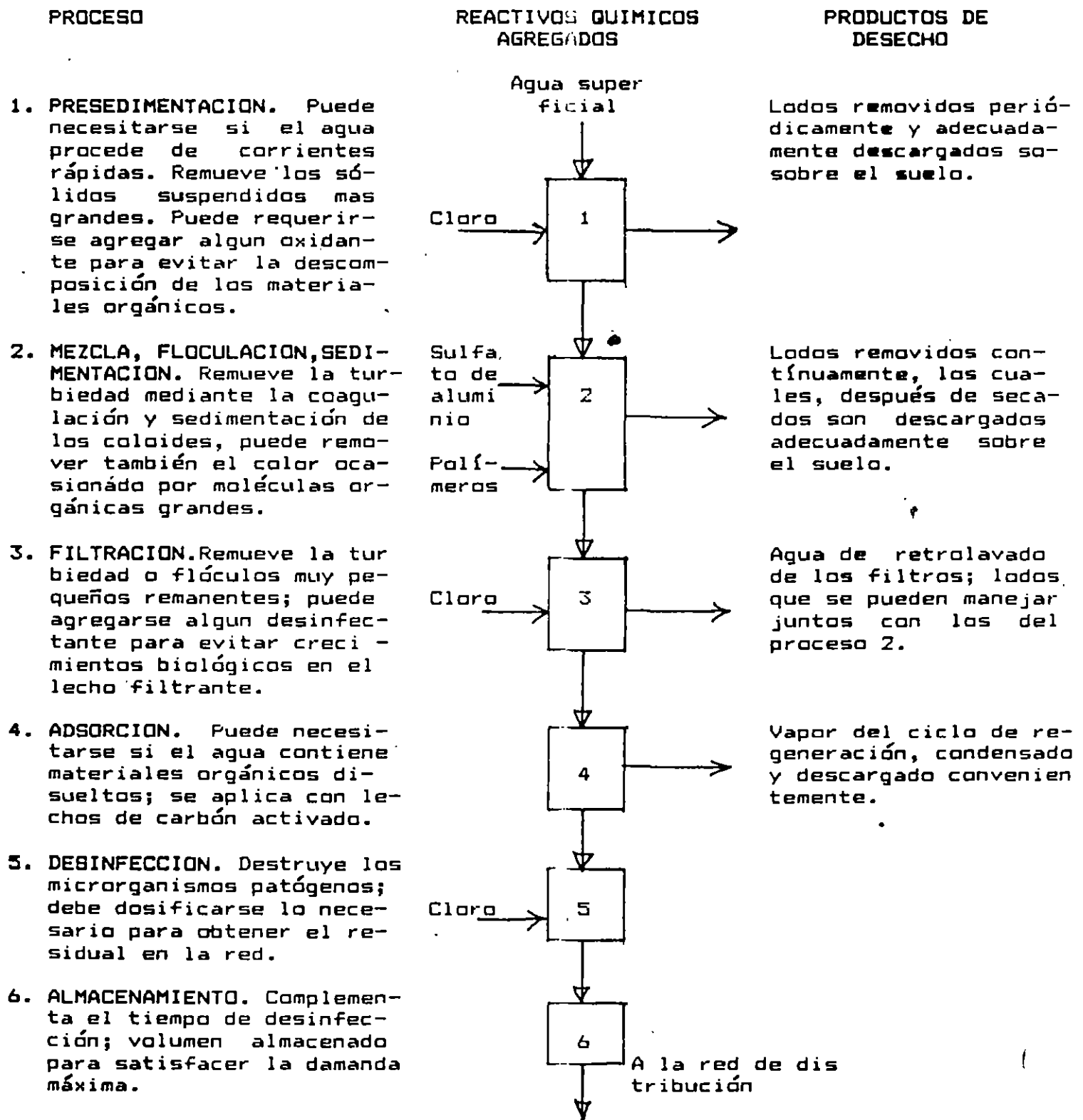


FIG. 2 ESQUEMA DE UNA PLANTA POTABILIZADORA PARA AGUAS SUPERFICIALES CON MATERIALES ORGANICOS.

TABLA No.  
OPERACIONES Y/O PROCESOS QUE INTEGRARIAN UNA PLANTA POTABILIZADORA  
EN FUNCION DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO

Tipo de fuente de Abastecimiento	Calidad Típica Promedio								Proceso mínimo de Potabilización
	Colis. Totales (1) NMP/100 ml	Turbiedad Unidades (2)	Color Unidades (3)	Hierro mg/l	Sólidos Totales mg/l	Cloruros mg/l	Dureza mg/l	Algas y Plancton	
Manantial con buena protección sanitaria	< 1	< 25	< 50	< 1.0	< 1500	< 600	< 250	1 (4)	Cloración ó ninguno (6)
Manantial	< 2	< 25	< 50	< 1.0	< 1500	< 600	< 250	1	Cloración
Presa o lago	< 2	< 25	< 50	< 1.0	< 1500	< 600	< 250	E (5)	Pretratamiento químico y cloración
Agua subterránea	< 50	< 25	< 50	> 1.0	< 1500	< 600	< 250	1	Remoción de hierro y cloración
Agua subterránea	< 50	< 25	< 50	< 1.0	< 1500	< 600	> 250	1	Remoción de dureza y cloración
Arroyo de montaña	< 1000	< 50	< 70	< 2.5	< 1500	< 600	< 250	1	Filtración lenta en arena y cloración
Agua clara de presas o de lagos	< 5000	< 75	-	< 2.5	< 1500	< 600	< 250	1	Pretratamiento con filtración lenta en arena y cloración; filtración ascendente - descendente y cloración
Río	< 20000	< 250	-	< 2.5	< 1500	< 600	< 250	1	Coagulación-sedimentación-filtración-cloración
Agua clara de río	< 20000	< 250	-	> 2.5	< 1500	< 600	< 250	1	Filtración de flujo ascendente, flujo descendente y cloración
Agua de río o de lago bajos en oxígeno	< 20000	> 250	-	< 2.5	< 1500	< 600	< 250	1	Aeración-coagulación-sedimentación-filtración-cloración
Río muy turbio	< 20000	> 250	-	< 2.5	< 1500	< 600	> 250	1	Coagulación-sedimentación-filtración-reducción de dureza-cloración

NOTAS. (1) Coliformes Totales Números Mas Probable/100 ml  
(2) Unidades nefelométricas  
(3) Unidades de la escala de platino-cobalto

(4) Insignificante  
(5) Excesivo  
(6) Dependiendo del tipo de sistema de abastecimiento y de su operación.

23

**PROYECTO de Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano - límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice, Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud - Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario

MERCEDES JUAN LOPEZ, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en el artículo 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; artículos 38 fracción II, 45, 46 fracción II y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; artículos 116 y 118 de la Ley General de Salud, me permito ordenar la publicación en el **Diario Oficial de la Federación** del proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud Ambiental, "Agua para uso y consumo humano - límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización"

El presente proyecto de Norma Oficial Mexicana se publica a efecto de que los interesados dentro de los siguientes 90 días naturales, contados a partir de la fecha de su publicación presenten sus comentarios ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, sito en Lleras número 7, 1er piso, colonia Juárez, código postal 06696, México, D.F.

Durante el plazo mencionado, los análisis que sirvieron de base para la elaboración del proyecto de Norma estarán a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité

México, Distrito Federal, a 21 de junio de mil novecientos noventa y cuatro

#### INDICE

#### 0 INTRODUCCION

#### 1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

#### 2 REFERENCIAS

#### 3 DEFINICIONES

#### 4 LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD DE AGUA

#### 5 TRATAMIENTOS PARA LA POTABILIZACION DEL AGUA

#### 6 BIBLIOGRAFIA

#### 7 OBSERVANCIA DE LA NORMA

### AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO - LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION

#### 0 INTRODUCCION

El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se requiere establecer límites permisibles en cuanto a sus características biológicas, físicas, organolépticas, químicas y elementos radiactivos.

Con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, hasta la entrega al consumidor, se debe someter a tratamientos de potabilización.

#### 1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que la distribuya, en todo el territorio nacional.

#### 2 REFERENCIAS

NOM-008-SCF1-1993 "Sistema General de Unidades de Medida"

#### 3 DEFINICIONES

3.1 Ablandamiento - Proceso de remoción de los iones calcio y magnesio, principales causantes de la dureza del agua.

3.2 Adsorción.- Remoción de iones y moléculas de una solución que presentan afinidad a un medio sólido adecuado, de forma tal que son separadas de la solución.

3.3 Agua para uso y consumo humano.- Aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos al ser humano.

3.4 Características bacteriológicas.- Son aquellas debidas a microorganismos nocivos a la salud humana. Para efectos de control sanitario se determina el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica, específicamente organismos coliformes totales y organismos coliformes fecales.

**3.5 Características físicas y organolépticas** - Son aquellas que se detectan sensorialmente. Para efectos de evaluación, el sabor y olor se ponderan por medio de los sentidos y el color y la turbiedad se determinan por medio de métodos analíticos de laboratorio

**3.6 Características químicas** - Son aquellas debidas a elementos o compuestos químicos, que como resultado de investigación científica se ha comprobado que pueden causar efectos nocivos a la salud humana.

**3.7 Características radiactivas** - Son aquellas resultantes de la presencia de elementos radiactivos

**3.8 Coagulación química** - Adición de compuestos químicos al agua, para alterar el estado físico de los sólidos disueltos, coloidales o suspendidos, a fin de facilitar su remoción por precipitación o filtración

**3.9 Contingencia** - Situación de cambio imprevisto en las características del agua por contaminación externa y que pongan en riesgo la salud humana.

**3.10 Desinfección** - Destrucción de organismos patógenos por medio de la aplicación de productos químicos o procesos físicos

**3.11 Filtración** - Remoción de partículas suspendidas en el agua, haciéndola fluir a través de un medio filtrante de porosidad adecuada

**3.12 Floculación** - Aglomeración de partículas desestabilizadas en el proceso de coagulación química, a través de medios mecánicos o hidráulicos.

**3.13 Intercambio iónico** - Proceso de remoción de aniones o cationes específicos disueltos en el agua, a través de su reemplazo por aniones o cationes provenientes de un medio de intercambio, natural o sintético, con el que se pone en contacto

**3.14 Límite permisible** - Concentración o contenido máximos o intervalo de valores de un componente, que garantiza que el agua será agradable a los sentidos y no causará efectos nocivos a la salud del consumidor.

**3.15 Neutralización** - Ajuste del pH, mediante la adición de agentes químicos básicos o ácidos al agua en su caso, con la finalidad de evitar incrustación o corrosión de materiales que puedan afectar su calidad.

**3.16 Osmosis inversa** - Proceso esencialmente físico para remoción de iones y moléculas disueltas en el agua, el cual por medio de altas presiones fuerza el paso de ella a través de una membrana semipermeable de porosidad específica, reteniendo los iones y moléculas de mayor tamaño

**3.17 Oxidación** - Introducción de oxígeno en la molécula de ciertos compuestos para formar óxidos

**3.18 Potabilización** - Conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua a fin de mejorar su calidad y hacerla apta para uso y consumo humano.

**3.19 Precipitación** - Proceso físico que consiste en la separación de las partículas suspendidas sedimentables del agua, por efecto gravitacional.

**3.20 Sistema de abastecimiento** - Conjunto intercomunicado o interconectado de fuentes, obras de captación, plantas cloradoras, plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento y regulación, carcamos de bombeo, líneas de conducción y red de distribución.

#### 4 LÍMITES PERMISIBLES DE CALIDAD DE AGUA

##### 4.1 Límites permisibles de características bacteriológicas

El contenido de organismos resultante del examen de una muestra de agua simple, deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 1.

Bajo situaciones de emergencia sanitaria, las autoridades competentes dictarán las medidas necesarias para identificar la presencia de otros agentes biológicos nocivos a la salud.

TABLA 1

CARACTERÍSTICA	LÍMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml 2 UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml Cero UFC/100 ml

Los resultados de los exámenes bacteriológicos se deben reportar en unidades de NMP/100 ml (número más probable por 100 ml), si se utiliza la técnica del número más probable o UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml), si se utiliza la técnica de filtración por membrana.

**4.2 LIMITES PERMISIBLES DE CARACTERISTICAS FISICAS Y ORGANOLEPTICAS**

Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en la Tabla 2.

TABLA 2

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Color	15 unidades de color verdadero en la escala de platino cobalto
Olor y sabor	Agradable (se aceptaran aquéllos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico)
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

**4.3 LIMITES PERMISIBLES DE CARACTERISTICAS QUIMICAS**

El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 3. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

TABLA 3

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Aluminio	0.20
Arsénico	0.05
Bario	0.70
Cadmio	0.005
Cianuros (como CN <sup>-</sup> )	0.07
Cloro residual libre	0.5-1.00 (después de un tiempo de contacto mínimo de 30 min)
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	150.00
Cobre	2.00
Cromo total	0.05
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	500.00
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001
Hierro	0.30
Fluoruros (como F <sup>-</sup> )	1.50
Fosfatos (como PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	0.10
Manganeso	0.10
Mercuro	0.001
Nitratos (como N)	10.00
Nitritos (como N)	0.05
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50
Oxígeno consumido en medio ácido	3.00
pH (potencial de hidrogeno) en unidades de	6.5-8.5
Plaguicidas en microgramos/l Aldrin y dieldrin (separados o combinados)	0.03
Clordano (total de isómeros)	0.30
DDT (total de isómeros)	1.00



lindano-HCH (lindano)	2.00
hexaclorobenceno	0.01
heptacloro y epoxido de heptacloro	0.03
toxocloro	20.00
4 - D	50.00
cloruro de sodio	0.025
cloruro de sodio	200.00
ácidos disueltos totales	1000.00
sulfatos (como SO <sub>4</sub> =)	400.00
substancias activas al azul de metileno	0.50
halometanos totales	0.20
plomo	5.00

Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los precipitados y los disueltos.

#### 4.4 LIMITES PERMISIBLES DE CARACTERISTICAS RADIATIVAS

El contenido de constituyentes radiactivos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 4. Los límites se expresan en Bq/l (Becquerel por litro)

TABLA 4

RADIATIVIDAD ALFA GLOBAL	0.1
RADIATIVIDAD BETA GLOBAL	1.0

#### 5 TRATAMIENTOS PARA LA POTABILIZACION DEL AGUA

La potabilización del agua proveniente de una fuente en particular, debe fundamentarse en estudios de campo y pruebas de tratabilidad a nivel de laboratorio para asegurar su efectividad.

Se deben aplicar los tratamientos específicos siguientes o los que resulten de las pruebas de tratabilidad cuando los contaminantes biológicos, las características físicas y los constituyentes químicos del agua en los estados a continuación, excedan los límites permisibles establecidos en el apartado 4.

##### 5.1 Contaminación biológica.

5.1.1 Bacterias, helmintos, protozoos y virus.- Desinfección con cloro, compuestos de cloro, ozono o luz ultravioleta.

##### 5.2 Características físicas y organolépticas.

5.2.1 Color, olor, sabor y turbiedad - Coagulación-floculación-precipitación-filtración; cualquiera o la combinación de ellos, adsorción con carbón activado u oxidación.

##### 5.3 Constituyentes químicos

5.3.1 Arsénico.- Coagulación-floculación-precipitación-filtración, cualquiera o la combinación de ellos, intercambio iónico u ósmosis inversa.

5.3.2 Aluminio, bario, cadmio, cianuros, cobre, cromo total y plomo.- Intercambio iónico, ósmosis inversa o adsorción con carbón activado

5.3.3 Cloruros.- Intercambio iónico, ósmosis inversa o evaporación.

5.3.4 Dureza.- Ablandamiento químico o intercambio iónico.

5.3.5 Fenoles o compuestos fenólicos.- Adsorción con carbón activado u oxidación con ozono.

5.3.6 Hierro y/o manganeso.- Oxidación-filtración, intercambio iónico u ósmosis inversa.

5.3.7 Fluoruros.- Adsorción con carbón activado, ósmosis inversa o coagulación química.

5.3.8 Materia orgánica.- Oxidación-filtración o adsorción con carbón activado

5.3.9 Nitratos y nitritos.- Intercambio iónico o coagulación-floculación-sedimentación-filtración, cualquiera o la combinación de ellos

5.3.10 pH (potencial de hidrógeno).- Neutralización

5.3.11 Plaguicidas - Adsorción con carbón activado granular

5.3.12 Trihalometanos - Preozonización y adsorción con carbón activado granular

5.3.13 Sulfatos -Intercambio iónico u ósmosis inversa

5.3.14 En el caso de contingencia, resultado de la presencia de sustancias contempladas o no contempladas en el apartado 4, se deben coordinar con la autoridad sanitaria competente, las autoridades locales, la Comisión Nacional del Agua, los responsables del abastecimiento y los particulares, instituciones públicas o empresas privadas involucrados en la contingencia, para determinar las acciones que se deben realizar con relación al abastecimiento de agua a la población

## 6 BIBLIOGRAFIA

6.1 NOM-Z-13 "Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas".

6.2 Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios Diario Oficial de la Federación Enero de 1988

6.3 Desinfección del Agua. Oscar Caceres Lopez. Lima, Perú. Ministerio de Salud Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud. 1990.

6.4 Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen 1. Recomendaciones. Organización Panamericana de la Salud Organización Mundial de la Salud 1985.

6.5 Guías para la Calidad del Agua Potable Volumen 2 Criterios relativos a la salud y otra información de base Organización Panamericana de la Salud. 1987

6.6 Ingeniería Sanitaria Aplicada a la Salud Pública. Francisco Unda Opazo. UTEHA 1969.

6.7 Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales. Purificación de Aguas y Tratamiento y Remoción de Vertidos Residuales. Gordon M. Fair, John C. Geyer, Daniel A. Okun. Limusa Wiley 1971

6.8 Instructivo para la Vigilancia y Certificación de la Calidad Sanitaria del Agua para Consumo Humano Comisión Interna de Salud Ambiental y Ocupacional Secretaría de Salud. 1987.

6.9 Integrated Design of Water Treatment Facilities Susumu Kawamura. John Wiley and Sons, Inc. 1991

6.10 Normas Técnicas para el Proyecto de Plantas Potabilizadoras Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. 1979.

6.11 Revision of the WHO Guidelines for Drinking-Water Quality. IPS. International Programme on Chemical Safety. United Nations Environment Programme. International Labour Organization. World Health Organization. 1991.

6.12 WHO Guidelines for Drinking-Water Quality Volume 1 Recommendations. World Health Organization 1992.

6.13 WHO Guidelines for Drinking-Water Quality Volume 2. Health Criteria and Other Supporting Information. Chapter 1: Microbiological Aspects United Nations Environment Programme. International Labour Organization. World Health Organization. 1992.

## 7 OBSERVANCIA DE LA NORMA

7.1 Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que distribuya agua para uso y consumo humano.

7.2 La vigilancia del cumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas en coordinación con la Comisión Nacional del Agua, en sus respectivos ámbitos de competencia.

habitacionales, emulsiones y esmaltes domésticos; así como otros en cuya composición intervengan estos compuestos y que puedan estar en contacto con el público.

Se prohíbe utilizar el carbonato básico de plomo como pigmento blanco para pinturas y recubrimientos, tintas y cualquier otro artículo que contenga estos compuestos, con excepción de las pinturas para espejo.

#### 5 Marcado, Etiquetado, Envase y Embalaje

El etiquetado de las pinturas, tintas, barnices, lacas y esmaltes que contengan los compuestos deberán cumplir con los requisitos sanitarios que establece la NOM-003-SSA1-1993 "Salud ambiental, Requisitos sanitarios que debe satisfacer el etiquetado de pinturas, tintas, barnices, lacas y esmaltes".

La superficie enmarcada que contenga leyendas de carácter sanitario, deberá ser igual o superior al 20% de la superficie total de la etiqueta.

#### 6 Método de Prueba

Deberá cumplir con lo establecido en la NOM-007-SSA1-1993 "Seguridad de juguetes y artículos escolares. Límites de biodisponibilidad de metales en artículos recubiertos con pinturas y tintas. Especificaciones químicas y métodos de prueba".

#### 7 Bibliografía

Muñoz H., Romieu I., Hernández-Avila M., et al. Blood Lead and Neurobehavioral Development among Children Living in Mexico City. *Archives of Environmental Health* 1993, No. 3, Vol. 48: 132-138.

Romieu I., Palazuelos R. E., Meneses E., Hernández-Avila M. Vehicular Traffic of Blood-Lead Levels in Children. A Pilot Study in Mexico City. *Archives of Environmental Health* 1992, No. 4, Vol. 47: 246-249.

Hernández-Avila M., Romieu I., Ríos C., et al. Lead Glazed Ceramics: Major Determinants of Blood Lead Levels in Mexican Women. *Environmental Health Perspectives* 1991, Vol. 94: 117-120.

Romieu I., Palazuelos R., Hernández-Avila M., et al. Sources of Lead Exposure in Mexico City. *Environmental Health Perspectives* 1994, Vol. 102.

López-Rojas M., Santos-Burgoa, Ríos C., et al. Use of Lead-Glazed Ceramics is the Main Factor Associated to High Lead in Blood Levels in Two Mexican Rural Communities. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 1994, Vol. 42: 45-62.

#### 8 Observancia de la Norma

Los fabricantes de pinturas, tintas, lacas y esmaltes, así como otras personas físicas y morales que utilicen para la elaboración de sus productos estos compuestos, deberán cumplir con lo establecido en esta Norma Oficial Mexicana.

La vigilancia de la observancia de esta Norma corresponde a la Secretaría de Salud, mediante muestreos aleatorios y siguiendo los procedimientos que marca la Ley General de Salud.

Para los casos que requieran de un procedimiento especial de muestreo, se utilizará como referencia la NIMX-Z-12 Muestreo para la inspección por atributos-Parte 1: información general y aplicaciones.

#### 9 Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo No Reelección

México, D.F. a 6 de junio de 1994. El Director General de Salud Ambiental - Filiberto Pérez Duarte.-  
Publica

NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SSA1-1993, Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-012-SSA1-1993 "REQUISITOS SANITARIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO PUBLICOS Y PRIVADOS"

FILIBERTO PÉREZ DUARTE, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 38, fracción II, 45, 46 fracción II y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 80 fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

#### CONSIDERANDO

Que con fecha 5 de octubre de 1993, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Dirección General de Salud Ambiental presentó al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, el anteproyecto de la presente Norma Oficial Mexicana.

Que con fecha 12 de noviembre de 1993, en cumplimiento del acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana a efecto que dentro de los siguientes noventa días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario.

Que en fecha previa 27 de abril de 1994, fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación las respuestas a los comentarios recibidos por el mencionado Comité, en términos del artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Que en atención a las anteriores consideraciones, contando con la aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-012-SSA1-1993 "REQUISITOS SANITARIOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO PUBLICOS Y PRIVADOS"

#### Índice

- 0 Introducción
- 1 Objetivo y Campo de Aplicación
- 2 Referencias
- 3 Definiciones
- 4 Disposiciones Específicas
- 5 Control Sanitario y Medidas Preventivas
- 6 Bibliografía
- 7 Observancia de la Norma
- 8 Vigencia

## 0 Introducción

El control de la calidad del agua es la clave para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades gastrointestinales a la población por su consumo, este control se ejerce evaluando los parámetros de calidad del agua y por otra parte vigilando que las características de las construcciones, instalaciones y equipos de las obras de captación conducción, plantas de potabilización, redes de distribución, tanques de almacenamiento o regulación y tomas domiciliarias protejan el agua de contaminación

### 1 Objetivo y Campo de Aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados para preservar su calidad

### 2 Referencias

- NOM-AA-108 "Determinación de Cloro Libre y Cloro Total Metodo Volumétrico de la DPD Ferrosa"  
 NOM-AA-111 "Determinación de Cloro Libre y Cloro Total Metodo Colorimétrico"  
 NOM-Z-1 "Sistema General de Unidades de Medida - Sistema Internacional de Unidades (SI)"  
 NOM-Z-13 "Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas".

### 3 Definiciones

- 3.1 Agua subterránea - Aquella que fluye bajo la superficie del terreno, incluyendo el agua de afloramiento natural (manantiales)
- 3.2 Agua superficial - Aquella que fluye sobre la superficie del terreno, o se almacena en cauces o embalses, sean naturales o artificiales
- 3.3 Bitácora - Libro registro foliado
- 3.4 Canal de desviación - Cauce artificial que se construye para desviar y conducir el agua a un punto específico
- 3.5 Cárcamo de bombeo - Estructura para almacenar agua con fines de bombeo.
- 3.6 Contracuneta - Extensión de talud de la cuneta revestida de concreto, la cual se construye para proteger a ésta de deslavés
- 3.7 Cuneta - Zanja de desagüe de la precipitación pluvial, revestida de concreto
- 3.8 Estación de bombeo o rebombeo - Conjunto de estructuras y equipos de bombeo que sirven para aumentar la presión del agua con el fin de elevarla a niveles más altos o para mantener uniforme la presión en las redes de distribución
- 3.9 Línea de conducción e interconexión - Tuberías y accesorios para llevar el agua desde captaciones, estaciones de bombeo o plantas de potabilización hasta los tanques o redes de distribución
- 3.10 Obra de captación - Estructura que sirve para extraer el agua de las fuentes de abastecimiento superficiales o subterráneas
- 3.11 Organismo operador - Instancia responsable de operar, mantener y administrar el sistema de abastecimiento
- 3.12 Planta de potabilización - Conjunto de estructuras, instalaciones, procesos y operaciones que sirven para mejorar la calidad del agua, haciéndola apta para uso y consumo humano
- 3.13 Red de distribución - Conjunto de tuberías que sirve para llevar el agua hasta el usuario
- 3.14 Registro - Abertura con tapa que permite la entrada de personal para acciones de limpieza y mantenimiento

3.15 Requisitos sanitarios de los sistemas de abastecimiento - Características que deben cumplir las construcciones, instalaciones y equipos que los integran, para proteger el agua de contaminación

3.16 Sistema de abastecimiento - El conjunto intercomunicado o interconectado de fuentes, obras de captación, plantas cloradoras, plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento y regulación, cárcamos de bombeo, líneas de conducción y red de distribución

3.17 Tanque de almacenamiento o regulación - Depósito superficial o elevado que sirve para almacenar el agua o regular su distribución

### 4 Disposiciones Específicas

4.1 Las obras de captación, tanques de almacenamiento o regulación, plantas potabilizadoras y estaciones de bombeo deben protegerse mediante cercas de mallas de alambre o muros con la altura y distancia suficiente que impida la disposición de desechos sólidos, líquidos o excretas y el paso de animales Permitiéndose el acceso solo a personal autorizado

4.2 Las obras de captación, almacenamiento, regulación y estaciones de bombeo, deben protegerse de contaminación exterior debida a escurrimientos o infiltraciones de agua u otros vectores, mediante lo siguiente

4.2.1 Losa de concreto, cunetas, contracunetas o canales de desviación con la capacidad suficiente, ubicadas en el perímetro de la instalación.

4.2.2 Sellos impermeables en juntas y uniones de instalaciones, equipos y estructuras, así como en fisuras o fracturas cuando estas se presenten, y

4.2.3 Con tela tipo mosquetero o similar, deben protegerse los dispositivos de ventilación de cualquier estructura que contenga o almacene agua, sean rejillas, tubos u otros ductos

4.3 Las áreas interiores de estaciones de bombeo y plantas potabilizadoras en sus diferentes edificios de dosificación de reactivos, laboratorios, máquinas, almacenes, etc., deben mantenerse siempre aseadas y pintadas de acuerdo con los códigos de colores correspondientes. Los pisos, lambrines y paredes, deben ser recubiertos con materiales que permitan fácil limpieza

4.4 Los edificios o casetas destinados al almacenamiento y aplicación de desinfectantes, sea cloro, compuesto de cloro u otros productos químicos deben mantener el piso seco y ventilación adecuada que permita circulación cruzada del aire

4.5 Los tanques y cárcamos para abastecer agua directamente a la red de distribución, deben estar cubiertos y contar con los siguientes dispositivos:

4.5.1 Ductos de ventilación en forma de codo invertido.

4.5.2 Pendiente mínima de 1% tanto en la cubierta como el piso y caja colectora de sedimentos. Este requisito debe ser cumplido por las instalaciones que se proyecten a partir de la publicación de la Norma.

4.5.3 Registros de acceso, y

4.5.4 Tubos para desfogue

4.6 Los tanques de almacenamiento o regulación, los cárcamos de bombeo, las cajas colectoras o repartidoras y en general las estructuras que contengan agua para uso y consumo humano, deben limpiarse, dependiendo del estado de conservación interior de los mismos. La limpieza debe incluir

4.6.1 Remoción y extracción de sólidos sedimentados e incrustados.

4.6.2 Lavado y desinfección de pisos y muros, y

4.6.3 Resane e impermeabilización de fisuras

4.7 En las redes de distribución, sus extremos terminales o muertos, deben drenarse y desinfectarse sin suspender el servicio cada seis meses o antes dependiendo del azone

En nuevos proyectos de redes de distribución deben eliminarse los extremos terminales o muertos

4.8 Las tuberías de las redes de distribución, deben ubicarse longitudinalmente en la calle, en los extremos laterales de la misma a un nivel superior al del alcantarillado y a la máxima distancia posible de este

5 Control Sanitario y Medidas Preventivas

5.1 No deben construirse obras de captación en fuentes de abastecimiento cuyas cargas de contaminantes por su magnitud y peligrosidad pongan en riesgo la salud humana

5.2 Debe preservarse la calidad bacteriológica del agua en cualquier parte del sistema hasta en los puntos más alejados de la red de distribución mediante la desinfección continua y permanente del agua que garantice la existencia de cloro residual libre entre 0.5 a 1.0 mg/l

5.3 Cuando se presenten interrupciones prolongadas del servicio, debidas a fallas mecánicas, eléctricas, por mantenimiento o de cualquier otra causa, al restablecimiento del servicio se debe reforzar la desinfección durante las seis horas siguientes, garantizando la existencia de cloro residual libre entre 1.0 a 1.5 mg/l.

5.4 En los casos de obra nueva de almacenamiento, conducción y distribución, mantenimiento de tanques de almacenamiento y regulación, reparación o cambio de tuberías, deben limpiarse y desinfectarse antes de iniciar su operación

5.5 Las acciones de limpieza, drenado y desinfección y determinación de cloro residual libre, deben registrarse en una bitácora y estar disponibles cuando la autoridad sanitaria competente los requiera

5.6 La evaluación de las condiciones sanitarias de las instalaciones de los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano, la efectúa la autoridad sanitaria competente mediante las visitas de verificación sanitaria que establezca el Programa de Vigilancia y Certificación de la Calidad del Agua para Uso y Consumo Humano de la Secretaría de Salud

6 Bibliografía

6.1 Instructivo para la Vigilancia y Certificación de la Calidad Sanitaria del Agua para Consumo Humano Comisión Interna de Salud Ambiental y Ocupacional Secretaría de Salud 1987,

6.2 Ingeniería Sanitaria Aplicada a la Salud Pública Francisco Unda Opazo UTEHA 1969

6.3 Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios Enero, 1988

6.4 Ley de Aguas Nacionales Diciembre, 1992

7 Observancia de la Norma

7.1 Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para los organismos operadores de los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que distribuyan agua para uso y consumo humano

7.2 La vigilancia del cumplimiento de esta Norma corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas en sus respectivos ámbitos de competencia, en coordinación con la Comisión Nacional del Agua

8 Vigencia

8.1 La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter de obligatoria, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo No Reelección

México D.F. a 3 de junio de 1994. El Director General de Salud Ambiental - Filiberto Pérez Duarte, Págoa

NORMA Oficial Mexicana NOM 013-SSA1-1993, Requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo humano.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice Estados Unidos Mexicanos - Secretaría de Salud

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM 013-SSA1-1993 "REQUISITOS SANITARIOS QUE DEBE CUMPLIR LA CISTERNA DE UN VEHICULO PARA EL TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO".

FILIBERTO PEREZ DUARTE Director General de Salud Ambiental por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal 38, fracción II, 45, 46 fracción II y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 8o fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

CONSIDERANDO

Que con fecha 5 de octubre de 1993 en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización la Dirección General de Salud Ambiental presentó al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, el anteproyecto de la presente Norma Oficial Mexicana

Que con fecha 12 de noviembre de 1993, en cumplimiento del acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana a efecto que dentro de los siguientes noventa días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario

Que en fecha previa 27 de abril de 1994, fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación las respuestas a los comentarios recibidos por el mencionado Comité, en términos del artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización

Que en atención a las anteriores consideraciones, contando con la aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, se expide la siguiente

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM 013-SSA1-1993 "REQUISITOS SANITARIOS QUE DEBE CUMPLIR LA CISTERNA DE UN VEHICULO PARA EL TRANSPORTE Y DISTRIBUCION DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO"

INDICE

- 1 Objetivo y campo de aplicación
2 Referencias
3 Definiciones
4 Disposiciones específicas
5 Control sanitario
6 Bibliografía
7 Observancia de la norma
8 Vigencia
1 Objetivo y Campo de Aplicación

Esta Norma Oficial establece los requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo humano, pública o privada

2 Referencias

- NOM-AA-108 "Determinación de Cloro Libre y Cloro Total - Método Volumétrico de la DPD Ferrosa"
NOM AA-111 "Determinación de Cloro Libre y Cloro Total - Método Colorimétrico"
NOM-Z-1 "Sistema General de Unidades de Medida - Sistema Internacional de Unidades (SI)"
NOM-Z-13 "Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas"

3 Definiciones

- 3.1 Bitácora - Libro registro foliado

23



3.2 Cisterna - Depósito que se instala sobre un vehículo para transportar agua para uso y consumo humano

3.3 Clave de identificación única - Código alfa-numérico que proporciona información de la cisterna, la cual se conformará con la secuencia siguiente: siglas del organismo operador - letras AP - año de expedición del permiso/número secuencial hasta cuatro dígitos

3.4 Desinfección - Acción de inactivar microorganismos patógenos

3.5 Mantenimiento - Lavado, desinfección y conservación del interior de la cisterna, la manguera de distribución y del equipo de bombeo, en su caso

3.6 Organismo operador - Instancia responsable de operar, mantener y administrar el sistema de abastecimiento

3.7 Registro - Abertura con tapa en la cisterna que permite las acciones de mantenimiento

3.8 Rompeolas - Mamparas fijas en el interior de la cisterna, colocadas transversal y verticalmente, para evitar movimientos violentos de agua

4 Disposiciones Específicas

4.1 La cisterna debe recibir su carga de fuentes o líneas de distribución de agua potable, autorizadas por la autoridad sanitaria competente

4.2 La cisterna debe cumplir con los siguientes requisitos sanitarios a fin de que el agua sea apta para uso y consumo humano

4.2.1 Las paredes internas de la cisterna deben revestirse con material resistente a la oxidación y corrosión que no altere la calidad bacteriológica, física y química del agua,

4.2.2 La cisterna debe contar con rompeolas revestidos en la forma indicada en 4.2.1.

4.2.3 La cisterna debe contar con registro que permita el acceso de una persona al interior de la misma, para efectuar el mantenimiento. En el caso que los rompeolas formen compartimentos separados, cada uno de ellos debe tener registro de acceso

4.2.4 La cisterna debe contar con un orificio de salida en el fondo para el vaciado completo, con dispositivo de cierre hermético

4.2.5 El dispositivo del registro para la ventilación de la cisterna, no debe permitir derrames de agua o introducción de material extraño

4.2.6 Para la distribución del agua, la cisterna debe contar con válvula de salida de cierre hermético y manguera de distribución flexible y de material químicamente inerte al agua,

4.2.7 La manguera de distribución debe encontrarse en buenas condiciones, sin presentar fugas, evitándose en todo momento el contacto de sus extremos con el piso,

4.2.8 Las conexiones entre la cisterna, válvula y manguera de distribución no deben presentar fugas de agua

4.2.9 Si la cisterna cuenta con bomba para la distribución de agua, la misma no debe presentar fugas de combustible o lubricantes, y

4.2.10 Al terminar la operación de llenado, se debe mantener cerrada la cisterna de un vehículo hasta realizar nuevamente la operación de llenado

4.3 La cisterna debe utilizarse exclusivamente en el transporte de agua para uso y consumo humano, debe mantenerse higiénica, ostentando en ambos lados, con letras y números grandes, visibles y en color contrastante respecto al empleado en el exterior de la cisterna

4.3.1 La leyenda AGUA POTABLE,

4.3.2 Clave de identificación única, y

4.3.3 La leyenda QUEJAS y número telefónico del organismo operador

4.4 El agua para uso y consumo humano transportada y distribuida por este medio, al ser entregada al consumidor debe contener una concentración de cloro residual libre entre los límites de 0.5 a 1.0 mg/l. En caso de no cumplir con estos, el responsable de la cisterna debe agregar el volumen de cloro activo necesario, media hora antes de distribuir el agua, con el fin de cumplir con lo marcado en este artículo

4.5 Las operaciones de mantenimiento para el interior de la cisterna deben ser realizadas por personal especializado del organismo operador o de establecimientos particulares de acuerdo a lo siguiente

4.5.1 Con periodicidad trimestral o antes, si se observan deterioros y/o sedimentos.

4.5.2 Debe efectuarse lavado de la cisterna para remover el material adherido a la pared,

4.5.3 El lavado y desinfección debe efectuarse, utilizando métodos físicos o soluciones químicas que no afecten la calidad del agua ni del recubrimiento, y

4.5.4 El encargado del transporte y distribución debe exhibir bitácora del mantenimiento efectuado a la cisterna a solicitud de la autoridad sanitaria competente.

5 Control Sanitario

5.1 Las autoridades sanitarias competentes y de la Comisión Nacional del Agua en sus respectivos ámbitos de competencia, deben verificar el cumplimiento de esta Norma, conforme a los programas de vigilancia que establezcan las mismas o cuando se presenten riesgos a la salud pública

5.2 La determinación de cloro residual libre en el agua debe efectuarse por métodos colorimétricos con equipos de campo que utilicen indicador N,N-dietil-p-difenildiamina (DPD ferrosa) u ortotolidina

5.3 Cada cisterna debe contar con los siguientes requisitos

5.3.1 Permiso oficial expedido por el organismo operador del sistema de abastecimiento, que lo acredite para el servicio de distribución de agua potable,

5.3.2 Clave de identificación única proporcionada por el organismo operador, y

5.3.3 Bitácora, la cual debe contener la siguiente información:

5.3.3.1 Clave de identificación de la cisterna,

5.3.3.2 Reporte de los resultados de las determinaciones de cloro residual libre, por zona de distribución, en el que se incluya fecha y responsable de este servicio,

5.3.3.3 Reporte del mantenimiento en el que se incluya fecha y responsable de este servicio,

5.3.3.4 Tipo y localización de la(s) fuente(s) de abastecimiento o línea(s) de distribución de agua potable donde se surte la cisterna,

5.3.3.5 Zonas de distribución de agua, y

5.3.3.6 Volumen promedio diario de agua distribuido

6 Bibliografía

6.1 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Seventeenth Edition APHA AWWA WPCF.

6.2 Desinfección del Agua Oscar Cáceres López Ministerio de Salud, Lima, Perú. Organización Panamericana de la Salud OMS 1990

6.3 Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios Enero, 1988

6.4 Ley de Aguas Nacionales Diciembre, 1992

7 Observancia de la Norma

7.1 Esta Norma es de observancia obligatoria para los encargados de la operación de los sistemas de abastecimiento públicos y privados o cualquier persona física o moral que transporte o distribuya agua para uso y consumo humano por medio de cisterna

7.2 La vigilancia del cumplimiento de esta Norma corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas en sus respectivos ámbitos de competencia, en coordinación con la Comisión Nacional del Agua

8 Vigencia

8.1 La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter de obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación

Sufragio Efectivo No Reelección

México, D.F. a 3 de junio de 1994 - El director general de salud ambiental - Filiberto Pérez Duarte Rubíca.

**NORMA Oficial Mexicana NOM 014-SSA1-1993, Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos - Secretaría de Salud.

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM 014-SSA1-1993 "PROCEDIMIENTOS SANITARIOS PARA EL MUESTREO DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PUBLICOS Y PRIVADOS"**

FILIBERTO PÉREZ DUARTE Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 38, fracción II, 45, 46 fracción II y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 80 fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud

**CONSIDERANDO**

Que con fecha 5 de octubre de 1993, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Dirección General de Salud Ambiental presentaron al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, el anteproyecto de la presente Norma Oficial Mexicana

Que con fecha 12 de noviembre de 1993, en cumplimiento del acuerdo del Comité y de lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publica en el Diario Oficial de la Federación el proyecto de la presente Norma Oficial Mexicana a efecto que dentro de los siguientes noventa días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario

Que en fecha previa 27 de abril de 1994, fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación las respuestas a los comentarios recibidos por el mencionado Comité, en términos del artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización

Que en atención a las anteriores consideraciones, contando con la aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, se expide la siguiente

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM 014-SSA1-1993 "PROCEDIMIENTOS SANITARIOS PARA EL MUESTREO DE AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PUBLICOS Y PRIVADOS"**

**INDICE**

- 0 Introducción
- 1 Objetivo y campo de aplicación
- 2 Referencias
- 3 Definiciones
- 4 Material, reactivos y equipo de muestreo
- 5 Preparación de envases para toma de muestra
- 6 Procedimiento para toma de muestra
- 7 Manejo de muestra
- 8 Identificación y control de muestras
- 9 Selección de puntos de muestreo
- 10 Bibliografía
- 11 Observancia de la norma
- 12 Vigencia
- Apéndice normativo

**0 Introducción**

Esta Norma Oficial Mexicana ofrece una guía detallada para el muestreo de agua para uso y consumo humano en los elementos de un sistema de abastecimiento, en los cuales es necesario establecer vigilancia y control en la calidad del agua

Es necesario aclarar, que siendo las instalaciones de los diferentes sistemas de abastecimiento de una gran diversidad, en ocasiones es necesario aplicar criterios propios por parte del personal de muestreo, para cumplir con los requisitos sanitarios presentados en esta Norma

**1 Objetivo y Campo de Aplicación**

Esta Norma establece los procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en los sistemas de abastecimiento públicos y privados incluyendo aspectos bacteriológicos y fisicoquímicos, así como criterios para manejo, preservación y transporte de muestras

**2 Referencias**

- NOM-AA-89/1 "Protección al Ambiente, Calidad del Agua-Vocabulario Parte 1"
- NOM-AA-89/2 "Protección al Ambiente Calidad del Agua -Vocabulario Parte 2"
- NOM-BB-14 "Clasificación y Tamaños Nominales para Utensilios de Vidrio Empleados en Laboratorio"
- NOM-Z-1 "Sistema General de Unidades de Medida - Sistema Internacional de Unidades (SI)"
- NOM-Z-13 "Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Oficiales Mexicanas"

**3 Definiciones**

**3.1 Muestreo** - Las actividades desarrolladas para obtener volúmenes de agua en un sitio determinado del sistema de abastecimiento, de tal manera que sean representativos, con el propósito de evaluar características físicas, químicas, y/o bacteriológicas

**3.2 Sistema de abastecimiento** - El conjunto intercomunicado o interconectado de fuentes, obras de captación, plantas cloradoras, plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento y regulación, carcamos de bombeo, líneas de conducción y red de distribución.

**4 Material, Reactivos y Equipo de Muestreo****4.1 Envases para toma de muestra**

**4.1.1** Para análisis bacteriológico - Frascos de vidrio de boca ancha con tapon esmerinado o tapa roscada, o frascos de polipropileno resistentes a esterilización en estufa o autoclave o bolsas estériles con cierre hermético y capacidad de 125 o 250 ml

**4.1.2** Para análisis físico-químico - Envases de plástico o vidrio inertes al agua de 2 l de capacidad como mínimo, con tapones del mismo material que proporcionen cierre hermético

**4.1.3** El material del envase, así como el volumen de muestra requerido y el método de preservación para la determinación de los diferentes parámetros, deben ser los señalados en el Apéndice "A" Normativo

**4.2** Termómetro con escala de -10 a 110°C

**4.3** Potenciómetro o comparador visual para determinación de pH

**4.4** Comparador visual para determinación de cloro residual

**4.5** Hielera con bolsas refrigerantes o bolsas con hielo

**4.6** Agua destilada o desionizada

**4.7** Solución de hipoclorito de sodio con una concentración de 100 mg/l

**4.8** Torundas de algodón

**5 Preparación de Envases para Toma de Muestras****5.1 Para análisis bacteriológico**

**5.1.1 Toma de muestra de agua sin cloro residual** - Deben esterilizarse frascos de muestreo en estufa a 170° C, por un tiempo mínimo de 60 min, o en autoclave a 120° C durante 15 min. Antes de la esterilización, con papel resistente a esta, debe cubrirse en forma de capuchón el tapón del frasco.

**5.1.2 Toma de muestra de agua con cloro residual** - Deben esterilizarse frascos de muestreo en estufa a 170° C, por un tiempo mínimo de 60 min o en autoclave a 120° C durante 15 min, los cuales deben contener 0.1 ml de fosfato de sodio al 3% por cada 125 ml de capacidad de los mismos. Debe colocarse un papel de protección al tapón del frasco en forma similar a la indicada en 5.1.1.

**5.2 Para análisis físico-químico** - Los envases deben lavarse perfectamente y enjuagarse a continuación con agua destilada o desionizada.

**6 Procedimiento para Toma de Muestra****6.1 Para análisis bacteriológico****6.1.1 En bomba de mano o grifo del sistema de distribución,**

El agua de los grifos debe provenir directamente del sistema de distribución. No debe efectuarse toma de muestra en grifos que presenten fugas entre el tambor y el cuello, ya que el agua puede correr por la parte exterior del grifo y contaminar la muestra. Deben removerse los accesorios o aditamentos externos como mangueras, boquillas y filtros de plástico o hule antes de tomar la muestra.

**6.1.1.1** Debe limpiarse el orificio de salida con una torunda de algodón impregnada de solución de hipoclorito de sodio con una concentración de 100 mg/l.

**6.1.1.2** Debe dejarse correr el agua aproximadamente 3 min o hasta asegurarse que el agua que salen las tuberías ha sido vaciada totalmente.

**6.1.1.3** Cerca del orificio de salida, deben quitarse simultáneamente el tapón del frasco y el papel de protección, manejándolos como unidad, evitando que se contaminen el tapón, o el papel de protección, o el cuello del frasco.

**6.1.1.4** Debe mantenerse el tapón hacia abajo para evitar contaminación y procederse a tomar la muestra sin pérdida de tiempo y sin enjuagar el frasco, se debe dejar el espacio libre requiendo para la agitación de la muestra previa al análisis (aproximadamente 10% de volumen del frasco). Efectuada la toma de muestra, deben colocarse el tapón y el papel de protección al frasco.

**6.1.2 En captación de un cuerpo de agua superficial o tanque de almacenamiento.**

**6.1.2.1** Deben lavarse manos y antebrazos con agua y jabón.

**6.1.2.2** Debe quitarse el papel de protección evitando que se contamine, y

**6.1.2.3** Sumergir el frasco en el agua con el cuello hacia abajo hasta una profundidad de 15 a 30 cm, abrir y cerrar a continuación con el cuello hacia arriba (en todos los casos debe evitarse tomar la muestra de la superficie o del fondo, donde puede haber nata o sedimento y en el caso de captación en cuerpos de agua superficiales no deben tomarse muestras muy próximas a la orilla o muy distantes del punto de acción), si existe corriente en el cuerpo de agua, la toma de muestra debe efectuarse con la boca del frasco en contracorriente. Efectuada la toma de muestra debe colocarse el tapón, sacar el frasco del agua y cerrar el papel de protección.

En el caso de tanques de almacenamiento, si no es posible la toma de muestra como se indica en este inciso debe procederse como se menciona en 6.1.3.

**6.1.3 En pozo profundo**

**6.1.3.1** Si el pozo cuenta con grifo para toma de muestra, debe procederse como en 6.1.1.

**6.1.3.2** Si el pozo no cuenta con grifo para toma de muestra, debe abrirse la válvula de una tubería de destogte, dejarse correr el agua por un mínimo de 3 min y a continuación se procede como en 6.1.3 y 6.1.4.

**6.1.4 En pozo somero o fuente similar**

**6.1.4.1** Cuando no es posible tomar la muestra con la extensión del brazo, debe atarse al frasco un sobre peso usando el extremo de un cordel limpio.

**6.1.4.2** Deben quitarse simultáneamente el tapón y el papel de protección, manejándolos como unidad evitando que se contaminen el tapón, o el papel de protección, o el cuello del frasco.

**6.1.4.3** Debe mantenerse el cuello del frasco hacia abajo y se procede a tomar la muestra, bajando el frasco dentro del pozo, y desvolviendo el cordel lentamente evitando que el frasco toque las paredes del pozo.

**6.1.4.4** Efectuada la toma de muestra, deben colocarse el tapón y el papel de protección al frasco.

**6.2 Para análisis físico-químico**

El volumen de muestra debe tomarse como se indica en el Apéndice "A" Normativo.

**6.2.1 En bomba de mano o grifo del sistema de distribución o pozo profundo.**

**6.2.1.1** Debe dejarse correr el agua aproximadamente por 3 min o hasta asegurarse que el agua que salen las tuberías ha sido vaciada totalmente.

**6.2.1.2** El muestreo debe realizarse cuidadosamente, evitando que se contaminen el tapón, boca e interior del envase, se requiere tomar un poco del agua que se va a analizar, se cierra el envase y agitar fuertemente para enjuagar, desechando esa agua; se efectúa esta operación dos o tres veces, procediendo enseguida a tomar la muestra.

**6.2.2** En captación de un cuerpo de agua superficial, tanque de almacenamiento, pozo somero o fuente similar, debe manejarse el envase siguiendo las indicaciones comprendidas en 6.1.2.1, 6.1.2.3, 6.1.3.1 y 6.1.3.2, en su caso.

**7 Manejo de Muestras**

**7.1** Las muestras tomadas como se indican en el punto 6 deben colocarse en hielera con bolsas refrigerantes o bolsas de hielo para su transporte al laboratorio, de preferencia a una temperatura entre los 4 y 10°C, cuidando de no congelar las muestras.

**7.2** El periodo máximo que debe transcurrir entre la toma de muestra y el análisis es

**7.2.1** Para análisis bacteriológico 6 horas

**7.2.2** Para análisis físico-químico, el periodo depende de la preservación empleada para cada parámetro como se indica en el apéndice "A" Normativo.

**8 Identificación y Control de Muestras**

**8.1** Para la identificación de las muestras deben etiquetarse los frascos y envases con la siguiente información:

**8.1.1** Número de registro para identificar la muestra, y

**8.1.2** Fecha y hora de muestreo.

**8.2** Para el control de la muestra debe llevarse un registro con los datos indicados en la etiqueta del frasco o envase referida en el inciso 8.1, así como la siguiente información:

**8.2.1** Identificación del punto o sitio de muestreo,

**8.2.2** Temperatura ambiente y temperatura del agua,

**8.2.3** pH,

**8.2.4** Cloro residual.



- 8.2.5 Tipo de análisis a efectuar,
  - 8.2.6 Técnica de preservación empleada,
  - 8.2.7 Observaciones relativas a la toma de muestra, en su caso, y
  - 8.2.8 Nombre de la persona que realiza el muestreo.
- 9 Selección de Puntos de Muestreo

La selección de puntos de muestreo debe considerarse individualmente para cada sistema de abastecimiento. Sin embargo, existen criterios que deben tomarse en cuenta para ello. Estos criterios son:

- 9.1 Los puntos de muestreo deben ser representativos de las diferentes fuentes de agua que abastecen el sistema.
- 9.2 Los puntos de muestreo deben ser representativos de los lugares más susceptibles de contaminación.
  - 9.2.1 Puntos muertos.
  - 9.2.2 Zonas de baja presión.
  - 9.2.3 Zonas con antecedentes de problemas de contaminación.
  - 9.2.4 Zonas con fugas frecuentes.
  - 9.2.5 Zonas densamente pobladas y con alcantarillado insuficiente.
  - 9.2.6 Tanques de almacenamiento abiertos y carentes de protección, y
  - 9.2.7 Zonas periféricas del sistema más alejadas de las instalaciones de tratamiento.
- 9.3 Debe haber una distribución uniforme de los puntos de muestreo a lo largo del sistema.

9.4 Los puntos se localizarán dependiendo del tipo de sistemas de distribución y en proporción al número de ramales.

9.5 Debe haber como mínimo un punto de muestreo inmediatamente a la salida de las plantas de tratamiento, en su caso.

10 Bibliografía

10.1 Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Seventeenth Edition. APHA. AWWA. WPCF.

10.2 Instructivo para la Vigilancia y Certificación de la Calidad Sanitaria del Agua para Consumo Humano. Comisión Interna de Salud Ambiental y Ocupacional. Secretaría de Salud, 1987.

10.3 Guías para la Calidad del Agua Potable. Volumen 2 Organización Panamericana de la Salud, 1987.

11 Observancia de la Norma

11.1 Esta Norma es de observancia obligatoria para los encargados de los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano en sus programas de control de calidad, así como para las autoridades sanitarias competentes en los programas de vigilancia de la calidad del agua.

11.2 La vigilancia del cumplimiento de esta Norma, corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas en sus respectivos ámbitos de competencia en coordinación con la Comisión Nacional del Agua.

12 Vigencia

12.1 La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter de obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Subrayo Electrónico Reacción

México, D.F., a 5 de junio de 1994. El Director General de Salud Ambiental, Filiberto Pérez Duarte, firma.

APENDICE A NORMATIVO

DETERMINACION	MATERIAL DE ENVASE	VOLUMEN (ML)	INDICACION	TIEMPO MÁXIMO ALMACENAMIENTO
Acidez total	P.V.	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	14 d
Azúcar	P.V.	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	14 d
Boro	P.V.	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	24 h
Cloro	P.V.	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	15 d
Cobros	P.V.	1000	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	14 d
Cloro residual	P.V.	-	Análisis inmediato	-
Cloruros	P.V.	200	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	48 h
Color	P.V.	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	48 h
Conductividad	P.V.	200	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	24 h
Dureza de carbonato	P.V.	100	Acidular inmediatamente	-
Dureza total	P.V.	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	14 d
Fósforo	P.V.	300	Acidular H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a pH < 2 y refrigerar de 4 a 10°C	24 h
Fluoruro	P.V.	300	Refrigerar de 4 a 10°C	24 h
Fosfatos	P.V.	100	Enjuagar el envase con agua destilada (1), refrigerar de 4 a 10°C	48 h
Magnesio	P.V.	100	Refrigerar de 4 a 10°C	24 h
Materia en general	P.V.	1000	Acidular con HNO <sub>3</sub> a pH < 1, para neutralizarlo, luego mezclar con agua destilada (1) a pH < 2	160 d
Nitratos	P.V.	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	48 h
Nitrógeno amoniacal (p.V.)	P.V.	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	48 h
Nitrógeno orgánico	P.V.	300	Acidular H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a pH < 2 y refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	24 h
Olor	-	-	Analizar inmediatamente	-
Oxígeno consumido	P.V.	300	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad	48 h
Acidificación	P.V.	-	Analizar inmediatamente	-

Refrigeración	g	1000	Refrigerar de 4 a 10°C, adicionar 100 mg/l de ácido ascórbico, se detecta el olor residual. En todos los paquetes de componentes biológicos y materiales de control se aplican.	7 d
Estabilidad	g	100	Refrigerar inmediatamente. Patrón de 4 a 10°C y en la oscuridad.	28 d
Estabilidad	g	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad.	7 d
Estabilidad	g	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad.	28 d
Estabilidad en el almacenamiento de muestras	g	20	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad.	48 h
Temperatura	g	-	Determinación inmediata.	-
Contaminación	g	25	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad.	-
Turbiedad	g	100	Refrigerar de 4 a 10°C y en la oscuridad.	48 h

El presente proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-077-SSA1-94, que establece las especificaciones sanitarias de los materiales de control (en general) para laboratorios de análisis clínicos, se publica a efecto de que los interesados dentro de los siguientes 90 días naturales, contados a partir de la fecha de su publicación, presenten sus comentarios ante el Comité, sito en Lleja número 7, 1er piso, colonia Juárez, código postal 06696, México, D.F.

**PROYECTO de Norma Oficial Mexicana NOM-077-SSA1-94, Que establece las especificaciones sanitarias de los materiales de control (en general) para laboratorios de análisis clínicos.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos - Secretaría de Salud - Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario

MERCEDES JUAN LOPEZ, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 194 fracción II de la Ley General de Salud, 38 fracción II, 46 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización me permito ordenar la publicación en el Diario Oficial de la Federación del proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-077-SSA1-94, Que Establece las Especificaciones Sanitarias de los Materiales de Control (en general) para Laboratorios de Análisis Clínicos

El presente proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-077-SSA1-94, Que Establece las Especificaciones Sanitarias de los Materiales de Control (en general) para Laboratorios de Análisis Clínicos, se publica a efecto de que los interesados dentro de los siguientes 90 días naturales, contados a partir de la fecha de su publicación, presenten sus comentarios ante el Comité, sito en Lleja número 7, 1er piso, colonia Juárez, código postal 06696, México, D.F.

Durante el plazo mencionado, los análisis que sirvieron de base para la elaboración del proyecto de Norma estarán a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité.

México, Distrito Federal a veinticuatro de marzo de mil novecientos noventa y cuatro

INDICE

PREFACIO  
1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

2 REFERENCIAS  
3 DEFINICIONES  
4 SIMBOLOS Y ABREVIATURAS  
5 ESPECIFICACIONES  
6 MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES  
7 METODOS DE PRUEBA  
8 MARCADO ETIQUETADO ENVASADO Y EMBALAJE  
9 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES  
10 BIBLIOGRAFIA  
11 OBSERVANCIA DE ÉSTA NORMA  
PREFACIO

Las Unidades Administrativas que participaron en la elaboración de esta Norma son Dirección General de Control de Insumos para la Salud y Laboratorio Central de Reactivos de la SSA, las Instituciones Instituto Mexicano del Seguro Social (Jefatura de Control de Calidad), Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (CANIFARMA), Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA) Consejo Paramédico y los establecimientos Ciba Corning de Mexico, S.A., Anachem, S.A. de C.V., Farmacéuticos Lakeside, S.A. de C.V. y Química Hoechst de México, S.A. de C.V.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Las disposiciones de la presente Norma, son de orden público e interés social y tienen por objeto determinar las especificaciones mínimas que deben de tener los Materiales de Control en General para Laboratorios de Análisis Clínicos

1.2 Esta norma es de observancia obligatoria en todas las industrias, laboratorios y establecimientos dedicados al proceso de este producto en el territorio nacional

2. REFERENCIAS

- 2.1 NOM-EE-59-1979 Envases y Embalaje, Símbolos para Manejo, Transporte y Almacenamiento
- 2.2 NOM-008-SCFI-1993 Sistema General de Unidades de Medida.

3. DEFINICIONES

- 3.1 Componente: Todo material biológico, bioquímico o químico de interés médico
- 3.2 Material de Control: Preparaciones utilizadas para evaluar la exactitud y la precisión de sustancias empleadas en las mediciones de diversos componentes en fluidos, secreciones, excreciones o tejidos corporales. Se utilizan en los programas internos o externos de control de calidad en el laboratorio. Los materiales de control también se denominan verificadores

4 SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

SS	Secretaría de Salud
NOM	Norma Oficial Mexicana
SI	Sistema Internacional de Unidades de Medidas
DS	Desviación Estándar
VIH	Virus de la Inmunodeficiencia Humana

- **Plantas de ablandamiento**, con sus diversas variantes para las aguas subterráneas. En la Fig. 1 se presenta un esquema de este tipo de planta.
- **Plantas de clarificación**, con sus diversos tipos, para las aguas superficiales. En la Fig. 2 se muestra un esquema de este tipo de planta.
- **Plantas desaladoras**, para las aguas salobres o las saladas.

Con relación a las operaciones y/o procesos unitarios que podrían integrar un proceso de potabilización en función de la calidad natural del agua de diversas fuentes de abastecimiento, en la Tabla 1 se presenta un ejemplo general para diversas fuentes.

## 5. RED DE DISTRIBUCION.

### 5.1 Tanque de regularización y red de distribución.

Aun cuando en el inciso 1.2 se presentó el tanque de regularización o de regulación como un componente en sí mismo del sistema de abastecimiento, en la mayoría de los casos está integrado a la red de distribución.

El tanque de regularización o de regulación tiene dos funciones principales: la primera consiste en poder satisfacer de manera continua la demanda o gasto variable de agua de la población a lo largo de las horas del día, sin tener que enviar este gasto variable desde la fuente de abastecimiento, lo cual, como ya se mencionó, daría como resultado capacidades o tamaños antieconómicos en varias partes del sistema. La segunda función es la de proporcionar, en los casos en que sea posible, la presión que se requiere para distribuir adecuadamente el agua en toda la población.

Los tanques de regularización pueden estar situados, según el sentido de escurrimiento del agua, antes, dentro o después de la red de distribución y se clasifican en dos tipos: tanques superficiales y tanques elevados.

Los tanques superficiales, como su nombre lo indica, están situados sobre la superficie del terreno y se construyen sobre alguna elevación del mismo (sobre un promontorio, loma o cerro) localizada lo mas cercana a la población para proporcionar la presión necesaria del agua en la red de distribución.

Cuando cerca o dentro de la población no hay elevaciones del terreno que se puedan aprovechar, se contruyen los tanques elevados, los cuales se instalan sobre una torre o estructura que generalmente es del mismo material que el tanque. Los materiales mas utilizados son el concreto o el acero, este último de preferencia en sitios en donde las condiciones ambientales no sean corrosivas.

En algunos casos, debido a consideraciones económicas, se utilizan de manera combinada los dos tipos de tanque, proyectando el tanque superficial (que inclusive puede ser subterráneo) para que contenga la mayor parte del volumen necesario de agua y enviando después el agua por bombeo a un tanque elevado adyacente, éste se diseña con el volúmen mínimo que requerirá la población durante la hora pico de la demanda y con la altura necesaria para proporcionar la presión que requiere el agua en la red de distribución.

Cuando las poblaciones a las que hay que suministrar el agua son pequeñas como en el caso de un solo fraccionamiento o de un conjunto de casas o de edificios, pueden utilizarse otros sistemas para proporcionar la presión necesaria al agua por distribuir

Un equipo hidroneumático consiste básicamente en una bomba (o bombas) que introducen a presión el agua a un tanque metálico hermético (tanque hidroneumático), dentro del cual el agua está en contacto directo con un cierto volumen de aire a presión, siendo este tanque el que, mediante la presión del aire, envía el agua a la red de distribución con la presión requerida y con gasto variable.

Un equipo de bombeo programado consiste esencialmente en un conjunto de bombas de diferentes tamaños que toman el agua del tanque de regularización y variando el número de bombas que están funcionando, la envían a la red de distribución con la presión necesaria y con caudal variable.

Por lo que toca a la red de distribución en sí, como se indicó en el inciso 1.2 esta red está formada por el conjunto de tuberías, válvulas, piezas especiales y otros dispositivos localizadas en todas o en casi todas las calles de la población, que recibe el agua potable del tanque de regularización y/o almacenamiento y la distribuye a todos los consumidores de la población, ya sea a través de tomas domiciliarias en cada predio o de hidrantes públicos situados en áreas de la población en las que por diferentes motivos no sea conveniente instalar tomas domiciliarias.

Las partes principales de la red de distribución son:

- **Tuberías**, que pueden ser tuberías principales o sea las que reciben directamente el agua proveniente del tanque de regularización, y que se localizan convenientemente en ciertas calles de la población con base en el diseño

mejor que las abiertas y por tanto pueden utilizarse para poblaciones de cualquier tamaño...

Cuando el terreno donde se localiza una población tiene una configuración topográfica muy accidentada, su red de distribución, independientemente de que sea abierta o cerrada, deberá diseñarse y construirse para que funcione con dos o más zonas de presión dependiendo del desnivel total entre la parte más alta y la más baja de la población, con el objeto de que la presión del agua dentro de la red se mantenga dentro de ciertos límites de diseño adecuados para usar en la construcción de la red tuberías comerciales manufacturadas para resistir la menor presión de fabricación y que por tanto son las más económicas.

5.2 Comentarios sobre actividades de operación y mantenimiento.

En este inciso sólo se harán unos breves comentarios sobre las operación y el mantenimiento de las obras y de los equipos que forman el sistema de abastecimiento de agua potable con el fin de hacer resaltar que la adecuada y puntual realización de estas actividades por parte del Organismo Operador del sistema de abastecimiento son esenciales para que éste logre eficientemente los objetivos buscados con su diseño, construcción y operación.

En primer lugar hay que puntualizar que las actividades de operación y de mantenimiento de las diversas partes del sistema deben tomarse en cuenta desde el proyecto de dichas partes con el objeto de facilitar su realización y de que resulten con el menor costo posible. Asimismo que para ejecutar adecuadamente dichas actividades, el Organismo Operador debe de tener en su organización la o las

dependencias dedicadas a ellas, la cual debe de contar con el personal debidamente capacitado para realizarlas correctamente, así como los recursos materiales necesarios. Es conveniente recordar de manera general qué se entiende por la operación y qué por el mantenimiento de las obras y los equipos del sistema de abastecimiento.

La operación se refiere a la ejecución de las actividades externas en las obras y en los equipos del sistema para conseguir el correcto e integral funcionamiento del mismo, estas actividades se denominan externas porque no alteran las partes constitutivas de las obras o de los equipos, sino que sólo afectan la forma en que desempeñan su función.

El mantenimiento consiste en la realización de actividades internas dentro de las obras o de los equipos del sistema, o sea aquellas que afectan o modifican sus partes constitutivas.

En términos generales la buena operación de un sistema de abastecimiento requiere que cuando menos se lleven a cabo los siguientes trabajos:

- . Preparar manuales de operación de las obras y de los equipos, los que de la manera mas clara y detallada posible deberán describir los pasos o actividades para accionar, modificar o suspender la función o movimiento de la obra o del equipo correspondiente.
- . Seleccionar y capacitar al personal que se hará cargo de la operación del sistema de abastecimiento.

- . Elaborar y conservar los registros de la operación de las obras y de los equipos mediante el uso de formularios claros y sencillos que deberá llenar el personal respectivo.
- . Analizar los registros de operación, esta actividad debe realizarla la persona que tenga la autoridad necesaria para decidir y ordenar las acciones necesarias para mejorar o corregir la operación del sistema de abastecimiento.

Con relación al mantenimiento, las actividades internas que se realizan en las obras o en los equipos del sistema, están enfocadas principalmente a prevenir daños o perjuicios en ellas para mantenerlas funcionando correctamente o para reparar los daños cuando estos lleguen a producirse por diversas causas. Con base en esto generalmente se tienen dos tipos claramente diferenciados de mantenimiento:

- **El mantenimiento preventivo**, que debe realizarse necesaria y periódicamente en todas las partes del sistema de abastecimiento mediante una programación adecuada del mismo, para mantenerlas funcionando adecuadamente.
- **El mantenimiento correctivo o de reparación de daños**, que está enfocado a la reparación inmediata de cualquier daño que llegara a producirse en las obras o equipos del sistema debido principalmente a causas accidentales, como debido a esto este tipo de mantenimiento no puede programarse es necesario que el Organismo Operador pueda contar de la manera mas oportuna con los recursos materiales y humanos para corregir los daños que pudieran presentarse.





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

DIPLOMADO: "PREPARACION Y EVALUACION  
SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS"

MODULO VII

**"SISTEMAS DE ALCANTARILLADO"**

## A MANERA DE INTRODUCCION

El ciudadano común acostumbrado a las comodidades de la vida moderna por lo general no tiene idea, o en el mejor de los casos ésta es muy vaga, de lo que significa poder disponer de agua abundante al abrir una llave y menos aún de la compleja red de conductos que recibirán el agua usada a medida que desaparece por los desagües de las habitaciones. Si se agrega a esto que la mayoría de las obras destinadas a este fin son subterráneas, se justifica esa indiferencia para estos servicios.

El uso del agua origina el deterioro de su calidad, es decir se contamina y en este sentido se puede decir que los desechos líquidos de un núcleo urbano están constituidos por las aguas de abastecimiento después de haber sido utilizadas en las diversas actividades de esa población o pueden ser producto de la recolección de las aguas de lluvia. Estos desechos líquidos, llamados genericamente aguas residuales, se componen esencialmente de agua, más una cantidad pequeña de sólidos orgánicos e inorgánicos disueltos y en suspensión, por lo que de no disponerse adecuadamente se convierten en un problema que se agudiza a medida que la población aumenta, en razón de que los sólidos orgánicos son putrescibles y su descomposición origina grandes cantidades de gases ofensivos además de contener numerosas bacterias patógenas.

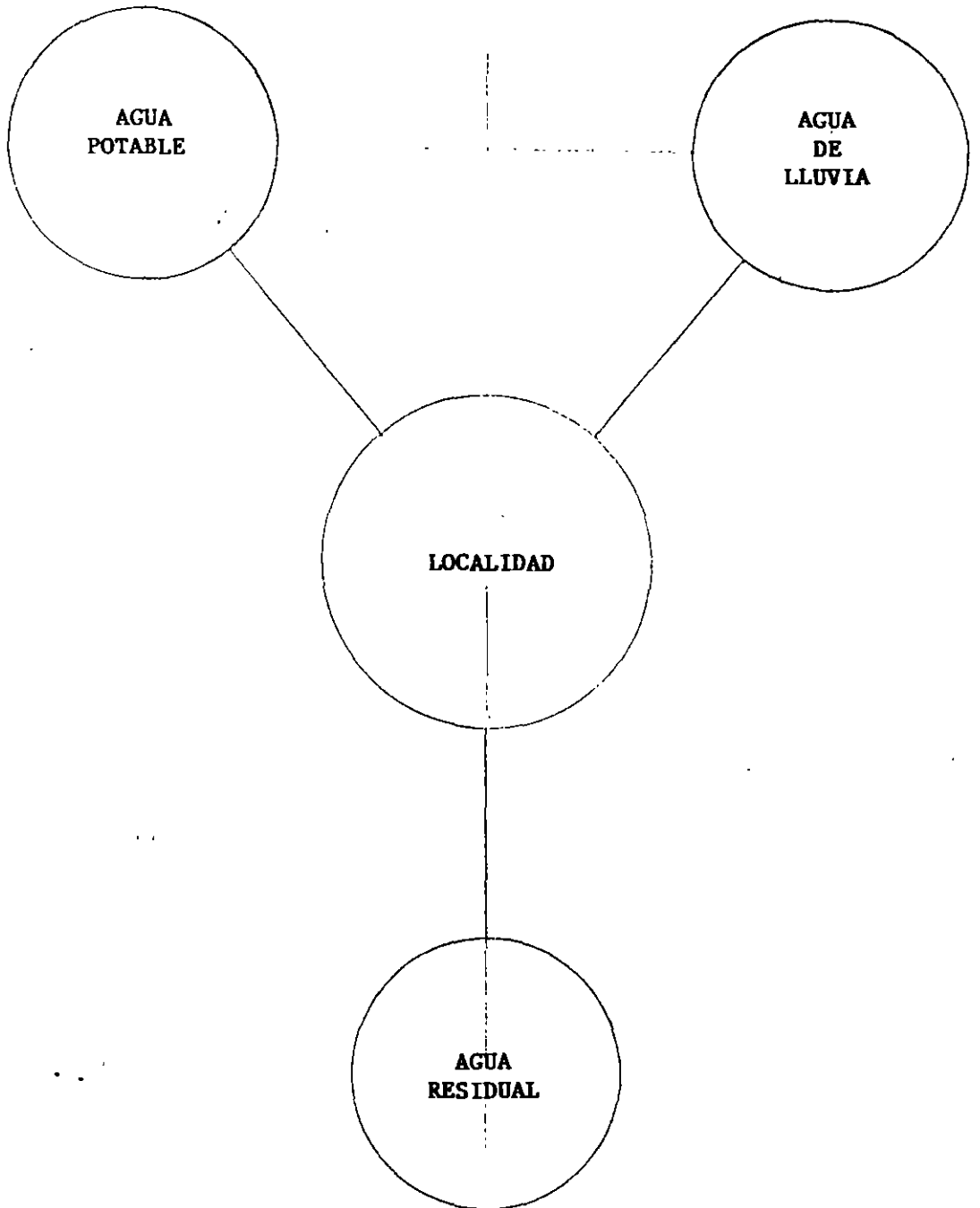
Por otra parte, están las aguas pluviales, que por su calidad puede decirse que son inofensivas, pero cuya cantidad origina en ocasiones serios problemas a las comunidades que no cuentan con una obra de ingeniería para alejarlas.

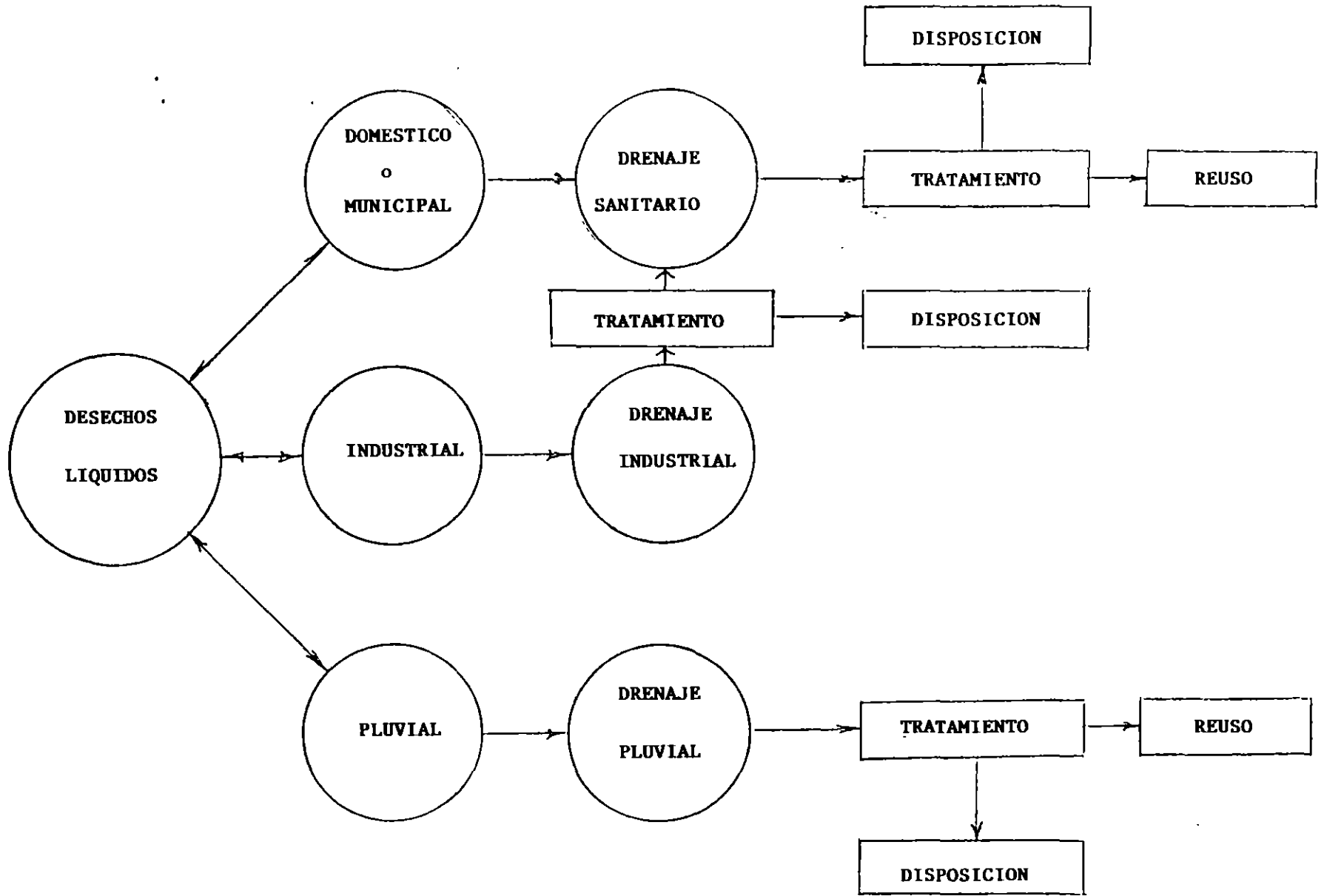
De ahí la necesidad de los sistemas de alcantarillado conformados por un conjunto de conductos subterráneos, llamados alcantarillas, y otras obras accesorias, dentro de la cual se incluyen las plantas de tratamiento, destinados a la colección y transporte de aguas residuales para conducirlos previo tratamiento a un sitio de disposición final. A esta función global se le reconoce como Saneamiento.

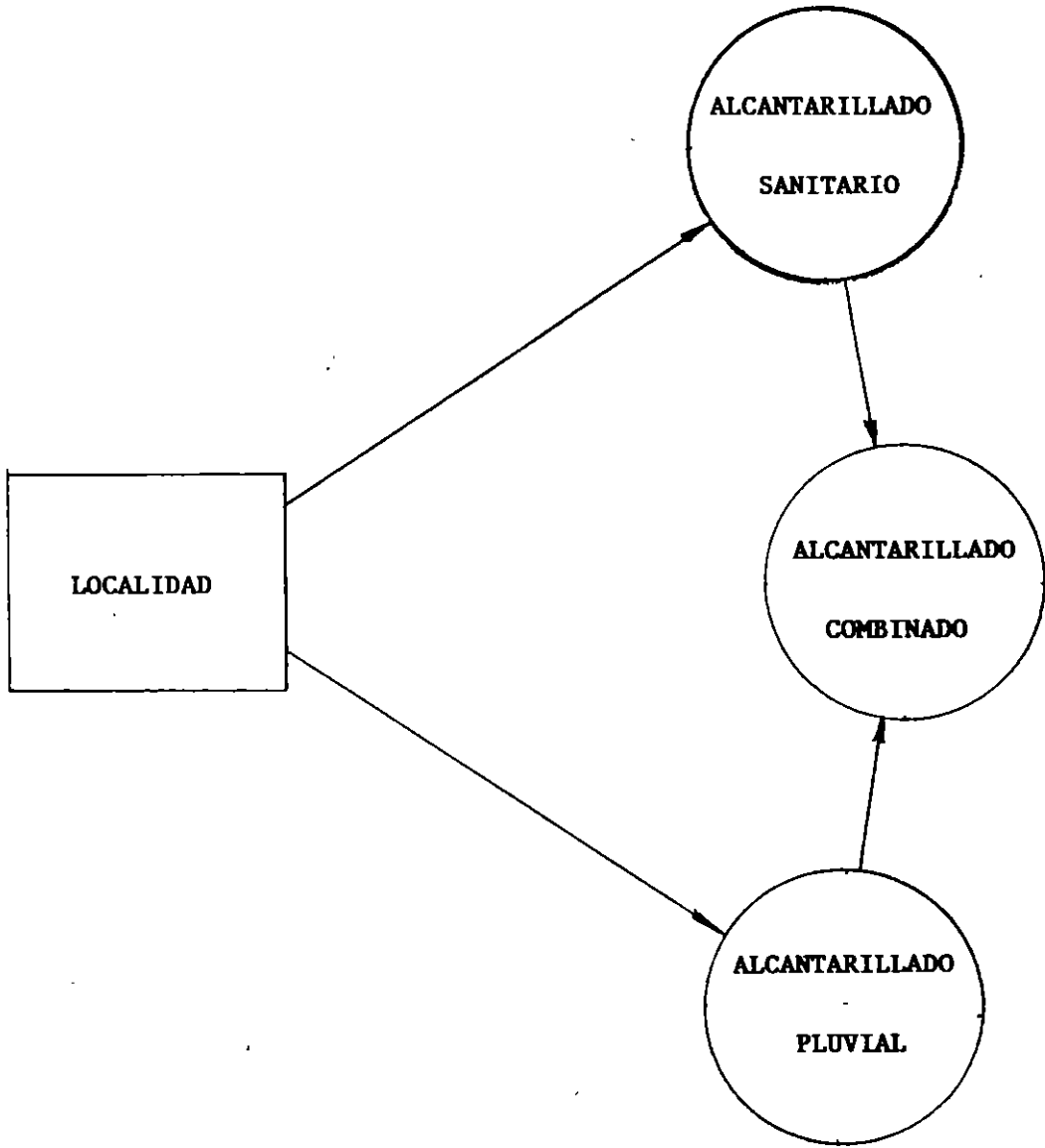
El saneamiento en distintas formas ha sido empleado desde hace mucho tiempo; sin embargo, sólo a partir del siglo pasado es que se han aplicado y elaborado principios técnicos para el proyecto del alcantarillado y muy recientemente los relativos al tratamiento del agua.

Este saneamiento no es más que proporcionar una canalización artificial que asiste al drenaje natural y el posterior tratamiento controlado de las aguas recolectadas, con la idea de retornarlas a los cuerpos de agua receptores lo más limpias posible.

Las ventajas que estos sistemas brindan a la comunidad son muchas, pero la más importante de todas es que resguarda la salud pública, protegiéndola de enfermedades de origen hídrico, causantes de epidemias que son verdaderos problemas, como es el caso del cólera, la disentería y la fiebre tifoidea, entre otras.







Diario Oficial de la Federación del 20 de Septiembre de 1991

**ACUERDO por el que se expide la Norma Técnica Ecológica NTE-CCA-031/91, que establece los límites máximos permisibles de los parámetros de los contaminantes, para las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal provenientes de la industria o de los servicios de reparación y mantenimiento automotriz, gasolineras, tintorerías, revelado de fotografía y el tratamiento de aguas residuales.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.



COMISION NACIONAL  
DEL AGUA

LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA LA  
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y  
PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO SANITARIO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

**NORMAS DE PROYECTO  
PARA OBRAS DE  
ALCANTARILLADO  
SANITARIO EN  
LOCALIDADES  
URBANAS DE LA  
REPUBLICA MEXICANA**



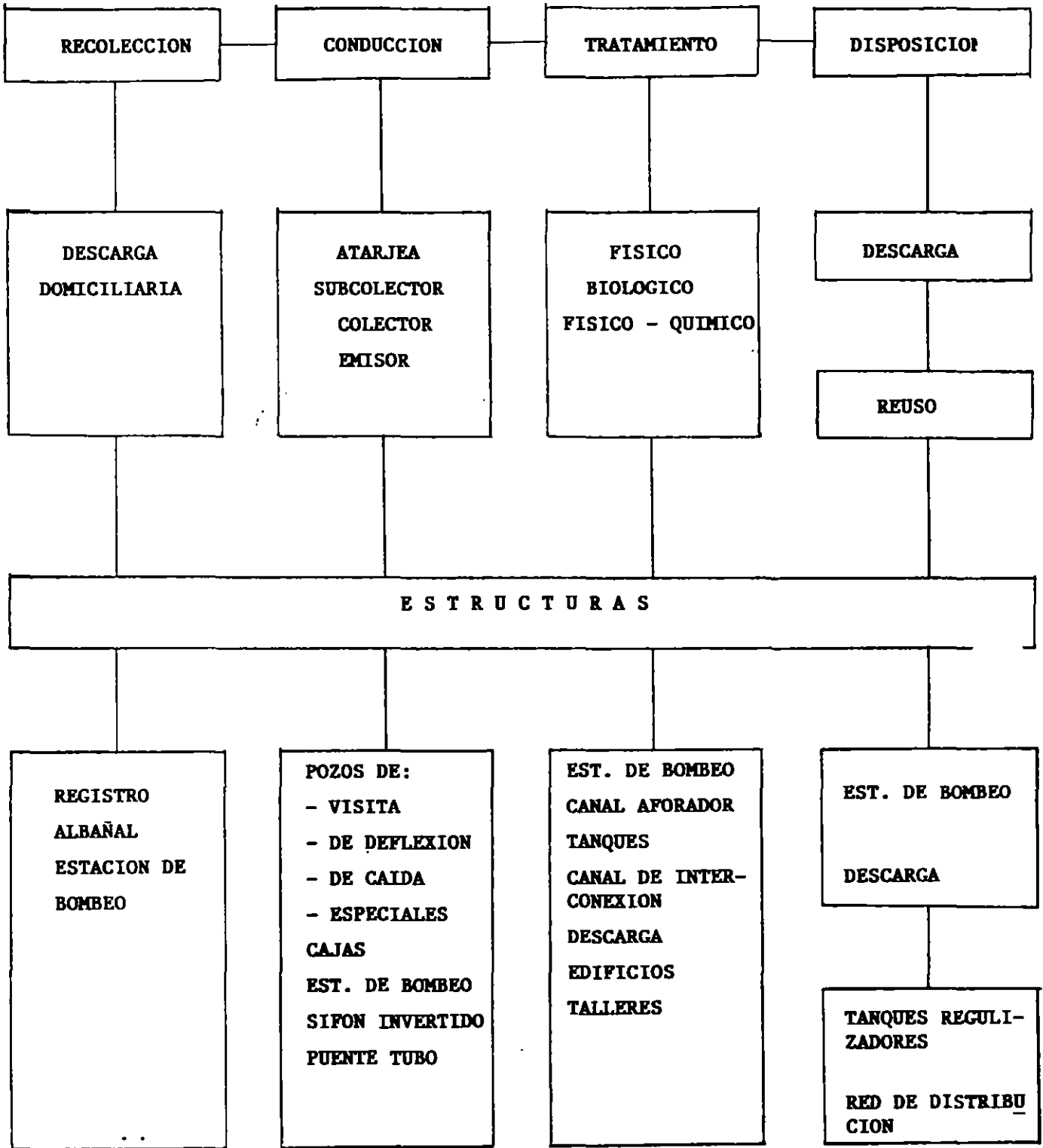
**DATOS  
DE  
PROYECTO**

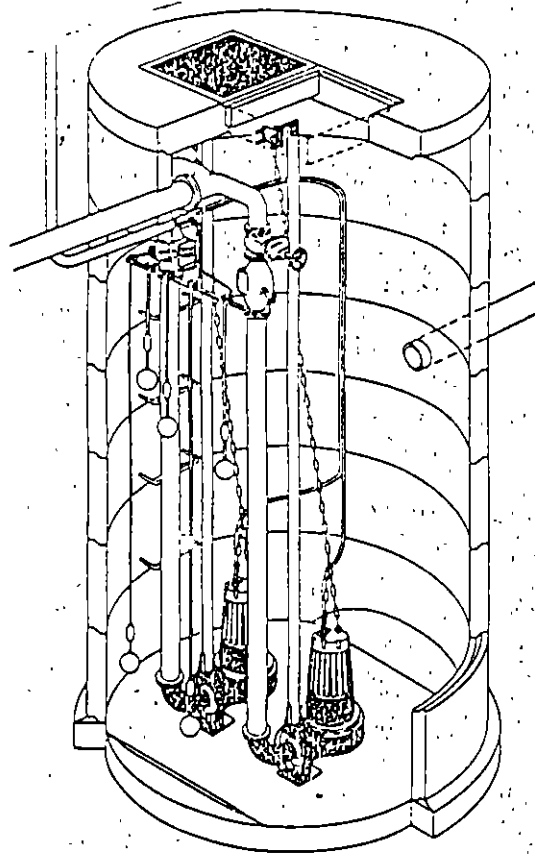
## DATOS DE PROYECTO

POBLACION ACTUAL . . . . .	18,313 hab
POBLACION DE PROYECTO . . . . .	25,000 hab
DOTACION . . . . .	200 l/h/d
APORTACION (80% DE LA DOTACION) . . . . .	160 l/h/d
SISTEMA . . . . .	SEPARADO (AGUAS NEGRAS)
FORMULAS . . . . .	HARMON Y MANNING
COEFICIENTE DE REVISION O SEGURIDAD . . . . .	1.5
AREA DE PROYECTO DE LA LOCALIDAD . . . . .	480.5 has
NATURALEZA DEL SITIO DE VERTIDO (PROYECTO) . . . . .	LAGUNAS FACULTATIVAS EN SERIE
SISTEMA DE ELIMINACION . . . . .	GRAVEDAD

## GASTOS DE PROYECTO

MINIMO . . . . .	23.15 l.p.s.
MEDIO . . . . .	46.30 l.p.s.
MAXIMO . . . . .	115.30 l.p.s.
MAXIMO EXTRAORDINARIO . . . . .	177.50 l.p.s.
DE INFILTRACION . . . . .	13.00 l.p.s.



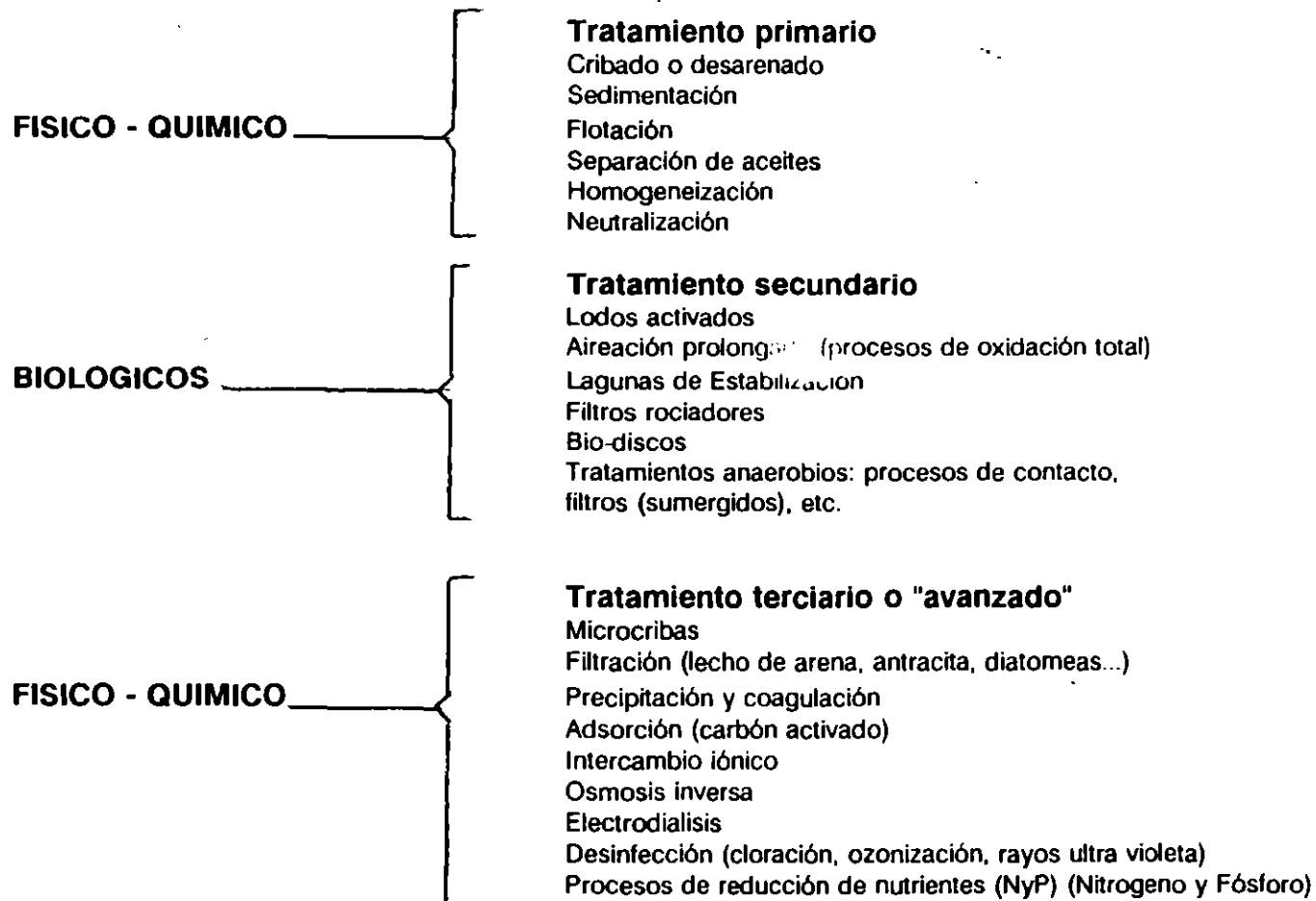


ESTACION DE BOMBEO

## Tipos de tratamiento de aguas residuales

Procesos

Nivel



# **LEY DE AGUAS NACIONALES**

# TITULO SEPTIMO

## PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS

### CAPITULO UNICO

85 Es de interés público la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger la calidad del agua, en los términos de Ley.

Calidad del agua  
86

85 "La Comisión" tendrá a su cargo:

Facultades de "La Comisión"  
47

I. Promover y, en su caso, ejecutar y operar la infraestructura federal y los servicios necesarios para la preservación, conservación y mejoramiento de la calidad del agua en las cuencas hidrológicas y acuíferos, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas respectivas y las condiciones particulares de descarga, en los términos de Ley;

II. Formular programas integrales de protección de los recursos hidráulicos en cuencas hidrológicas y acuíferos, considerando las relaciones existentes entre los usos del suelo y la cantidad y calidad del agua;

III. Establecer y vigilar el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga que deben satisfacer las aguas residuales que se genere en bienes y zonas de jurisdicción federal; de aguas residuales vertidas directamente en aguas y bienes nacionales, o en cualquier terreno, cuando dichas descargas puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos; y en los demás casos previstos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;

IV. Autorizar, en su caso, el vertido de aguas residuales en el mar, en coordinación con la Secretaría de Marina cuando provengan de fuente móviles o plataformas fijas;

V. Vigilar, en coordinación con las demás autoridades competentes que el agua suministrada para consumo humano cumpla con las normas de calidad correspondientes, y que el uso de las aguas residuales cumpla con las normas de calidad del agua emitidas para tal efecto;

VI. Promover o realizar las medidas necesarias para evitar que basura, desechos, materiales y sustancias tóxicas, y lodos producto de los tratamientos de aguas residuales, contaminen las aguas superficiales y el subsuelo y los bienes que señala el artículo 113; y

VII. Ejercer las atribuciones que corresponden a la Federación en materia de prevención y control de la contaminación del agua y de fiscalización y sanción, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, salvo que corresponda a otra dependencia conforme a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

Clasificación de los  
cuerpos de aguas  
47

**87** "La Comisión" determinará los parámetros que deberán cumplir las descargas, la capacidad de asimilación y dilución de los cuerpos de aguas nacionales y las cargas de contaminantes que éstos pueden recibir, así como las metas de calidad y los plazos para alcanzarlas mediante la expedición de Declaratorias de Clasificación de los Cuerpos de Aguas Nacionales, las cuales se publicarán en el Diario Oficial de la Federación, lo mismo que sus modificaciones, para su observancia.

Las declaratorias contendrán:

I. La delimitación del cuerpo de agua clasificado;



II. Los parámetros que deberán cumplir las descargas según el cuerpo de agua clasificado conforme a los períodos previstos en el reglamento de esta Ley;

III. La capacidad del cuerpo de agua clasificado para diluir y asimilar contaminantes; y

IV. Los límites máximos de descarga de los contaminantes analizados, base para fijar las condiciones particulares de descarga.

**88** Las personas físicas o morales requieren permiso de "La Comisión" para descargar en forma permanente, intermitente o fortuita aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltran en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.

Permisos para descargas  
47, 89, 90

"La Comisión" mediante acuerdos de carácter general por cuenca, acuífero, zona, localidad o por usos podrá sustituir el permiso de descarga de aguas residuales por un simple aviso.

El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado de los centros de población, corresponde a los municipios, con el concurso de los Estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes.

**89** "La Comisión", para otorgar los permisos deberá tomar en cuenta la clasificación de los cuerpos de aguas nacionales a que se refiere el artículo 87, las normas oficiales mexicanas correspondientes y las condiciones particulares que requiera cumplir la descarga.

Normatividad y trámites para permisos  
47, 88, 90

"La Comisión" deberá contestar la solicitud de permiso de descarga presentada en los términos del reglamento, dentro de los sesenta días hábiles siguientes a su admisión. En caso de que no se conteste dentro de dicho lapso, estando integrado debidamente el expediente el solicitante podrá efectuar las descargas en los términos solicitados, lo cual no será obstáculo para que "La Comisión" expida el permiso de descarga al que se deberá sujetar el permisionario cuando considere que se deben de fijar condiciones particulares de descarga y requisitos distintos a los contenidos en la solicitud.

Cuando el vertido o descarga de las aguas residuales afecten o puedan afectar fuentes de abastecimiento de agua potable o a la salud pública, "La Comisión" lo comunicará a la autoridad competente y dictará la negativa

del permiso correspondiente o su inmediata revocación y, en su caso, la suspensión del suministro del agua en tanto se eliminan estas anomalías.

Permisos de descarga de  
aguas residuales

47

**90** "La Comisión" en los términos del reglamento expedirá el permiso de descarga de aguas residuales, en el cual se deberá precisar por lo menos la ubicación y descripción de la descarga en cantidad y calidad, el régimen al que se sujetará para prevenir y controlar la contaminación del agua y la duración del permiso.

Quando las descargas de aguas residuales se originen por el uso o aprovechamiento de aguas nacionales, los permisos de descarga tendrán, por lo menos, la misma duración que el título de concesión o asignación correspondiente y se sujetarán a las mismas reglas sobre la prórroga o terminación de aquéllas.

Los permisos de descarga se podrán transmitir en los términos del Capítulo V, Título Cuarto, siempre y cuando se mantengan las características del permiso.

Recarga por aguas residuales  
47, 92

**91** La infiltración de aguas residuales para recargar acuíferos, requiere permiso de "La Comisión" y deberá ajustarse a las normas oficiales mexicanas que al efecto se emitan.

Suspensión de descargas de aguas  
residuales  
47, 91

**92** "La Comisión", en el ámbito de su competencia, podrá ordenar la suspensión de las actividades que den origen a las descargas de aguas residuales:

I. Cuando no se cuente con el permiso de descarga de aguas residuales en los términos de esta Ley;

II. Cuando la calidad de las descargas no se sujete a las normas oficiales mexicanas correspondientes, a las condiciones particulares de descarga o a lo dispuesto en esta Ley y su reglamento;

III. Cuando se deje de pagar el derecho por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales; o

IV. Cuando el responsable de la descarga utilice el proceso de dilución de las aguas residuales para tratar de cumplir con las normas oficiales mexicanas respectivas o las condiciones particulares de descarga.

La suspensión será sin perjuicio de la responsabilidad civil, penal o administrativa en que se hubiere podido incurrir.

Sin perjuicio de lo anterior, cuando exista riesgo de daño o peligro para la población o los ecosistemas, "La Comisión" a solicitud de autoridad competente podrá realizar las acciones y obras necesarias para evitarlo, con cargo a quien resulte responsable.

**93** Son causas de revocación del permiso de descarga de aguas residuales:

Revocación del permiso de  
descarga  
47, 92

I. Efectuar la descarga en un lugar distinto del autorizado por "La Comisión";

II. Realizar los actos u omisiones que se señalan en las fracciones II, III y IV del artículo anterior, cuando con anterioridad se hubieren suspendido las actividades del permisionario por "La Comisión" por la misma causa; o

III. La revocación de la concesión o asignación de aguas nacionales, cuando con motivo de dicho título sean éstas las únicas que con su explotación, uso o aprovechamiento originen la descarga de aguas residuales.

Cuando proceda la revocación, "La Comisión" previa audiencia al interesado, dictará y notificará la resolución respectiva, la cual deberá estar debidamente fundada y motivada.

El permiso de descarga de aguas residuales caducará cuando en los términos de la presente Ley caduque el título de concesión o asignación de las aguas nacionales origen de la descarga.

**94** Cuando la paralización de una planta de tratamiento de aguas residuales pueda ocasionar graves perjuicios a la salud o la seguridad de la población, o graves daños al ecosistema, "La Comisión", a solicitud de autoridad competente y por razones de interés público, ordenará la suspensión de las actividades que originen la descarga y, cuando esto no fuera posible o conveniente, nombrará un interventor para que se haga cargo de la administración y operación temporal de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, hasta que se suspendan las actividades o se considere superada la gravedad de la descarga.

Suspensión de descarga de aguas  
residuales  
47, 93, 95

Los gastos que dicha intervención ocasione serán con cargo al titular o titulares del permiso de descarga.

En caso de no cubrirse dentro de los quince días hábiles siguientes a su requerimiento por "La Comisión", los gastos tendrán el carácter de crédito fiscal para su cobro.

Fiscalización e inspección  
de las descargas  
9, 47

**95** "La Comisión", en el ámbito de la competencia federal, realizará la inspección o fiscalización de las descargas de aguas residuales con el objeto de verificar el cumplimiento de la Ley. Los resultados de dicha fiscalización o inspección se harán constar en acta circunstanciada, producirán todos los efectos legales y podrán servir de base para que "La Comisión" y las demás dependencias de la Administración Pública Federal competentes, puedan aplicar las sanciones respectivas previstas en la ley.

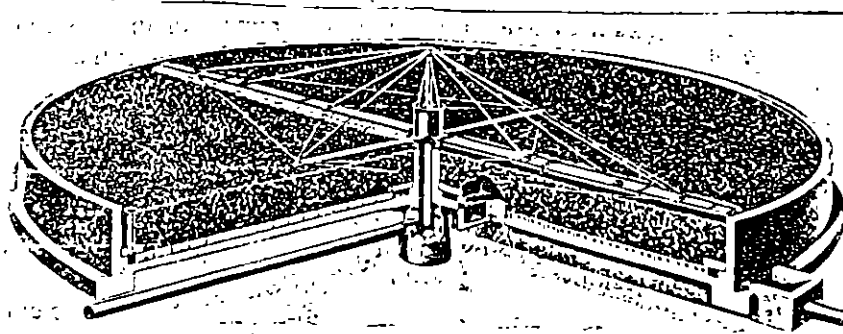
Sustancias contaminantes  
9, 47, 94

**96** En las zonas de riesgo y en aquellas zonas de contaminación extendida o dispersa, el manejo y aplicación de sustancias que puedan contaminar las aguas nacionales superficiales o del subsuelo, deberán cumplir las normas, condiciones y disposiciones que se desprendan de la presente Ley y su reglamento.

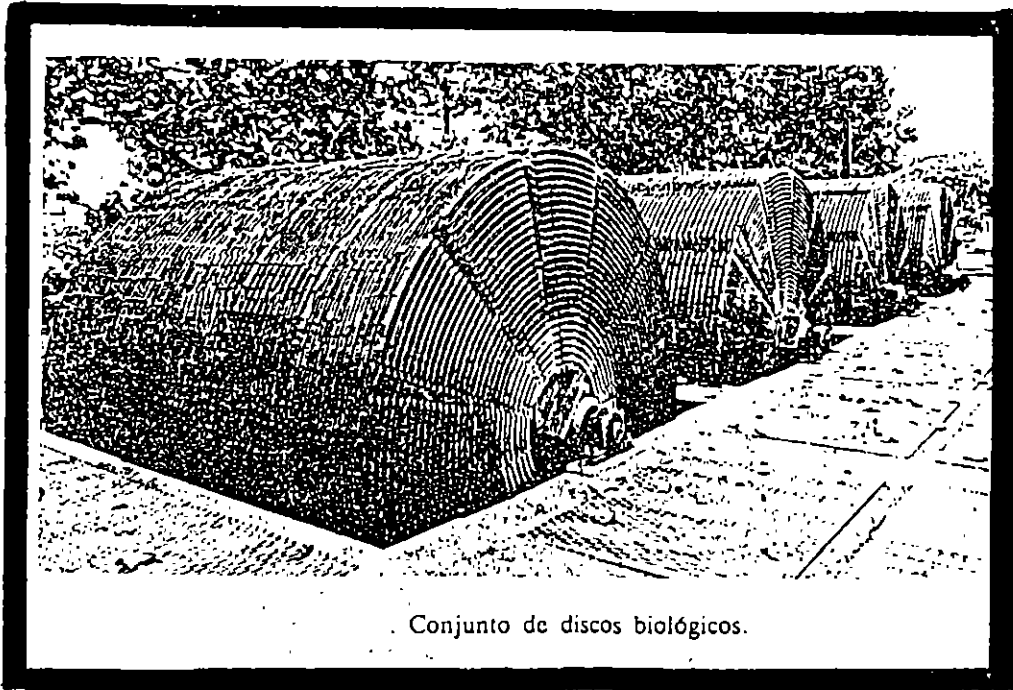
"La Comisión" promoverá en el ámbito de su competencia las normas o disposiciones que se requieran para hacer compatible el uso de los suelos con el de las aguas, con el objeto de preservar la calidad de las mismas dentro de un ecosistema, cuenca o acuífero.

**normas técnicas para el  
proyecto de plantas de  
tratamiento de aguas  
residuales municipales**





Filtro percolador con distribuidor rotativo.



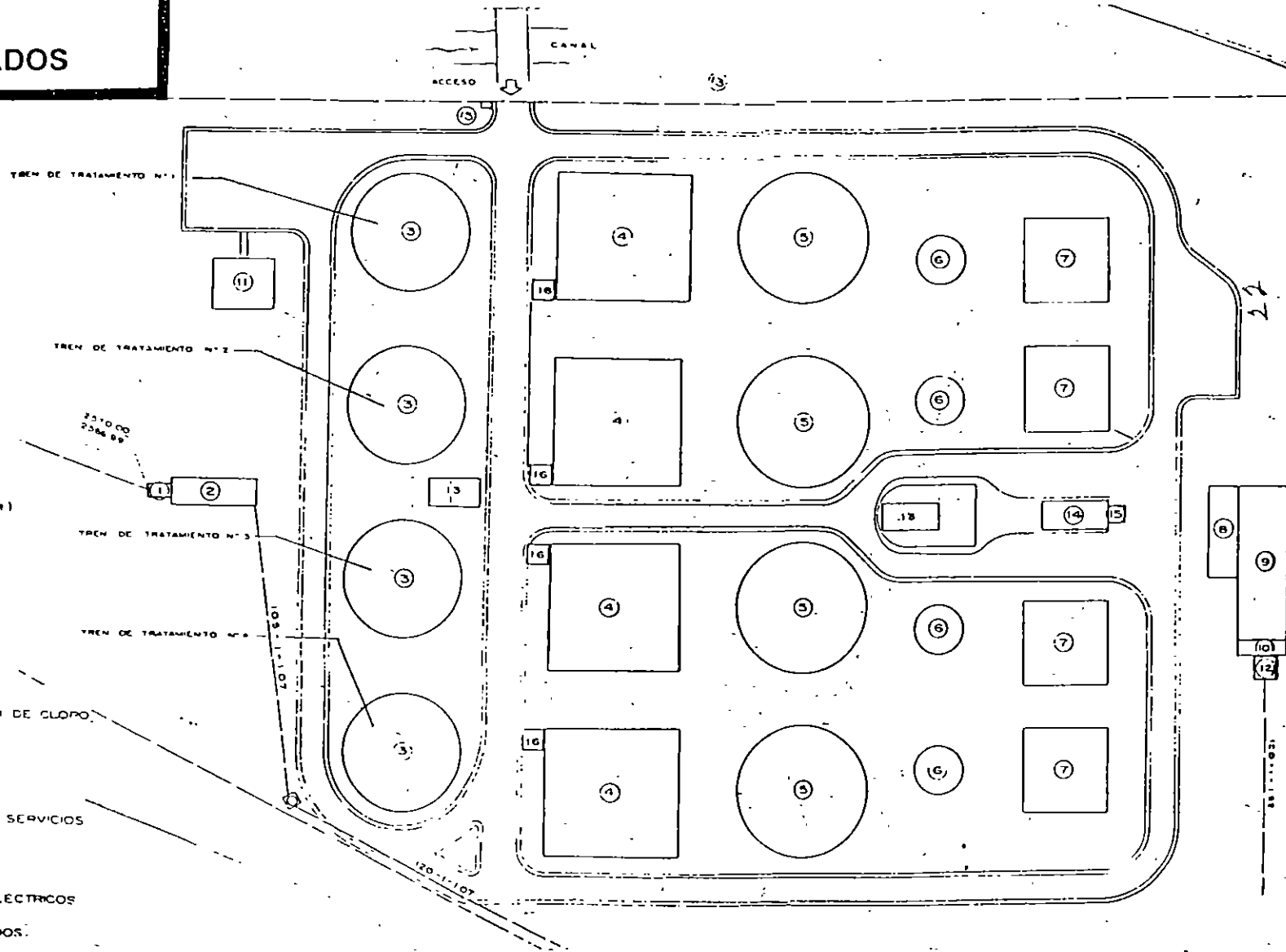
Conjunto de discos biológicos.

# PLANTA DE TRATAMIENTO

## LODOS ACTIVADOS

### OMENCLATURA

- 1) CARCAMO DE BOMBEO
- 2) PRETRATAMIENTO (REJILLAS Y DESARENADOR)
- 3) SEDIMENTACION PRIMARIA
- 4) TANQUES DE AERACION
- 5) SEDIMENTACION SECUNDARIA
- 6) ESPESADOR DE LODOS
- 7) DIGESTION DE LODOS
- 8) EDIFICIO DE ALMACENAMIENTO Y DOSIFICACION DE CLOPO.
- 9) TANQUE DE CONTACTO DE CLOPO
- 10) MEDICION DE CAUDAL
- 11) EDIFICIO DE OFICINAS, LABORATORIO, TALLER, SERVICIOS SANITARIOS, ALMACEN Y AULA
- 12) CARCAMO DE BOMBEO PARA DESCARGA
- 13) CASETA PARA SUBESTACION Y CONTROLES ELECTRICOS
- 14) CALERA PARA FILTROS, DESCADORES DE LODOS.
- 15) JULVA PARA CARGA CAMIONES
- 16) CARCAMO DE BOMBEO DE LODOS DE RECIRCULACION



**OPERACION  
Y  
MANTENIMIENTO**





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

**DIPLOMADO: "PREPARACION Y EVALUACION  
SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS"**

**MODULO VII**

**" P U E R T O S "**

**ING. HERMAN DEUTSCH ESPINO  
ING. SERAFIN VÁZQUEZ JAIME**

**DIPLOMADO**  
**"Preparación y Evaluación  
Socioeconómica de Proyectos"**

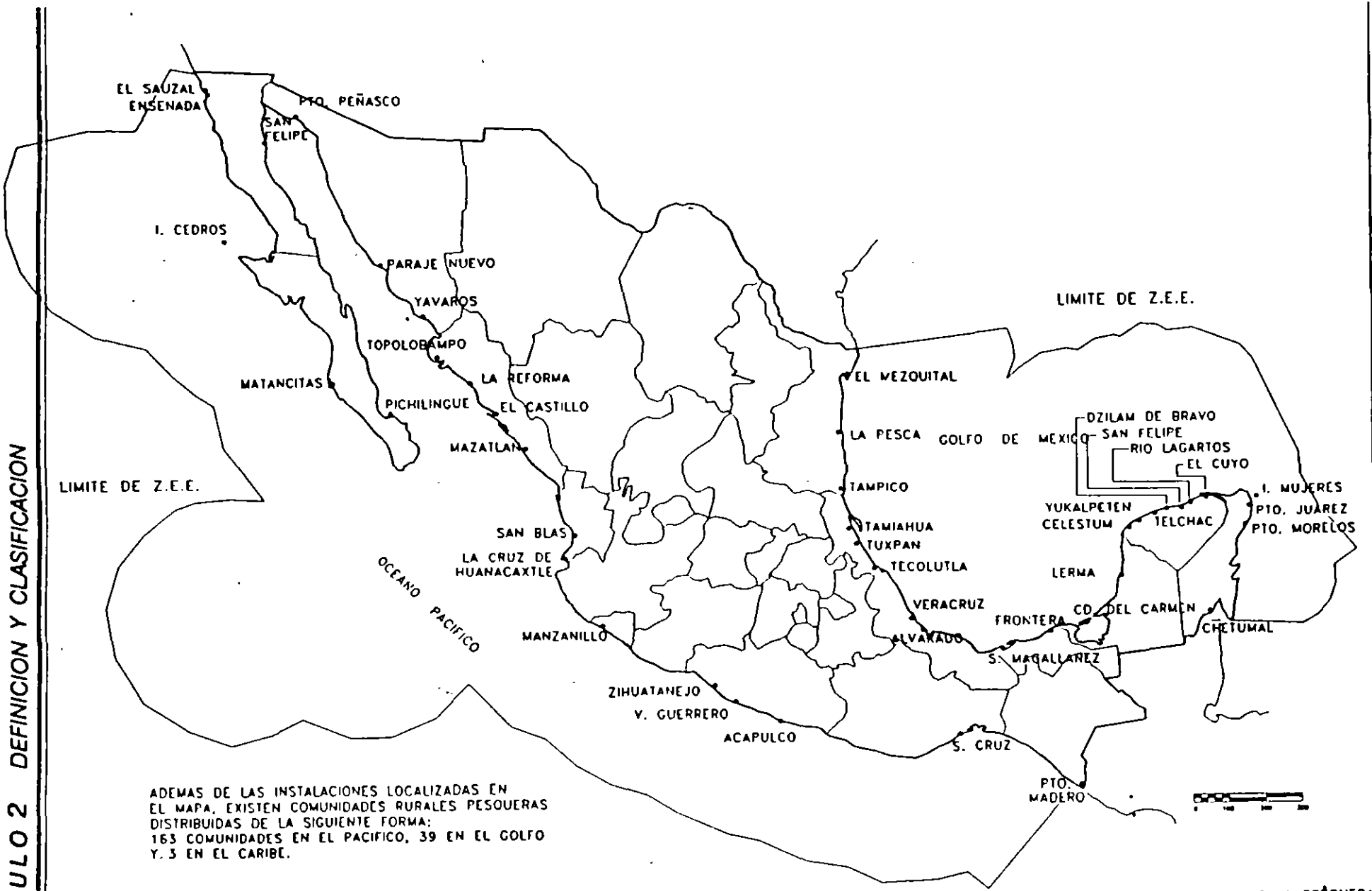
**P U E R T O S**

Ing. Herman Deutsch Espino  
Ing. Serafin Vázquez Jaime

Febrero, 1995.



Figura 2.1 Localizaci. de Puertos Comerciales



ADEMAS DE LAS INSTALACIONES LOCALIZADAS EN EL MAPA, EXISTEN COMUNIDADES RURALES PESQUERAS DISTRIBUIDAS DE LA SIGUIENTE FORMA: 163 COMUNIDADES EN EL PACIFICO, 39 EN EL GOLFO Y 3 EN EL CARIBE.

Z.E.E. ZONA ECONOMICA EXCLUSIVA

FUENTE: CARTA NACIONAL PESQUERA

Figura 2.2 Localización de Puertos Pesqueros

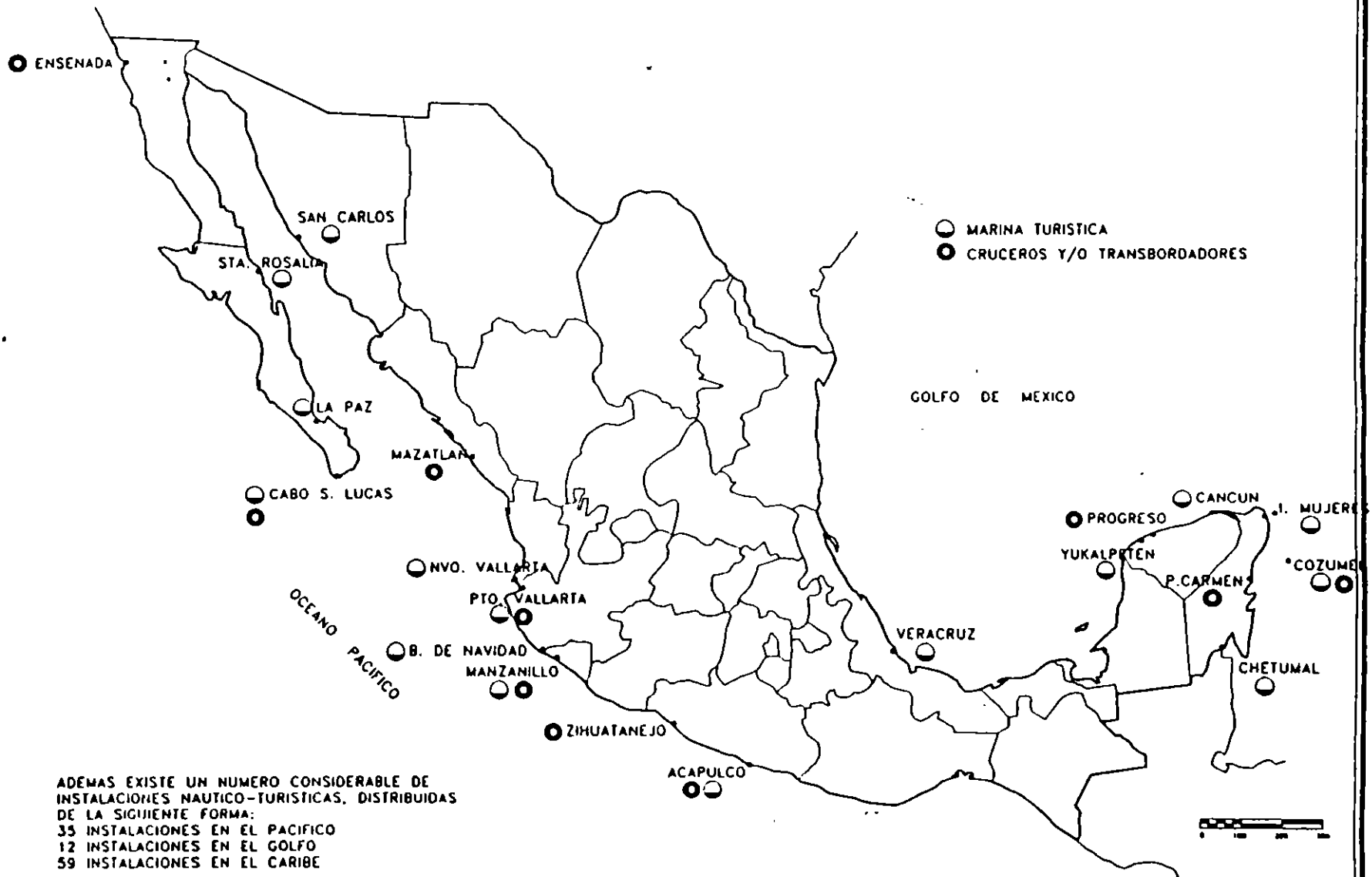


Figura 2.3 Localización de Puertos Turísticos



Figura 2.4 Localización de Puertos Petroleros

La clasificación objetiva de los elementos constitutivos es dividirlos por: áreas de agua y terrestres.

---

AREAS DE AGUA	Accesos al puerto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bocana</li> <li>- Canal de navegación</li> <li>- Fondeadero y Antepuerto</li> <li>- Obras Exteriores</li> </ul>
	Areas de Maniobra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Canales Secundarios</li> <li>- Dársena de ciaboga</li> <li>- Dársena de maniobra</li> </ul>
	Areas de Servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dársena de servicio</li> <li>- Varios</li> </ul>

---

AREAS TERRESTRES	Muelles y Atracaderos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversos tipos</li> </ul>
	Zona de transferencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carga y Descarga</li> <li>- Maniobras</li> </ul>
	Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bodegas</li> <li>- Patios</li> <li>- Otros</li> </ul>
	Accesos Terrestres	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vialidades</li> <li>- Vías, espuelas y patios FF.CC</li> <li>- Estacionamientos</li> <li>- Controles</li> </ul>
	Reparación y Control	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Patios</li> <li>- Talleres de reparación y mantenimiento</li> <li>- Bodegas de maquinaria y equipo</li> </ul>
	Servicios Portuarios Generales y Esp.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abastecimientos y avituallamiento</li> <li>- Médicos y sanitarios</li> <li>- Contra incendio, desechos y plantas de tratamiento</li> <li>- Laborales y comerciales</li> <li>- Autoridades y pilotaje</li> </ul>

---

En la figura se muestra la clasificación anterior de una manera gráfica.

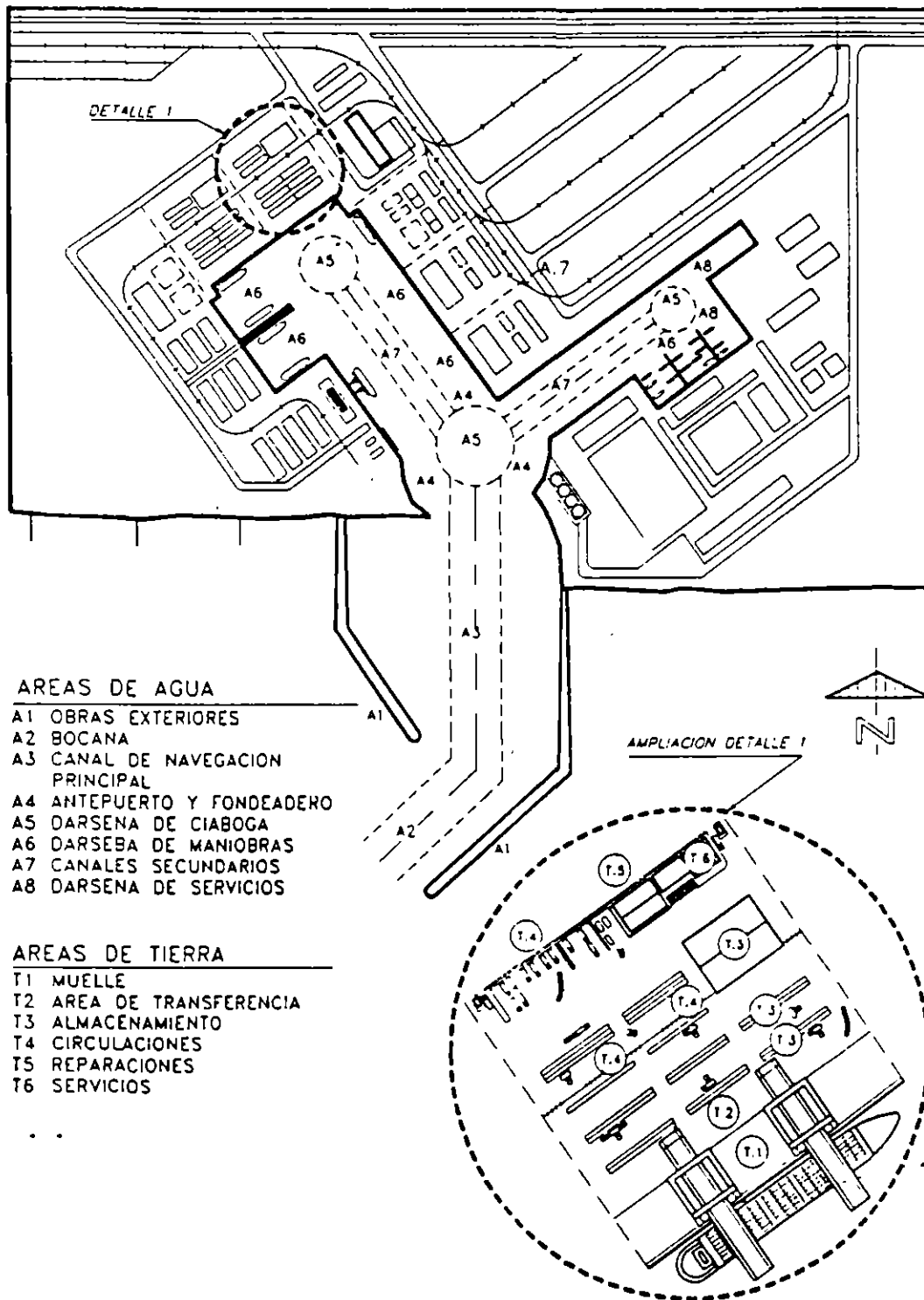


Figura 2.5 Elementos generales de un puerto



En base a la operatividad del puerto y al costo de las obras se puede llegar al planteamiento de el esquema de solución óptima:

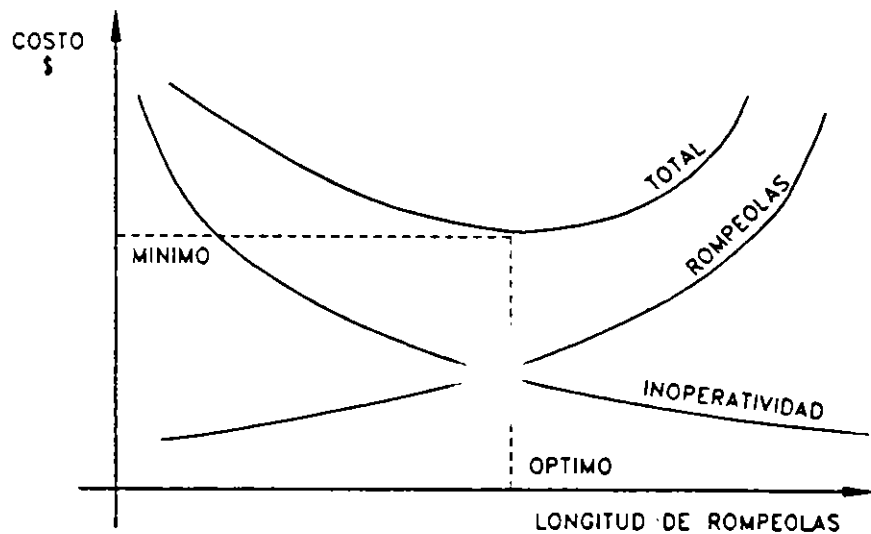


Figura 5.11 Diseño óptimo de rompeolas

5.2.4 Acceso al puerto

5.2.4.1 Bocana

Dos aspectos fundamentales requieren ser analizados, la orientación y el ancho que van ligados entre si; para su orientación es necesario hacer estudios más detallados que involucran los fenómenos del oleaje, así como el transporte litoral: en términos generales y cuando la bocana está limitada por dos escolleras, la mejor orientación será la que evite de la mejor manera los siguientes aspectos.

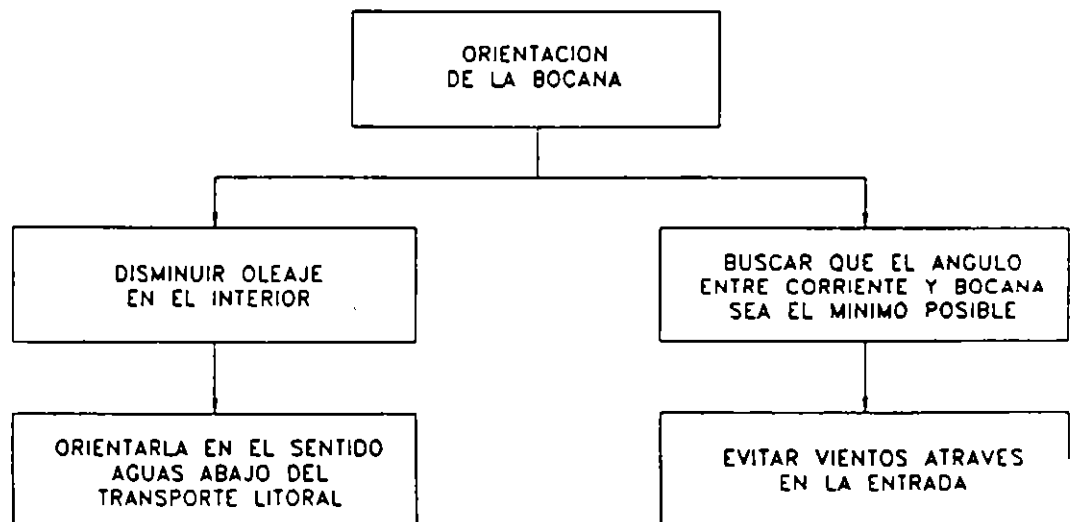


Figura 5.12 Aspectos que intervienen en la orientación de la bocana

**5.3.2.1 Criterios y Recomendaciones para optimizar el número de posiciones de atraque.**

El número óptimo de atraques se define como el número de atraques que reduzcan al mínimo el costo anual por esperas de los barcos más el costo anual (equivalente) de atraques desocupados. Esta definición es una medida de la habilidad de un puerto para mover mercancía en carga y/o descarga, de los barcos que llegan a él.

En general dos son los procedimientos utilizados para la determinación del número óptimo de muelles, uno analítico denominado Método Básico y el otro más sofisticado por medio de computadora llamado Método de Simulación.

**METODO BASICO**

Este método consiste en dividir las operaciones portuarias en distintas fases, de tal manera que se pueda determinar el cuello de botella del sistema, teniendo como unidades de comparación la capacidad intrínseca y la capacidad real.

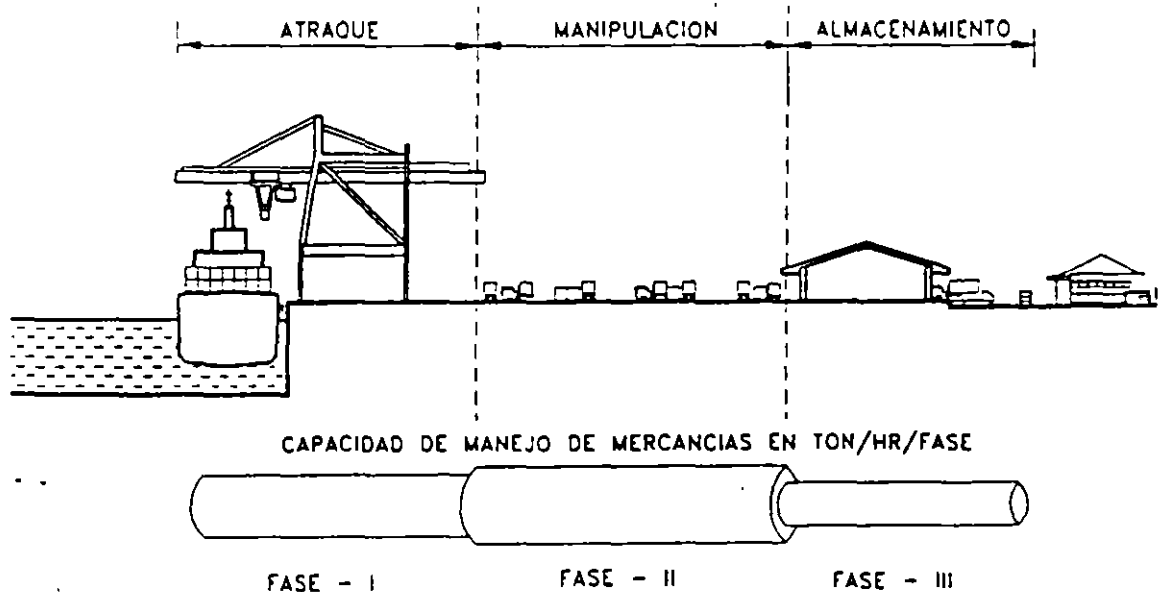


Figura 5.40 Fases de la operación portuaria

La capacidad intrínseca o teórica, es la que se obtiene suponiendo que el puerto trabaja ininterrumpidamente a ritmo medio normal, basandose en los rendimientos teóricos del equipo.

La capacidad real, se obtiene a través de las estadísticas portuarias y por observaciones de campo.

Una vez determinadas las capacidades de cada fase y la curva de evolución de tráfico se realiza una curva de planificación de cada una de ellas, con objeto de determinar el año de colapso.

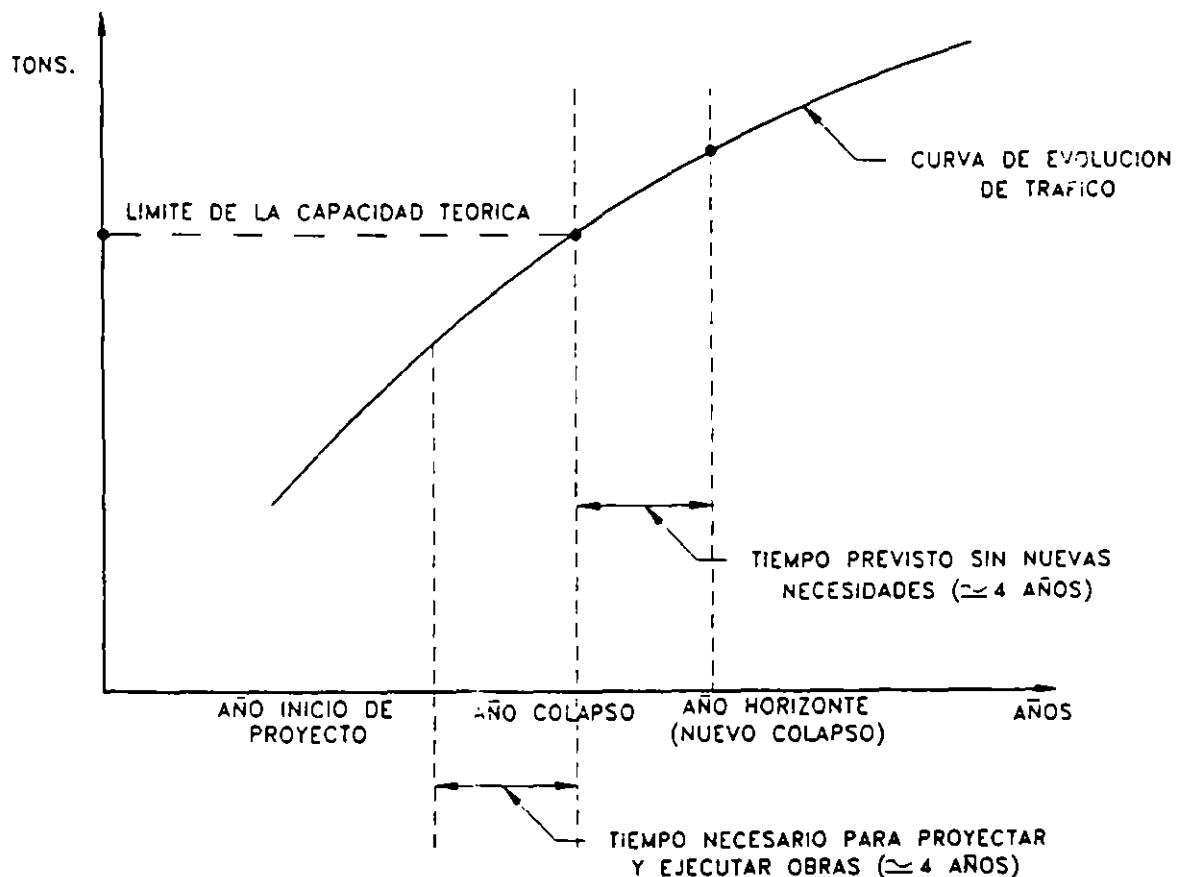


Figura 5.41 Gráfica de planeación portuaria

Este método es muy sencillo de aplicar naturalmente tiene sus limitaciones ya que el funcionamiento es mucho más complejo pero su simplicidad es un arma utilísima para esclarecer la naturaleza de los estrangulamientos.

## Muelles o Frentes de Atraque (F.A)

Sus dimensiones dependen de tres factores:

- Características de la embarcación
- El sistema de operación portuaria
- Recomendaciones sobre los condicionantes físicos

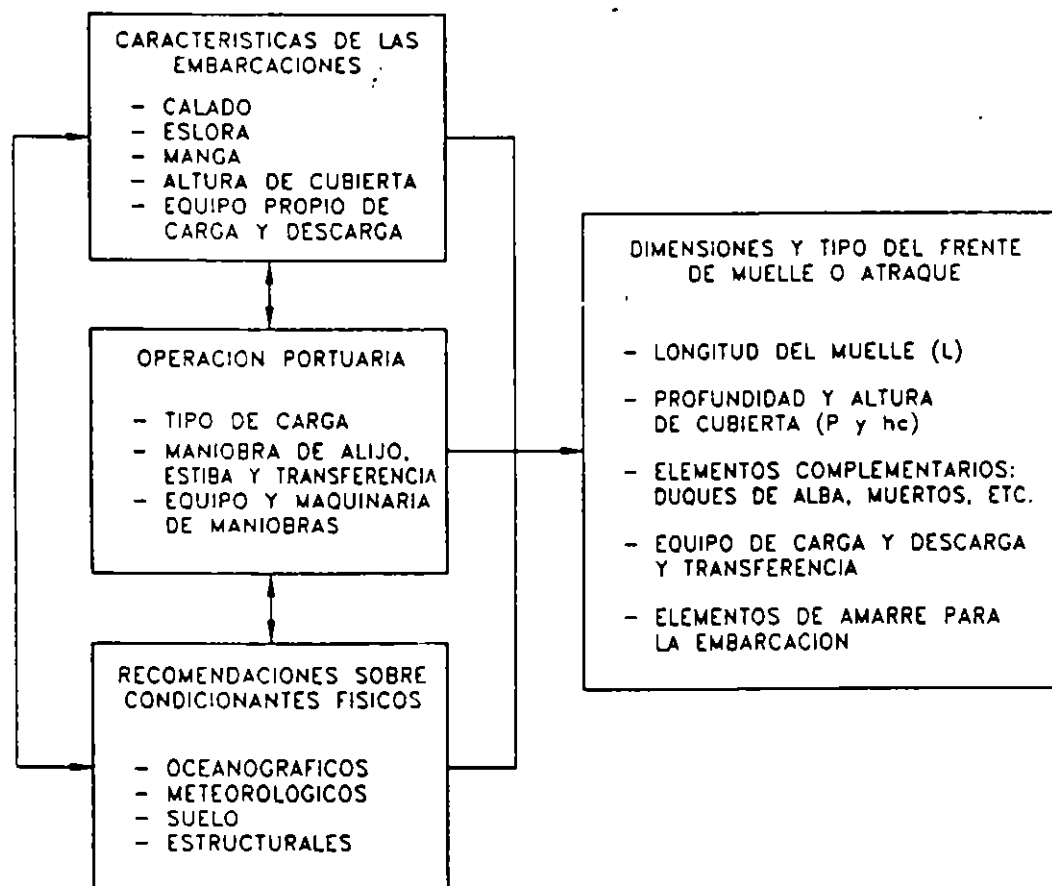


Figura 5.75 Factores que rigen el dimensionamiento

## Areas T.1 y T.2

El área T.1 es la superficie necesaria para subir o bajar carga del barco y la T.2 la que se requiere para la maniobra de traslación de la carga a su almacenamiento o en inversa para T.1 sus dimensiones dependen de:

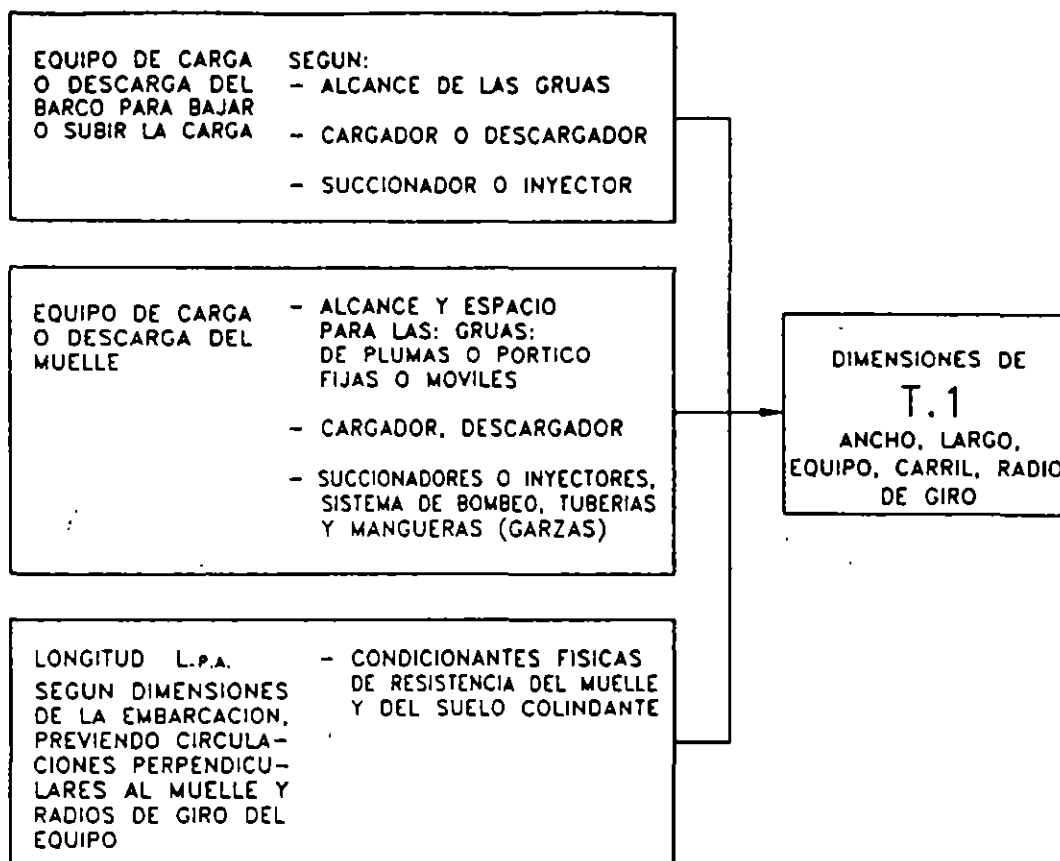


Figura 5.76 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.1.

Para la T.2. se tiene lo siguiente:

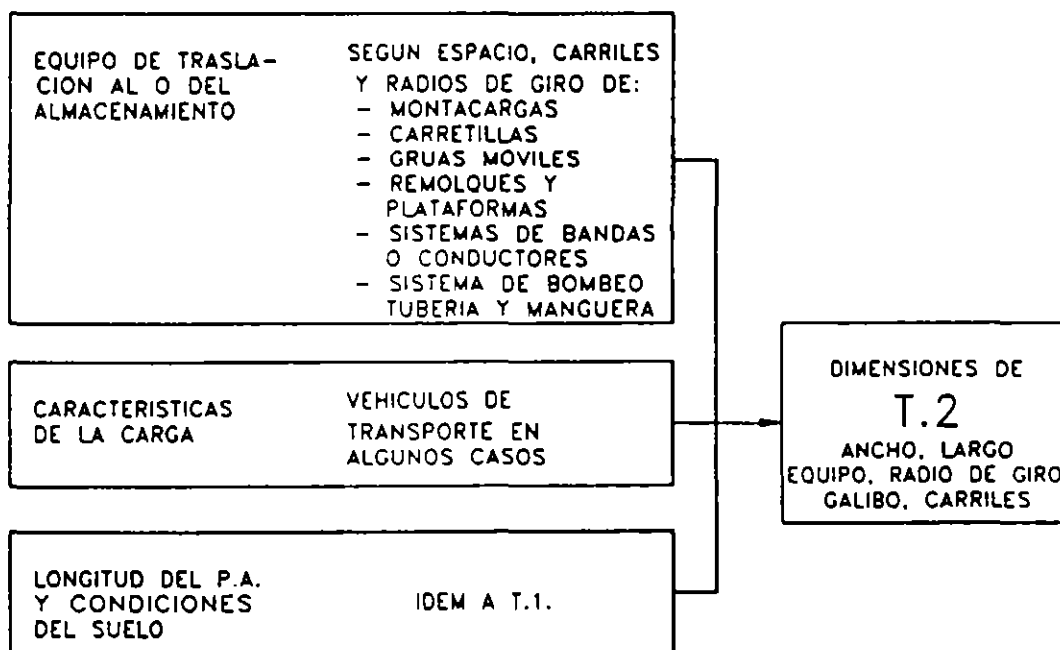


Figura 5.77 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.2.

### T.3 Almacenamiento

Las dimensiones dependen de:

- Características de la carga con el objetivo de evitarle daños y conservarla adecuadamente.
- Del equipo para alijar, estibar o depositar la carga o el producto respectivo.

Tipos            Cubierto:            bodegas, pórticos, silos, tanques y depósitos

                  Descubierto:       patios

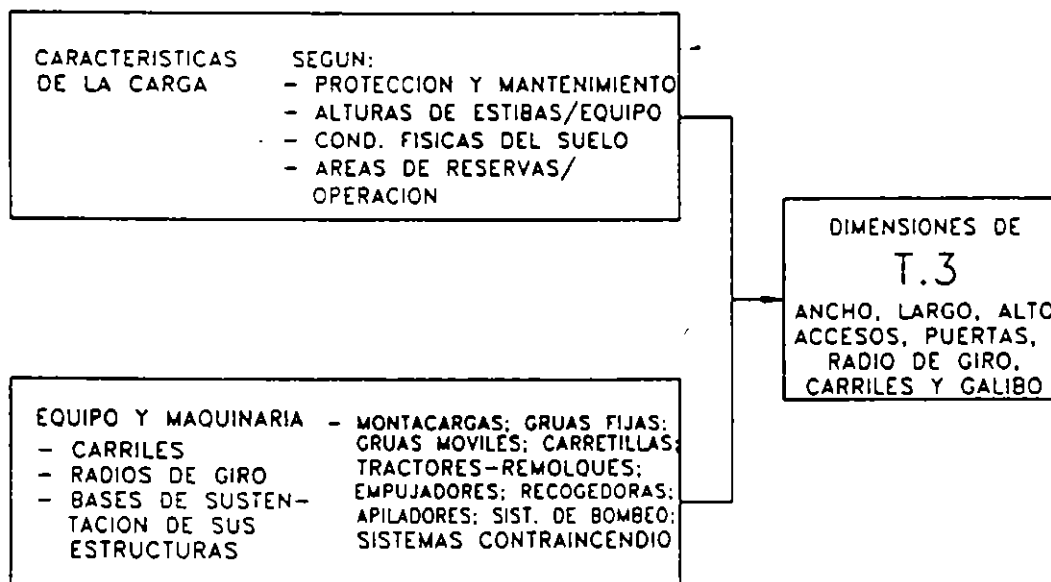


Figura 5.78 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.3.

### T.4 Vialidades, estacionamiento, controles

Estas áreas dependen del tipo de la carga o producto, del equipo de transporte y sus respectivos vehículos.

## CAPITULO 5 PUERTOS GENERALES

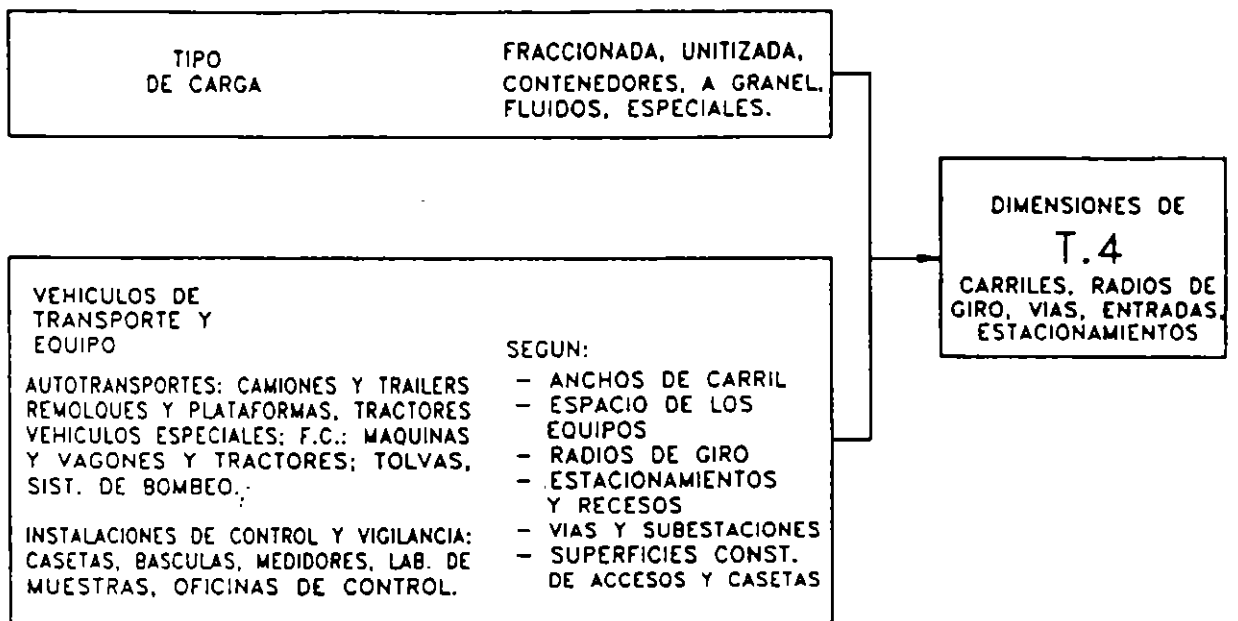


Figura 5.79 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.4.

### T.5 Instalaciones de conservación y mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos

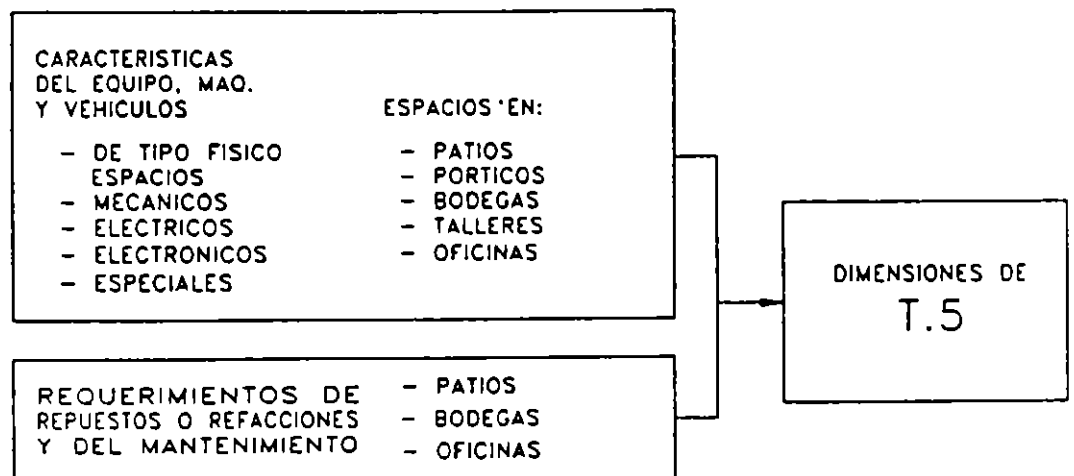


Figura 5.80 Elementos que intervienen en el dimensionamiento de T.5.

**5.3.6.1 Clasificación de equipo y descripción técnica básica.**

El equipamiento portuario, como se especifico en el capítulo 4, podra ser participe del sistema de transporte multimodal y se le designó como EQUIPO DE TRANSBORDO en este caso del puerto.

Y en estas actividades se puede tener una clasificación del equipo como sigue:

CLASIFICACION	EQUIPO
ELEVACION (VERTICAL)	Cargador Frontal Bulldozer Grúa Hidráulica Grúa Mecánica Monta cargas Grúa de Patio Grúa de Muelle Succionadoras
TRASLACION (HORIZONTAL)	Tractores de Arrastre -De Patio -Ferroviario -Industrial  Plataformas Chasis Bandas Transportadoras, Ductos, Cargadores, etc.
APAREJOS DE IZAR	Eslingas, Ganchos Redes, Barras y Rodillos, Almejas, Aparejos de sujeción Palets Tolvas Spreaders Garzas, etc.
INSTRUMENTOS DE MEDICION	Básculas Manómetros Termómetros, etc.

A continuación se presentan una serie de tablas con características generales de dimensiones y operación de los equipos más característicos de la anterior clasificación.



5.3.6.2 Estandares nacionales de rendimiento.

Las mercancías por su diversidad pueden clasificarse de muchas maneras pero, para fines de análisis de control y estadístico en los puertos, se puede hacer genéricamente en los siguientes grupos:

- Carga General y Fraccionada
- Contenedores
- Graneles Secos y
- Fluidos

Y cada uno de esos grupos puede contener una infinidad de productos distintos embalados para su manipulación.

Como información se presentan a continuación una serie de tablas que resumen las estadísticas portuarias por grupo y productos nacionales que se movieron durante el primer semestre de 1991, y que se estima servirán como estandares nacionales de productividad portuaria.

Principales productos por grupo

Carga General y Fraccionada	Contenedores	Graneles Secos	Fluidos
Atados	Perecederos	Cereales	No peligrosos:
Palets	Prod. Metálicos	Minerales	Quím. y Líquidos
Cajas	Manufacturas		
Sacos	Graneles secos		Petróleo y sus deriv.
Pacas			
Rollos	Fluidos		
Tambores	Productos Químicos		
General	General		

Se presentan a continuación rendimientos nacionales, máximo, medio y promedio de los grupos y productos enlistados, por THG (toneladas hora gancho), THB (toneladas hora buque) y CH (contenedores por hora), donde corresponda. Estadísticas obtenidas a partir de datos elaborados por Dirección General de Puertos y Marina Mercante de la S.C.T.

**CAPITULO 5 PUERTOS GENERALES**


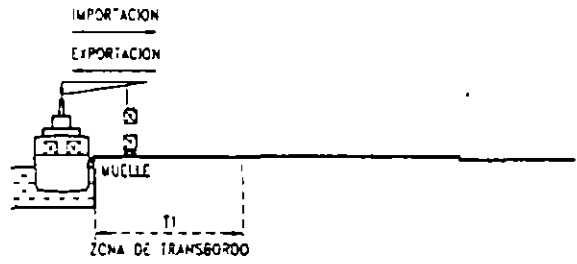





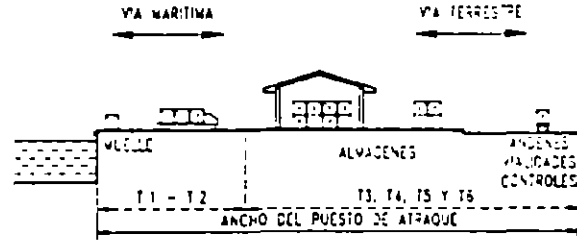
FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
<p><b>A</b></p> <p>MANIPULACION A BORDO</p>	<p>CARGA TRANSBORDO DESCARGA</p>	<p>BUQUE</p> 		<p>GRUA DE BUCQUE APAREJOS DE IZAR ESLINGAS REDES PALETS</p> <p>OPERADORES MANIBRISTAS PORTALONEROS TARJADORES</p>
<p><b>B</b></p> <p>TRASLACION</p>	<p>CARGA TRANSPLADO DESCARGA</p>			<p>TRACTORES DE ARRASTRE MONTACARGAS PLATAFORMAS</p> <p>OPERADORES ESTIBADORES CHECADORES</p>
<p><b>C</b></p> <p>ALMACENAMIENTO</p>	<p>ESTIBA CLASIFICACION DESESTIBA</p>	<p>BODEGAS PATIOS COBERTIZOS</p> 		<p>MONTACARGAS GRUAS BASCULAS</p> <p>VIGILANTES INSPECTORES OPERADORES</p>
<p><b>D</b></p> <p>RECEPCION ENTREGA</p>	<p>RECENTO TRAMITES ADUANALES Y ADMINISTRATIVOS</p>	<p>MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE Y MARITIMO</p> 		<p>GRUAS MONTACARGAS FURGONES REMOQUES BUQUE</p> <p>OPERADORES ESTIBADORES INSPECTORES</p>

Figura 5.174 Esquema operativo carga general fraccionada via indirecta

FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
A MANIPULACION A BORDO	CARGA TRANSBORDO DESCARGA	BUQUE  ⇕		GRUA DE BUQUE APAREJOS DE IZAR TOLVAS ALMEJAS  OPERADORES MANIOERISTAS PORTALONEROS TARJADEROS
B TRASLACION	CARGA TRANSLADO DESCARGA	EQUIPO DE TRASLACION  ⇕		CAMIONES REMOLQUES MONTACARGAS TRACTORES DE ARRASTRE SEMIRREMOLQUES  OPERADOR AYUDANTE SUPERVISORES
C ALMACENAMIENTO	PESAJE ALMACENAMIENTO	SILOS BODEGAS PATIO  ⇕		SILOS BASCULAS CARGADORES FRONTALES BULLDOZER  VIGILANTES OPERADORES
D RECEPCION ENTREGA	PESAJE EVACUACION	MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE Y MARITIMO  ⇕		GRUAS TRACTOCAMIONES FURGONES TRACTORES DE ARRASTRE SEMIRREMOLQUES  OPERADORES CHECADORES INSPECTORES

Figura 5.175 Esquem Operativo Graneles Secos, Semimecanizado  
Vía Indirecta

CAPITULO 5 PUERTOS GENERALES


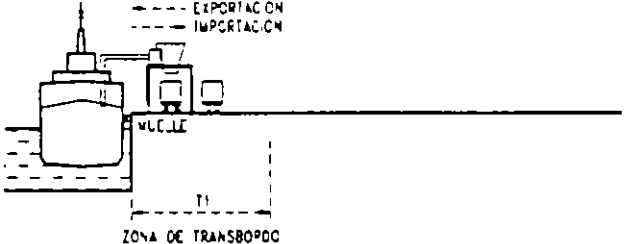
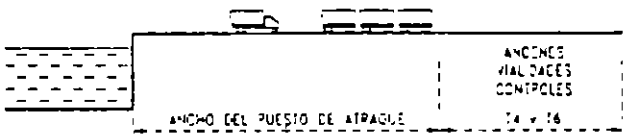

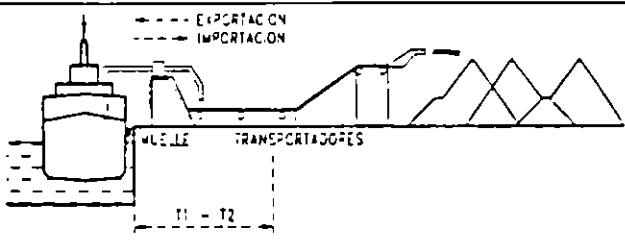
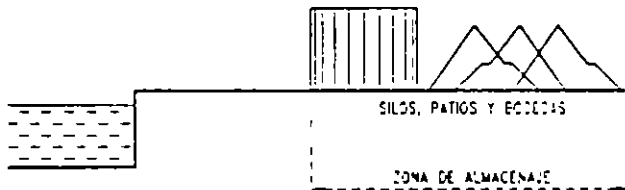
FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
<p>A</p> <p>MANIPULACION A BORDO</p>	<p>SUCCION</p>	<p>BUQUE</p> 		<p>SUCCIONADORAS TORRES MOVILES ACCESORIOS DE TUBERIAS BULLDOZER OPERADORES TARJADORES VIGILANTES</p>
<p>D</p> <p>RECEPCION ENTREGA</p>	<p>ACCESO/SALIDA DE TRANSPORTE TERRESTRE Y CONTROL</p>	<p>TRANSPORTE TERRESTRE</p>		<p>AUTO TRANSPORTE FERROCARRIL BASCULAS OPERADORES SUPERVISORES</p>
<p>A</p> <p>MANIPULACION A BORDO</p>	<p>SUCCION Y TRASLACION</p>	<p>BUQUE</p> 		<p>SUCCIONADORAS TRANSPORTADORES BULLDOZER CARGADOR FRONTAL BASCULAS OPERADORES SUPERVISORES</p>
<p>D</p> <p>RECEPCION ENTREGA</p>	<p>ALMACENAJE</p>	<p>PATIOS SILOS</p>		<p>SUPERVISORES</p>

Figura 5.176 Esquema operativo graneles secos, mecanizado via directa


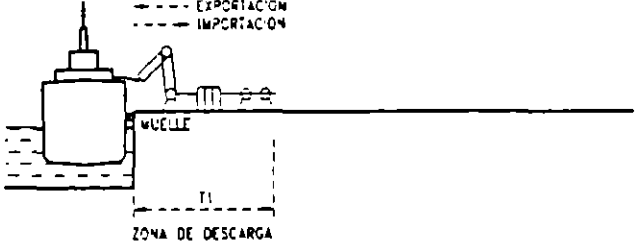

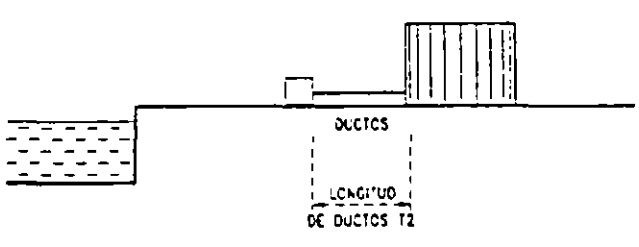

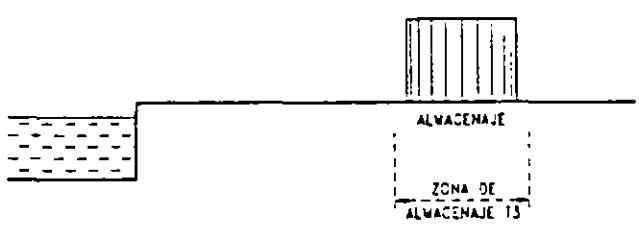

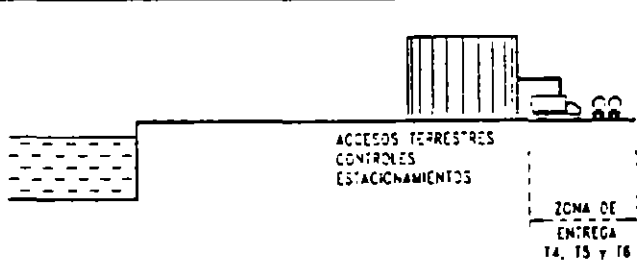
FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
<b>A</b> MANIPULACION A BORDO	CONEXION DE TOMAS	BUQUE 		BOMBAS GARZAS MANGUERAS CARRETES LABORATORIOS  VIGILANTES MANICERISTAS MUESTRISTAS
<b>B</b> TRASLACION	BOMBEO	DUCTOS 		BOMBAS CASETAS DE VIGILANCIA  VIGILANTES SUPERVISOR
<b>C</b> ALMACENAMIENTO	REGULACION	TANCUES 		TANQUES  VIGILANTES
<b>D</b> RECEPCION ENTREGA	DISTRIBUCION O RECEPCION	DISTRIBUCION 		TRANSPORTE TERRESTRE TOMAS  CHEFADORES VIGILANTES CHECADORES

Figura 5.177 Esquema operativo fluidos via directa

FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
A MANIPULACION A BORDO	CARGA TRANSBORDO DESCARGA	BUQUE  ↑ ↓		GRUA DE MUELLE SPREADERS  OPERADORES PORTALONEROS TARJADORES
B TRASLACION	CONSOLIDACION TRASLACION DESCONSOLIDACION	EQUIPO DE TRASLACION  ↑ ↓ DESCONSOLIDACION ↑		TRACTORES DE ARRASTRE MONTACARGAS PLATAFORMAS  OPERADORES MANICERISTAS CHECADORES
C ALMACENAMIENTO	CLASIFICACION ESTIBA -- ALMACENAJE	FATIOS Y ALMACENES  ↑ CONSOLIDACION ↑		GRUAS DE PATIO MONTACARGAS CARRETILLAS  OPERADORES MANICERISTAS VICILANTES SUPERVISORES
D RECEPCION ENTREGA	EXPECION	MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE  ↑ ↓		AUTOTRANSPORTE FURGONES MONTACARGAS BASCULAS  OPERADORES MANICERISTAS SUPERVISORES

SISTEMAS EN TIERRA:


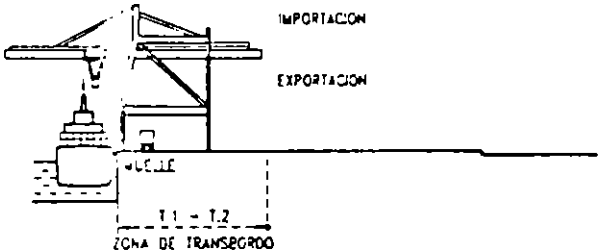

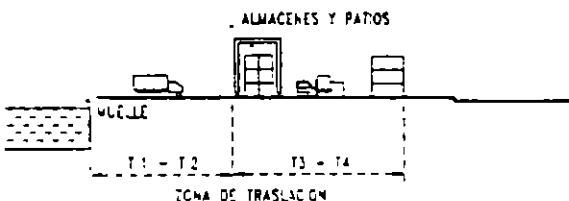

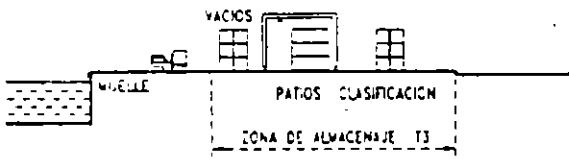

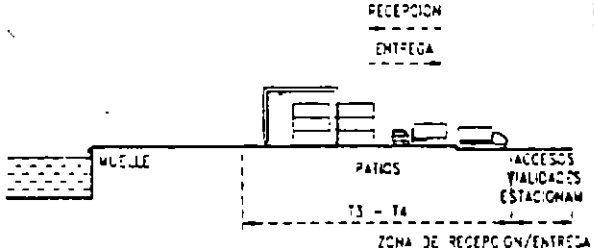
1. TRACTOR - CHASIS (ROLL ON - ROLL OFF)
2. DIRECTO - CON CARRETILLAS DE PATIO
3. TRACTOR - CHASIS / CARRETILLAS DE PATIO
4. GRUAS DE PATIO / TRACTOR CHASIS
5. MONTACARGAS Y COMBINADO

Figura 5.181 Esquema Operativo Contenedores Consolidados en el Puerto

FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
A TRANSBORDO	TRANSBORDO POR RODADURA	BUQUE  ↑↓		TRACTORES DE ARRASTRE REMOLQUES CARRETILLAS PLATAFORMAS  OPERADORES CHECADORES
B TRASLACION	RODADURA	MUELLE  ↑↓		FLUJO DE VEHICULOS
C ALMACENAMIENTO	REGULACION	ESTACIONAMIENTOS  ↑↓		BASCULAS PLATAFORMAS REMOLQUES  OPERADORES SUPERVISORES VIGILANTES
D RECEPCION ENTREGA	TRANSBORDO TERRESTRE EXPEDICION	ACCESOS TERRESTRES  ↑↓		CONTROLES DE SALUDA AUTOTRANSPORTE FERROCARRIL  OPERADORES INSPECTORES VIGILANTES

Figura 5.182 Esquema operativo contenedores transbordo por rodadura

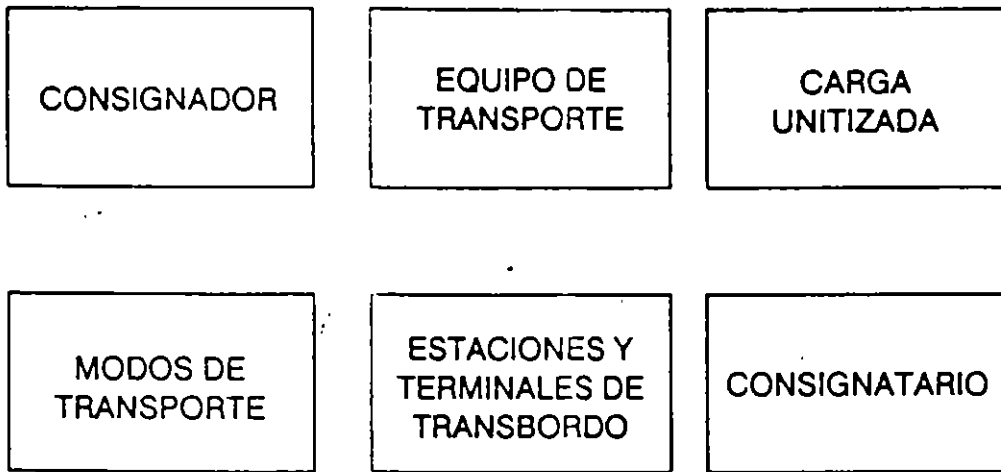
CAPITULO 5 PUERTOS GENERALES

FASE	MANIOBRAS	FLUJO DE LA MERCANCIA	DIAGRAMA OPERATIVO	RECURSOS MATERIALES Y HUMANOS
<p><b>A</b></p> <p>MANIPULACION A BORDO</p>	<p>CARGA TRANSBORDO DESCARGA</p>	<p>BUQUE</p> 		<p>GRUA DE MUELLE SPEADERS</p> <p>OPERADORES PORTALONEROS TARJADORES MANICERISTAS</p>
<p><b>B</b></p> <p>TRASLACION</p>	<p>CARGA TRASLACION DESCARGA</p>	<p>EQUIPO DE TRASLACION</p> 		<p>GRUAS DE PATIO PLATAFORMAS CARRETIILLAS TRACTORES DE ARRASTRE</p> <p>OPERADORES SUPERVISORES</p>
<p><b>C</b></p> <p>ALMACENAMIENTO</p>	<p>CLASIFICACION ESTIBA ALMACENAMIENTO</p>	<p>PATIOS</p> 		<p>CARRETIILLAS GRUAS DE PATIO MONTACARGAS</p> <p>OPERADORES SUPERVISORES VIGILANTES</p>
<p><b>D</b></p> <p>RECEPCION ENTREGA</p>	<p>EXPEDICION</p>	<p>MEDIOS DE TRANSPORTE TERRESTRE Y</p> 		<p>CARRETIILLAS MONTACARGAS BASCULAS</p> <p>OPERADORES MANICERISTAS CHECADORES</p>

EL SISTEMA DE TRANSBORDO POR FLOTACION ES SIMILAR A ESTE, CON LA VARIANTE DE QUE NO ARRIBA UN BUQUE AL PUEBLO SINO UN GRUPO DE PORTAGABARRAS QUE INFLUYEN SOBRE EL TRAFICO DE BUQUES EN LAS AREAS DE AGUA.

Figura 5.183 Esquema operativo contenedores transbordo por elevación





*Figura 4.6 Elementos del transporte multimodal*

Lo que caracteriza a este sistema de transporte es que se optimizan los recursos involucrados para minimizar los gastos totales en la demanda de transporte, cumpliendo con la intención de trasladar los productos en las cantidades, a los lugares y en los tiempos correctos, al costo más bajo posible.

La carga unitizada es tan importante para el transporte multimodal que se ha creado el principio de carga unitaria, la cual definimos como "la unidad de tamaño apropiado formada de tal manera que se pueda manipular y trasladar por equipos comunes."

## VENTAJAS

- Manipulación con mayores rendimientos.
- Reducción de tiempo en transbordos.
- Gastos totales más bajos.
- Tiempos de espera más cortos para los vehículos.
- A menudo, gastos menores de embalaje
- Menores daños a la carga.
- Documentación expedita y transbordo.
- Reglas de seguros y responsabilidades más sencillas.

A partir de 1930, se fueron adquiriendo dragas de autopropulsión y estacionarias. En los últimos años se han dado de baja del servicio, las ya obsoletas que se han sustituido por modernas unidades para dar preferencia inmediata a los dragados de conservación y algunos de nuevos proyectos en orden de importancia, procurando obtener del equipo disponible el mayor rendimiento.

## CAPÍTULO II

### GENERALIDADES DEL DRAGADO

Se entiende por dragado la extracción de materiales (fango, arena, grava, etc.) del fondo de los puertos, ríos y canales con el fin de aumentar la profundidad y descargar estos azolves en las zonas de depósito, que puede ser el mar, o utilizarlos en el relleno de áreas bajas, para asiento de instalaciones industriales y de urbanización o simplemente para sanear terrenos pantanosos que originan condiciones insalubres en algunas localidades.

Las operaciones de dragado deben cumplir una doble función: extraer el material y llevarlo hasta el lugar de descarga.

El primero se efectúa cuando es preciso crear o aumentar la profundidad requerida para la flotación o navegación de los buques en puertos, dársenas, ríos y canales.

El segundo, tiene por finalidad mantener esos calados, neutralizando la acción de los azolves que pueden ser originados por corrientes, marejadas, acarreo de litoral, etc.

Cuando durante la etapa de construcción de una obra marítima, es necesario efectuar dragados de importancia, es conveniente emplear el material extraído para relleno: si éste es adecuado para tal fin, ya que es práctica usual y además económica la combinación de estas dos funciones, la excavación del material subacuático para aumentar el tirante de agua y el aprovechamiento de estos azolves que se descargan directamente en la zona con objeto de elevar las cotas de un terreno.

El dragado de conservación puede ser de tipo periódico o discontinuo y de tipo continuo o permanente.

El primero se efectúa con cierta periodicidad o intervalo de acuerdo con la cantidad de material que se deposite en la zona.

Estos dragados se llevan a cabo en los puertos, canales, etc., en que los aportes de azolve son de poca importancia y se difunden en dársenas con reserva de profundidad. La observación periódica mediante sondeos, indicará el agotamiento de esa reserva y el tiempo en que debe disponerse el dragado para eliminar los depósitos en una cruzada o campaña corta y enérgica.

Los dragados continuos se realizan esencialmente en los canales de navegación, barras de los ríos, puertos, etc., en que los arrastres de sedimentos son de tal consideración que exigen que continuamente sean retirados con el fin de mantener permanentemente la máxima profundidad requerida por los buques que operan en los puertos.

## CAPÍTULO III

### CLASIFICACION DE LAS DRAGAS

Podemos definir a la draga como una embarcación especialmente dispuesta y con los medios necesarios para limpiar o extraer material del fondo de los puertos, ríos, dársenas, canales, etc.

Podemos clasificar las dragas en dos grandes grupos: mecánicas e hidráulicas.

Al primer grupo pertenecen las de cangilones o de rosario, las de grúa (con almeja, granada o garfios) y las de cucharón. Todas estas podemos considerarlas como tipos básicos de las dragas mecánicas que debido a su construcción relativamente sencilla, fueron las primeras que se usaron y en ciertas clases de obras son insustituibles a pesar de que su alcance de descarga es muy limitado por lo que se impone el uso de gánguiles o chalanes-tolvas y remolcadores para tirar el material en las zonas de depósito.

Corresponden al segundo grupo, las dragas hidráulicas que combinan la operación de extraer el material con el de su transporte hasta el lugar de depósito, mezclándolo en el agua y bombeándolo como si fuera fluido. Estas dragas resultan más versátiles, económicas y eficientes que las mecánicas ya que realizan las dos operaciones por medio de una unidad integral.

Los tipos básicos de este grupo son las dragas estacionarias y las de autopropulsión con tolva.

Al primer grupo corresponden las dragas estacionarias de succión simple y las estacionarias de succión con cortador.

El segundo tipo comprende las dragas de autopropulsión con tolva y succión, que puede ser por tubo lateral o con escala de dragado a proa, centro o popa.

Las dragas hidráulicas estacionarias llevan como unidades básicas: la bomba de dragado, el cortador y el winche o central de winches con sus motores correspondientes. Estas unidades para ser eficaces deben estar perfectamente equilibradas en lo que respecta a dimensiones y potencia.

La bomba de dragado debe ser lo suficientemente potente para succionar el material removido por el cortador y descargarlo hasta el lugar de depósito.

El diseño del cortador debe ser adecuado y tener potencia suficiente para desalojar el material que se va a dragar.

El winche que acciona los traveses debe tener la potencia necesaria para forzar el cortador en el material a dragar.

Si alguna de estas unidades es mucho más potente en relación con las otras, se desperdiciará inútilmente su potencia y tamaño adicional.

Por lo anterior, el diseño de una draga es factor básico y determinante en su economía y eficiencia de funcionamiento.

Además del equilibrio en el diseño, la ciencia en el dragado ha tenido que crear características especiales para los componentes individuales de las dragas.

Las bombas de dragado, trabajan succionando y descargando materiales pesados irregulares y abrasivos, que la acabarían rápidamente si no se emplearan en su construcción aleaciones especiales, que le permitan resistir y durar bajo las más severas condiciones de trabajo.

Los winches y el cortador están sometidos a fuerzas constantes y a cargas excesivas durante su funcionamiento, por lo que los materiales con que están fabricados y su diseño deben permitir ese trabajo extremadamente duro.

Al mismo tiempo, todas las piezas deben ser construidas lo más sencillamente posible y lo suficientemente resistentes para que operen sin problemas.

*Motores eléctricos.*—Es conveniente el empleo de motores eléctricos cuando el dragado se va a efectuar en una zona que cuenta con energía eléctrica suficiente y que no esté sujeta a interrupciones. Este sistema resulta muy ventajoso y adaptable de llevar desde tierra a la draga por medio de un cable blindado sumergido, con suficiente longitud para permitir la movilidad de ésta. También se puede proporcionar la energía eléctrica por líneas tendidas sobre pontones.

*Unidades diesel eléctricas.*—En este caso, los motores diesel van acoplados a generadores y la energía eléctrica producida impulsa los motores que operan diversos mecanismos necesarios para el dragado. En esta forma se obtiene economía en el funcionamiento y aplicación instantánea de la fuerza sin pérdida de tiempo.

*Motores diesel.*—Estos se usan frecuentemente en dragas de cualquier tipo y capacidad, debido a la economía de su combustible y la aplicación instantánea de la fuerza necesaria para ponerlas en operación.

*Diesel-hidráulico.*—Actualmente han adquirido gran preponderancia las dragas equipadas con este sistema, principalmente las chicas y medianas, que las hace destacar favorablemente sobre las de El motor o los motores diesel accionan las bombas que hacen operar los motores hidráulicos.

*Máquinas alternativas de vapor.*—Aunque las máquinas alternativas de vapor se van empleando cada vez con menos frecuencia en la operación de las dragas grandes, aún existe un número considerable que utilizan este tipo de máquinas, por su facilidad de operación y reparaciones más económicas, a pesar de su bajo rendimiento.

*Turbinas de vapor y de gas.*—Las turbinas de vapor se utilizan también en las grandes dragas para impulsar las bombas de dragado, las máquinas de propulsión, generadores eléctricos, etc. Muy pronto sin duda se emplearán también turbinas de gas.

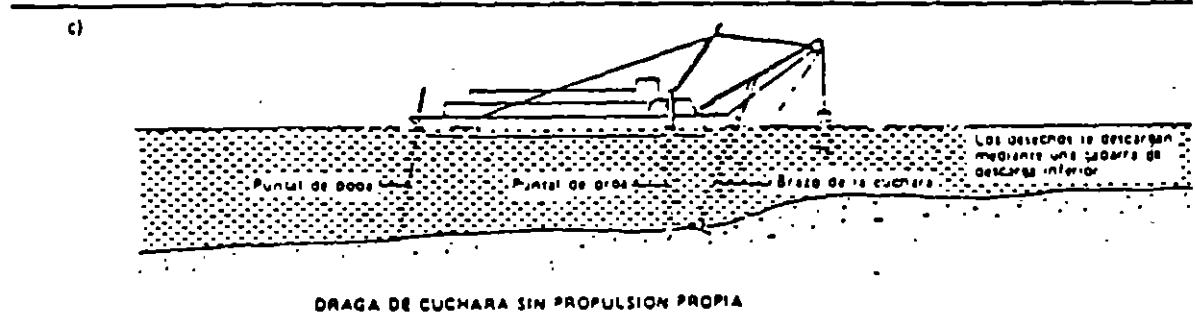
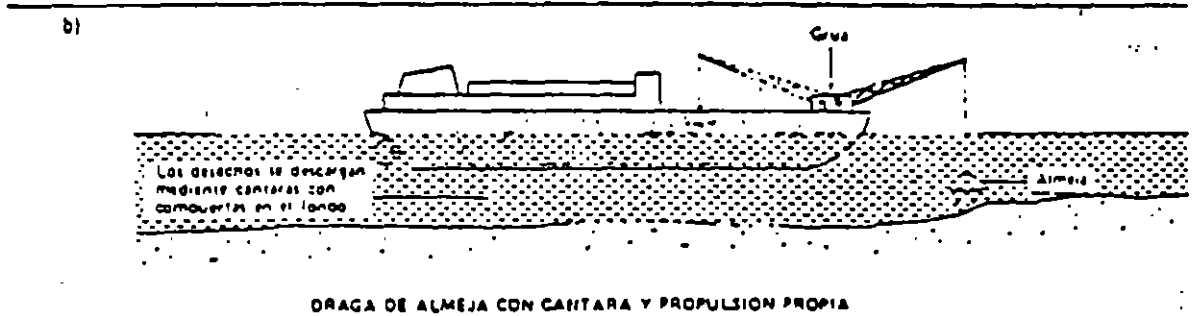
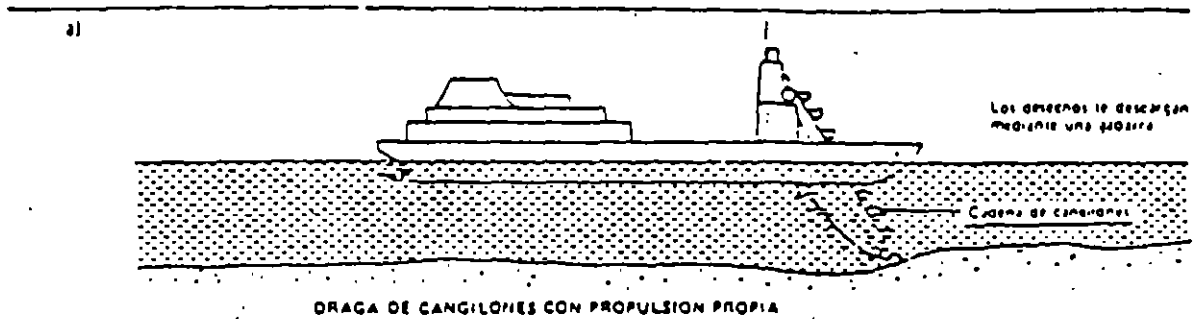
*Grupos turbo-eléctricos.*—En este caso la turbina de vapor va acoplada al generador que produce la energía suficiente para impulsar los motores eléctricos de propulsión, los de la bomba de dragado, winches, etc.

*Energía nuclear.*—Aun cuando a la fecha no existen dragas operadas por energía nuclear, no pasará mucho tiempo, sin que hagan su aparición, una economía tan grande que representa su utilización.

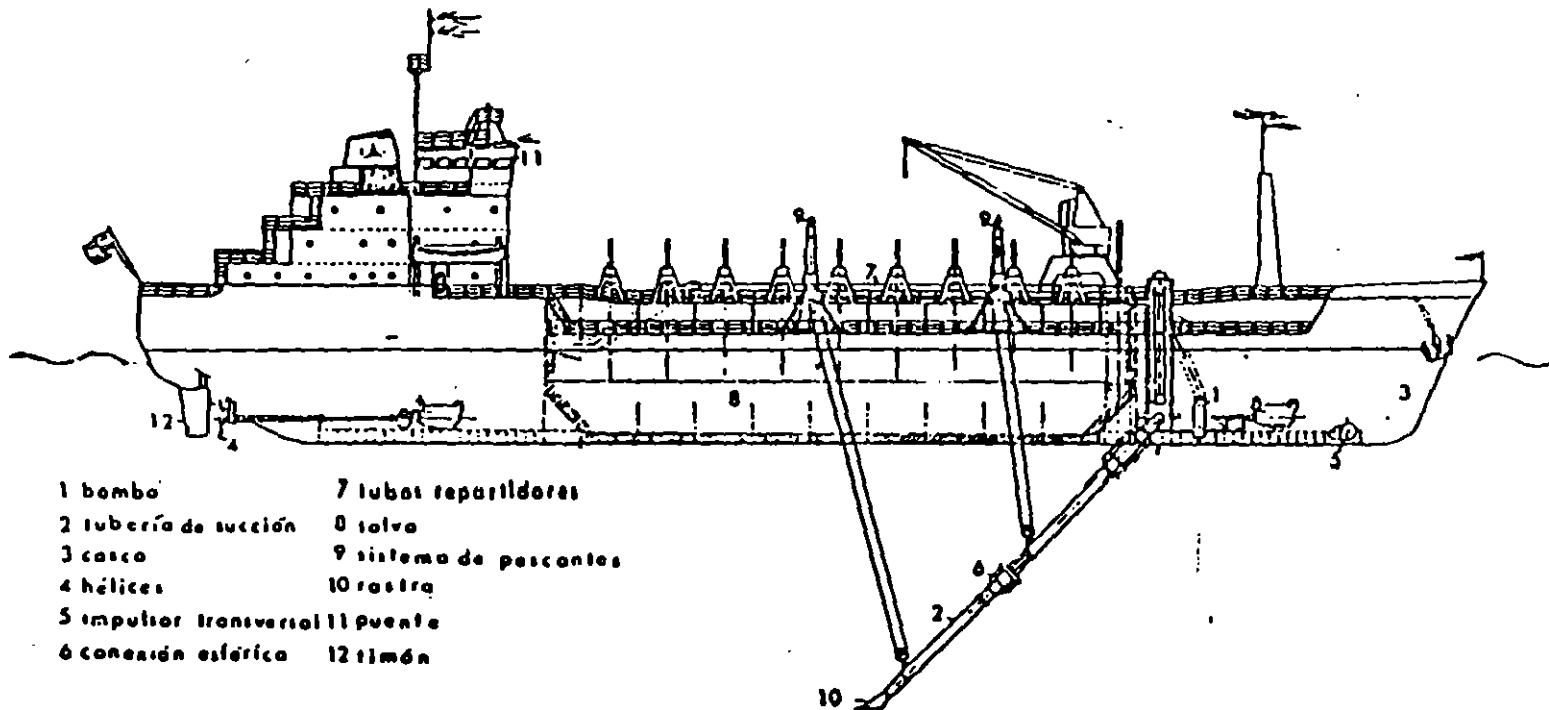
## CAPÍTULO IV

### SUMINISTRO DE POTENCIA

La potencia necesaria para la operación de las dragas en general, puede ser suministrada por medio de:



## Dragas mecánicas

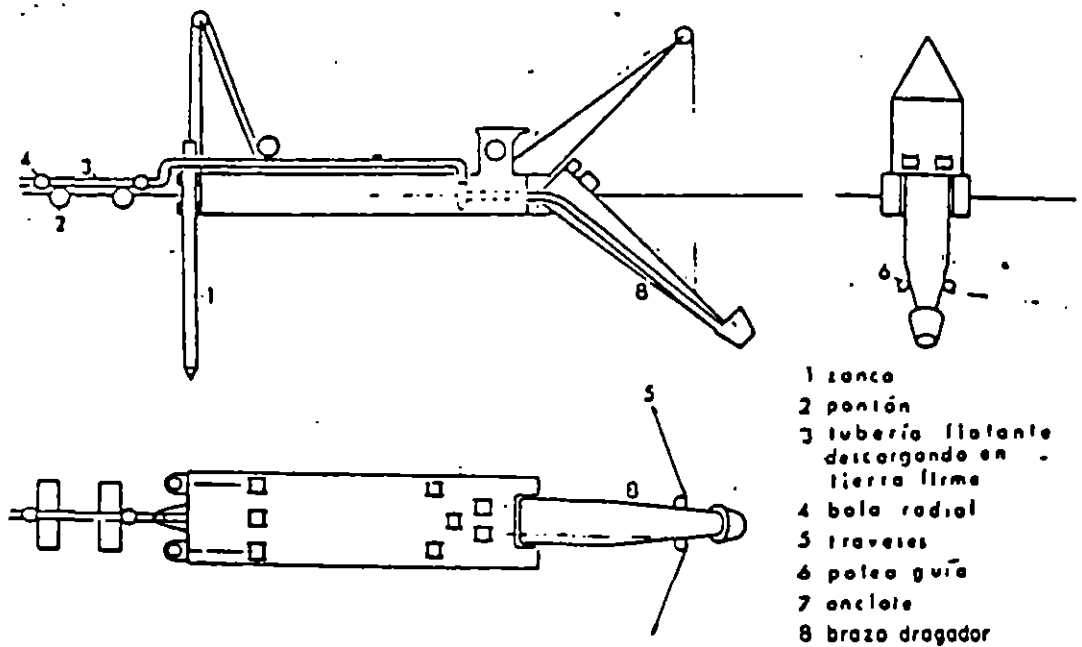


- |                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| 1 bomba                | 7 tubos repartidores   |
| 2 tubería de succión   | 8 tolva                |
| 3 casco                | 9 sistema de pescantes |
| 4 hélices              | 10 rastra              |
| 5 impulsor transversal | 11 puente              |
| 6 conexión esférica    | 12 timón               |

Draga de autopropulsión con tolva

ii. Dragas estacionarias (Figura 8.15)

Este tipo de dragas es la que da mayores rendimientos. Opera en aguas protegidas, descargando el material por medio de una tubería flotante que va a una barcaza, a tierra firme o a una zona de agua cercana. En los dos últimos casos el tiro puede hacerse a varios kilómetros de distancia. Por sus características el equipo no puede usarse en sitios donde haya tránsito de embarcaciones.



### Costos de mantenimiento de instalaciones

Clase de estructura y tipo	Costos anuales medios de mantenimiento en porcentaje del costo de inversión o del de reposición
Estructuras de muelles	
Tableestacado metálico	0.30
Tableestacado de acero con plataforma de concreto armado	1.00
Tableestacado y plataforma de concreto	0.75
Defensas de caucho	1.00
Rompeolas de enrocamiento	2.00
Pavimentos en patios de almacenamiento	
En concreto	1.00
Asfalto	1.50

### Cuadro 8.3

#### Costos de mantenimiento del equipo

Tipo de equipo	Costo anual de mantenimiento en porcentaje del precio de compra
Grúa para contenedores	5
Grúa de muelle de 3 a 5 ton (montada sobre carriles)	5
Grúa móvil (10 ton a 20 m)	8
Grúa móvil (25 ton a 25 m)	10
Straddle carrier	12
Montacargas (20 ton)	8
Montacargas (5 ton)	14
Tractor	10
Trailer	3

# Vida Económica Media de Diversas Instalaciones y Equipo Portuarios

Instalaciones y equipo	Vida económica media (años)
Rompeolas	50
Muelles:	
Concreto	40
Acero	25
Defensas de caucho	10
Remolcadores	20
Embarcaciones para servicios de practica	20
Almacenes y cobertizos	25
Grúas:	
De cuchara	20
De muelle	20
De pórtico	15
Móviles	8
De torre móvil	15
Flotantes	20
Cargaderos	25
Apiladoras y máquinas recogedoras	25
Transportadores de banda	20
Bandas	3 *
Rodillos	7
Palas mecánicas móviles	6
Straddle-carriers	6
Tractores y remolques	8
Rampas para transbordo por rodadura (R <sub>o</sub> /R <sub>O</sub> )	15
Montacargas	8
Camiones basculantes	6

Fuentes: Cifras basadas en datos reunidos por la Secretaría de la UNCTAD.

\* Sustituidas normalmente por secciones, conforme a un programa regular.



# Frecuencias de mantenimiento de instalaciones y equipo

	Frecuencia
<b>Bodegas</b>	
Techos	6 meses
Muros	3 meses
Estructuras acero	6 meses
Pintura	6 meses
Puertas	2 meses
<b>Muelles</b>	
Superestructura madera	1 mes
Superestructura concreto	2 meses
Subestructuras	3 meses
Vías ferrocarril en muelle	15 días
<b>Sistema eléctrico</b>	
Lámparas	10 días
Lámparas fluorescentes o similares	1 mes
Sistema general	3 meses
<b>Camino y calles</b>	
Pavimentados	1 mes
No pavimentados	15 días
<b>Equipo mecánico y eléctrico</b>	De acuerdo con las especificaciones de los fabricantes
<b>Vías ferrocarril, básculas</b>	
Vías	7 días
Básculas	Cada día de operación así como antes y después de usar!



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

Diplomado "PREPARACION Y EVALUACION  
SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS"

Módulo VII "Aspectos Técnicos de Proyectos"

**"ELECTRIFICACION Y ALUMBRADO"**

Ing. Francisco López Rivas  
Palacio de Minería  
México, D.F.  
1995

## I N D Í C E

- DEFINICIONES
- SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES
- CONDUCTORES.
- NORMAS DE INSTALACIONES ELECTRICAS.
- METODOLOGIA DEL PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA

FEBRERO 1995.

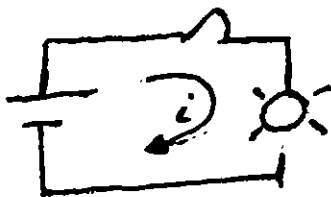
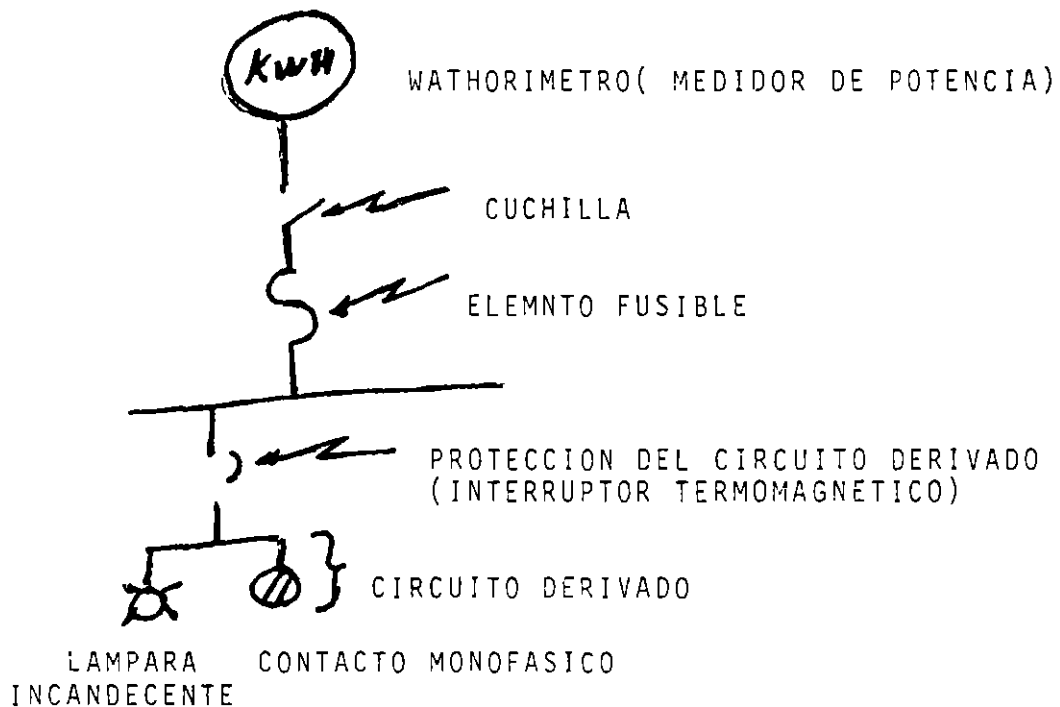
ING. FRANCISCO LOPEZ RIVAS

ACOMETIDA: SON LOS CONDUCTORES Y EQUIPO NECESARIO PARA LLEVAR LA ENERGIA ELECTRICA DEL SISTEMA DE SUMINISTRO AL SISTEMA DE ALABRADO DE LA PROPIEDAD ALIMENTADA.

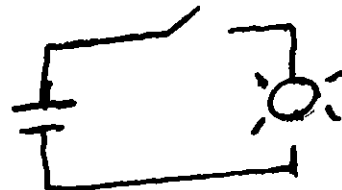
SIMBOLOGIA.



CIRCUITO DERIVADO: SON LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO FORMADO ENTRE EL ULTIMO DISPOSITIVO CONTRA SOBRECORRIENTE QUE PROTEGE AL CIRCUITO Y LA(S) CARGA(S) CONECTADA(S).



CIRCUITO CERRADO



CIRCUITO ABIERTO

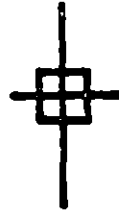
3.—SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES.

ACOMETIDAS:

Por medio de mufa.



Por medio de pásamuros.



Por medio de tubo



INTERRUPTORES:

Interruptor sin fusibles



Interruptor con fusibles



Fusibles solos



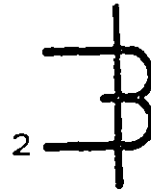
Ampérmetro



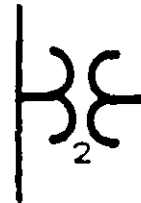
Vóltmetro



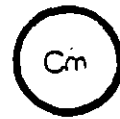
Transformador de Corriente  
(El número indica la cantidad de transformadores)



Transformador de Potencial  
(El número indica la cantidad de transformadores)



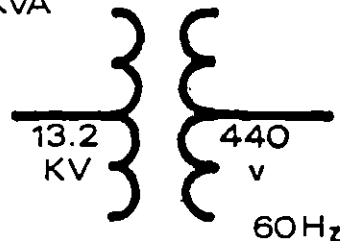
Conmutador.

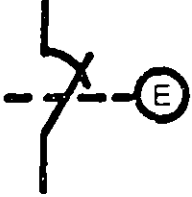
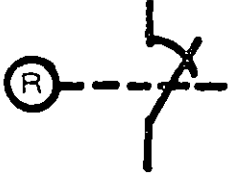






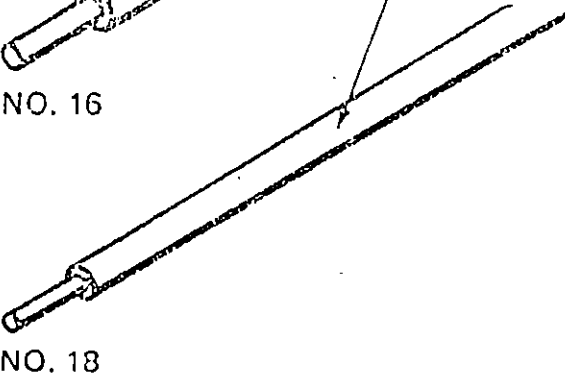
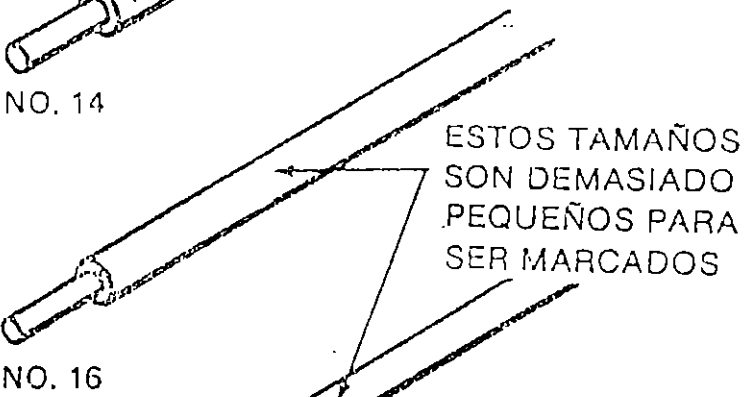
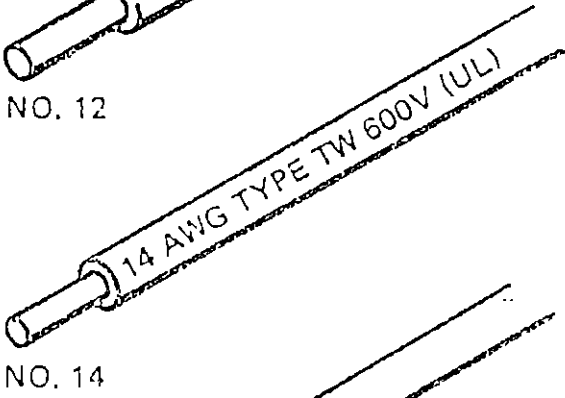
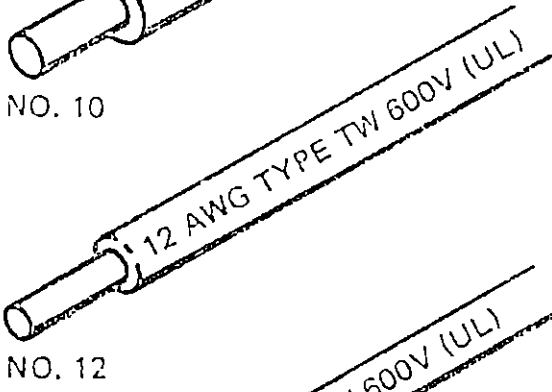
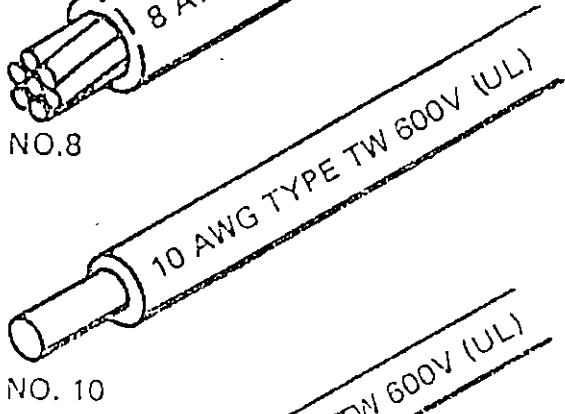
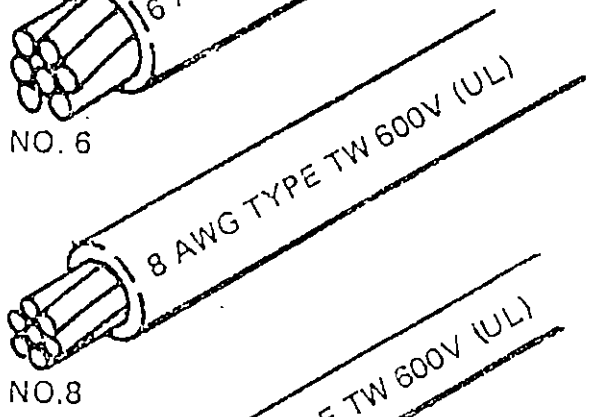
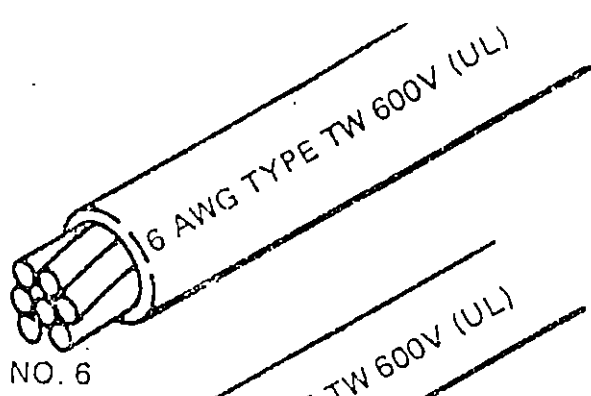
**TRANSFORMACION.**

Transformador de Distribución  
o de Potencia.  
(Los números indican sus  
principales características)

500 KVA

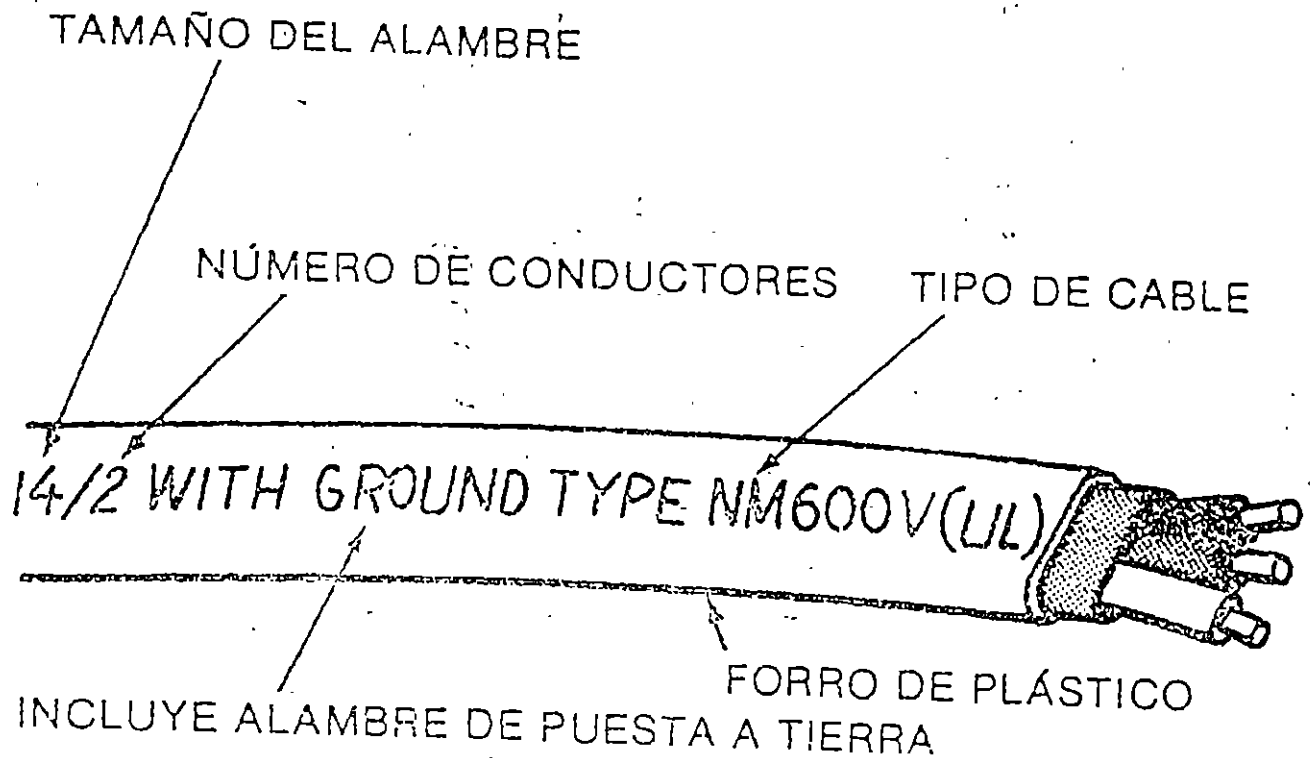


Operación eléctrica	
Operación por relevador	
DESCONECTOR O CUCHILLAS DESCONECTORAS.	
<div style="border: 2px solid black; padding: 10px; display: inline-block;"> <p>MEDICIONES</p> </div>	
Equipo de Medición de la Cia. de Luz	
Wattmetro	
Wathorimetro (Medidor)	



Marcas en los conductores.





## B) DATOS NECESARIOS PARA EL CALCULO:

Nos hemos encontrado con personas que tienen muchísima experiencia en instalaciones eléctricas y que con los años se han acostumbrado a calcular los calibres únicamente conociendo la potencia o la corriente y el voltaje. Algunos más también preguntan la longitud del circuito, y aunque es cierto que muchas veces aciertan en el cálculo del calibre correcto, es también innegable que en muchísimas otras ocasiones fallan en su cálculo, porque no tomaron en consideración todos los datos necesarios.

Consideramos que los datos que a continuación anotamos son necesarios y suficientes para que su cálculo no tenga posibilidad de error.

### DATOS NECESARIOS



Como se ve en la tabla circular, estos datos tienen relación directa con los factores anotados antes: conducción de corriente, protección al aislamiento y caída de tensión. Para evitar confusiones, aclaremos un poco cada uno de los datos presentados:

Tabla 5

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Termoplástico duplex resistente a la humedad	TWD	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama.	Ninguna	Locales húmedos y secos
Termoplástico resistente al calor, con cubierta de Nylon	THHN	90	Termoplástico, resistente al calor, retardador de la flama	Nylon	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW	75	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	Ninguna	Locales secos y húmedos
		90			Aplicaciones especiales en equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Limitado a un circuito abierto de 1000 volts o menos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor, con cubierta de Nylon	THWN	60	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	Nylon	Locales con grasa, aceite y gasolina
		75			Locales secos y húmedos
Termoplástico resistente a la humedad (doble forro)	DF*	75	Termoplástico, resistente a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos y húmedos. Hasta 1000 V.
Termoplástico, resistente al calor, humedad, agentes Químicos.	Vina- nel 900	75	Termoplástico, resistente, humedad, calor, agentes Químicos, retardador flama.	Ninguna	Locales húmedos y secos, combustibles derivados del petróleo, industrias.
Hule Resistente al calor	RH RHH	75	Hule resistente al calor	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
		90			
Hule Resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedos y secos
Hule látex, resistente al calor	RUH	75	90% Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
Hule látex, resistente a la humedad	RUW	60	90% Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedos y secos
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico retardador de la flama	Ninguna	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos y secos

**TABLA 6**

Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW vinanel 900		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
1 000	455	780	545	935	585	1 000	585	1 000

\* Los tipos EP y XHHW pueden ser directamente enterrados.

AREA DE LOS CONDUCTORES EN MM<sup>2</sup> SIN Y CON AISLAMIENTO  
 TABLA No. 7

	CALIBRE A.W.G. o M.C.M.	AREA DEL COBRE EN MM <sup>2</sup>	AREA CON AISLAMIENTO EN MM <sup>2</sup>	NUMERO DE CONDUCTORES					
				1	2	3	4	5	
CONDUCTORES	BOLIDOS	14	2.1	8.30	8.30	16.60	24.90	33.20	41.50
		12	3.3	12.56	12.56	25.12	37.68	50.24	62.88
		10	5.3	15.90	15.90	31.80	47.70	63.60	79.50
		8	8.4	28.26	28.26	56.52	84.78	103.04	141.30
	CABLEADOS	14	2.1	9.62	9.62	19.24	28.86	38.48	48.10
		12	3.3	12.56	12.56	25.12	37.68	50.24	62.88
		10	5.3	19.62	19.62	39.24	58.86	78.48	98.10
		8	8.4	28.26	28.26	56.52	84.78	114.04	141.30
		6	13.3	50.24	50.24	100.48	150.72	200.96	251.20
		4	21.1	63.59	63.59	127.18	199.77	254.36	317.95
		2	33.6	94.99	94.99	189.98	284.97	379.96	474.95
		0	53.5	153.86	153.86	307.72	461.58	615.44	769.30
		00	67.4	176.63	176.63	353.26	529.89	706.52	883.10
		000	85.0	200.96	200.96	401.92	602.88	803.84	1004.80
		0000	107.2	226.87	226.87	453.74	680.61	907.48	1134.30
		250	127.0	314.00	314.00	628.00	942.00	1256.00	1570.00
		300	152.0	346.19	346.19	692.38	1038.57	1384.76	1730.90
		350	178.0	379.94	379.94	759.88	1139.82	1519.76	1899.70
		400	203.0	415.26	415.26	830.52	1245.78	1661.04	2076.30
		500	253.0	530.66	530.66	1061.32	1591.98	2122.64	2653.30
600	304.0	615.44	615.44	1230.88	1846.32	2461.76	3077.20		

DIAMETROS Y AREAS INTERIORES DE  
 TUBOS CONDUIT Y DUCTOS CUADRADOS  
 TABLA No. 8

DIAMETROS NOMINALES		AREAS INTERIORES EN MM <sup>2</sup>			
		PARED DELGADA		PARED GRUESA	
PULGADAS	MM.	40%	100%	40%	100%
1/2	13	78	196	96	240
3/4	19	142	356	158	392
1	25	220	551	250	624
1 1/4	32	390	980	422	1056
1 1/2	38	532	1330	570	1424
2	51	874	2185	926	2316
2 1/2	64	—	—	1376	3440
3	76	—	—	2116	5290
4	102	—	—	3575	8938
2 1/2 x 2 1/2	65 x 65	—	—	1638	4096
4 x 4	100 x 100	—	—	4000	10000
6 x 6	150 x 150	—	—	9000	22500



# DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION

ORGANO DEL GOBIERNO CONSTITUCIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

---

SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS  
E INDUSTRIA PARAESTATAL

NORMA OFICIAL MEXICANA  
NOM-001-SEMP-1994  
RELATIVA A LAS INSTALACIONES  
DESTINADAS AL SUMINISTRO Y USO  
DE LA ENERGIA ELECTRICA

OCTUBRE DE 1994

---

NOTA Las marcas de tensión en el cable pueden malinterpretarse para sugerir que los cables son adecuados para uso en circuitos Clase 1, de fuerza o de alumbrado

Excepción No 1 Las marcas de tensión se permiten cuando el cable tiene múltiples etiquetas, y la de marca de tensión es una de las requeridas por las etiquetas

Excepción No 2 Las marcas y etiquetas no se requieren cuando el cable entra desde el exterior en un edificio y corre en un conduit metálico rígido, y este conduit esta puesto a tierra a un electrodo acorde a la Sección 820-40(b)

Excepción No 3 Las marcas y etiquetas no se requieren cuando la longitud de cable dentro del edificio no excede los 15 m y entra en el edificio desde el exterior y acaba en una terminal de tierra.

Tabla 820-50 Marcas en Cables

Marca	Tipo	Referencia
CATVP	Cable CATV para Cámara Plena	secciones 820-51(a) y 820-53(a)
CATVR	Cable CATV para Elevadores	secciones 820-51(b) y 820-53(b)
CATV	Cable CATV	secciones 820-51(c) y 820-53(c)
CATVX	Cable CATV de Uso Limitado	secciones 820-51(d) y 820-53(d)
Excepciones Nos 1, 2 y 3		

NOTA No 1. Los tipos de cable se listan en orden descendente de resistencia al fuego

NOTA No 2 Ver las Secciones referidas para los requerimientos de certificado y usos permitidos.

820-51. Requerimientos de Certificación Adicionales. Los cables deben estar certificados conforme a los incisos (a) a (d) abajo.

(a) Tipo CATVP El cable para cámara plena de antena comunitaria de televisión CATVP debe estar certificado como adecuado para usarse en cámaras plenas, ductos y otros espacios usados para aire ambiental, y también certificados con características adecuadas de resistencia al fuego y baja emisión de humos

(b) Tipo CATVR El cable elevador para antena comunitaria de televisión tipo CATVR debe estar certificado para uso en corridas verticales en un tiro de piso a piso, y también certificado con características de resistencia al fuego capaces de prevenir el transcurso del fuego de piso a piso

(c) Tipo CATV. El cable para antena comunitaria de televisión tipo CATV debe estar certificado para usos generales de antena comunitaria de televisión, con excepción de cámaras plenas y corridas verticales, y también certificados como resistentes a la propagación del fuego

(d) Tipo CATVX El cable de antena comunitaria de televisión de uso limitado tipo CATVX debe estar certificado como adecuado para uso en viviendas, y para uso en canalización y certificado también como retardante de la flama

820-52. Instalación de Cables y Equipos Más allá del punto de puesta a tierra, definido en la Sección 820-33, la instalación de cables debe cumplir con los incisos (a) a (e) abajo

(a) Separación de Otros Conductores

(1) Conductores Descubiertos El cable coaxial debe separarse al menos 50 mm de los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza o Clase 1.

Excepción No 1 Cuando los conductores de circuitos de alumbrado o fuerza o Clase 1 o cable coaxial están en una canalización, o en cables con fundas o armaduras metálicas, fundas no metálicas, o tipo UF

Excepción No 2: Cuando los conductores están permanentemente separados de los conductores de otros circuitos mediante un no conductor fijo y continuo, tal como un tubo de porcelana o tubo flexible, además del aislamiento del alambre.

(2) En Envoltentes y Canalizaciones

a. Circuitos Diferentes de los de Potencia Limitada Los cables coaxiales se permiten en la misma canalización o envoltente con cables cubiertos en cualquiera de las siguientes condiciones:

1. Circuitos Clases 2 y 3 de control remoto, señalización, y potencia limitada conforme al Artículo 725.

2. Sistemas de señalización de protección contra incendio de potencia limitada conforme al Artículo

760

3. Circuitos de comunicaciones conforme al Artículo 800

4. Cables de fibra óptica conforme al Artículo 770

b. Circuitos de Fuerza o Alumbrado El cable coaxial no debe colocarse en ninguna canalización, compartimento, caja, registro, o cualquier otro gabinete con conductores de circuitos de fuerza, alumbrado, o Clase 1

Excepción No 1 Cuando los conductores de diferentes sistemas están separados por una barrera permanente

Excepción No 2 Los conductores en cajas de salidas, registros, o accesorios similares o compartimientos donde tales conductores se introducen solamente para alimentar el equipo de distribución del sistema de cable coaxial, o para energizar el equipo de control remoto

Los conductores de circuitos de alumbrado, fuerza, y Clase 1, y de señalización de protección contra incendio sin límite de potencia, deben guardarse en el gabinete para mantener una separación mínima de 6 mm del cable coaxial

(3) En Tiros Los cables coaxiales que corren en el mismo tiro con conductores de alumbrado o fuerza, deben estar separados de estos no menos de 50 mm.

Excepción No 1 Cuando los conductores de cualquiera de los sistemas están confinados en una canalización metálica

Excepción No 2 Cuando los conductores de fuerza o alumbrado están en una canalización, o en cables con funda o armadura metálica, funda no metálica, o tipo UF

(b) Propagación del Fuego o Productos de la Combustión La instalación en huecos, tiros verticales, y ductos de ventilación o manejo de aire, deben hacerse de manera que la posible propagación del fuego y productos de la combustión no se incremente substancialmente. Las aberturas alrededor de pasos en paredes clasificadas resistentes al fuego, pisos, o techos, deben parar el fuego usando métodos aprobados

(c) Equipos en Espacios Diferentes de los Destinados al Aire Ambiente La Sección 300-22(c) debe aplicarse

(d) Cableado Híbrido de Energía y Coaxial Los requisitos de la Sección 780-6 deben aplicarse al cableado híbrido de energía y coaxial en circuitos cerrados y distribución programada de energía

(e) Soporte de Conductores Las canalizaciones no deben usarse como soporte para cables coaxiales.

820-53. Aplicaciones de Cables CATV Certificados Los cables CATV deben cumplir con los incisos (a) a (d) abajo

(a) Cámaras Plenas. Los cables instalados en ductos, cámaras plenas, y otros espacios usados para aire ambiente deben ser tipo CATVP

Excepción Los cables tipos CATVP, CATVR, CATV y CATVX instalados conforme a la Sección 300-22

(b) Elevadores (Corridas Verticales) Los cables instalados en corridas verticales y penetrando más de un piso, o cables instalados verticalmente en tiros, deben ser del tipo CATVR. Los pasos por piso que requieren cable tipo CATVR deben contener únicamente cables adecuados para corridas verticales y cámaras plenas

Excepción No 1 Los cables tipo CATV y CATVX confinados en canalización metálica o localizados en tiros a prueba de fuego con barreras contra el fuego en cada piso

Excepción No 2 Los cables tipos CATV y CATVX en viviendas de una o dos familias

NOTA Ver la Sección 820-52(b) para los requisitos de paro de fuego de los pasos de pisos

(c) Otros Alambrados Dentro de Edificios Los cables instalados en lugares en edificios diferentes a los cubiertos en los incisos (a) y (b) arriba, deben ser tipo CATV

Excepción No 1 El cable tipo CATVX confinado en canalización

Excepción No 2: El cable tipo CATVX en espacios no confinados, siempre que la longitud expuesta del cable no exceda los 3 m.

Excepción No 3 Los cables tipo CATVX de diámetro menor a 9 mm, e instalados en viviendas de una o dos familias

Excepción No 4 Los cables tipo CATVX de diámetro menor a 9 mm e instalados en espacios no confinados en viviendas multifamiliares

(d) Sustitución de Cables Las sustituciones de cables de antena comunitaria de televisión certificados en la Tabla 820-53 están permitidas

Tabla 820-53 Sustituciones de Cable Coaxial

TIPO DE CABLE	SUSTITUCIONES PERMITIDAS
CATVP	MPP, CMP
CATVR	CATVP, MPP, CMP, MPR, CMR
CATV	CATVP, MPP, CMP, CATVR, MPR, CMR, MPG, MP, CMG, CM
CATVX	CATVP, MPP, CMP, CATVR, MPR, CMR, CATV, MPG, MP, CMG, CM

CAPITULO 9 ALUMBRADO PUBLICO

Este capítulo entrará en vigor seis meses después del día siguiente a su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

ARTICULO 901. DISPOSICIONES DE CARACTER GENERAL

901-1. Objetivos del alumbrado público

El propósito del alumbrado público es el proporcionar una visión rápida, precisa y confortable durante las horas de la noche. Estas cualidades de visión pueden salvaguardar, facilitar y fomentar el tráfico vehicular y peatonal

170

Los principales objetivos de un sistema de alumbrado público son:

- Aumentar la seguridad y la fluidez de la circulación en las vialidades, ayudando a reducir el número de accidentes durante la noche
- Aumentar la seguridad de las personas y sus bienes
- Promover las actividades comerciales e industriales durante las horas de la noche
- Promover el espíritu de comunidad y su crecimiento
- Ayudar a la protección policiaca

Esta norma establece las necesidades de calidad de iluminación para diferentes tipos de vialidades, áreas de peatones o ciclistas de acuerdo con los requerimientos durante las horas de la noche. Para lograr esto, los niveles de iluminación deben ser determinados adecuadamente debido a:

- La eficiencia visual es muy baja en la noche
- La capacidad de percepción del individuo decrece con la edad
- Las características de operación del ojo humano varían con las diferentes intensidades de iluminación

- La percepción varía en función de la velocidad de circulación
- La iluminación nocturna proporciona visibilidad a los usuarios de tres formas:

- a).- El sistema de iluminación propia de la vialidad.
- b).- De las fuentes de luz ajenas a la vialidad.
- c).- Del sistema propio de los automóviles

La obscuridad ocasiona accidentes a los usuarios de las vialidades en relación de aproximadamente tres veces más que durante el día. Algunos factores que interactúan con las reducidas condiciones de visibilidad durante la noche son los siguientes:

- Deslumbramiento debido a luces extrañas en el entorno
- Falta de señalización.
- Mal uso de las luces vehiculares, defectuosas, inadecuadas o en mal estado.
- Incremento de la fatiga del conductor
- Uso del alcohol o drogas
- Decremento de la capacidad visual (percepción, adaptación, acomodación y deslumbramiento) particularmente en conductores de avanzada edad

#### 901-2. Antecedentes para los criterios de diseño

Los criterios para el diseño de la iluminación de vialidades se han basado en el concepto de luminancia horizontal. Sin embargo, el criterio de cálculo de la luminancia del pavimento y el deslumbramiento perturbador, proporcionan una mejor correlación con la orientación visual debido a la calidad de la iluminación de la vialidad.

Esta norma establece los valores de luminancia de pavimento, deslumbramiento perturbador, e iluminación.

La luminancia de pavimento es determinada por la localización del observador, la cantidad de luz que incide en el pavimento, su incidencia relativa y las características de reflexión del mismo.

La iluminación horizontal es una función solamente de la cantidad de luz que llega a varias partes de la superficie y sobre la dirección vertical del haz de luz. No depende solamente de la dirección lateral o de las características de reflectancia del pavimento, sino varía también de acuerdo a la geometría y a las características de reflectancia del luminario que puede causar una amplia variación en la percepción de brillantez del pavimento, que no se contempla en el uso del criterio de iluminación.

El deslumbramiento perturbador proporciona información y mide el efecto del brillo como un porcentaje de la luminancia del promedio total.

La iluminación es la base primordial de esta norma, pero el criterio de luminancia es aceptable y está incluido como una alternativa.

#### 901-3. Criterios de calidad en el alumbrado público

Las necesidades fundamentales pueden expresarse en términos de percepción visual, a partir de esta necesidad se establecen los criterios fundamentales de calidad en el alumbrado público.

1.- Es la relativa habilidad de los sistemas de iluminación de proporcionar las diferencias de contraste que permitan que el usuario pueda detectar y/o reconocer en forma más rápida, precisa y confortable los detalles principales para la tarea visual.

2.- Para producir mejor calidad de iluminación, deben considerarse los factores siguientes que se interrelacionan:

- Los deslumbramientos molestos y perturbadores deben ser reducidos al mínimo
- El brillo reflejado especular debé permitir una diferencia de contraste.
- Un cambio de luminancia del pavimento cambiará los contrastes.

- La uniformidad de luminancia del pavimento y otras áreas del entorno y la uniformidad de luminancia horizontal y vertical

3.- En algunos casos, los cambios encaminados a optimizar un factor relacionado a la calidad, pueden afectar adversamente a otros factores y en consecuencia la calidad total de la resultante de la instalación puede verse disminuida. Con el objeto de lograr un apropiado balance entre estos factores, esta norma proporciona recomendaciones y definiciones que cubren los siguientes aspectos:

- a).- Distribución de luz del luminario en relación a su distribución vertical, lateral y al control vertical.
- b).- Altura de montaje como una función de la máxima potencia en candelas
- c).- Luminancia mínima en cualquier punto de la vialidad relacionada a los valores promedio, así como a la relación de máxima a mínima
- d).- Localización de los luminarios en relación a los elementos de la vialidad

4).- En un sistema de iluminación debe considerarse el consumo de energía del sistema luminario

#### lámpara - balastro

#### ARTICULO 902. DEFINICIONES

Acomodación  
Proceso por el cual el ojo humano modifica espontáneamente la distancia focal para asegurar una clara imagen de los objetos a diferentes distancias.

Adaptación  
Proceso por el cual el ojo humano es capaz de procesar información dentro de un amplio rango de niveles de luminancia.

Coefficiente de luminancia (q).  
Es la relación entre la luminancia en un punto determinado y la iluminación horizontal en el mismo punto

$$q = \frac{L}{E}$$

Confort visual

Se refiere al grado de satisfacción visual producido por el entorno luminoso.

Curva de distribución de intensidad (Denominada comúnmente isocandela)

Curva fotométrica, generalmente en coordenadas polares, que representa la intensidad luminosa, en un plano que pasa por el eje de la fuente, en función del ángulo formado por el vector de la intensidad con una dirección dada.

Curva isolux (curva iso-iluminación).

Lugar geométrico de los puntos de una superficie que tienen igual iluminación.

Deslumbramiento

Es la condición de visión en la cual existe incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos, o ambas cosas a la vez, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de luminancias, o como consecuencia de contrastes excesivos en el espacio o en el tiempo.

Deslumbramiento cegador.

Deslumbramiento tan intenso que no puede verse ningún objeto durante un tiempo apreciable.

Deslumbramiento directo.

Deslumbramiento debido a un objeto luminoso situado en la misma o casi misma dirección que el objeto a percibir.

Deslumbramiento incomodo

Deslumbramiento que produce una sensación desagradable sin empeorar la visión de los objetos.

Deslumbramiento indirecto

Deslumbramiento debido a un objeto luminoso situado en la misma o casi en la misma dirección que el objeto a percibir.

Deslumbramiento perturbador.

Deslumbramiento que empeora la visión sin causar necesariamente una sensación desagradable.

Deslumbramiento por reflexión.

Deslumbramiento producido por la reflexión especular de la luz de una fuente, particularmente cuando la superficie donde se refleja es aquella que se observa, o esta situada en sus inmediaciones.

Eficacia luminosa de una fuente ( $\eta$ ).

Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en Lumens por watt ( $Lm/W$ ), SIMBOLO, h.

Factor de balastro

Es la razón de Watts de lámpara medidos sobre Watts de lámpara-luminario.

Factor de mantenimiento o conservación

Es la relación entre la iluminación media en el plano de trabajo después de que una instalación de alumbrado ha estado en uso durante un período específico y la iluminación media de una instalación nueva en las mismas condiciones.



Factor de uniformidad global de luminancia ( $u_0$ ) es igual al cociente de la luminancia mínima de un determinado tramo de la vialidad a la luminancia media de la misma

$$U_0 = \frac{L_{\min}}{L_{\text{med}}}$$

Factor de uniformidad longitudinal ( $u_l$ ) es igual al cociente de la luminancia mínima a la máxima a lo largo de una línea paralela al eje de la vialidad pasando por la posición del observador

$$U_l = \frac{L_{\min}}{L_{\max}}$$

Factor de utilización (para una superficie dada)

Es la relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie dada y el flujo emitido por las lámparas

Flujo luminoso ( $\Phi$ )

Es la cantidad de flujo de energía luminosa por unidad de tiempo, expresada en Lumens (Lm)

Flujo luminoso inicial de una lámpara

Es el flujo luminoso que emite una lámpara después de transcurridas las horas de envejecimiento especificadas según el tipo. Se expresa en lumens (lm)

Iluminancia o iluminación (E)

Es la relación del flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área de la misma, expresada en Lux (Lumen/metro cuadrado)

$$E_m = \frac{\Phi}{A}$$

Índice de rendimiento de color

Es la medición del grado del cambio de color de los objetos cuando son iluminados por una fuente luminosa respecto al color de aquellos mismos objetos cuando son iluminados por una fuente de referencia de temperatura de color comparable.

Intensidad luminosa en un punto de una superficie y en una dirección (I):-

Es la densidad de flujo luminoso en una dirección. Indica la habilidad de una fuente de luz para producir iluminación en una dirección, expresada en candelas (cd)

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$$

Luz

Es la energía radiante que es capaz de excitar la retina y producir una sensación visual

La porción visible del espectro electromagnético está comprendido entre 380 y 770 nm

Luminancia en un punto de una superficie y en una dirección (L) -

Es la relación de la intensidad luminosa en la dirección dada, de un elemento infinitesimal de superficie que contiene al punto considerado y el área del elemento proyectado ortogonalmente sobre un plano perpendicular a la dirección considerada, expresada en candelas por metro cuadrado

$$L = \frac{I}{s \cos \alpha}$$

Luminario para alumbrado público

Dispositivo que distribuye, filtra o controla la radiación luminosa emitida por una o varias lámparas y que contiene todos los accesorios necesarios para fijar, sostener y proteger las mismas y conectarlas al circuito de alimentación.

Potencia de un ensamble (lámpara y accesorios)

Es la potencia total en relación a la tensión nominal, que consumen la lámpara y sus accesorios en funcionamiento normal. (Deben de considerarse las pérdidas propias de los balastos), expresada en watts (w).

Potencia de una lámpara

Es la potencia que consume la lámpara a la tensión nominal especificada por el fabricante, expresada en watts (W).

Proyector

Luminario que concentra la luz en un ángulo sólido determinado, por medio de un sistema óptico (espejos o lentes) para conseguir una intensidad luminosa elevada

Radiación

Es la emisión o transferencia de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas

Rendimiento normalizado de un luminario

Llamado también factor de eficiencia o rendimiento óptico de un luminario. Es la relación entre el flujo emitido por el luminario, medido bajo condiciones específicas y la suma de los flujos individuales de las lámparas colocadas en el mismo.

Temperatura de color

Es el término que se utiliza para describir el color aparente de una fuente luminosa, y se expresa en grados kelvin (K)

Tensión nominal de una lámpara

Es la tensión que debe aplicarse a la lámpara para que sus características de funcionamiento sean las que especifica el fabricante. Se expresa en volts (v)

Uniformidad de iluminancia - Es la razón entre el valor del nivel de iluminancia promedio y el nivel mínimo de iluminancia en un tramo de la vialidad

$$E_u = \frac{E_{\text{pro}}}{E_{\text{min}}}$$

Vida nominal promedio de una lámpara

Es el número de horas transcurridas de un número determinado de lámparas en condiciones de laboratorio, desde su instalación hasta que el 50% de las mismas quedan fuera de operación. Las lámparas que muestren una marcada reducción en la producción luminosa, pueden considerarse como lámparas falladas

Vida útil de una lámpara.

Es el número de horas durante las cuales las lámparas funcionando a su tensión nominal, conservan por término medio, un flujo luminoso igual o superior a un porcentaje determinado del flujo luminoso inicial.

#### ARTICULO 903. NIVELES DE LUMINANCIA E ILUMINANCIA

##### 903-1. Deslumbramiento (brillo).

El deslumbramiento se produce cuando dentro del campo visual existen fuentes luminosas molestas que provocan una perturbación de las condiciones de visión que se traducen en molestia o en una reducción de la aptitud para distinguir los objetos

El deslumbramiento depende de la luminancia del luminario, de sus dimensiones, de la posición dentro del campo visual y de la relación entre su luminancia y la luminancia del entorno. Así mismo, del aumento de la potencia de la lámpara y de la desviación angular entre la dirección de la visión y el luminario

El deslumbramiento (brillo) se divide principalmente en dos componentes

- Deslumbramiento perturbador
- Deslumbramiento incomodo o molesto

Deslumbramiento perturbador

El deslumbramiento perturbador es motivado por la luz de las fuentes que aparecen en dirección de la retina ocasionando que un velo brillante se sobreponga a la imagen nítida, provocando pérdida en el rendimiento visual

Debido a que el deslumbramiento perturbador no puede eliminarse completamente, se recomienda que la suma de las luminancias  $L_v$  de todos los luminarios del sistema de iluminación cuando son vistos desde la posición del observador, no excedan los valores indicados en la Sección 904-6

La luminancia equivalente de velo y el estado de adaptación del ojo, que para el alumbrado de vialidades está determinado principalmente por la luminancia media de la calzada  $L_{\text{prom}}$ , juegan un papel combinado en el rendimiento visual deficiente provocado por el deslumbramiento

Deslumbramiento molesto.

El deslumbramiento molesto no reduce la habilidad para ver un objeto, pero produce una sensación de incomodidad ocular

El deslumbramiento molesto al igual que el deslumbramiento perturbador están relacionados al flujo luminoso producido, tamaño de la fuente, ángulo de desplazamiento de la fuente, iluminancia en el ojo, nivel de adaptación, luminancia del entorno, tiempo de exposición y movimiento. Todos estos factores afectan en forma diferente y únicamente la iluminancia en el ojo y el ángulo de incidencia del flujo son comunes para ambos casos

Uniformidad de luminancia e iluminancia de la vialidad

Los valores de luminancia e iluminancia deben cumplir con lo especificado en las tablas 904 6(a) Y (b) Sección 904-6

Los factores que se deben considerar con respecto a la relación del espaciamiento y altura de montaje y que influyen en la relación de uniformidad son la potencia y tipo de lámpara y su posición con respecto al reflector; la posición transversal del luminario, la altura de montaje y el ángulo de inclinación del luminario

**Contraste**

El contraste, es una de las características sobre la cual depende el comportamiento visual

El contraste se puede definir simplemente como la diferencia de brillantez de un objeto (mas o menos brillante) en comparacion con el entorno sobre el cual se esta observando

**Reflectancia del pavimento**

Para el cálculo de la luminancia de la superficie de una vialidad es indispensable conocer acerca de sus características reflectivas

Para el proposito de esta norma, las características de reflectancia del pavimento se indican las establecidas en la tabla 903.1

**TABLA 903.1**  
Clasificación de las superficies de la vialidad

Clase	Qo	Descripción	Tipo de reflectancia
R1	0 10	Superficie de concreto cemento portland, superficie de asfalto difuso con un mínimo de 15% de agregados brillantes artificiales	casí difuso
R2	0 07	Superficie de asfalto con un agregado compuesto de un mínimo de 60% de grava (Tamaño mayor de 10mm) Superficie de asfalto con 10 a 15% ablanador artificial en la mezcla agregada	Mezclado (difuso y especular)
R3	0 07	Superficie de asfalto (regular y recubrimiento sellado) con agregados oscuros (roca, roca volcánica): textura rugosa después de algunos meses de uso. (Típico de autopistas)	Ligeramente especular
R4	0 08	Superficie de asfalto con textura muy tersa.	Muy especular

NOTA: Qo Representa el coeficiente de luminancia media

**ARTICULO 904. SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO.****904-1. Clasificación de vialidades.****Generalidades**

El nivel de iluminancia o luminancia requiendo en una vialidad, se debe seleccionar de acuerdo a la clasificación de la misma, en cuanto a su uso y tipo de zona en la cual se encuentra localizada

Al proyectar una zona debe definirse:

- Las zonas o calles en las que los niveles serán máximos
- Las zonas o calles en las que los niveles serán mínimos
- Las categorías intermedias.

**Clasificación de vías públicas (según su uso).**

La vía pública se integra de un conjunto de elementos cuya función es permitir el tránsito de vehículos, ciclistas y peatones, así como facilitar la comunicación entre las diferentes áreas o zonas de actividad. Las vías públicas se clasifican en:

I.- Autopista.- Vialidad con control total de acceso sin cruces a nivel independientemente si se paga o no peaje.

II.- Carretera.- Vialidad que interconecta dos poblaciones, con cruces a nivel, independientemente si se paga o no peaje.

III.- Vías primarias - Corresponden a la parte del sistema vial que sirve como red principal del flujo de tráfico. Estas vialidades conectan áreas de generación de tráfico y accesos carreteros

a).- Vías de acceso controlado

- 1) anular o penferca
- 2) radial
- 3) viaducto

b) - Vías principales

- 1) eje vial
- 2) avenida
- 3) paseo
- 4) calzada
- 5) boulevard

IV - Vías secundarias - Vialidades usadas fundamentalmente para acceso directo a zonas residenciales, comerciales, industriales y casas de campo. Caminos locales de gran longitud generalmente divididos en cortas secciones por el sistema de vías de tráfico intenso

a) Calle colecciona

- b) calle local
  - 1) residencial
  - 2) industrial
- c) callejon
- d) callejuela
- e) rinconaca
- f) cerrada
- g) privada
- h) terracería
- i) calle peatonal
- j) pasaje
- k) andador

V.- Ciclistas - Cualquier camino, calle o trayectoria la cual específicamente es designada para viajar en bicicleta o compartida con otro medio de transporte

VI.- Areas de transferencia - Son las áreas publicas donde confluyen diferentes tipos de vialidades, tales como

- a) Estacionamiento y lugares de resguardo para bicicletas
- b) Terminales urbanas, suburbanas y foraneas. Sistemas de transporte colectivo
- c) Paraderos
- d) Otras estaciones

Clasificación de áreas (Considerando el uso del terreno)

I).- Comercial - Area de negocios de una población o ciudad donde generalmente existe una gran cantidad de peatones durante las horas de la noche

II).- Intermedia - Estas áreas se caracterizan por un tráfico de peatones moderado durante las horas de la noche

III).- Residencial - Un desarrollo residencial o una mezcla de residencias y pequeños establecimientos comerciales

IV) - Uso específico - Tales como area de oficinas, clubes deportivos o parques industriales

**904-2. Clasificación de materiales**

En la configuración de todo sistema de alumbrado intervienen diferentes materiales mismos que para su consideración se agrupan conforme a los siguientes elementos

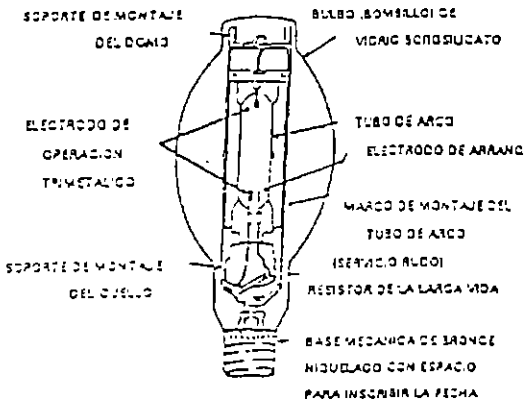
- Materiales luminicos
- Materiales electricos
- Materiales mecanicos y constructivos

Los materiales utilizados en los sistemas de alumbrado público deben contar con las características necesarias que les permitan garantizar una operación segura y confiable.

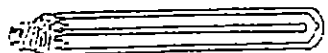
**904-3. Materiales luminicos**

Clasificación de lamparas (ejemplos de los principales tipos en Figura 904.3)

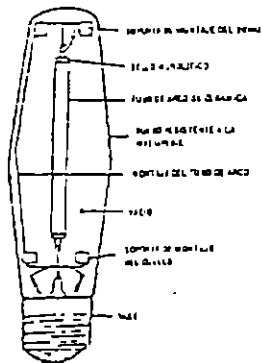
- Incandescentes
- Fluorescentes
- Luz mixta
- Vapor de mercurio
- Aditivos metalicos
- Vapor de sodio de alta presión
- Vapor de sodio de baja presión



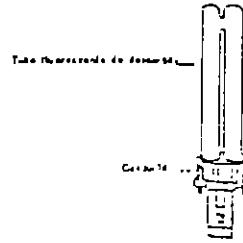
VAPOR DE MERCURIO



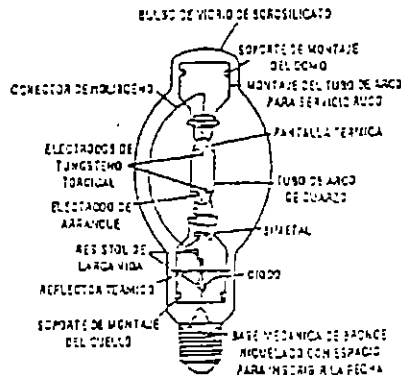
VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESION.



VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION



FLUORESCENTES COMPACTAS



ADITIVOS METALICOS

Lamparas incandescentes

El uso y aplicacion de las lamparas incandescentes no es recomendable debido a su alto consumo de energia, pero se permite en los siguientes casos

- 1.- Iluminacion de ornato (Fuentes, murales decorativos para efectos festivos, etc )
- 2.- Iluminacion para casos y/o efectos especiales, tales como anuncios publicos de eventos especiales, alumbrado provisional para efectos de seguridad y/o señalizacion
- 3.- Semaforos y señalizacion
- 4.- Alumbrado de emergencia en tuneles y pasos a desnivel vehiculares o peatonales que requieren de iluminacion, locales donde existe la posibilidad de grandes concentraciones de personas y/o lugares bajo techo donde no debe permitirse en caso de fallas de suministro de energia electrica quedar sin luz en ningun momento

Lamparas fluorescentes

El uso y aplicacion de las lamparas fluorescentes es limitado en el alumbrado de vialidades. En algunos casos se permite para iluminacion de tuneles o pasos vehiculares a desnivel, alumbrado de seguridad o bien para iluminacion de equipo de señalizacion

Lamparas de luz mixta

Las lamparas de luz mixta se pueden usar en condiciones similares a las lamparas incandescentes

Lamparas de vapor de mercurio

Las lamparas de vapor de mercurio se pueden usar en forma restringida en areas jardinadas

Lamparas de aditivos metalicos

La lampara de aditivos metalicos se recomienda en aquellas instalaciones donde se requiere hacer juicio de colores como son

Estacionamientos, fachadas, carteleras, monumentos, areas deportivas, etc

Lamparas de vapor de sodio de alta presion

La principal aplicacion de las lamparas de vapor de sodio de alta presion es en el alumbrado publico

Lamparas de vapor de sodio de baja presion.

Se permite cuando la percepcion de contrastes es primordial, y no es importante la reproduccion correcta de los colores, como por ejemplo en autopistas, puertos y zonas de clasificacion en ferrocarriles

El uso y aplicacion se determinan en funcion del rendimiento luminico, vida util, rendimiento de color y/o cromaticidad, resistencia a las variaciones de tension, costo de las mismas y consumo de energia

Luminarios

El luminario es un dispositivo que distribuye, filtra o transforma la radiacion luminosa emitida por una o varias lamparas y que contiene todos los elementos necesarios para fijar, sostener y proteger las mismas y conectarlas al circuito de alimentacion. En la figura 904 3a se muestra un luminario tipico y sus componentes.

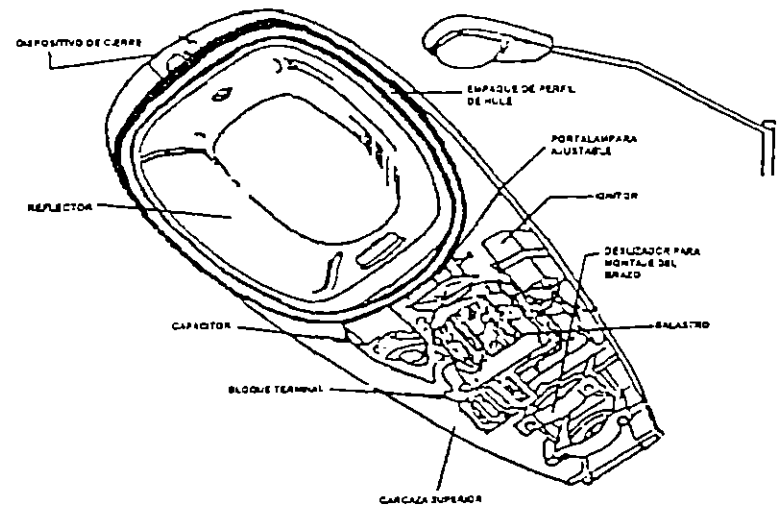


Fig. 904.3a Componentes de un luminario tipico

Fig 904 3 Diferentes tipos de lamparas

hcl

**Clasificación de luminarios**

La clasificación de la distribución de luz debe hacerse en base a las curvas isocandelas, como se indica en las figuras 904.3ab y 904.3ac

Los luminarios se clasifican de acuerdo a su distribución en vertical, lateral y por su control vertical de distribución de luz

a) - Distribución de iluminación vertical.

1) - Distribución corta - Un luminaire se clasifica como de distribución corta, cuando la localización del punto de máxima candela se sitúa entre 1.0 y 2.25 veces la distancia transversal entre la altura de montaje

2) - Distribución media - Un luminaire se clasifica como de distribución media, cuando la localización del punto de máxima candela se sitúa entre 2.25 y 3.75 veces la distancia transversal entre la altura de montaje

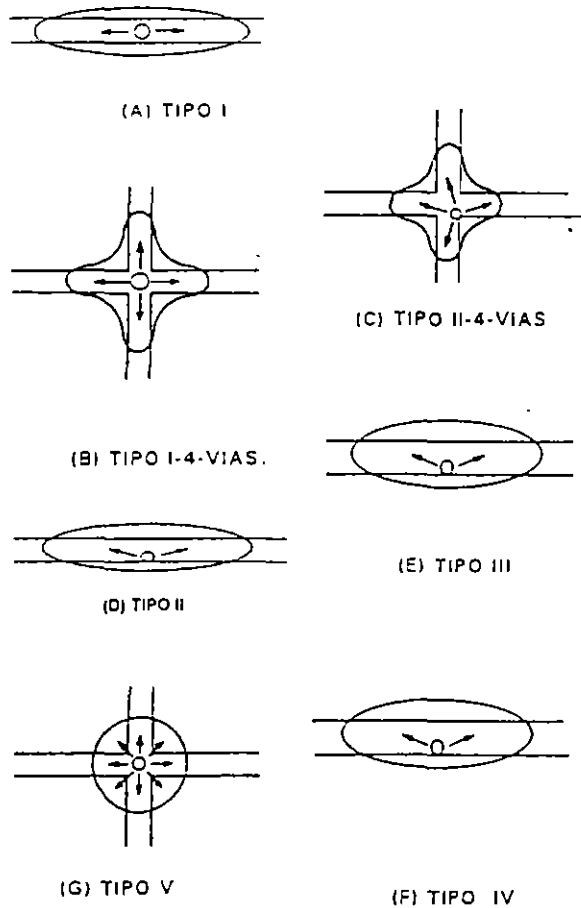


Figura 904.3ab Clasificación de la distribución de luz

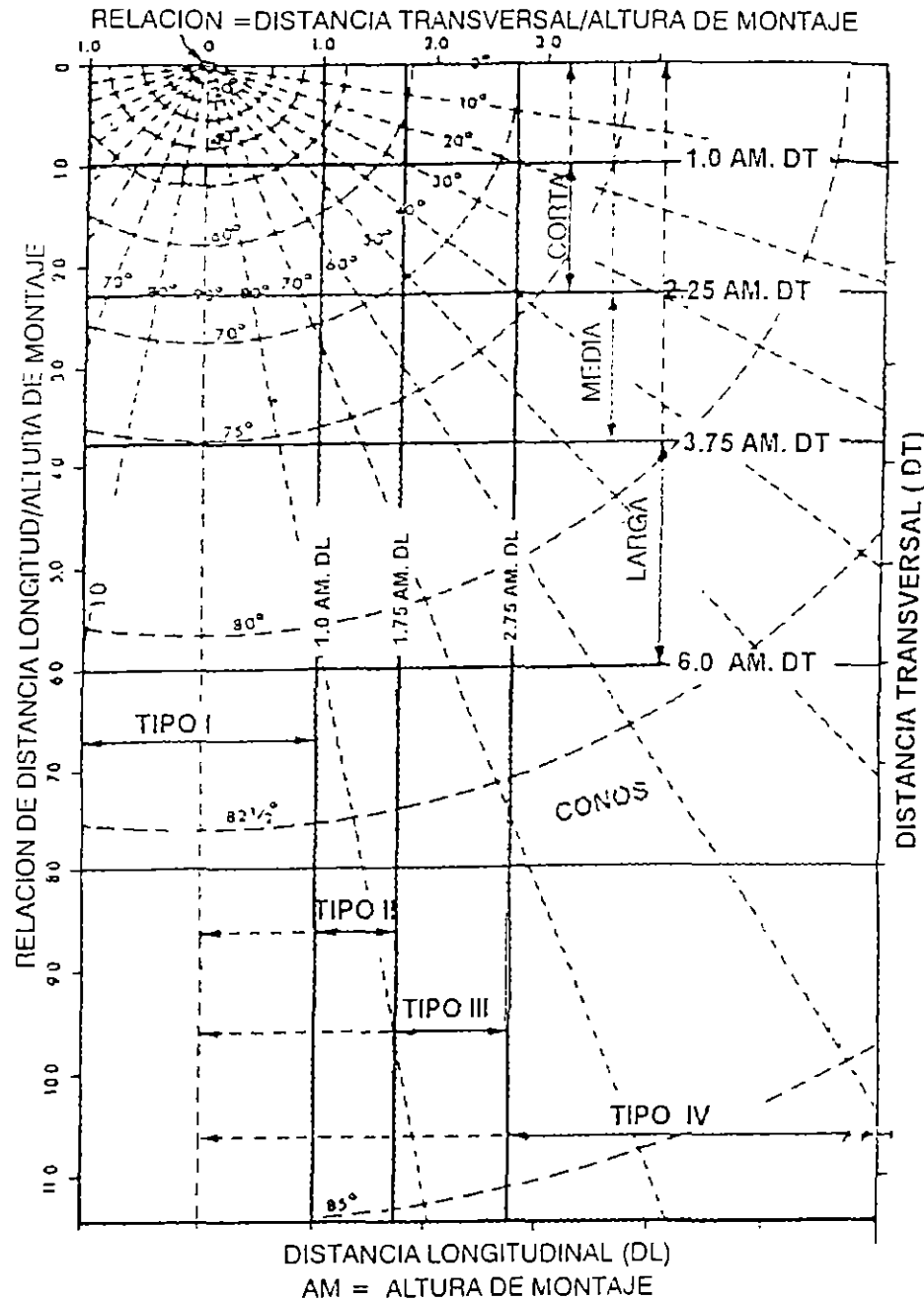


Fig. 904.3ac Curvas de Isocandelas

175

3).- Distribucion larga - Un luminario se clasifica como de distribucion larga, cuando la localizacion del punto de maxima candela se situa entre 3.75 y 6.0 veces la distancia transversal entre la altura de montaje

b).- Distribucion de iluminacion lateral

La clasificacion de los luminarios en cuanto a su distribucion lateral, se determina de acuerdo a la localizacion de la mitad de la linea de maxima candela en el diagrama isocandela y su posicion relativa a la linea especificada longitudinal a la calle (lrl). Esta clasificacion no se aplica para el tipo de curva  $\gamma$

Tipo I - La mitad de la linea de maxima candela entre el area de ambos lados de la linea de referencia (lrl = 0 AM) y permaneció entre el area con relacion a lrl = 1.0 AM. En ambos lados de la casa y de calle en la zona transversal de maxima candela

Tipo II - La mitad de la linea de maxima candela no cruza la linea lrl = 1.75 AM sobre el lado de la calle en la zona transversal de maxima candela

Tipo III - La mitad de la linea de maxima candela en el area comprendida de lrl = 1.75 AM a lrl = 2.75 AM sobre el lado de la calle en la zona transversal de maxima candela

Tipo IV - La mitad de la linea transversal cruza a lrl = 2.75 AM en la zona transversal de maxima candela

Tipo V - Cuando tiene la forma de un circulo simetrico de la distribucion de candela y es esencialmente igual en todos los angulos laterales

Dentro de la clasificacion de los luminarios del tipo I y II, existen variaciones cuando se produce distribucion de luz en cuatro direcciones

Nota AM - altura de montaje

c).- Control vertical de distribucion de luz

La clasificacion se basa principalmente en el control vertical y se encuentra tabulada a continuacion.

Tabla 904.1 Definición de los tipos de distribucion de luz luminosa para el alumbrado de vias públicas.

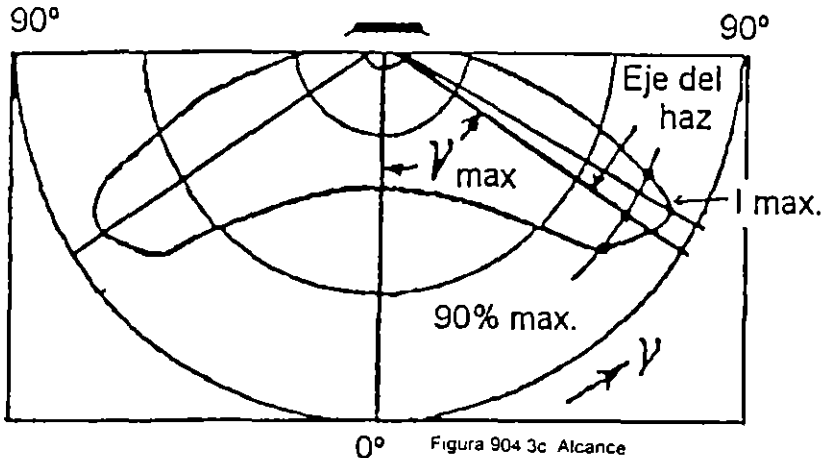
	Maximo valor permitido de la intensidad emitida a un angulo de elevación de		Dirección de intensidad max inferior a
	80°	90°	
Haz cortado	30 cd 1000 lm	10 cd 1000 lm *	65°
Haz semi cortado	100 cd 1000 lm	50 cd 1000 lm *	75°
Haz no cortado	cualquiera		

\* hasta un valor maximo de 1000 cd

Recientemente se ha establecido una nueva clasificacion que considera los parámetros siguientes

- Alcance

Esta definido por el ángulo de elevación (medido desde el nadir hacia arriba) del centro del haz  $\gamma_{max}$ . Es el angulo medio entre los dos angulos de elevación del 90% de  $I_{max}$ . Del plano que pasa al maximo, como se muestra en la figura 904 3c



Curva polar de intensidad en el plano de intensidad luminosa maxima, con indicación del ángulo  $\gamma_{max}$

Para determinar el alcance del luminario

Se definen tres grados de alcance, que son

$\gamma_{max} < 60^\circ$  ALCANCE CORTO

$60^\circ \leq \gamma_{max} \leq 70^\circ$  ALCANCE MEDIO

$\gamma_{max} > 70^\circ$  ALCANCE LARGO

(b1)

-Dispersion

Esta definida por la posición de la línea que, siendo paralela al eje de la vialidad es tangente al contorno de la curva 90% de  $I_{max}$ . En la vialidad de las dos líneas que aparecen normalmente la más alejada del luminario es la que se considera. La posición de esta línea se representa por el ángulo como se indica en la figura 904 3d

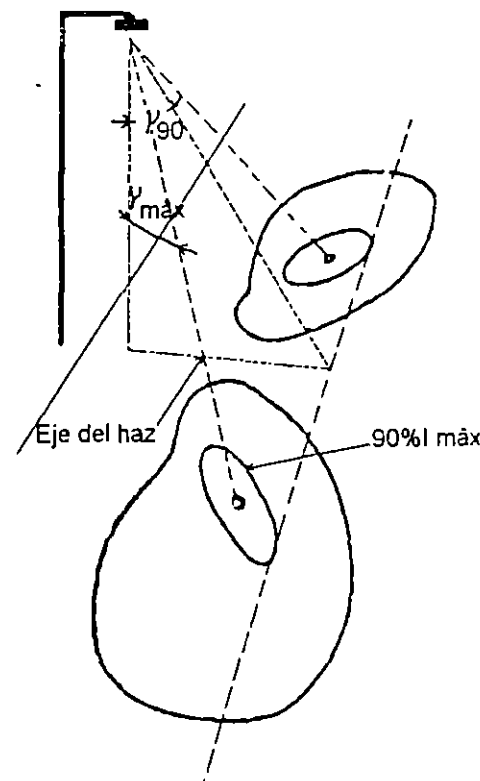


Diagrama isocandela relativo proyectado en la vialidad que incluye una indicación del ángulo  $\gamma_{90}$  para determinación de la dispersión.

Los tres grados de dispersión se definen de la siguiente manera

$\gamma_{90} < 45^\circ$  DISPERSION ESTRECHA

$45^\circ \leq \gamma_{90} \leq 55^\circ$  DISPERSION MEDIA

$\gamma_{90} > 55^\circ$  DISPERSION ANCHA

176

Tanto el alcance como la dispersión de un luminario pueden determinarse fácilmente a partir del diagrama de intensidad del luminario en proyección azimutal. Este método se muestra en la figura 904 3e.

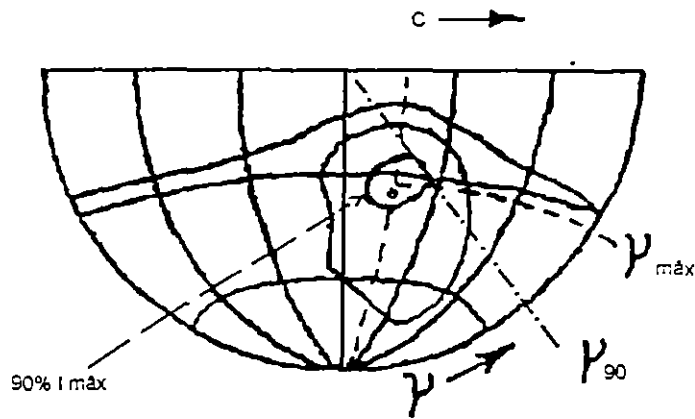


Figura 904 3e Diagrama de intensidad de luminario en proyección azimutal

Diagrama isocandela relativo en proyección azimutal (sinusoidal) con indicación de los ángulos  $\gamma_{max}$  y  $\gamma_{90}$  para la determinación y la dispersión.

- Control

Esta definido por el índice específico del luminario. Denominado SLI. El índice específico del luminario es parte del índice de deslumbramiento, que está determinado únicamente por las propiedades del luminario.

$$SLI = 13.84 - 3.31 \log I_{80} + 1.3 \log (I_{80}/I_{88}) - 0.08 \log I_{80}/I_{88} + 1.29 \log F + C$$

Siendo

$I_{80}$  La intensidad luminosa para un ángulo de elevación de 80° en un plano paralelo al eje de la vialidad (cd).

$I_{80}/I_{88}$  Razon entre las intensidades luminosas para 80 y 88 (razon de retroceso)

F Superficie aparente del area del luminario visto bajo un ángulo de 76° (en m<sup>2</sup>)

C Factor cromático dependiendo del tipo de lámpara

- Sodio baja presión = 0.4

- Otros tipos 0

También para el control se definen tres grados

$sl_i < 2$  control limitado

$2 \leq sl_i \leq 4$  control moderado

$sl_i > 4$  control intenso

Las definiciones anteriores se resumen en la Tabla 904 2

Tabla 904.2 Sistema de clasificación para las propiedades fotométricas de los luminarios

Alcance		Dispersión		Control	
corto	$\gamma < 60^\circ$	estrecha	$\gamma_{90} < 45^\circ$	limitado	$sl_i < 2$
intermedio	$60^\circ \leq \gamma \leq 70^\circ$	media	$45^\circ \leq \gamma_{90} \leq 55^\circ$	moderado	$2 \leq sl_i \leq 4$
largo	$\gamma > 70^\circ$	ancha	$\gamma_{90} > 55^\circ$	intenso	$sl_i > 4$

Cualquier tipo de luminario debe satisfacer los objetivos siguientes

1- Distribuir el flujo luminoso emitido por la lámpara de tal forma que se obtenga la distribución deseada, asegurando que las lámparas mantengan las características de flujo, duración, intensidad y tensión cercanas a las características nominales.

2- Controlar el flujo luminoso para evitar toda molestia visual a los usuarios y con esto obtener el máximo confort visual.

3- Tener las características eléctricas y mecánicas de acuerdo a su propio uso, en particular las que permitan la seguridad de las personas tanto usuarios como de mantenimiento.

4- Proteger y mantener en condiciones óptimas las lámparas, dispositivos ópticos y eléctricos contra la acción de la intemperie o de agentes del medio ambiente para evitar perjudicar su eficiencia luminosa.

Los luminarios para iluminación exterior, deben de cumplir con las normas técnicas que regulan las características mecánicas y eléctricas de los elementos que la constituyen. Para tal efecto se deben efectuar pruebas de los diferentes parámetros en laboratorios acreditados.

Elementos determinantes para la selección del luminario

Para la selección de luminarios se deben definir y/o satisfacer las siguientes condiciones:

- Técnicas
  - Necesidad o no de usar un luminario cerrado
- Ópticas
  - Tipo y potencia de la lámpara
  - Distribución del flujo luminoso
  - Factor de utilización
  - Clase y comportamiento de los dispositivos ópticos
  - Mantenimiento de las características ópticas
- Eléctricas y térmicas
  - Temperaturas de operación del balastro y lámpara
  - Calidad y seguridad de los contactos
  - Calidad del balastro y lámpara

El flujo luminoso de las lámparas es la base del sistema de iluminación establecido en esta Norma. Las condiciones para el balastro (92.5% bf) se determinan en la siguiente tabla:

Potencia nominal típica	Flujo nominal	Eficacia nominal
70	6300	83.25
100	9500	87.88
150	16000	98.67
200	22000	101.75
250	28000	103.60
400	50000	125.00
1000	140000	140.00

Los valores del flujo nominal se refieren únicamente a las lámparas de acabado claro.

4.- Materiales aislantes y conductores eléctricos que soporten altas temperaturas

d).- Mecánicas

- Dimensiones del luminario
- Calidad y tipo de materiales de construcción
- Rigidez y robustez del cuerpo del luminario
- Elementos de fijación
- Simplicidad y seguridad de los elementos del porta-lámpara (diferentes posiciones)
- Protección de la lámpara y accesorios
- Resistencia a la corrosión y vibraciones

e).- Operativas

- Fácil reemplazo de la lámpara y balastro
- Facilidad de limpieza y mantenimiento

Los luminarios y sus componentes deben de cumplir con las normas de calidad que se especifican en las normas de producto correspondientes y pruebas de calidad de laboratorio.

Los luminarios deben cumplir como mínimo con los coeficientes de utilización lado calle de acuerdo a los valores siguientes:

Tipo	Relación de distancia transversal a altura montaje	Curvas I	Curvas III
Haz cortado	1	0.36	0.32
	2	0.44	0.39
Haz semicortado	1	0.36	0.32
	2	0.44	0.39
Haz no cortado	1	0.30	0.29
	2	0.40	0.38

El balastro debe cumplir con la Norma Mexicana vigente, de alto factor de potencia y bajas pérdidas de acuerdo a los valores que siguen.

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (w) balastro-lámpara	Pérdidas máximas (W)	% de pérdidas máximas
70	90	20	28.5
100	125	25	25
150	174	24	16
200	236	36	16
250	290	40	16
310	359.6	49.6	16
400	464	64	16

Los porcentajes se relacionan a la potencia nominal de la lámpara.

#### 904-4. Materiales eléctricos.

##### Balastos

El balastro es un dispositivo que por medio de inductancias, capacitancias o resistencias, solas o en combinación, limita la corriente de la lámpara al valor requerido para su operación correcta y proporciona la tensión y corriente de arranque.

Todas las lámparas de descarga de alta intensidad requieren de balastro.

##### Clasificación de balastos

###### Balastos en atraso

a).- Balastro tipo serie - En éste, la corriente va atrasada respecto a la tensión.

- Se utiliza para lámparas cuya tensión de encendido es menor que la tensión de línea.
- Normalmente es de bajo factor de potencia y si se requiere un alto factor, se agrega un capacitor en paralelo con la línea.

- La corriente de encendido es mayor que la corriente nominal de operación, por lo que debe tomarse esto en cuenta para el cálculo de las protecciones del circuito.

- La tensión de extinción es alta provocando que se apague la lámpara si existen fuertes variaciones en la tensión de línea.

- Regulación (Para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos) con una variación de  $\pm 5\%$  de tensión de línea se tiene  $\pm 12\%$  de variación de potencia (w) de lámpara.

b).- Autotransformador alta reactancia - Es un autotransformador que utiliza un acoplamiento magnético entre la bobina primaria y secundaria para controlar la reactancia. Este circuito tiene características de operación similares a las de un balastro tipo reactor pero por medio de un autotransformador eleva o disminuye a la tensión necesaria para operar una lámpara de descarga de alta intensidad.

c).- Autotransformador autoregulado (Autotransformador de potencia constante)

Es un circuito que debe ser de alto factor de potencia y cuenta con un capacitor en serie con la lámpara que nos proporciona una mejor regulación que los circuitos tipo Reactor y Alta Reactancia.

- Regulación (para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos): con una variación de  $\pm 10\%$  de tensión de línea se tiene  $\pm 5\%$  de potencia (W) de lámpara.

- Su corriente de encendido o arranque es menor que la corriente nominal de operación.

- Su tensión de extinción es menor que en los circuitos en atraso.

d).- Transformadores de potencia constante - En este tipo de balastro no existe conexión eléctrica entre el primario y el secundario.

- Regulación (para lámparas de vapor de mercurio y aditivos metálicos), con una variación de  $\pm 13\%$  de tensión de línea se tiene  $\pm 2\%$  de variación de potencia (watts) de lámpara.

- Su principal característica es que no existe conexión entre el primario y el secundario.

- La ventaja que se deriva de esta condición es la seguridad del usuario.

La corriente de línea durante el encendido es menor que la corriente nominal de operación. La tensión de extinción es tan baja que prácticamente no existen problemas de lámparas apagadas por variaciones severas de la tensión de línea.

##### Balastos para lámparas de vapor de sodio de alta presión

La lámpara de vapor de sodio de alta presión debido a su construcción, el balastro requiere de un circuito auxiliar que genera pulsos de arranque de aproximadamente 2500 a 4000 V pico. Con el único objetivo de encender la lámpara. Este dispositivo denominado ignitor está constituido de elementos semiconductores y está conectado al circuito.

En el caso específico de balastos para lámpara de vapor de sodio de alta presión, la regulación no se especifica por un simple porcentaje debido a que la tensión en el tubo de descarga se incrementa durante la operación de la lámpara, por lo tanto para mantener la potencia de la lámpara dentro de sus límites de

operación a una tensión nominal es necesario que el balastro compense dicho aumento en la tensión de operación de la lámpara.

Consecuentemente existen límites que restringen la operación de la lámpara y del balastro en este tipo de sistemas dichos límites reciben el nombre de trapecoide.

Los circuitos utilizados en los balastos para lámparas de vapor de sodio de alta presión son los siguientes:

- Circuito en atraso
- Circuito en adelanto - regulado
- Circuito en atraso - regulado
- Circuito Híbrido
- Circuito Electrónico

Los balastos para lámparas de vapor de sodio de alta presión, independientemente del circuito que utilicen deben de cumplir con un factor de balastro mínimo de 92.5%; además de mantener las curvas características del balastro dentro del trapecoide y deberán de tener unas pérdidas máximas de 16% para potencias mayores de 100 watts y 25% para potencias menores de 100 watts.

##### Dispositivos de control

###### Fotocontrols

Dispositivos eléctricos diseñados para abrir o cerrar automáticamente un circuito eléctrico, con el propósito de encender una o varias lámparas al disminuir la intensidad de la luz del día y apagarlas al amanecer.

###### Aplicación

A).- Para control de una sola lámpara.

B).- Para control de varias lámparas cuando estas se encuentran en un mismo circuito.

C).- Para el control de circuitos de alumbrado a través de un conjunto relevador-contacto.

En los dos primeros casos, se debe asegurar que la capacidad de las lámparas no excedan la capacidad permisible para la interrupción de la corriente máxima permitida por el elemento interruptor del fotocontrol.

###### Controles Temporizados

Para el caso de ciertas instalaciones tales como parques, estacionamientos, anuncios luminosos, etc., se deben emplear controles programables en el sitio para encender y apagar a determinadas horas con recuperador automático en caso de falla en la alimentación eléctrica y considerar para su correcta operación la orientación, tensión de diseño y mantenimiento adecuado.

Las combinaciones de alumbrado se utilizan para el control de circuitos múltiples con dos o más luminarios por circuito.

#### 904-5. Materiales mecánicos y constructivos

##### Soportes

Los luminarios para alumbrado público se instalan sobre soportes por medio de mensulas o arbotantes (postes) de lamina de acero, aluminio u otros materiales en forma circular, octagonal, cuadrado recto o de concreto.

Un arbotante para alumbrado público debe de cumplir los siguientes requisitos:

- Resistir los esfuerzos debido al viento y a los choques normales.
- Resistir los efectos de la intemperie y la corrosión.
- Ofrecer un alojamiento y fácil acceso a los dispositivos auxiliares que deben instalarse.
- Requerir el mínimo de acciones de mantenimiento.
- Que armonice con el entorno urbano.

#### 904-6. Consideraciones para el diseño de alumbrado público

##### 904-6.1. Introducción

Los sistemas de iluminación para alumbrado público, deben de cumplir con las necesidades visuales de tráfico nocturno ya sea vehicular o peatonal, tomando en consideración la clasificación de la vialidad según su uso.

Las necesidades visuales del entorno a lo largo de la vialidad se describen en términos de la luminancia de pavimento, uniformidad de luminancia y el deslumbramiento producido por la fuente de luz. Así en la tabla 904.6a se indican los valores de luminancia recomendados para el diseño, así como, la uniformidad y la relación entre la luminancia promedio ( $L_{pro}$ ) y la luminancia indirecta ( $L_v$ ).

Las necesidades visuales a lo largo de la vialidad pueden también satisfacerse utilizando el criterio de iluminación. En la tabla 904.6 parte(b) Se indican los valores de iluminación recomendados para el diseño, considerando las diferentes características de reflectancia del pavimento.

**TABLA 904.6. VALORES MINIMOS MANTENIDOS DE LUMINANCIA E ILUMINANCIA PARA ILUMINACION DE VIALIDADES.**
**(a) VALORES MANTENIDOS DE LUMINANCIA**

CLASIFICACION DE AREAS Y VIALIDADES	PROMEDIO DE LUMINANCIA	UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA		RELACION DE DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR	
		L <sub>(pro)</sub> (cd/m <sup>2</sup> )	L <sub>pro a</sub> L <sub>min</sub>	L <sub>max a</sub> L <sub>min</sub>	(MAXIMO) Lv a L <sub>pro</sub>
AUTOPISTAS Y CARRETERAS	0.4	3.5 a 1	6 a 1	0.3 a 1	
VIAS DE ACCESO CONTROLADO EN ZONA	1.0	3 a 1	5 a 1		
VIAS PRINCIPALES	INTERMEDIA	0.8	3 a 1	5 a 1	0.3 a 1
	RESIDENCIAL	0.6	3.5 a 1	6 a 1	
VIAS SECUNDARIAS	COMERCIAL	0.8	3 a 1	5 a 1	
	INTERMEDIA	0.6	3.5 a 1	6 a 1	0.4 a 1
SECUNDARIAS	RESIDENCIAL	0.4	4 a 1	8 a 1	
	COMERCIAL	0.6	6 a 1	10 a 1	0.4 a 1
	RESIDENCIAL	0.3	6 a 1	10 a 1	

**(b) VALORES MINIMOS MANTENIDOS DE ILUMINANCIA (E<sub>pro</sub>) EN LUX.**

CLASIFICACION DE AREAS Y VIALIDADES	CLASIFICACION DEL PAVIMENTO	UNIFORMIDAD ILUMINANCIA			
		R1	R2 Y R3	R4	(E <sub>pro a</sub> E <sub>min</sub> )
AUTOPISTAS Y CARRETERAS					3 a 1
VIAS DE ACCESO CONTROLADO EN ZONA	COMERCIAL	10	14	13	
	INTERMEDIA	8	12	10	3 a 1
	RESIDENCIAL	6	9	8	
VIAS PRINCIPALES	COMERCIAL	8	12	10	
	INTERMEDIA	6	9	8	4 a 1
VIAS SECUNDARIAS	RESIDENCIAL	4	6	5	
	COMERCIAL	6	9	8	
	INTERMEDIA	5	7	6	6 a 1
	RESIDENCIAL	3	4	4	

**Notas**

L<sub>v</sub> = luminancia indirecta

1.- La relación entre los valores de luminancia e iluminancia se derivan de las condiciones generales para pavimentos secos y vialidades rectas. Esta relación no se aplica a los promedios.

2.- Para autopistas con doble cuerpo (doble vialidad) donde el sistema de iluminación puede diferir de uno a otro, los cálculos deben realizarse para cada vialidad en forma independiente.

3.- Para autopistas los valores mínimos se aplican tanto para la vialidad principal como para las rampas de acceso

4.- Las tablas anteriores no se aplican a sistemas de iluminación en base a superpostes. Alturas de montaje mayores a 20 m

En el caso de diseño de iluminación utilizando superpostes para aceras y ciclistas, los niveles de iluminancia mínimos se indican en las tablas siguientes

**TABLA 904.6.1 NIVELES DE DISEÑO MINIMOS MANTENIDOS DE ILUMINANCIA PARA INSTALACIONES CON SUPERPOSTES.**

CLASIFICACION DE VIALIDADES	ILUMINANCIA HORIZONTAL (E <sub>pro</sub> ) EN LUX.		
	AREA COMERCIAL	AREA INTERMEDIA	AREA RESIDENCIAL
AUTOPISTAS Y CARRETERAS	6	6	6
VIAS DE ACCESO CONTROLADO	10	8	6
VIAS PRINCIPALES	12	9	6
VIAS SECUNDARIAS	8	6	6

Nota 1 Uniformidad mínima de iluminación 3:1 (promedio a mínimo) para todas las clasificaciones de vialidades a los niveles de luminancia recomendados anteriormente

Nota 2 Estos valores de diseño se aplican solamente a la porción de rodamiento de las vialidades. Los intercambios (distintivos) se analizan individualmente con el propósito de establecer los niveles de iluminancia y uniformidad

**TABLA 904.6.2 NIVELES DE ILUMINANCIA RECOMENDADOS PROMEDIO MANTENIDOS PARA CIRCULACION DE PEATONES\* EN LUX.**

CLASIFICACION DE ACERAS O ANDADORES Y CICLOPISTAS	NIVEL HORIZONTAL MINIMO PROMEDIO (E <sub>pro</sub> )	NIVEL VERTICAL PROMEDIO PARA SEGURIDAD PEATONAL (E <sub>pro</sub> )**
ACERAS Y CICLOPISTAS DE LA VIALIDAD		
AREAS COMERCIALES	10	22
AREAS INTERMEDIAS	8	11
AREAS RESIDENCIALES	2	5
ACERAS Y CICLOPISTAS SEPARADAS DE LA VIALIDAD		
ACERAS CICLOPISTAS Y ESCALERAS	5	5
TUNELES DE PEATONES	43	54

\* Los cruces intermedios peatonales a mitad de las calles y las intersecciones deben de calcularse con iluminación adicional.

\*\* Para identificación de peatones a una distancia, los valores considerados serán de 1.8 Metros a cada lado de la acera

**Diseño de alumbrado público**

El objetivo de un proyecto de iluminación es determinar la implantación (altura de montaje y espaciamiento) de los luminarios, así como la potencia luminosa requerida que cumpla con las necesidades de la vialidad a iluminar.

Los criterios de calidad más importantes para una instalación de alumbrado público desde el punto de vista de rendimiento y comodidad visuales son:

**a.- Nivel de luminancia.**

El nivel de luminancia en la superficie de una vialidad influye sobre la sensibilidad a los contrastes del ojo del conductor y sobre el contraste de los obstáculos en la calzada con respecto a su alrededor, tiene por consecuencia, una influencia directa sobre el rendimiento visual de los conductores. Se debe regir por los valores indicados en la tabla 904.6 a

**b.- Uniformidad de los niveles de luminancia**

La uniformidad de los niveles de luminancia influye tanto en el rendimiento como en la comodidad visual del conductor. Se debe regir por los valores indicados en las tablas 904.6 a

**c.- Eficiencia de la geometría de la instalación para la orientación visual**

Se deben tomar medidas en la geometría de la instalación para que permita una orientación visual al conductor transmitiendo una imagen rápida para que inmediatamente identifique el curso de la vía y



particularmente de la dirección que debe seguir a una distancia que dependerá del límite de velocidad permitida.

Una disposición de luminarios que siga con exactitud la dirección de la vialidad mejora la orientación y contribuye así a la seguridad y conveniencia de sus usuarios. Esto es especialmente importante en el caso de vías que tienen muchas curvas e intersecciones

d.- Eficiencia energética

Por lo tanto al proyectar una instalación de alumbrado público hay que pensar en una adecuada orientación del usuario y en especial en las zonas conflictivas donde la orientación puede ser errónea. Los siguientes puntos son de importancia especial:

En autopistas con varias calzadas y camellón central se logra una buena orientación visual, adicional a otras ventajas colocando los postes en el camellón central

Para indicar claramente el curso de la vía en una curva se deben colocar los postes en su lado exterior. Lo anterior da como resultado que la vialidad tenga una luminancia más uniforme y su dirección esté claramente indicada por la hilera de luminarios

ARTICULO 905. PASOS VEHICULARES

905-1. Introducción

Túnel

Se define como una sección cerrada de una vialidad en la cual se encuentra restringida la iluminación natural durante el día por lo tanto se debe evaluar necesidad de una iluminación suplementaria que permita una adecuada visibilidad al conductor

En el presente documento no se consideran los pasos a desnivel para uso diferente a vehículos automotores, ni los pasos para peatones; los pasos vehiculares con longitud menor a 25 mts no requieren alumbrado durante el día

El objetivo del sistema de iluminación en los pasos a desnivel es proporcionar una buena visibilidad, por lo que para realizar el diseño será necesario considerar las características del túnel en sí y su área adjunta. Muchos factores contribuyen a disminuir la visibilidad, por lo tanto todos estos factores deben ser identificados en relación a cada instalación.

Los factores que se deben de considerar son los siguientes

- 1.- Características de aproximación de la vialidad
- 2.- Características de la superficie rodante del túnel, paredes y techo
- 3.- Características del área circundante en la entrada del túnel
- 4.- Condiciones atmosféricas y ambientales.
- 5.- Características de operación del tráfico.
- 6.- Orientación del túnel con respecto al sol

905-2. Definiciones

La norma incorpora conceptos fundamentales para la interpretación del diseño de iluminación en túneles como son

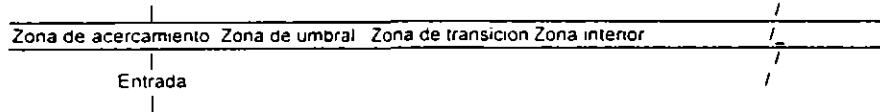


Figura 905 2

Descripción de terminos asociados con iluminación de túneles

Zona de acercamiento Area externa de la vialidad de acercamiento al túnel

Portal o entrada - Plano de entrada al túnel

Zona de umbral -Area donde se efectúa una transición de altos niveles de iluminación a niveles menores del interior.

Zona interior -La mayor parte del túnel donde se establece un bajo nivel de iluminación

Nota - Las longitudes de las zonas varían de acuerdo a los parámetros de diseño.

Iluminación diurna

Es el sistema de iluminación que permite reducir la relación de la luminancia externa a la interna durante las horas del día. Por consecuencia el valor de la luminancia durante las horas del día es mayor que durante la noche. Este sistema de iluminación se utiliza para túneles largos, curvos o pasos que presenten desnivel pronunciado con respecto a la vialidad.

Iluminación nocturna.

Es el sistema de iluminación que permite lograr un nivel de luminancia durante las horas de la noche, de tal manera que se reduzca al mínimo el problema de adaptación al agujero negro que se presenta a la salida del túnel

Distancia mínima de seguridad de frenado

Es la distancia mínima requerida para que un conductor pueda parar con seguridad su automóvil, para no impactarse con el o los objetos que se encuentran dentro del túnel. Esta distancia varía de acuerdo a la velocidad de circulación como se indican en la tabla 905 2

Zona de entrada o umbral

La zona de umbral es la zona inicial del túnel y es igual a la distancia mínima de seguridad de frenado menos 15 m. La luminancia del túnel en esta zona, durante las horas del día debe ser relativamente alta, con

el fin de proporcionar visibilidad durante el proceso de adaptación, conforme el conductor se interne en el túnel

Zona de transición

La luminancia durante las horas del día en la zona de transición debe ir disminuyendo desde la zona de umbral hasta la zona interior en forma gradual a lo largo de una distancia igual a la distancia mínima de seguridad de frenado. Dependiendo del largo del túnel pueden existir varias zonas de transición

Zona interior

En túneles largos, a la zona de transición (o de adaptación) sigue otra en la que el nivel de luminancia se mantiene constante. En esta zona, la central, la adaptación no se ha logrado al 100% y es necesario disponer en ella de un nivel de luminancia suficientemente elevado

TABLA 905 2. DISTANCIA MINIMA DE SEGURIDAD DE FRENADO

VELOCIDAD DEL TRAFICO	MINIMA DISTANCIA DE SEGURIDAD DE FRENADO
KILOMETROS POR HORA	METROS
48	60
64	90
80	140
88	155
96	200
104	220

905-3. Clasificación de túneles

Un túnel se puede clasificar de acuerdo a sus características físicas como un túnel corto o largo dependiendo de su longitud

a).- Túnel corto

Es aquel en el que sin tráfico la salida y sus alrededores son claramente visibles desde un punto situado fuera de la entrada del mismo. Un túnel corto puede tener hasta 25 m de largo sin que necesite alumbrado durante las horas del día, siempre y cuando sea recto o el tráfico no sea muy intenso. Si el paso es curvo o existe tráfico intenso el efecto silueta es menos marcado, en cuyo caso se debe instalar iluminación artificial.

b).- Túnel largo

Se considera un túnel largo, aquel cuya longitud total es mayor a la distancia mínima de seguridad de frenado

905-4. Optimización de visibilidad en túneles y características de acercamiento

El conductor que se aproxima a la entrada de un túnel durante el día necesariamente ha de adaptar sus ojos del alto nivel de luminancia que prevalece en el exterior a la luminancia existente en el interior del túnel. Por consiguiente, si el túnel es largo y el nivel de luminancia dentro de él es mucho más bajo que el de fuera, el túnel se presentará como un "agujero negro", dando como resultado que ningún detalle de su interior sea visible, el efecto del agujero negro es creado por la alta diferencia de luminancias existentes en el exterior y el interior del túnel

El diseño físico del túnel, así como el diseño del área de aproximación al mismo y el entorno, es muy importante, ya que en combinación con un buen diseño del sistema de iluminación permite incrementar la luminancia dentro del túnel, reduciendo de esta manera la alta diferencia de luminancias entre el interior y el exterior.

905-5. Reducción de la luminancia externa de adaptación

Para hacer visible los obstáculos dentro del túnel hay que aumentar el nivel de luminancia de su entrada, esto es, en la zona de umbral. El nivel de luminancia requerido en esta zona depende de la denominada "luminancia externa de adaptación", que es función a su vez de la magnitud y distribución de las luminancias exteriores al túnel

Las luminancias exteriores, que juntas determinan la luminancia externa de adaptación, difieren grandemente según los diversos tipos de túneles. Para pasos inferiores o bajo pasos elevados, la luminancia externa de adaptación depende parcialmente de la estructura en cuestión y parcialmente de la luminancia del cielo. Sin embargo, en zonas edificadas el cielo solo forma a menudo una pequeña parte del campo de visión.

Para la mayoría de los tipos de túneles se pueden tomar medidas especiales para bajar la luminancia externa de adaptación. Tales medidas incluyen el empleo de materiales oscuros no reflectivos para la superficie de la vialidad en la zona de aproximación del túnel, en forma adicional, para la fachada de la entrada del túnel y las paredes en el acceso, plantar árboles o arbustos al lado y encima de la entrada para protegerla del brillante cielo, o bien hacer la entrada al túnel tan alta y ancha como sea posible

905-6. Factores de diseño del área de aproximación y entrada de un túnel.

La cantidad y la longitud, a la cual la luz del día alcanza a penetrar en un túnel depende en gran medida de la orientación del mismo. El sistema de iluminación de un túnel deberá estar acorde con la orientación, ya que esta se determina con base en otros criterios

180

El incrementar la altura en la entrada del túnel, así como el ancho del mismo, permite aumentar la penetración y cantidad de luz del día al túnel, lo que representa una reducción de las necesidades de iluminación artificial

**905-7 Optimización de la visibilidad en el interior del túnel.**

Para obtener un nivel alto de luminancia dentro del túnel, la vialidad y las paredes deben tener un alto grado de reflectancia al menos un 50% inicialmente (deberá aumentarse artificialmente el brillo de la vialidad).

Para una buena orientación visual es deseable que haya una pequeña diferencia de luminancia o de color entre la superficie de la vialidad y las paredes. Deben de evitarse superficies con reflexión especular. El acabado de las paredes debe ser de material fácil de limpiar.

El uso de terminados corrugados en las paredes verticales, acabado burdo en el pavimento de la vialidad u otros tratamientos que produzcan relieves en las superficies, incrementarán la reflexión de la luz y por lo tanto la penetración de la luz solar en el área de entrada del túnel

La diferencia de luminancia externa a la interna se logrará reducir por el uso de materiales oscuros en la superficie de aproximación al túnel y materiales claros en la superficie de la vialidad interna del mismo, en una longitud igual a la distancia mínima de seguridad de frenado. Dando como resultado una menor necesidad de iluminación de umbral

**905-8 Consideraciones para el diseño de iluminación.**

Las consideraciones básicas para el diseño de la iluminación de túneles son las siguientes

- 1.- Características de volumen y velocidad del tráfico
- 2.- Luminancia externa.
- 3.- Características del túnel
- 4.- Luminancias del túnel durante el día y la noche.
- 5.- Equipo eléctrico y de iluminación.
- 6.- Iluminación de emergencia
- 7.- Efecto de parpadeo

**1.- Características de volumen y velocidad del tráfico**

Los túneles con alto volumen de tráfico y alta velocidad, requieren de altos niveles de luminancia, en comparación con los túneles de bajo volumen y baja velocidad, ya que, los altos niveles de luminancia permiten al conductor mejor comportamiento en el desarrollo de las tareas propias de manejo.

**2.- Luminancia externa**

Deben considerarse los niveles de luminancia existentes en el área de entrada del túnel y su entorno, debido a que en el momento de aproximación al túnel la visión se encuentra adaptada al nivel de luminancia exterior

En la figura siguiente se indican los factores que producen altos o bajos niveles de luminancia externa.

**Luminancia externa mas alta**

- ↑
- | \*Orientación del túnel este-oeste. La salida y la puesta del sol impiden la
- | | visualizar la entrada del túnel.
- | | \*Ningun objeto sobre el horizonte tales como los que se pueden encontrar a la
- | | entrada del túnel. El cielo brillante compone la mayoría el campo visual
- | | \*Los colores muy claros del entorno. Las laderas de las montañas cubiertas de
- | | nieve, los edificios pequeños y de color muy claro
- | | \*Las entradas de túneles en los pasos a desnivel.
- A | \*Los túneles orientados norte-sur.
- | | \*Las laderas cubiertas de vegetación durante todo el año
- | | \*Los numerosos edificios de color oscuro. Las pendientes oscuras y
- | | pronunciadas de las montañas (nunca cubiertas de nieve).
- | | \*Las medidas artificiales que se emplean para reducir la brillantez exterior tales
- ↓ | como muros inclinados o los paralumenes para el sol.

**Luminancia externa minima**

Figura 905 8 Factores que afectan la luminancia externa de un túnel.

**3.- Características del Túnel**

Los túneles cortos rectos relativamente a nivel, con una longitud igual o menor a 25 m deberán de tener una adecuada visibilidad sin iluminación suplementaria diurna. En estos casos, la visibilidad se obtiene por medio de contraste negativo con altos valores de luminancia en la salida del túnel

En túneles curvos, donde la salida del túnel no es visible, se requiere de iluminación suplementaria. En estos casos, se debe de considerar un solo sistema de iluminación que será igual al de la zona de umbral.

Para túneles largos se deben considerar diferentes zonas de iluminación.

**4.- Luminancia del túnel**

Zona de entrada o umbral

La luminancia del túnel en esta zona, durante las horas del día debe ser relativamente alta para proporcionar visibilidad al conductor durante el tiempo de adaptación a la entrada del túnel. La luminancia requerida en la zona de umbral dependerá de las características propias del túnel además del volumen de tráfico y la velocidad del mismo. Se debe seleccionar de acuerdo a la tabla 905 8 Que relaciona dichos parámetros

**TABLA 905.8 Recomendaciones de luminancia**

CARACTERÍSTICAS DEL TUNEL	VELOCIDAD DEL TRAFICO KILOMETRO/HORA	* VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL EN AMBAS DIRECCIONES			
		<25 000	25 000	90 000	>150 000
			90 000	150 000	
CANDELAS POR METRO CUADRO**					
TUNELES DE MONTAÑA CON PENDIENTE GRADUAL DONDE LA NIEVE PUEDE ACUMULARSE O TUNELES CON POCOS EDIFICIOS EN SU ALREDEDOR	81 61-80 60	210 130 140	250 220 140	250 250 220	330 300 270
TUNELES DE MONTAÑA CON PENDIENTE TALUDES OSCUROS O CONDICIONES CLIMATICAS DONDE LA NIEVE NO PUEDE ACUMULARSE EL ENTORNO ALREDEDOR DE LA ENTRADA TIENE BRILLANTEZ MEDIA DURANTE TODO EL AÑO	81 61-80 60	145 130 105	175 180 140	200 190 170	235 220 200
ENTRADA DEL TUNEL OCULTA SU PERFIKIOS OBSCURAS O EDIFICIOS ALREDEDOR DE LA ENTRADA DEL TUNEL MEDIDAS ARTIFICIALES PARA REDUCIR LA BRILLANTEZ EXTERIOR ORIENTACION DEL TUNEL NORTE-SUR	81 61-80 60	80 70 60	100 90 80	115 105 95	130 120 110

\* Tráfico diario anual promedio en ambas direcciones

\*\* Para valores aproximados en candelas por pie cuadrado multiplicar por 0.1

Zona de transición  
Requisitos durante el día

La luminancia durante el día en la zona de transición debe ir disminuyendo desde la zona de umbral hasta la zona interior en forma gradual a lo largo de una distancia igual a la distancia mínima de seguridad de frenado. Dependiendo del largo del túnel pueden existir varias zonas de transición

181

La luminancia debe de reducirse en pasos de igual longitud. El primer paso debe ser mayor o igual a un cuarto de luminancia de la zona de umbral. El último paso debe ser menor o igual al doble de la luminancia de la zona interior. El paso inmediato debe ser mayor que o igual a un tercio de la zona precedente.

**Zona interior**

En túneles largos, a la zona de transición (o adaptación) sigue otra en la que el nivel de luminancia se mantiene constante. En esta zona, la adaptación no se ha logrado al 100% por lo que es necesario disponer en ella de un nivel de luminancia suficientemente alto.

La luminancia en la zona interior del túnel debe ser al menos de 5 candelas por metro cuadrado con una uniformidad que no exceda de 3 a 1 del promedio mínimo.

**Requisitos durante la noche**

En cuanto a los requerimientos del alumbrado durante las horas de la noche, la situación es inversa a la de las horas del día. El nivel de luminancia fuera del túnel es entonces menor que el de adentro y el problema de adaptación al agujero negro puede aparecer en la salida.

No existiran dificultades mientras la relación entre la luminancia dentro del túnel y fuera de él sea menor a la recomendada en la tabla 905.8.1. Esta condición no se logra, sin embargo, si la iluminación del túnel sigue funcionando con la misma intensidad durante la noche. El alumbrado adicional instalado en las distintas zonas para cubrir las exigencias de la luz diurna debe apagarse y la iluminación reducirse en número o atenuarse para lograr una luminancia media de 2.5 Candelas por metro cuadrado a lo largo del túnel.

**Relación de uniformidad**

La relación de uniformidad dentro de las zonas del túnel, son las mismas que se utilizan para el cálculo de iluminación general y se relacionan en la tabla 905.8.1.

**Tabla 905.8.1 Recomendaciones de uniformidad de iluminación y luminancia indirecta para túneles.**

CLASIFICACION DE AREAS Y VIALIDADES	UNIFORMIDAD DE LUMINANCIA		LUMINANCIA INDIRECTA (MAXIMO)	UNIFORMIDAD ILUMINANCIA
	Lpro a Lmin	Lmax a Lmin	Lv a Lpro	Epro a Emin
AUTOPISTAS Y CARRETERAS VIAS DE ACCESO CONTROLADO EN ZONA	3.5 a 1	6 a 1	0.3 a 1	3 a 1
	COMERCIAL 3 a 1	5 a 1		
VIAS PRINCIPALES	INTERMEDIA 3 a 1	5 a 1	0.3 a 1	3 a 1
	RESIDENCIAL 3.5 a 1	6 a 1		
VIAS SECUNDARIAS	COMERCIAL 3 a 1	5 a 1		
	INTERMEDIA 3 a 1	6 a 1	0.4 a 1	4 a 1
	RESIDENCIAL 4 a 1	8 a 1		
	COMERCIAL 6 a 1	10 a 1		
	INTERMEDIA 6 a 1	10 a 1	0.4 a 1	6 a 1
	RESIDENCIAL 6 a 1	10 a 1		

**Consideraciones de mantenimiento**

Los valores de iluminación que se han indicado son los valores mínimos y deben de mantenerse durante las horas de operación del sistema. Por lo tanto, los valores de luminancia iniciales deben de ser mayores al inicio de operación del sistema para compensar la depreciación de lúmenes de la lámpara, la depreciación por polvo en el luminario y la depreciación de la reflectancia en las paredes del túnel.

**5.- Equipo eléctrico y de iluminación**

**Lámparas.** Las fuentes de luz que pueden utilizarse para la iluminación de túneles son:

- Lámparas fluorescentes
- Lámparas de descarga de alta intensidad
- Aditivos metálicos.
- Vapor de sodio de alta presión.
- Lámparas de vapor de sodio de baja presión.

No se deben usar las lámparas incandescentes para iluminación de túneles debido a su baja eficacia y su corta vida.

Los factores que influyen en la selección de una fuente de luz para la iluminación de túneles son:

- a.- Eficacia
- b.- Rendimiento de color y su efecto en letreros y señales de tráfico
- c.- Potencia y flujo luminoso
- d.- Vida útil de la lámpara
- e.- Temperatura ambiente

- f.- Costo
  - g.- Tiempo de re-encendido
  - h.- Facilidad para el control del flujo luminoso
- Luminarios**

Los luminarios para iluminación de túneles deben ser de construcción adecuada para soportar el ambiente adverso de la mayoría de los túneles. Como son vibración, turbulencia de aire causado por los vehículos, humos de escapes, polvo, sal, procesos de limpieza con detergentes industriales, chorros de agua a alta presión, etc.

Los factores que deben evaluarse en el diseño, selección, instalación y prueba del equipo de iluminación del túnel son los siguientes:

- a.- Hermeticidad al polvo, vapor y agua a alta presión
- b.- Facilidad de limpieza, cambio de lámpara y reemplazo de partes
- c.- Resistencia física para evitar torceduras o deformaciones durante su instalación, uso y servicio
- d.- Temperatura de operación (alta y baja) dentro del túnel
- e.- Excesivo brillo del luminario

**Suministro de energía eléctrica y controles**

Se debe efectuar un estudio que considere la longitud del túnel con objeto de determinar la necesidad de tener dos fuentes diferentes de alimentación con dispositivos de transferencia automática. O bien disponer de una planta de emergencia que suministre suficiente energía a los luminarios que permitan tener al menos una quinta parte del nivel de iluminación diseñado para la iluminación nocturna.

Los requerimientos de iluminación de los túneles pueden variar durante la operación diurna, como resultado de las variaciones del tiempo o la posición del sol, por lo tanto, es recomendable que la instalación cuente con dispositivos que permitan desconectar automáticamente algunos luminarios de acuerdo a la luminancia externa, asimismo durante la operación nocturna:

**6.- Iluminación de emergencia**

En el caso de túneles largos se debe contar con un sistema de iluminación de emergencia.

**7.- Efecto de parpadeo**

El efecto de parpadeo o efecto estroboscópico, que produce sensaciones molestas se presenta en el interior de un túnel iluminado debido a que el luminario o parte del mismo se refleja dentro del campo de visión de los ocupantes de los vehículos. Este efecto depende de la intensidad en candelas de la fuente que incide en los ojos del observador, de la localización de la fuente en relación al campo de visión del conductor y de la frecuencia o relación a la cual fuentes de luz sucesivas aparecen con respecto al desplazamiento. En la figura 905.8.2 Se indica la relación de el número de luminarios que se observan por segundo en relación a la velocidad del vehículo. El diseñador debe evitar espaciamientos de luminarios dentro de la zona de molestia indicada, que corresponde de 5 a 10 ciclos de luminarios por segundo.

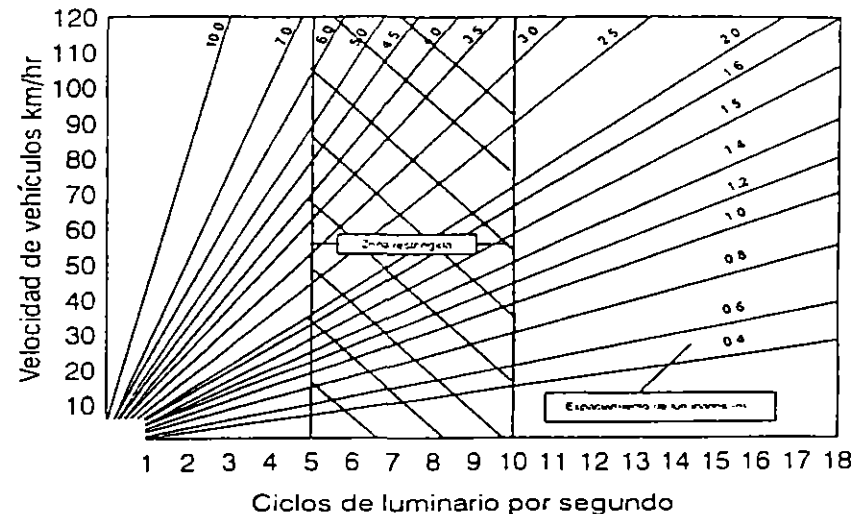


Figura 905.8.2 Efecto de parpadeo

182

**ARTICULO 906. SISTEMA DE ILUMINACION PARA AREAS GENERALES**

**906-1 Estacionamientos**

El objetivo del sistema de iluminacion de estacionamientos es el de permitir el transito ordenado y seguro de vehiculos y peatones asi como proporcionar seguridad y evitar el vandalismo en las areas destinadas para ese proposito

Los estacionamientos se clasifican en cubiertos y abiertos, los requerimientos de iluminacion dependen del tipo o nivel de actividad

Se establecen 3 niveles de actividad alta, media y baja. Estos niveles reflejan la actividad peatonal y vehicular ilustrándose con los siguientes ejemplos:

- Alta
  - Eventos deportivos de importancia
  - Eventos cívicos y culturales de relevancia
  - Centros comerciales regionales
  - Restaurantes
- Media
  - Centros comerciales locales
  - Eventos cívicos culturales o recreacionales
  - Áreas de oficinas
  - Áreas de hospitales
  - Áreas de terminales aéreas, terrestres y de transbordo
  - Complejos residenciales
- Baja
  - Centros comerciales pequeños
  - Áreas industriales
  - Áreas Escolares
  - Iglesias

Si el nivel de actividad involucra un gran número de vehículos durante la noche, los ejemplos citados para los niveles de actividad baja y media se deberán clasificar en el inmediato superior.

En el caso de estacionamientos cubiertos de varios niveles, el sistema de iluminación del nivel superior, si es abierto, deberá clasificarse como un estacionamiento abierto

**Requerimientos de iluminación**

Los siguientes requerimientos se deben observar con el objeto de permitir el tránsito seguro y visión satisfactoria para peatones y automovilistas

- Áreas de tráfico intenso - En estacionamientos abiertos se deben observar los niveles de iluminancia indicados en la tabla 906.1 (a) con el objeto de dar especial atención a las salidas, entradas, zonas de carga, cruces peatonales y carriles colectores para permitir una rápida identificación y mayor seguridad.

En estacionamientos cubiertos, la distancia de transición (15 m) entre el punto de entrada y el área de estacionamiento deberá tener niveles de iluminancia adecuados para la adaptación visual del conductor. Indicados en la tabla 906.1 (b)

- Caminos de acceso - El nivel de iluminancia mantenida promedio debe ser compatible con los sistemas de iluminación de las vialidades adyacentes y las condiciones locales, así mismo la relación de uniformidad promedio mínimo no debe exceder de 3 a 1

- Alumbrado de emergencia - En estacionamientos cubiertos se deberá instalar en sitios estratégicos luminarios de emergencia que proporcionen un nivel de iluminación mínimo en el caso de una interrupción del suministro normal de energía. Se deberá proporcionar aproximadamente un diez por ciento de los niveles de iluminación establecidos en esta Norma

- Iluminación de seguridad - Por razones de seguridad, economía y mantenimiento fuera de las horas de alta actividad es necesario mantener el sistema de iluminación con niveles requeridos para baja actividad.

- Áreas de estacionamiento (iluminancias verticales) - Los valores de iluminancia vertical deberán de ser iguales a los valores de iluminancia horizontal establecidos en la tabla No. 906.1 (b) a una altura de 1.8 m sobre el nivel del pavimento con el propósito de obtener una apropiada visión de objetos tales como paredes y columnas

**Calidad de iluminación**

**Generalidades.-** Los sistemas de iluminación para áreas de estacionamiento no deberán proveer únicamente los niveles de iluminación requeridos, sino también proveer una alta calidad considerando el rendimiento de color, uniformidad y minimizando el deslumbramiento

**Rendimiento de color.-** En muchas instalaciones la salida espectral de la lámpara debe ser capaz de producir un rendimiento de color que permita que las personas que utilizan las áreas de estacionamiento ya sea conduciendo o caminando, sean capaces de distinguir colores y diferenciar objetos

**Uniformidad.-** La iluminancia en las diversas áreas de un estacionamiento puede variar considerablemente, por tanto, la relación de uniformidad promedio a mínimo no debe exceder los valores de la tabla 906.1

**Deslumbramiento.-** Deberán instalarse luminarios que permitan reducir el deslumbramiento a los conductores o peatones que utilizan las áreas de estacionamiento, ya que con la edad el deslumbramiento afecta la habilidad para percibir objetos u obstrucciones

**Tabla 906.1**

Luminancias horizontales mantenidas requeridas para estacionamientos

(a) Estacionamientos abiertos

NIVEL DE ACTIVIDAD	ÁREA GENERAL DE ESTACIONAMIENTO Y ÁREA PEATONAL		ÁREA EXCLUSIVA DE VEHICULOS	
	LUX (MÍNIMO SOBRE PAVIMENTO)	UNIFORMIDAD (PROMEDIO/MÍNIMO)	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)	UNIFORMIDAD (PROMEDIO/MÍNIMO)
ALTA	10	4:1	22	3:1
MEDIA	6	4:1	11	3:1
BAJA	2	4:1	5	4:1

(b) Estacionamientos cubiertos

ÁREAS	DÍA		NOCHE	
	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)*	RELACION DE UNIFORMIDAD (PROMEDIO/MÍNIMO)	LUX (PROMEDIO SOBRE PAVIMENTO)	RELACION DE UNIFORMIDAD (PROMEDIO/MÍNIMO)
ÁREA GENERAL DE ESTACIONAMIENTO Y ÁREA PEATONAL	54	4:1	54	4:1
RAMPAS Y ESCALERAS	110	4:1	54	4:1
ACCESOS	540	4:1	54	4:1
ESCALERAS	RANGO	DE	DE	ILUMINANCIAS
	LUX 100-150-200		100-150-200	100-150-200

\* Suma de luz artificial y natural

**906-2 Áreas residenciales y peatonales.**

El objetivo del sistema de iluminación en áreas residenciales y peatonales, es el de permitir una mayor seguridad tanto vial como peatonal.

En las áreas residenciales en que está permitido el tráfico vehicular, el nivel de luminancia e iluminancia deben ser seleccionadas de acuerdo a las tablas 904.6 (a) y (b)

En aquellas donde no está permitido el tráfico vehicular, deberán seleccionarse los niveles de iluminación de acuerdo a la tabla 906.2

**Requerimientos**

Los requerimientos de alumbrado para áreas peatonales pueden resumirse como sigue

**Peatones.** Debe facilitar el movimiento y la orientación así como posibilitar el reconocimiento de los rasgos faciales

Debe ayudar al residente a detectar la presencia de intrusos y que no existan deslumbramientos que constituyan una incomodidad

Ambos grupos. Debe mejorar el atractivo de los alrededores siendo suficientemente funcional para reprimir el vandalismo y el crimen.

**Nivel de iluminación.**

De acuerdo a los requerimientos anteriores, los niveles de iluminación para el alumbrado de paseos públicos y áreas peatonales deberán considerarse los siguientes factores

**Seguridad de movimientos.** Es importante para los peatones poderse mover de manera segura, por lo que el alumbrado debe ser suficiente para revelar los obstáculos del camino potencialmente peligrosos, así como irregularidades y baches

**Reconocimiento facial**

Es importante para los peatones poderse reconocer entre sí cuando se encuentran y poder distinguir los rasgos faciales, desde una distancia a la que sea factible evitar un posible ataque.

**Orientación**

183

Una buena iluminación implica la capacidad de identificar casas, edificios y peculiaridades de los alrededores. Los letreros con los nombres de las calles en especial deberán estar bien iluminados.

**Seguridad**

El alumbrado residencial debe cumplir una función doble desde el punto de vista de la seguridad: debe disuadir a posibles intrusos o ladrones o al menos revelar la presencia de estos a los residentes y transeúntes.

Cuando se considera la seguridad de los peatones, el alumbrado de las áreas residenciales se deberá diseñar en base a los valores recomendados para iluminación horizontal, que se muestran en la siguiente tabla:

Iluminancia	Observaciones
0.2 lux	Mínimo para seguridad de movimientos, detección de obstáculos
5 lux	Media para "seguro" reconocimiento facial
20 lux	Alumbrado atractivo

**Control del deslumbramiento**

Una regla importante para mantener el deslumbramiento en un mínimo aceptable es no colocar fuentes de luz a la altura de los ojos; deben instalarse por debajo de un metro y por arriba de tres metros aproximadamente.

Tabla 906.2

FACTORES Niveles de Iluminancia Mínima (Luxes)

Seguridad de Movimiento	1
Reconocimiento	5

CAPITULO 10 TABLAS

**A. Tablas**

Notas a las tablas

1. Las tablas 3A, 3B y 3C, se aplican solamente a sistemas completos de tubos conduit o tuberías y no se pretende aplicar a secciones de tubos conduit o tuberías que se emplean para proteger de daños mecánicos a los alambros expuestos.

2. Cuando se instalan conductores para la puesta a tierra e interconexión de equipos, estos deben incluirse para calcular el porcentaje de relleno de los tubos conduit. Para el cálculo deben emplearse las dimensiones reales de dichos conductores.

3. Cuando en un tubo conduit se instalan niples, con una longitud no mayor de 60 cm, para conectar a cajas, gabinetes, o envolventes similares, el porcentaje de relleno en el niple pueda ser de hasta el 60% de su área de sección transversal total. El Artículo 310, Nota 8(a) de las notas a las tablas de capacidad de corriente de 0 a 2 000 V no se aplican a esta condición.

4. Para conductores que no se incluyen en el Capítulo 10, tales como los cables multiconductores, deben emplearse las dimensiones reales.

5. Véase la Tabla 1 para el porcentaje de relleno de los tubos conduit o tuberías.

**Nota**

La Tabla 1 está basada en las condiciones usuales de cableado y alineación adecuada de los conductores y cuando la longitud del tendido y el número de dobleces está dentro de límites razonables.

Para ciertas condiciones debe considerarse un tamaño mayor de tubo conduit o un menor porcentaje de relleno.

Tabla 1 Porcentajes de relleno de conductores para tubos conduit o tuberías (%)

Número de conductores	1	2	más de 2
Todos los tipos	53	30	40

Nota 1. Véanse las tablas 3A, 3B y 3C para el número de conductores, todos del mismo tamaño, en tamaños comerciales de tubos conduit o tuberías de 13 mm hasta 150 mm.

Nota 3. Para conductores con área de sección transversal mayor de 380.0 mm<sup>2</sup> (750 kCM) o para combinaciones de conductores de diferentes tamaños, úsense las tablas 4, 5 y 8 de este Capítulo para las dimensiones de los conductores, de los tubos conduit y de las tuberías.

Nota 4. Cuando, para conductores del mismo tamaño se calcula el área total ocupada (considerando el área de sección transversal total de cada uno, incluyendo su aislamiento), afectando este cálculo por el factor de relleno correspondiente y resulta una fracción decimal de 0.8 o mayor que el área de un tubo conduit de tamaño comercial, debe seleccionarse el tubo conduit o tubería de tamaño comercial inmediato superior.

Nota 5. Se permite el uso de las dimensiones para conductores desnudos dadas en la tabla 8 de este Capítulo, cuando el uso de conductores desnudos está autorizado en otras secciones de esta Norma.

Nota 6. Un cable multiconductor de dos o más conductores debe considerarse como un solo cable para el cálculo del porcentaje de relleno del tubo conduit. Para cables con sección transversal elíptica debe considerarse la distancia mayor como el diámetro externo del cable y con esto calcular el porcentaje de ocupación del cable en el tubo conduit.

Tabla 3A. Número máximo de conductores en tubo conduit o tubería (Basado en la Tabla 1, Capítulo 10)

Tipo	Área de la sección transversal del conductor mm <sup>2</sup> (AWG)	Diámetro nominal del tubo mm															
		13	19	25	32	38	51	63	76	89	102	127	152				
THW THW-LS THHW XHHW	2.082 (14)	9	15	25	44	60	99	142	171	176							
	3.307 (12)	7	12	19	35	47	78	111									
	5.260 (10)	5	9	15	26	36	60	85									
	8.367 (8)	2	4	7	12	17	28	40	62	84	108						
RHH RHH	2.082 (14)	6	10	16	29	40	65	93	143	192							
	3.307 (12)	4	8	13	24	32	53	76	117	157							
	5.260 (10)	4	6	11	19	26	43	61	95	127	163						
	8.367 (8)	1	3	5	10	13	22	32	49	66	85	133					
THW THW-LS THHW RHW Y RHH (sin cubier- ta)	13.30 (6)	1	2	4	7	10	16	23	36	48	62	97	141				
	21.15 (4)	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	73	106				
	33.62 (2)	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	54	78				
	53.48 (1/0)			1	2	3	5	8	12	16	21	33	49				
(sin cubier- ta)	67.43 (2/0)			1	1	3	5	7	10	14	18	29	41				
	85.01 (3/0)			1	1	2	4	6	9	12	15	24	35				
	107.20 (4/0)			1	1	1	3	5	7	10	13	20	29				
	126.70 (250)			1	1	1	2	4	6	8	10	16	23				
152.00 (300)			1	1	1	2	3	5	7	9	14	20					
177.30 (350)				1	1	1	2	3	4	6	8	12	18				
202.70 (400)				1	1	1	2	4	5	7	11	16					
253.40 (500)				1	1	1	1	2	3	4	6	9	14				
380.00 (750)				1	1	1	1	1	2	3	4	6	9				

Nota. Esta tabla es sólo para conductores con cableado concéntrico normal.

481

d.3) Alambres enrollados al extremo de postes. Con las limitaciones indicadas en el subinciso d.1) anterior el electrodo de tierra puede ser alambre fijado al extremo de un poste previamente a su colocación. El alambre debe tener una longitud no menor de 3.70 m en contacto directo con la tierra y ser de área de sección transversal no menor de 13.30 mm<sup>2</sup> (No. 6 AWG) de cobre. Dicho alambre debe extenderse hasta la base del poste.

e) Electrodo embebido en concreto

Un alambre varilla o placa estructural metálica que cumplan con la Sección 2103-14 inciso e), embebidos en concreto que no este aislado del contacto directo con la tierra, constituyen aceptables electrodos de tierra. La profundidad del concreto, con respecto a la superficie del terreno, no debe ser menor de 30 cm recomendándose una profundidad de 75 cm.

El alambre debe ser cuando menos de un área de sección transversal de 21.15 mm<sup>2</sup> (No. 4 AWG) si es de cobre o de diámetro no menor de 12.7 mm si es de acero. La longitud mínima del mismo debe ser de 6.10 m que debe estar completamente dentro del concreto, excepto en la conexión exterior. El conductor debe estar tendido tan recto como sea posible.

Los elementos metálicos pueden estar colocados en tramos cortos, ordenados dentro del concreto y conectados entre sí (como es el caso del armado de refuerzo de una base de estructura).

Nota 1. La menor resistencia a tierra por unidad de longitud del alambre será resultado de una instalación recta del mismo.

Nota 2. No se requiere que la configuración exterior del concreto sea regular, sino que puede moldearse en una excavación irregular, como en terreno rocoso.

Nota 3. Los electrodos embebidos en concreto son, con frecuencia, mas prácticos y efectivos que las varillas, tiras o placas directamente enterradas.

D. Medios de Conexión a Electrodo

2103-26 General.

Hasta donde sea posible, las conexiones a los electrodos deben ser accesibles. Los medios para hacer estas conexiones deben proveer la adecuada sujeción mecánica, permanencia y capacidad de conducción de corriente, tal como los siguientes:

a) Una abrazadera, accesoio o soldadura permanentes y efectivos

b) Un conector de bronce con rosca, que penetre bien ajustado en el electrodo

c) Para construcciones con estructura de acero, en las que se empleen como electrodo las varillas de refuerzo embebidas en concreto (del cimiento), debe usarse una varilla de acero similar a las de refuerzo, para unir, mediante soldadura, una varilla principal de refuerzo con un tornillo de anclaje.

El tornillo debe ser conectado solidamente a la placa de asiento de la columna de acero soportada en el concreto. El sistema eléctrico puede conectarse entonces, para su puesta a tierra, a la estructura del edificio, usando soldadura o un tornillo de bronce que se sujete en algún elemento de la misma estructura.

d) Para construcciones con estructuras de concreto armado, en las que se emplee un electrodo consistente en varillas de refuerzo o alambre embebidos en concreto (del cimiento), se debe usar un conductor de cobre desnudo de calibre adecuado para satisfacer el requisito de la Sección 2103-12, pero de área de sección transversal no menor de 21.15 mm<sup>2</sup> (No. 4 AWG) que se conecte a las varillas de refuerzo o al alambren, mediante un conector adecuado para cable de acero.

El conector y la parte expuesta del conductor de cobre, se deben cubrir completamente con mastique o compuesto sellador, antes de que el concreto sea vaciado, para minimizar la posibilidad de corrosión galvanica.

El conductor de cobre debe sacarse por arriba de la superficie del concreto en el punto requerido por la conexión con el sistema eléctrico. Otra alternativa es sacar al conductor por el fondo de la excavación y llevarlo por fuera del concreto para la conexión superficial, en este caso el conductor de cobre desnudo no debe ser de área de sección transversal menor que 33.62 mm<sup>2</sup> (No. 2 AWG).

2103-27. Punto de conexión a sistemas de tuberías.

a) El punto de conexión de un conductor de puesta a tierra a un sistema de tubería metálica para agua fría, debe estar lo más cerca posible de la entrada del servicio de agua al edificio o cerca del equipo a ser conectado a tierra donde resulte más accesible. Entre este punto de conexión y el sistema subterráneo de tubería, debe haber continuidad eléctrica permanente, por lo que deben instalarse puentes de unión donde exista posibilidad de desconexión, tal como en los medidores de agua y en las uniones del servicio.

b) Los electrodos artificiales o las estructuras conectadas a tierra, deben separarse por lo menos 3.0 m de líneas de tubería usadas para la transmisión de líquidos o gases inflamables que operen a altas presiones (10.5 kg/cm<sup>2</sup> o más), a menos que esten unidos eléctricamente y protegidos catódicamente como una sola unidad.

Debe evitarse la instalación de electrodos a menos de 3.0 m de distancia de dichas líneas de tubería, pero en caso de existir, deben ser coordinados de manera que se asegure que no se presenten condiciones peligrosas de corriente alterna y no sea nulificada la protección catódica de las líneas de tubería.

2103-28. Superficies de contacto.

Cualquier recubrimiento de material no conductor, tal como esmalte, moho o costra, que esté presente sobre las superficies de contacto de electrodos en el punto de la conexión, debe ser removido completamente donde se requiera, a fin de obtener una buena conexión.

E. Resistencia a Tierra de Electrodo

2103-32. General.

El sistema de tierras debe consistir de uno o mas electrodos conectados entre sí. Este sistema debe tener una resistencia a tierra suficientemente baja para minimizar los riesgos al personal en función de la tensión de paso y de contacto (se considera bueno un valor de 10 Ω, en terrenos con alta resistividad este valor puede llegar a ser hasta de 25 Ω; si la resistividad es mayor a 3000 Ω-m se permiten 50 Ω) y para permitir la operación de los dispositivos de protección.

a) Plantas generadoras y subestaciones

Cuando estan involucradas tensiones y corrientes muy altas, se requiere de un sistema enmallado de tierra con multiples electrodos y conductores enterrados y otros medios de protección.

b) Sistemas de un solo electrodo

Los sistemas con un solo electrodo deben utilizarse cuando el valor de la resistencia a tierra no exceda de 25 ohms en las condiciones mas criticas.

Para instalaciones subterráneas el valor recomendado de resistencia a tierra es 5 ohms.

c) Sistemas con múltiples conexiones a tierra

El neutro cuya capacidad de corriente debe ser adecuada al servicio de que se trate, debe estar conectado a un electrodo artificial en cada transformador y en otros puntos de la línea, de tal manera que se tenga una conexión a tierra como mínimo, en cada 400 m de línea sin incluir las conexiones a tierra en los servicios de usuarios.

Nota. Los sistemas de múltiples conexiones a tierra que se extienden a través de distancias considerables dependen mas de la cantidad de los electrodos de tierra que de la resistencia a tierra de cualquier electrodo individual.

F. Metodo de Puesta a Tierra para Aparatos de Comunicación

2103-36. Teléfonos y otros aparatos de comunicación en circuitos expuestos al contacto con líneas de suministro eléctricos y a descargas atmosféricas.

Los protectores y, cuando se requiera, las partes metálicas no portadoras de corriente expuestas, ubicadas en las centrales telefónicas o en instalaciones exteriores, deben conectarse a tierra en la forma siguiente:

a) Electrodo

El conductor de puesta a tierra debe conectarse a un electrodo aceptable, como los descritos en la Subsección C. Otra alternativa es hacer esta conexión a la cubierta metálica del equipo del servicio eléctrico o al conductor del electrodo de tierra, cuando el conductor neutro del servicio eléctrico este conectado a un aceptable electrodo de tierra en el edificio.

b) Conexión del electrodo.

El conductor de puesta a tierra debe ser preferentemente de cobre, de área de sección transversal no menor de 2.08 mm<sup>2</sup> (No. 14 AWG) o de cualquier otro material de capacidad de conducción de corriente equivalente que no sufra corrosión bajo las condiciones de uso. La conexión de este conductor al electrodo de tierra debe hacerse por medio de un conector adecuado.

c) Unión de electrodos

Debe colocarse un puente de unión de área de sección transversal no menor de 13.30 mm<sup>2</sup> (No. 6 AWG) de cobre, u otro material de capacidad de conducción de corriente equivalente entre el electrodo de los equipos de comunicación y el electrodo del neutro del sistema eléctrico, cuando se usen electrodos separados en la misma edificación.

CAPITULO 22 LINEAS AEREAS

ARTICULO 2201.- REQUISITOS GENERALES

2201-1. Aplicación.

Este capítulo contiene los requisitos mínimos que deben cumplir las líneas aéreas de energía eléctrica y de comunicación y sus equipos asociados, con la finalidad de obtener la máxima seguridad, protección al medio ambiente y uso eficiente de la energía.

2201-2. Posición relativa de líneas.

a) La posición que ocupen los conductores de líneas eléctricas de diferente tensión, en una misma estructura, debe ser tal que los conductores de mayor tensión queden arriba de los de tensión menor.

b) Cuando conductores de líneas eléctricas y de comunicación estén instalados en una misma estructura, los primeros deben estar, en los niveles superiores.

c) De lo indicado en los dos incisos anteriores, se exceptúan los alimentadores de troles, que por conveniencia pueden estar aproximadamente al nivel de los conductores de contacto del trole.

d) En cruzamientos o líneas en conflicto, debe utilizarse la misma disposición descrita en los incisos a) y b) anteriores.

e) Se debe evitar, hasta donde sea posible, la existencia de líneas en conflicto.

2201-3. Consideraciones generales sobre la separación de conductores.

a) Medición de separaciones y espaciamentos

Para referirse a las distancias entre conductores y a sus soportes, estructuras, construcciones, nivel del suelo, etc., se usan en este capítulo los terminos separación y espaciamento. Debe entenderse que una separación es la distancia de superficie a superficie y un espaciamento la distancia de centro a centro.

Para propósito de medición de las separaciones, los herrajes y accesorios que estén energizados debido a su conexión eléctrica a los conductores de la línea, se deben considerar como parte integral de los mismos.

conductores. Las bases metálicas de las mufas, apartarrayos y de equipos similares, deben ser consideradas como parte de la estructura de soporte.

**b) Cables eléctricos aislados**

Las separaciones para los tipos de cables descritos en los siguientes subincisos, así como para sus empalmes y derivaciones, pueden ser menores que las establecidas para conductores desnudos de la misma tensión eléctrica, siempre que sean capaces de soportar pruebas conforme a las Normas aplicables.

**b.1) Cables de cualquier tensión que tengan cubierta o pantalla metálica continua efectivamente puesta a tierra, o bien cables diseñados para operar en un sistema de conexión múltiple a tierra de 22 kV o menos, que tengan una pantalla semiconductor sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero neutro desnudo efectivamente conectado a tierra.**

**b.2) Cables de cualquier tensión no incluidos en el subinciso anterior, que tengan una pantalla semiconductor continua sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero desnudo efectivamente conectado a tierra.**

**b.3) Cables aislados sin pantalla sobre el aislamiento, que operen a tensiones no mayores de 5 kV entre fases, o 2.9 kV de fase a tierra.**

**c) Conductores forrados**

Los conductores forrados deben ser considerados como desnudos para todos los requisitos de separaciones, excepto en lo que se refiere al espaciamiento entre conductores de la misma fase o de diferentes circuitos, incluyendo conductores conectados a tierra.

El espaciamiento para conductores forrados puede ser menor que el mínimo requerido para conductores desnudos, siempre y cuando sean propiedad de la misma empresa y que su cubierta proporcione suficiente resistencia dieléctrica para prevenir cortocircuitos en caso de contacto momentáneo entre conductores, o entre estos y el conductor conectado a tierra.

**d) Conductores neutros**

Los conductores neutros deben tener la misma separación y altura que los conductores de fase de sus respectivos circuitos. Se exceptúan los conductores neutros efectivamente conectados a tierra a lo largo de la línea, cuando estén asociados con circuitos hasta de 22 kV a tierra, los cuales pueden considerarse, para fines de fijar su separación y altura, como conductores de circuitos de hasta 750 V entre fases.

**e) Circuitos de corriente alterna o directa.**

Las disposiciones de este Artículo son aplicables tanto a circuitos de corriente alterna como de corriente directa.

En los circuitos de corriente directa, se deben aplicar las mismas separaciones establecidas para los circuitos de corriente alterna, que tengan la misma tensión de cresta a tierra.

**f) Circuitos de corriente constante**

Para fijar las separaciones que deben guardar los circuitos de corriente constante, se debe tomar como base la tensión nominal del circuito a plena carga.

**2201-4. Arreglo de conductores.**

**a) Identificación**

Se recomienda que todos los conductores de líneas eléctricas y de comunicación que vayan tendidos en las mismas estructuras, conserven una misma posición en todo su trayecto y de ser posible, se marquen en algunos de los soportes para complementar su identificación. Esto no prohíbe la transposición sistemática de los conductores.

**b) Conexiones y derivaciones**

Las conexiones, derivaciones y equipos de líneas aéreas, deben ser fácilmente accesibles a personas autorizadas. Los conductores que se usen para dichas derivaciones, deben soportarse y colocarse de manera que no lleguen a tocar otros conductores, por movimientos laterales o por colgarse demasiado, ni reduzcan el espacio para subir o trabajar.

**2201-5. Árboles próximos a conductores.**

En la proximidad de los conductores, los árboles deben ser podados para evitar que el movimiento de las ramas o de los propios conductores, pueda ocasionar fallas a tierra o entre fases.

También se recomienda podar los árboles para prevenir que sus ramas, al desprenderse, puedan caer sobre los conductores, especialmente en cruzamientos y claros adyacentes.

Esta poda deberá llevarse a cabo atendiendo las recomendaciones de protección al medio ambiente con objeto de combinar la necesidad de coexistencia de líneas y árboles. Se recomienda que la siembra de árboles bajo líneas existentes se realice con especies cuya altura de crecimiento se pueda mantener sin afectación a su aspecto y sin riesgo para el propio árbol y la línea existente.

**2201-6. Aisladores.**

**a) Material y construcción**

Los aisladores que se usen en líneas eléctricas deben cumplir los requisitos que establecen las Normas expedidas por la Secretaría.

**b) Pruebas**

Cada aislador diseñado para operar en líneas con tensiones mayores de 2.3 kV, debe someterse en fábrica a las pruebas que sean necesarias, de acuerdo con la Norma correspondiente.

**c) Nivel de aislamiento**

Los valores de la tensión de flameo en seco de un aislador o cadena de aisladores, cuando se prueben de conformidad con las normas antes citadas, no deben ser inferiores a los indicados en la Tabla 2201-6 c). Estos valores deben corregirse adecuadamente cuando las condiciones de prueba no correspondan a las condiciones normales establecidas.

Tabla 2201-6 c)  
Tensiones mínimas de flameo en seco de aisladores

Tensión nominal (entre fases) kV	Tensión mínima de prueba kV	Tensión nominal (entre fases) kV	Tensión mínima de prueba kV
0.75	5	85.0	220
2.4	20	115.0	315
7.5	40	138.0	390
13.2	55	150.0	420
23.0	75	161.0	445
34.5	100	230.0	640
46.0	125	400	1120
69.0	175		

Condiciones especificadas de prueba:

Temperatura ambiente: 25°C

Presión atmosférica: 101.3 kPa (760 mm de Hg)

Presión de vapor: 15.5 mm de Hg

**d) Consideraciones generales sobre la selección de aisladores**

**d.1) En zonas donde las descargas atmosféricas son severas o existen condiciones de contaminación desfavorables (salinidad, corrosión, gases y lluvia ácida, humo, polvo, neblina, etc.), o bien se tienen sequías prolongadas que ocasionen acumulación de contaminantes, seguidas por lluvias escasas, deben usarse aisladores con tensiones de flameo en seco mayores a las indicadas en la Tabla 2201-6 c), o con características especiales adecuadas para el ambiente en que van a operar.**

**d.2) La resistencia mecánica de los aisladores debe ser suficiente para soportar los esfuerzos mecánicos a los que estén sometidos, sin exceder los siguientes porcentajes de su resistencia mecánica a la ruptura:**

Cantiliver	40%
Compresión	50%
Tensión	50%

Nota: Para los aisladores tipo suspensión, su resistencia electromecánica combinada debe ser considerada como la resistencia mecánica a la ruptura.

**d.3) En circuitos de corriente constante, los aisladores deben seleccionarse en base a la tensión nominal a plena carga del circuito.**

**2201-7. Equipo eléctrico conectado a las líneas.**

**a) Accesibilidad**

Todo el equipo eléctrico conectado a las líneas, como transformadores, reguladores, interruptores, cortacircuitos fusibles, desconectores, apartarrayos, capacitores, etc., así como sus equipos de control, deben estar disueltos en tal forma que sean fácilmente accesibles a personas autorizadas, para lo cual se deben proveer los espacios adecuados para operarlos y darles mantenimiento.

**b) Indicación de posición de operación**

Los interruptores, cortacircuitos y desconectores deben indicar claramente su posición de "abierto" o "cerrado", ya sea que se encuentre dentro de gabinetes o estén descubiertos.

**c) Fijación de posición**

Los interruptores o desconectores conectados a las líneas en lugares accesibles a personas no autorizadas, deben estar provistos de mecanismos de seguridad que permitan asegurar su posición de "abierto" o "cerrado" para evitar operaciones indeseadas.

En lo posible, estos equipos deben tener uniformidad en la disposición de sus manijas u otros medios de operación, de tal manera que siempre exista una misma posición física para la condición de abierto y otra diferente para la de cerrado. De no ser posible esta uniformidad en su diseño, los equipos deben marcarse convenientemente para evitar errores de operación.

Los dispositivos de desconexión de líneas aéreas de distribución y transmisión controlados remotamente o en forma automática, deberán estar provistos de medios locales que hagan inoperable el control remoto o automático.

**d) Transformadores y equipos montados en postes**

La parte más baja de los transformadores en postes, debe estar a una altura no menor de 4.45 m en lugares transitados solamente por peatones, y no menor de 4.60 m en lugares transitados por vehículos.

**e) Equipo de alumbrado público**

**e.1) Separación horizontal.** Los luminarios con lámparas de descarga eléctrica o incandescentes, deben tener una separación horizontal no menor de 1.40 m a ventanas, pórticos y otros lugares accesibles al público en general.

**e.2) Alturas sobre el suelo.** Los luminarios deben montarse a una altura sobre el suelo no menor que las siguientes:

- En lugares solo transitados por peatones . . . . . 4 45 m
- En lugares transitados por vehículos . . . . . 4 60 m

**2201-8. Conexión a tierra de circuitos, estructuras y equipo.****a) Métodos**

Las conexiones a tierra especificadas en estas normas, deben efectuarse de conformidad con los métodos indicados en el Artículo 2103

**b) Partes no portadoras de corriente**

Las estructuras metálicas, incluyendo postes de alumbrado; las canalizaciones metálicas, los marcos, tanques y soportes del equipo de líneas, las cubiertas metálicas de los cables aislados, las manijas y balancas metálicas para operación de equipo, así como los cables mensajeros deben estar efectivamente conectados a tierra de tal manera que durante su operación no ofrezcan peligro a personas o animales

Puede omitirse esta conexión a tierra en casos especiales, cuando así lo requiera la operación del equipo siempre que existan protecciones que impidan el contacto de personas o animales con dichas partes metálicas o bien cuando estas queden fuera de su alcance, a una altura mayor de 2.5 m

**c) Retenidas**

Las retenidas también deben cumplir con lo indicado en el inciso anterior, cuando sujeten estructuras que soporten circuitos de más de 300 V o estén expuestas a contacto con dichos circuitos

Esta disposición no es aplicable en los siguientes casos

1. Cuando las retenidas tengan uno o más aisladores, siempre que estos cumplan con lo indicado en la Sección 2210-2

2. Cuando la estructura soporte exclusivamente cables aislados de los tipos descritos en la Sección 2201-3 subincisos b 1), b 2) y b 3)

3. Cuando la retenida sujete una estructura que soporte circuitos de más de 34.5 kV entre fases y se localice en una zona despoblada

Si el material de las retenidas y anclas es metálico, puede considerarse como elemento de puesta a tierra

**2201-9. Capacidad de corriente de conductores desnudos.**

Al seleccionar los conductores desnudos con base a su capacidad de corriente, se recomienda no sobrepasar los valores que han sido determinados en base a las propiedades físicas del material, bajo ciertas condiciones de temperatura ambiente y de elevación de temperatura en el propio conductor

La tabla 2201.9 muestra valores máximos de capacidad de conducción de corriente, para los calibres de conductores de cobre y de aluminio desnudos más usuales en líneas aéreas. Estas capacidades corresponden a 75°C de temperatura total en el conductor, operando a un régimen de carga constante

**Tabla 2201.9**

Capacidad máxima de conducción de corriente (amperes) en conductores desnudos de cobre, aluminio y ACSR

Calibre AWG o kCM	Cobre *	ACSR	AL
8	90		
6	130	100	98
4	180	140	130
2	240	180	180
1/0	310	230	235
2/0	360	270	275
3/0	420	300	325
4/0	490	340	375
256.8	--	460	445
336.4	--	530	520
477.0	--	670	650
636.0	--	780	760
795.0	--	910	880
954.0	--	1010	970
1113.0	--	1110	1100
1351.0	--	1250	1230
1510.5	--	1340	1375
1590.0	--	1380	1600

**Bases**

Temperatura total máxima en el conductor 75°C

Temperatura ambiente 25°C

Velocidad del viento 0.6 m/s

Factor de emisividad 0.5

Frecuencia 60 Hz

\* Conductor de cobre duro con 97.3% de conductividad (IACS)

**ARTICULO 2202.- SEPARACION DE CONDUCTORES EN UNA MISMA ESTRUCTURA. ESPACIOS PARA SUBIR Y TRABAJAR****2202-1. Aplicación.**

Los requisitos de este Artículo establecen las separaciones mínimas entre conductores de líneas aéreas, eléctricas y de comunicación, así como las que estos deben guardar a sus soportes, cables mensajeros, retenidas, cables de guarda, etc., cuando están instalados en una misma estructura

Para fines de aplicación en los cables aislados de uno o varios conductores y los conductores forrados, descritos en la Sección 2201-3, incisos b) y c), así como los conductores en grupo soportados por aisladores o mensajeros se consideran como un solo conductor, aun cuando estén formados por conductores individuales de diferente fase o polaridad

A menos que se indique de otra forma, la tensión entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos debe tomarse como el mayor valor que resulte de los siguientes

1. La diferencia vectorial entre los conductores involucrados
2. La tensión de fase a tierra del circuito de más alta tensión

Las separaciones obtenidas con las fórmulas consideradas en este Artículo son aplicables especialmente a líneas aéreas con tensiones usuales para distribución. En líneas de subtransmisión y transmisión, la separación entre conductores queda definida además de los factores aquí considerados por la geometría de las estructuras, la coordinación, de aislamiento, el efecto corona, la longitud de los claros y la experiencia obtenida con diseños anteriores que hayan operado satisfactoriamente

NOTA. En el texto de estos requisitos se debe entender como soporte de los conductores, el conjunto de elementos que sostienen directamente a los conductores, como son las crucetas, bastidores u otros medios similares, junto con sus aisladores

**2202-2. Separación horizontal entre conductores de línea.**

La separación horizontal entre conductores de línea debe ser como sigue

**a) En soportes fijos**

Los conductores en soportes fijos (con aisladores rígidos), deben tener una separación horizontal en sus soportes, no menor que el mayor de los valores obtenidos según los subincisos a 1) y a 2) siguientes. Estas separaciones no se aplican si los conductores son cables aislados de los tipos descritos en la Sección 2201-3 inciso b), o bien si son conductores forrados de un mismo circuito, que cumplen con lo indicado en la Sección 2201-3 inciso c)

a.1) Separación horizontal mínima. La separación horizontal entre conductores ya sean del mismo o de diferente circuito no debe ser menor que la especificada en la Tabla 2202.2 a 1)

a.2) Separación de acuerdo con la flecha. La separación horizontal entre soportes de conductores, ya sean del mismo o de diferente circuito, no debe ser menor que el valor dado por las fórmulas siguientes. En caso de que el valor obtenido de la Tabla 2202.2 a 1) sea mayor, debe usarse ese valor, excepto para conductores del mismo circuito con tensión mayor de 50 kV

Formula 1 Para conductores de área transversal menor de 33.6 mm<sup>2</sup> (2AWG)

$$S = 7.62(kV) + 7.62(8.51 - 5080(mm))$$

Fórmula 2 Para conductores de área transversal mayor o igual a 33.6 mm<sup>2</sup> (2AWG)

$$S = 7.62(kV) + 8\sqrt{2.12f(mm)}$$

En donde

S, es la separación en mm.

kV, es la tensión entre los 2 conductores para los que se calcula la separación, excepto el caso de alimentadores de transporte eléctrico, en que la tensión es de fase a tierra.

f, es la flecha aparente y final sin carga en mm, del conductor de mayor flecha en el claro, a una temperatura de 16°C y con una tensión mecánica del 25 por ciento de la de ruptura

La Tabla 2202.2 a 2) muestra las separaciones que se obtienen al aplicar las fórmulas 1 y 2 anteriores, en algunos valores de flecha y tensión eléctrica de conductores

La separación entre conductores de circuitos con tensión mayor de 50 kV, se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar

Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.

187



Tabla 2202.2 a.1)

Separación horizontal mínima entre conductores, del mismo o de diferente circuito, en sus soportes fijos

(1)

Clase de circuito	Separación mínima en centímetros
Linea de comunicación abierta (excepto en transposiciones)	15 (mínimo preferible)
	7.5 (permitido en casos donde espaciamientos entre aisladores tipo afiliter menores de 15.2 cm, se hayan utilizado normalmente)
Alimentadores para transporte eléctrico (2)	15
De 0 a 750 V, calibre 4/0 AWG o mayor	30
De 0 a 750 V, calibre menor que 4/0 AWG	30
De 750 V a 8.7 kV	30
Conductores eléctricos del mismo circuito	30
De 0 a 8.7 kV	30 más 1.0 cm por cada kV en exceso de 8.7
De 8.7 a 50 kV	(3)
Más de 50 kV	
Conductores eléctricos de diferentes circuitos:	30
De 0 a 8.7 kV	30 más 1.0 cm por cada kV en exceso de 8.7
De 8.7 a 50 kV	72.5 más 1.0 cm por cada kV en exceso de 50 (4)
De 50 a 814 kV	

Notas de la tabla 2202.2 a.1)

(1) Todas las tensiones son entre los conductores involucrados, excepto para alimentadores de transporte eléctrico, las cuales son a tierra

La tensión entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos, debe tomarse como la diferencia vectorial de las tensiones de ambos circuitos. Para determinar la separación entre conductores de la misma fase pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión debe ser considerado como puesto a tierra.

(2) Para conductores que tengan flecha aparente y tensiones no mayores de 1.0 m y 8.7 kV respectivamente, en los que separaciones de 25.4 a 30.4 cm se hayan utilizado normalmente, pueden continuarse aplicando dichas separaciones, siempre que se cumpla con la Sección 2202-2, subinciso a.2)

(3) La separación para conductores del mismo circuito, con tensión mayor de 50 kV, debe determinarse de conformidad con lo establecido en la Sección 2202-2, subinciso a.2).

(4) Para conductores de diferentes circuitos con tensión mayor de 50 kV, la separación adicional se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar. Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación

b) En aisladores de suspensión

Cuando se usen aisladores de suspensión con movimiento libre, la separación entre los conductores debe aumentarse lo necesario para que, al inclinarse una cadena de aisladores hasta formar un ángulo de 30 grados con la vertical, la separación no sea menor que la señalada en el inciso a) anterior

Tabla 2202.2 a.2)

Separación horizontal mínima "S" de conductores en sus soportes fijos, del mismo o de diferente circuito, de acuerdo con su flecha

Tensión nominal (entre fases) Volts	S en cm (Formúla 1)					S en cm (Formúla 2)				
	Para flecha en m de:									
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
6600	46	66.33	81.45	94.14	105.0	41.86	50.1	57.12	63.27	68.82
13800	51	71	86	98	109	47	55	62	69	74
23000	58	78	93	105	116	54	62	69	76	81
34500	66	87	102	114	125	63	71	78	84	90

2202-3. Separación vertical entre conductores de línea

La separación vertical entre conductores de línea localizados en diferentes niveles de una misma estructura, debe ser cuando menos la indicada en los incisos siguientes

a) Separación básica de conductores, del mismo o de diferentes circuitos

Las separaciones indicadas en la Tabla 2202.3 a) deben aplicarse a conductores con tensiones hasta de 50 kV (No se especifican separaciones verticales entre conductores del mismo circuito, para tensiones mayores de 50 kV)

Excepción No. 1 Los conductores soportados por bastidores verticales, o por mensulas separadas colocadas verticalmente, que cumplan los requisitos de la Sección 2202-7, deben tener los espaciamientos que ahí se indican

Excepción No. 2 Este requisito no se aplica a conductores forrados del mismo circuito, de conformidad con lo indicado en la Sección 2201-3 inciso c)

b) Separaciones adicionales

Las separaciones que se indican en la tabla 2202.3 a) deben incrementarse de acuerdo con las condiciones citadas a continuación. Los incrementos serán acumulables cuando sea aplicable más de una de estas condiciones

b.1) Tensiones entre conductores mayores de 50 kV

1. Para tensiones entre 50 y 814 kV, la separación entre conductores de diferentes circuitos debe ser incrementada 1.0 cm por cada kV en exceso de 50

2. El incremento en separación para tensiones mayores de 50 kV, especificado en el punto anterior, debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar

3. Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse en base a la tensión máxima de operación

4. No se especifica incremento para separación entre conductores del mismo circuito

b.2) Conductores con diferentes flechas en la misma estructura.

Los conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura y tendidos con distintas flechas, deben tener una separación vertical en sus soportes, en tal forma que la separación mínima entre ellos, en cualquier punto del claro, no sea menor que la establecida en los puntos siguientes, considerando que el conductor superior y el inferior tienen su flecha final sin carga, a temperaturas de 50°C el primero y de 16°C el segundo

1. Para tensiones menores de 50 kV entre conductores, se puede aplicar el 75% de la separación entre soportes indicada en la Tabla 2202.3 a)

2. Para tensiones mayores de 50 kV entre conductores, el valor especificado en el punto 1 anterior, debe incrementarse de acuerdo con lo indicado en el subinciso b.1) de esta Sección

Cuando sea necesario, las flechas deben ser reajustadas para cumplir con lo anterior, previendo que no se exceda lo establecido en la Sección 2209-3 para la tensión mecánica de los conductores.

Tabla 2202.3a)

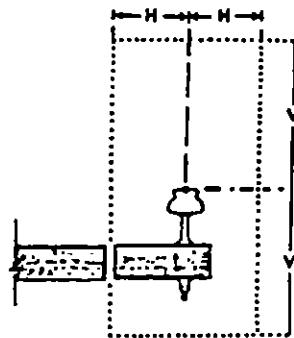
Separación vertical mínima entre conductores, en sus soportes (metros).

Conductores en niveles inferiores	Lineas aéreas abiertas con tensión entre conductores de			
	Hasta 750 V (1)	Más de 750 a 8,700 V	Más de 8,700 a 15,000 V	Más de 15,000 a 50,000 V
De comunicación	1.00	1.00	1.50	1.50
En general	0.40	0.40	1.00	1.00
	0.40	0.40	1.00	1.00
Eléctricos con tensión entre conductores en volts de	0.40	0.40	1.00	1.00
	0.40	0.40	1.00	1.00
Mas de 750 hasta 8,700	---	---	1.00	1.00
	---	---	1.00	1.00
Mas de 8,700 hasta 15,000	---	---	0.40	1.00
	---	---	0.40	1.00
Mas de 15,000 hasta 50,000	---	---	---	1.00
	---	---	---	1.00

(1) Los valores de esta columna (o renglón) se aplican también a cables aislados de los tipos descritos en la Sección 2201-3, inciso b), así como a conductores neutros conectados efectivamente a tierra, en circuitos hasta de 22kV a tierra.

2202-4. Separación diagonal entre conductores de línea localizados en diferentes niveles de la misma estructura.

Ningún otro conductor debe estar dentro del área marcada con línea punteada en la Figura 2202.4, en la cual V y H deben determinarse con base en las separaciones mínimas vertical y horizontal establecidas en esta Sección



V=Separación mínima vertical H=Separación mínima horizontal

Fig. 2202.4

2202-5. Separación en cualquier dirección de conductores de línea a soportes, a otros conductores verticales o derivados, a mensajeros y a retenidas sujetos a la misma estructura.

- a) En soportes fijos. La separación no debe ser menor que la indicada en la Tabla 2202.5a).
- b) En aisladores de suspensión.

Cuando se usen aisladores de suspensión que puedan oscilar libremente, la separación mínima debe ser incrementada lo necesario para que, cuando la cadena de aisladores forme un ángulo de 30 grados con la vertical, la separación no sea menor que la indicada en el inciso a) anterior.

2202-6. Separación entre circuitos de diferente tensión montados en la misma cruceta.

Los circuitos eléctricos con tensiones hasta de 50 kV entre conductores, pueden montarse en la misma cruceta, con circuitos de tensión inmediata superior o inferior, siempre que se cumpla con una o más de las siguientes condiciones:

- a) Que los circuitos ocupen lados opuestos de la estructura.
- b) En los tipos de construcción con crucetas voladas o soportadas en sus dos extremos, que los circuitos estén separados por una distancia no menor que el espacio para subir estipulado en la Sección 2202-9, para el circuito de tensión mayor.
- c) Que los conductores de tensión menor ocupen las posiciones más próximas a la estructura, y los de tensión mayor las posiciones más distantes.
- d) Que uno de los dos circuitos considerados sea de comunicación para la operación de líneas eléctricas y el otro un circuito eléctrico de menos de 8.7 kV, siempre que los dos se instalen de acuerdo con los anteriores incisos a) o b) y pertenezcan a la misma empresa.

2202-7. Espaciamiento entre conductores soportados en bastidores verticales.

Los conductores pueden instalarse a una menor separación vertical que la indicada en la Sección 2202-3, cuando estén montados en bastidores verticales o en mensulas separadas colocadas verticalmente, siempre que no sean de madera, que estén firmemente sujetos a un lado de la estructura y se cumpla con las siguientes condiciones:

- a) La tensión entre conductores no debe ser mayor de 750 V, excepto cuando se trate de cables aislados de los tipos descritos en la Sección 2201-3 subincisos b) 1) y b) 2), los cuales pueden ser de cualquier tensión.
- b) Todos los conductores deben ser del mismo material.
- c) El espaciamiento vertical entre conductores no debe ser menor que el siguiente:

Longitud del claro en metros	Espaciamiento vertical mínimo entre conductores, en cm
Hasta 45	10
Más de 45 a 60	15
Más de 60 a 75	20
Más de 75 a 90	30

Excepción Si los conductores tienen separadores intermedios adecuados, el espaciamiento vertical puede ser como mínimo de 10 cm en cualquier caso.

2202-8. Separación de conductores fijados a edificios o puentes.

La separación de conductores fijados a edificios o puentes debe ajustarse a lo establecido en la presente Sección.

Los conductores eléctricos que estén sujetos en forma permanente a edificios, no deben ser de una tensión mayor de 300 V a tierra, a menos que estén debidamente protegidos, aislados o sean inaccesibles.

La separación de los conductores a la superficie del edificio, no debe ser menor que la indicada en la Tabla 2202.5a), para separaciones de conductores a sus soportes.

2202-9. Espacio para subir.

Los siguientes requisitos se aplican únicamente a las partes de las estructuras utilizadas por los trabajadores para subir:

- a) Localización y dimensiones

a.1) Debe dejarse un espacio para subir con las dimensiones horizontales especificadas en el inciso e) de esta Sección enfrente de cualquier conductor, cruceta y otras partes similares.

Tabla 2202.5a) Separación mínima en cualquier dirección, de conductores de línea a soportes o la estructura, a otros conductores verticales o derivados, a mensajeros y retenidas sujetos a la misma estructura (cm)

Línea libre	De construcción		Línea eléctrica	
	En estructuras que soportan	Sólo líneas de comunicación	Tensión entre fases	0 a 8.7 kV
Separación de los conductores de líneas a: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conductores verticales o derivados:</li> <li>- Del mismo circuito</li> <li>- De diferente circuito</li> <li>- A soportes y mensajeros sujetos a la misma estructura:</li> <li>- Cuando estén paralelos a la línea</li> <li>- Retenidas de ancla</li> <li>- Otros</li> </ul>	7.5	7.5	7.5 más 0.65 cm por cada kV en exceso de 8.7	7.5 más 0.65 cm por cada kV en exceso de 8.7
	7.5	7.5	30 más 1 cm por cada kV en exceso de 8.7	15 más 1 cm por cada kV en exceso de 8.7
Superficie de crucetas	7.5 (2)	7.5 (2)	7.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7) (8)	7.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7) (8)
	7.5 (2)	7.5 (2)	7.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7) (8)	7.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7) (8)
Superficie de estructuras:	- Que soporten líneas de comunicaciones y eléctricas	12.5 (3)	12.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7)	12.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7)
		7.5 (6)(7)	7.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7)	7.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7)
- Otros	- Otros	7.5 (2)	7.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7)	7.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7)
		7.5 (2)	7.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7)	7.5 más 0.51 cm por cada kV en exceso de 8.7 (6) (7)

681

Notas de la Tabla 2202 5a)

(1) En estructuras que soporten líneas de comunicación y eléctricas, en las que sus retenidas pasen a 30 cm o menos de conductores eléctricos y de comunicación a la vez, dichas retenidas deben ser protegidas con una cubierta aislante adecuada en el tramo cercano al conductor eléctrico. Esto no es necesario si la retenida está efectivamente puesta a tierra, o tiene un aislador tipo retenida, localizado a un nivel inferior del conductor eléctrico más bajo y arriba del conductor de comunicación más alto.

(2) Los conductores de comunicación pueden tener una menor separación, cuando se sujeten con soportes colocados en la base o lados de las crucetas, o en la superficie de postes.

(3) Esta separación solamente se aplica a conductores eléctricos soportados abajo de conductores de comunicación, en la misma estructura. Cuando los conductores eléctricos estén arriba de los de comunicación, esta distancia puede reducirse a 7.5 cm, excepto para conductores eléctricos de 0 a 750 V, cuya separación puede ser reducida a 2.5 cm.

(4) Para conductores de circuitos con tensión mayor de 50 kV, la separación adicional se debe incrementar 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar. Todas las separaciones para tensiones superiores a 50 kV, deben determinarse con base en la tensión máxima de operación.

(5) Para circuitos de 750 V o menos, esta separación puede reducirse a 7.5 cm.

(6) Un conductor neutro que este efectivamente conectado a tierra a lo largo de la línea y asociado con circuitos de hasta 22 kV a tierra, puede sujetarse directamente a la estructura.

(7) Para líneas eléctricas abiertas de 750 V o menos y cables eléctricos de cualquier tensión, de los tipos descritos en la Sección 2201-3 inciso b), esta separación puede reducirse a 2.5 cm.

(8) En circuitos con conductor neutro efectivamente conectado a tierra, que cumpla con lo indicado en la Sección 2201-3, inciso d), puede utilizarse la tensión de fase a neutro para determinar la separación entre los conductores de fase y la superficie de las crucetas.

a.2) El espacio para subir se requiere solamente en un lado o esquina del soporte.

a.3) El espacio para subir debe extenderse verticalmente arriba y abajo de cada nivel de conductores, como se indica en los incisos e) y f) de esta Sección, pero puede cambiarse de un lado o esquina del soporte a cualquier otro.

b) Partes de la estructura en el espacio para subir.

Cuando las partes de la estructura estén en un lado o esquina del espacio para subir, no se considera que obstruyen dicho espacio.

c) Localización de las crucetas respecto al espacio para subir.

Se recomienda que las crucetas se localicen en el mismo lado del poste. Esta recomendación no es aplicable cuando se utilicen crucetas dobles o cuando las crucetas no sean paralelas.

d) Localización de equipo eléctrico respecto al espacio para subir.

Aparatos eléctricos como transformadores, reguladores, capacitores, mufas, apartarrayos e interruptores deben ser instalados fuera del espacio para subir, cuando se localicen abajo de los conductores.

e) Espacio para subir entre conductores.

El espacio para subir entre conductores debe tener las dimensiones horizontales indicadas en la Tabla 2202.9 e). Estas dimensiones tienen el propósito de dejar un espacio para subir de 60 cm libre de obstáculos, siempre que los conductores que limitan dicho espacio estén protegidos con una cubierta aislante adecuada a la tensión existente. El espacio para subir debe dejarse longitudinal y transversalmente a la línea, y extenderse verticalmente no menos de 1.0 m arriba y abajo de los conductores que limiten el espacio mencionado.

Cuando existan conductores de comunicación arriba de conductores eléctricos de más de 8.7 kV a tierra o 15 kV entre fases, el espacio para subir debe extenderse verticalmente cuando menos 1.5 m arriba del conductor eléctrico más alto.

Excepción No. 1. Este requisito no se aplica en caso de que se tenga establecida la práctica de que los trabajadores no suban más allá de los conductores y equipo, a menos que estén desenergizados.

Excepción No. 2. Este requisito no se aplica si el espacio para subir puede ser obtenido con el desplazamiento temporal de los conductores, utilizando equipo para trabajar con línea energizada.

f) Espacio para subir frente a tramos longitudinales de línea no soportados por crucetas.

El ancho total del espacio para subir debe dejarse frente a los tramos longitudinales y extenderse verticalmente 1.0 m arriba y abajo del tramo (o 1.5 m conforme a lo indicado en el inciso e) de esta Sección). El ancho del espacio para subir debe medirse a partir del tramo longitudinal de que se trate.

Debe considerarse que los tramos longitudinales sobre bastidores, o los cables soportados en mensajeros, no obstruyan el espacio para subir, siempre que, como práctica invariable, todos sus conductores sean protegidos con cubiertas aislantes adecuadas o en alguna otra forma, antes de que los trabajadores asciendan.

Excepción. Si se instala un tramo longitudinal en el lado o esquina de la estructura donde se encuentra el espacio para subir, el ancho de este espacio debe medirse horizontalmente del centro de la estructura hacia los conductores eléctricos más próximos sobre la cruceta, siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

1. Que el tramo longitudinal corresponda a una línea eléctrica abierta con conductores de 750 volts o menos, o bien con cables aislados de los tipos descritos en la Sección 2201-3, inciso b), de cualquier tensión, los cuales estén sujetos cerca de la estructura por ménsulas, bastidores, espigas, abrazaderas u otros aditamentos similares.

2. Que los conductores eléctricos más próximos soportados en la cruceta, sean paralelos al tramo de línea eléctrica, se localicen del mismo lado de la estructura que dicho tramo y estén a una distancia no mayor de 1.2 m arriba o abajo del tramo de línea.

g) Espacio para subir frente a conductores verticales.

Los tramos verticales protegidos con tubo conduit u otras cubiertas protectoras similares, que estén sujetos firmemente a la estructura sin separadores, no se considera que obstruyen el espacio para subir.

Tabla 2202.9 e) Separación horizontal mínima entre conductores que limitan el espacio para subir (1)

Tipo de los conductores que limitan el espacio para subir	Tensión de los conductores (1)	Separación horizontal en cm (4)			
		En estructuras que soporten solo		En estructuras que soporten	
		Conductores de comunicación	Conductores eléctricos	Conductores eléctricos arriba de conductores de comunicación	Conductores de comunicación de conductores eléctricos (2)
Conductores de comunicación	Hasta 150 V	Ningun requisito	-	(3)	Ningun requisito
Cables eléctricos aislados de los tipos indicados en la Sección 2201-3 subinciso b 1)	Más de 150 V	Se recomienda 60	-	(3)	Se recomienda 60
Cables eléctricos aislados de los tipos indicados en la Sección 2201-3 subinciso b 2 y b 3)	Todas tensiones	-	60	(3)	75
Conductores eléctricos de línea abierta y conductores del tipo indicado en el la Sección 2201-3, inciso c)	Hasta 750 V	-	60	-	-
	750 V a 15 kV	-	75	-	-
	15 kV a 28 kV	-	90	-	-
	28 kV a 38 kV	-	100	-	-
	38 kV a 50 kV	-	117	-	-
	50 kV a 73 kV	-	140	-	-
	Más de 73 kV	-	Más de 140	-	-

(1) Todas las tensiones son entre los dos conductores que limitan el espacio para subir, excepto para conductores de comunicación, en los que la tensión es a tierra. Cuando los conductores son de diferente circuito, la tensión entre ellos debe ser la suma aritmética de las tensiones de cada conductor a tierra, para un circuito conectado a tierra, o de fase a fase si se trata de un circuito no conectado a tierra.

(2) Esta posición relativa de líneas no es recomendable y debe evitarse.

(3) El espacio para subir debe ser el mismo que el requerido para los conductores eléctricos colocados inmediatamente arriba, con un máximo de 75 cm.

(4) Para la utilización de estas separaciones, los trabajadores deben tener presentes las normas de operación y seguridad correspondiente a las líneas de que se trate.

2202-10. Espacio para trabajar.

a) Localización

Deben dejarse espacios para trabajar localizados a ambos lados del espacio para subir.

b) Dimensiones

b.1) A lo largo de la cruceta. El espacio para trabajar debe extenderse desde el espacio para subir hasta el más alejado de los conductores en la cruceta.

b.2) Perpendicular a la cruceta. El espacio para trabajar debe tener la misma dimensión que el espacio para subir (ver Sección 2202-9, inciso e). Esta dimensión debe medirse horizontalmente desde la cara de la cruceta.

b.3) Verticalmente. El espacio para trabajar debe tener una altura no menor que la señalada en la Sección 2202-3, para la separación vertical de conductores soportados a diferentes niveles en la misma estructura.

c) Localización de conductores verticales y derivados respecto del espacio para trabajar.

Los espacios para trabajar no deben obstruirse por conductores verticales o derivados. Tales conductores deben ser colocados de preferencia en el lado de la estructura opuesto al lado destinado para subir, de no ser esto posible, pueden colocarse en el mismo lado para subir, siempre que queden separados de la cruceta por una distancia no menor que el ancho del espacio para subir requiendo para los conductores de mayor tensión.

191

Los conductores verticales dentro de tubo conduit adecuado, pueden quedar colocados sobre el lado para subir de la estructura.

d) Localización de crucetas transversales respecto de los espacios para trabajar ( figura 2202.10 d). Las crucetas transversales pueden usarse bajo las condiciones indicadas en los subincisos d 1) y d.2) y siempre que se mantenga el espacio para subir, definido en la Sección 2202-9

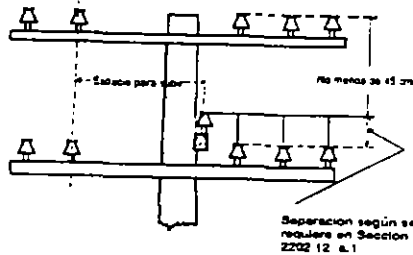


Figura 2202.10d Localización de crucetas y espacios para trabajar

d.1) Altura normal del espacio para trabajar. Debe dejarse el espacio lateral para trabajar de la altura indicada en la Tabla 2202.3 a), entre los conductores derivados sujetos a la cruceta transversal y los conductores de línea. Esto puede realizarse incrementando el espacio entre las crucetas de línea.

d.2) Altura reducida del espacio para trabajar. Cuando ninguno de los circuitos involucrados excede de 8.7 kV a tierra o de 15 kV entre fases y se mantienen las separaciones de la Sección 2202-2; subincisos a 1) y a 2), los conductores soportados en la cruceta transversal pueden colocarse entre las líneas adyacentes que tienen un espaciado vertical normal, aun cuando dicha cruceta obstruya el espacio normal para trabajar, siempre que se mantenga un espacio para trabajar no menor de 45 cm de altura entre los conductores de línea y los conductores derivados. Esta altura debe quedar arriba o abajo de los conductores de línea, según sea el caso.

El anterior espacio para trabajar puede ser aún reducido a 30 cm, siempre que se cumplan las dos siguientes condiciones:

1. Que no existan más de dos grupos de crucetas de línea y de crucetas transversales
2. Que la seguridad en las condiciones de trabajo sea restituida mediante la utilización de equipo de protección de hule y otros dispositivos adecuados para aislar y cubrir los conductores de línea y el equipo en donde no se está trabajando.

2202-11. Separación vertical entre conductores suministradores y equipo de comunicación, entre conductores de comunicación y equipo suministrador y entre equipo suministrador y de comunicaciones.

a) Para el propósito de definición de esta separación, debe entenderse como "equipo" las partes metálicas no portadoras de corriente del mismo, incluyendo soportes metálicos para cables aislados o conductores, así como brazos metálicos de soporte que estén sujetos a soportes metálicos o bien que estén a menos de 2.5 cm de tanques y bastidores de transformadores y mensajeros no conectados efectivamente a tierra.

b) Las separaciones verticales entre conductores suministradores y equipo de comunicación, entre conductores de comunicación y equipo suministrador, así como entre equipo suministrador y de comunicación, deben ser las indicadas en la Tabla 2202.11

Tabla 2202.11

Separación vertical entre conductores suministradores y equipo de comunicaciones, entre conductores de comunicación y equipo suministrador, y entre equipo suministrador y de comunicaciones

Tensión de Suministro kV (1)	Separación vertical m
Conductores aterrizados mensajeros y soportes. 0 a 8.7 arriba de 8.7	0.75 1.00 1.0 + 0.01 por kV en exceso de 8.7 kV

(1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsiguientes. Las tensiones son entre fases para circuitos no efectivamente conectados a tierra.

2202-12. Separación de conductores verticales y derivados a otros conductores y superficies en la misma estructura.

Los conductores verticales y derivados deben tener las separaciones que se indican en esta Sección, a otros conductores o superficies en la misma estructura.

Excepciones

1. Se permite colocar circuitos suministradores de la misma o próxima clasificación de tensión en un mismo ducto vertical, si cada circuito está encerrado en una cubierta metálica.

2. Se permite colocar cables de comunicación de dos conductores en argollas fijadas directamente a estructuras o a mensajeros.

3. Se permite colocar directamente en la estructura conductores de conexión a tierra, conductores neutros que cumplan con lo indicado en la Sección 2201-3 inciso d), cables aislados descritos en el subinciso b) 1) de la misma Sección o conductores protegidos por tubo conduit.

4. Los circuitos suministradores aislados de 600 V o menos que no excedan 5000 W pueden ser colocados en el mismo circuito del cable de control con el cual están asociados.

a) Conductores eléctricos verticales y derivados

a.1) Separaciones en general. Las separaciones no deben ser menores que las especificadas en la Tabla 2202.12a) o en la Sección 2202-5.

Tabla 2202.12 a)

Separación de conductores eléctricos verticales y derivados con respecto a superficies mensajeros y retenidas en la misma estructura (1)

Separación de conductores verticales y derivados a	0 a 8.7 kV cm	8.7 a 50 kV cm	Más de 50 kV(5) cm
Superficies de soportes	7.5 (2) (3)	7.5 más 0.5 cm por cada kV en exceso de 8.7	27.5 más 0.5 cm por cada kV en exceso de 50
Mensajeros y retenidas	15	15 más 1.0 cm por cada kV en exceso de 8.7 (4)	58.5 más 1.0 cm por cada kV en exceso de 50 (4)

(1) Las tensiones son entre fases.

(2) Véase la excepción No 3 de la Sección 2202-12.

(3) Para circuitos eléctricos de hasta 750 V esta separación puede reducirse a 2.5 cm.

(4) El factor puede reducirse a 0.65 cm por kV para retenidas de ancla.

(5) La separación adicional para tensiones mayores de 50 kV, se debe incrementar un 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar.

a.2) Casos especiales. Los siguientes casos se refieren solamente a los tramos de estructuras por donde puedan subir trabajadores, cuando los conductores de que se trata están energizados.

1. Cables aislados y conductores de conexión a tierra. Los conductores verticales en cables del tipo descrito en la Sección 2201-3, subinciso b) 1) y los conductores de conexión a tierra, pueden instalarse, sin protección aislante adicional, en el lado de la estructura opuesto a los conductores de línea siempre que el espacio para subir este provisto en el lado de la estructura donde están los conductores de línea.

2. Conductores para conectar lámparas de alumbrado público. Cuando se conecten lámparas de alumbrado público directamente a líneas eléctricas, en postes que se usen exclusivamente para estas líneas, puede hacerse dicha conexión bajando conductores en línea abierta, desde la cruceta del poste al extremo del luminario, siempre que estos conductores queden firmemente sujetos en ambos extremos y que guarden las distancias mínimas indicadas en la Tabla 2202.12a).

3. Conductores de menos de 300 V. Los conductores eléctricos verticales o derivados de menos de 300 volts a tierra, pueden llevarse en cables de conductores múltiples sujetos directamente a la superficie de la estructura o de la cruceta, en tal forma que no sufran abrasión en los puntos de sujeción.

Cada conductor de estos cables que no este conectado efectivamente a tierra, o todo el cable en conjunto, deben tener una cubierta aislante apropiada cuando menos para 600 V.

b) Conductores de comunicación verticales y derivados

b.1) La separación de conductores desnudos verticales y derivados, con respecto a otros conductores de comunicación, retenidas, cables de suspensión o mensajeros, debe ser cuando menos de 7.5 cm.

b.2) Los conductores de comunicación aislados verticales y derivados pueden fijarse directamente a la estructura. Su separación vertical a cualquier conductor eléctrico (siempre que no se trate de conductores verticales o de conexiones a lámparas) debe ser cuando menos de 1.0 m para tensiones hasta de 8.7 kV entre fases, y de 1.5 m para tensiones mayores.

**ARTICULO 2203.- SEPARACION ENTRE CONDUCTORES SOPORTADOS EN DIFERENTES ESTRUCTURAS**

**2203.1. General.**

Donde sea posible los cruzamientos de conductores deben hacerse en una misma estructura. De otra forma, la separación en cualquier dirección entre conductores que se crucen o adyacentes, soportados en diferentes estructuras, debe estar de acuerdo con los requisitos de esta Sección.

**2203-2 Consideraciones.**

Las separaciones básicas horizontal y vertical especificadas en esta Sección, se deben aplicar bajo las siguientes condiciones:

a) Las separaciones deben ser determinadas en el punto de mayor acercamiento entre los dos conductores.

b) Ambos conductores deben analizarse desde su posición de reposo hasta un desplazamiento ocasionado por una presión de viento de 29 kg/m<sup>2</sup>, con flecha inicial y final a 16°C y con flecha inicial y final a 50°C sin viento. La presión de viento puede reducirse a 20 kg/m<sup>2</sup> en áreas protegidas por edificios u otros obstáculos. El desplazamiento de los conductores debe incluir la inclinación de la cadena de aisladores de suspensión con movimiento libre, cuando éstos se usen.

Se deben calcular las separaciones entre conductores en sus diferentes posiciones desde el reposo hasta su máximo desplazamiento, con objeto de poder determinar la posición relativa que resulte con la menor separación.

c) La dirección supuesta del viento, será aquella que produzca la separación más crítica.

d) No se requiere incrementar la flecha cuando los claros sean iguales o menores que los siguientes claros básicos y la temperatura del conductor no exceda de 50°C:

- Hasta de 75 m para la Zona I (ver la Sección 2208-2)

- Hasta de 100 m, para todas las otras zonas.

e) Cuando la temperatura máxima de diseño de los conductores sea de 50°C o menor y el claro sea mayor que el claro básico, la flecha a la mitad del claro debe ser incrementada como sigue:

e.1) Cuando el cruzamiento ocurra a la mitad del claro del conductor superior, su flecha debe ser incrementada en 1.0 cm (o 1.5 cm en la Zona I), por cada metro en exceso del claro básico.

Este incremento no requiere ser mayor que la diferencia aritmética entre las flechas finales sin carga, en reposo, a temperaturas en el conductor de 50°C y 16°C, calculadas para el claro de que se trate.

e.2) Para claros a nivel, cuando el cruzamiento no se localice a la mitad del claro del conductor superior, el incremento anterior puede ser reducido multiplicando por los factores siguientes:

Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana,

% de la longitud del claro de cruce

% de la longitud del claro de cruce	Factor
5	0.19
10	0.36
15	0.51
20	0.64
25	0.75
30	0.84
35	0.91
40	0.96
45	0.99
50	1.00

Nota: Interpólese para valores intermedios.

**2203-3. Separación horizontal.**

La separación horizontal en cruzamientos o entre conductores adyacentes soportados en diferentes estructuras, debe ser cuando menos de 1.50 m para tensiones hasta de 50 kV entre dichos conductores. Para tensiones mayores, se debe incrementar esta separación en 1.0 cm por cada kV en exceso de 50.

La tensión entre conductores de diferentes fases de distintos circuitos, debe tomarse como la diferencia vectorial de las tensiones de ambos circuitos. Para conductores de la misma fase pero de diferentes circuitos, el conductor con menor tensión debe considerarse como puesto a tierra.

El anterior incremento en la separación debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1000 m sobre el nivel del mar.

**2203-4. Separación vertical.**

La separación vertical entre conductores que se crucen o adyacentes, soportados en diferentes estructuras, debe ser cuando menos la indicada en la tabla 2203-4.

Para tensiones mayores de 22 kV, las separaciones dadas en la Tabla 2203-4 deben incrementarse de acuerdo con lo siguiente: para conductores en el nivel superior de 22 hasta 470 kV, la separación debe incrementarse en 1.0 cm por cada kV en exceso de 22. Para conductores en el nivel inferior de 22 hasta 470 kV, la separación adicional debe ser calculada en la misma forma. El incremento debe ser acumulativo cuando se tengan ambas condiciones y debe calcularse en base a la tensión máxima de operación.

Dicho incremento debe aumentarse en 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar.

Tabla 2203.4

Separación vertical entre conductores soportados en diferentes estructuras (metros). Ver nota 1.

	Conductores de transmisión y distribución (1)	Conductores de transmisión y distribución (2)	Conductores de transmisión y distribución (3)	Conductores de transmisión y distribución (4)	Conductores de transmisión y distribución (5)	Conductores de transmisión y distribución (6)	Conductores de transmisión y distribución (7)
Reténidas, cables de guarda y conductores neutros (1)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Conductores de transmisión y distribución (2)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Cables soportados aislados de 0 a 750 V (3 y 4)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Conductores soportados en línea abierta de 0 a 750 V y cables soportados aislados sujetos de 750 V (5)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Conductores soportados en línea abierta de más de 750 V (6 y 7)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Conductores soportados de troncales y troncos, sus ramificadas y arborescentes (8)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

192

Notas de la tabla 2203 4

1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsecuentes. Las tensiones son entre fases para circuitos no efectivamente conectados a tierra

2) Los cables aislados a que se refiere esta columna (o renglon) son los descritos en la Sección 2201-3, subinciso b 1)

3) Los cables aislados a que se refiere esta columna (o renglon) son los descritos en la Sección 2201-3 subincisos b 2) y b 3)

4) Los conductores neutros a que se refiere esta columna (o renglon) son los descritos en la Sección 2201-3 inciso d)

5) Los conductores alimentadores de trolebuses y trenes de mas de 750 V deben tener una separación mínima de 1 80 m

**ARTICULO 2204.- ALTURA DE CONDUCTORES Y PARTES VIVAS DE EQUIPO, SOBRE EL SUELO, AGUA Y VIAS FERREAS**

**2204-1. Aplicación.**

Los requisitos de este Artículo se refieren a la altura mínima que deben guardar los conductores desnudos y cables aislados de líneas aéreas, con respecto al suelo, agua y la parte superior de neles, así como a la altura mínima de partes vivas de equipo sobre el suelo.

**2204-2. Alturas básicas para conductores.**

Las alturas basicas deben ser como mínimo las indicadas en la Tabla 2204 2, y se aplican bajo las siguientes condiciones.

a) Temperatura en los conductores de 50°C

b) Flecha final sin carga, en reposo

**2204-3. Alturas adicionales para conductores.**

Las alturas basicas que se indican en la Tabla 2204.2, no deben incrementarse cuando los claros sean iguales o menores que los antes citados y la temperatura del conductor no exceda de 50°C

a) Tensiones mayores de 50 kV a tierra

Para tensiones entre 50 y 470 kV, la altura básica de conductores debe incrementarse 1 0 cm por cada kV en exceso de 50

Dicho incremento debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar

Excepción. En cruzamientos sobre vías de ferrocarril en la Zona I, debe aplicarse a la altura básica un incremento de 1.5 cm por cada metro del claro en exceso de 75 m.

Los incrementos anteriores no requieren ser mayores que la diferencia aritmética entre las flechas finales sin carga, en reposo, a temperaturas en el conductor de 50°C y 15°C, calculadas para el claro de que se trate

**2204-4. Altura de partes vivas de equipo instalado en estructuras.**

a) Altura básica mínima.

La altura básica mínima sobre el suelo, de partes vivas de equipo no protegidas, tales como terminales de transformadores y apartarrayos y tramos cortos de conductores eléctricos conectados al equipo, se indica en la tabla 2204 4

b) Altura adicional.

Para tensiones mayores de 22 kV, la altura básica anterior debe incrementarse 1 0 cm por cada kV en exceso de 22.

Dicho incremento debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar

Tabla 2204.2  
Alturas mínimas de conductores sobre el suelo, agua o vías férreas (sección) ver Nota 1

Material de la superficie bajo los conductores	Conductores de comunicación aislados, retorcidos, sencillos, cables de guarda, conductores neutros y cables eléctricos aislados.	Conductores de comunicaciones desnudos, cables suminatorios de 0 a 750 V.	Cables suministradores aislados de más de 750 V y Conductores suministradores en tierra abierta de 0 a 750 V	Conductores suministradores de líneas abiertas a tierra de 750 V a 21 kV	Conductores suministradores de trolebuses y trenes eléctricos y sus neutros	
					0 a 750 V a tierra (a)	líneas de 750 V a 21 kV a tierra (b)
Vías férreas (5)	7.3	7.3	7.5	8.1	6.7	6.7
Carreteras, calles, callejones y caminos rurales (7) (8)	4.7	4.5	5.0	5.6	5.5	6.1
(10) Espacios no transitados por vehículos	3.9 (6)	3.6 (6)	3.8 (6)	4.4	4.9	5.5
Áreas donde no está permitido la circulación	4.0	4.4	4.6	5.7	...	...
(9) Áreas protegidas incluyendo (10) ríos, lagos, presas y canales con una free sin obstrucción de a.- hasta 8 m. b.- Mayor a 8 hasta 40 m. c.- Mayor a 40 hasta 100 m. d.- Mayor de 100 m.	5.3 7.3 9.6 11.4	5.5 7.5 9.9 11.7	5.6 8.1 9.9 11.7	6.2 8.7 10.5 12.3	...	...

La separación a tierra debe ser 1.5 m mayor que la indicada en la Tabla 5

Cuando los conductores o cables corren a lo largo de autopistas o carreteras pero no sobre la superficie de pavimento

(1) Carreteras, calles y callejones de zonas urbanas	4.7	4.5	5.0	5.6	5.5	6.1
Caminos y zonas rurales donde es difícil que los vehículos entren bajo la línea	4.1	4.3	4.4	5.0	5.5	6.1

193

## Notas de la Tabla 2204 2

(1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsiguientes. Las tensiones son entre fases para circuitos no efectivamente conectados a tierra.

(2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en la Sección 2201-3 inciso d), y los cables eléctricos aislados, los descritos en el subinciso b 1) de la misma Sección.

(3) Los cables aislados a que se refiere esta columna son los descritos en la Sección 2201-3, subincisos b 2) y b 3), de cualquier tensión.

(4) En pasajes subterráneos, túneles o puentes, puede reducirse la altura sobre el piso o vías, indicada en esta columna. Se recomienda que la altura del conductor de contacto del trole se reduzca gradualmente desde la altura normal a la altura reducida.

(5) Para conductores que crucen sobre vías por las que circulen solamente carros de ferrocarril o gondolas más bajos que los ordinarios de carga (6 m) la altura puede reducirse de acuerdo con la diferencia de altura entre el carro ordinario y el más alto de los que puedan circular por dichas vías, pero en ningún caso debe ser menor que la requerida en cruzamientos de calles.

(6) Esta altura puede reducirse a 3.0 m para los cables aislados descritos en la Nota 3, con tensión hasta de 150 volts a tierra localizados a la entrada de edificios.

(7) Donde conductores de comunicación o cables eléctricos aislados como los descritos en la Nota 2, crucen o vayan a lo largo de callejones, entradas a cocheras o estacionamientos, esta altura puede reducirse a 4.5 m.

(8) Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles, callejones, etc., debidos a mantenimiento.

(9) Para depósitos controlados, el área del agua y la altura de los conductores deben basarse en el más alto nivel de agua de diseño. Para otros depósitos de agua el área a considerar debe ser la que marque el más alto nivel anual del agua, y la altura debe basarse en el nivel de aguas máximo extraordinario. La altura sobre ríos y canales debe basarse en el área más grande que resulte de considerar una longitud de 1 600 m de río o canal, que incluya al cruce.

(10) En cruzamientos sobre aguas navegables, se debe tener en cuenta, además lo establecido en la reglamentación en materia de navegación.

(11) Se recomienda que en terrenos donde exista frecuente paso de maquinaria agrícola con altura excesiva, la separación mínima de los conductores al suelo sea la indicada en el Punto 2 de la tabla.

Tabla 2204.4

Altura sobre el suelo, de partes vivas de equipo instalado en estructuras (ver Nota 1)

Naturaleza de la superficie bajo las partes vivas	Equipo efectivamente aterrizado (m)	Partes vivas rígidas no protegidas de 0 a 750 V y casos de equipos no aterrizados conectados a circuitos de no más de 750 V (m)	
		Partes rígidas no protegidas de más de 750 V hasta 22 kV y casos de equipos no aterrizados conectados a circuitos de más de 750 V a 22 kV (m)	Partes vivas no protegidas de más de 750 V hasta 22 kV y casos de equipos no aterrizados conectados a circuitos de más de 750 V a 22 kV (m)
1 - Carreteras, calles, callejones y caminos vecinales, así como terrenos sujetos al paso de vehículos de cualquier tipo (3)	4.6	4.9	5.5
2 - Espacios no transitados por vehículos	3.4 (2)	3.6	4.3
3 - Caminos en zonas rurales donde es improbable que los vehículos crucen bajo la línea	4.0	4.3	4.9

(1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsiguientes. Las tensiones son entre fases para circuitos no efectivamente conectados a tierra.

(2) Esta altura puede reducirse a 3.0 m para las partes vivas y puntas de cables aislados como los descritos en la Sección 2201-3, subinciso b 2) y b 3), de hasta 150 V a tierra localizadas a la entrada de edificios.

(3) Estas alturas no consideran los posibles cambios de nivel de la superficie de carreteras, calles, callejones, etc., debidos a mantenimiento.

## ARTICULO 2205.- SEPARACION DE CONDUCTORES A EDIFICIOS, PUENTES Y OTRAS CONSTRUCCIONES

## 2205-1. Aplicación.

Los requisitos de esta Sección se refieren a la separación de los conductores desnudos y cables aislados de una línea, con respecto a edificios, puentes, estructuras de una segunda línea próxima u otras construcciones.

## 2205-2 Consideraciones:

Las separaciones básicas horizontal y vertical especificadas en esta Sección, se aplican bajo las siguientes condiciones.

## a) Separación horizontal

Debe aplicarse con el conductor desplazado de su posición en reposo por un viento de 29 kg/m<sup>2</sup> con flecha final y a 15°C. Esta presión de viento puede reducirse a 19 kg/m<sup>2</sup> en áreas protegidas por edificios u otros obstáculos. El desplazamiento del conductor debe incluir la inclinación de la cadena de aisladores de suspensión con movimiento libre, cuando estos se usen.

## b) Separación vertical

b.1) Temperatura en los conductores de 50°C, con flecha final sin carga, en reposo.

b.2) Claros básicos como se indica a continuación:

- Hasta de 75 m para la Zona I (ver la Sección 2208-2)

- Hasta de 100 m para todas las otras zonas.

## c) Transición entre separaciones horizontal y vertical

En cualquier punto del edificio o construcción se debe cumplir con las separaciones mínimas horizontales y verticales que indican las tablas correspondientes y el arco comprendido en la proyección de ambas separaciones.

## 2205-3 Separación de conductores a estructuras de otras líneas.

Los conductores de una línea que pasen próximos a una estructura de una segunda línea, deben estar separados de cualquier parte de esta estructura por distancias no menores que las siguientes:

a) Una separación horizontal de 1.50 m para tensiones hasta de 50 kV a tierra.

b) Una separación vertical de 1.40 m para tensiones menores de 22 kV, y de 1.70 m para tensiones entre 22 y 50 kV a tierra.

Excepción: Cuando la tensión no excede de 300 volts a tierra y los cables son de los tipos mencionados en la Sección 2201-3 inciso b), las separaciones vertical y horizontal pueden ser reducidas a un mínimo de 0.6 y 0.90 respectivamente medidas a 15°C sin deflexión por viento.

Nota: Las separaciones entre conductores de una línea y conductores de otra línea están dadas en el Artículo 2203.

## 2205-4 Separación de conductores a edificios y otras construcciones excepto puentes.

a) Cuando los edificios pasen de 3 pisos ó 15 m de altura, se recomienda que los conductores dejen un espacio libre de cuando menos 1.80 m entre el conductor más cercano y el edificio, con objeto de facilitar la colocación de escaleras en casos de incendio.

Excepción: Este requisito no se aplica cuando por limitaciones de espacio no es posible ubicar los conductores suministradores en otra disposición.

Por otra parte, las estructuras de la línea deben estar separadas de las tomas de agua contra incendio por una distancia no menor de 1.0 m.

b) La separación de los conductores a la superficie de los edificios y otras construcciones tales como anuncios, chimeneas, antenas y tanques de agua, no debe ser menor que la indicada en la Tabla 2205.4.

c) Cuando la separación anterior no se pueda lograr, los conductores eléctricos deben ser protegidos, o aislados para la tensión de operación.

Los cables descritos en la Sección 2201-3 subinciso b 1), se consideran como protegidos para los efectos de este requisito.

d) Para conductores eléctricos fijados a edificios, véase la Sección 2202-8.

## 2205-5 Separación de conductores a puentes.

## a) Separaciones básicas

Los conductores eléctricos que pasen abajo, arriba o cerca de un puente, deben tener separaciones vertical y horizontal no menores que las indicadas en la Tabla 2205.5.

Excepción: Este requisito no se aplica a retenidas, mensajeros, cables de guarda, neutros como los descritos en la Sección 2201-3, inciso d) y cables aislados del tipo descrito en el subinciso b.1) de la misma Sección.

194

Tabla 2205.4 Separación de conductores a edificios y otras construcciones excepto puentes. Ver nota 1

Condiciones y cables de comunicaciones, redes, cables de poder, neutros y cables eléctricos aislados (1)	(a)	(b)	Cables sumistradores de 0 a 750 V sujetos a lo indicado en la sección 2201.3 (B1).	Partes rígidas de conductores de 0 a 750 V no protegidos.	Cables sumistradores de más de 750 V sujetos a lo indicado en la sección 2201.3 (B2 y B3). Conductores sumistradores en línea abierta de 0 a 750 V. (2)	Conductores sumistradores de línea abierta de más de 750 V. (a)	Partes rígidas no protegidas de más de 750 V. hasta 22 kV. (a)
<b>Edificios</b>							
<b>Horizontal</b>							
- A paredes exteriores	1.40	1.40	1.40	1.50	1.70 (4) (7)	2.20 (5)	2.00 (5)
- A techos	1.40	1.40	1.40	1.50	1.70 (4) (7)	2.20 (5)	2.00
- A balcones y áreas accesibles a personas (6)	1.40	1.40	1.40	1.50	1.70 (7)	2.20	2.00
<b>Vertical</b>							
- Arriba o abajo de techos y salientes no accesibles a personas (6)	0.90	0.90	0.90	3.0	3.2	3.0	3.6
- Arriba o abajo de balcones y techos accesibles a personas (6)	3.2	3.2	3.2	3.4	3.5	4.1	4.0
- Sobre techos accesibles a vehículos pero no sujetos a tráfico	3.2	3.2	3.2	3.4	3.5	4.1	4.0
- Sobre techos accesibles a tráfico vehicular	4.7	4.7	4.7	4.9	5.0	5.6	5.5
<b>Abanicos, chaboceros, salientes, torres de agua</b>							
<b>Horizontal</b>							
Vertical, arriba o abajo	0.90	0.90	0.90	1.90	1.70 (4) (7)	2.20 (5)	2.00 (5)
Vertical, arriba o abajo	0.90	0.90	0.90	1.70	1.80	2.45	2.30

NOTAS de la Tabla 2205.4

- (1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsiguientes. Las tensiones son entre fases para circuitos no efectivamente conectados a tierra.
- (2) Los conductores neutros a que se refiere esta columna son los descritos en la Sección 2201-3, inciso d). Los cables eléctricos aislados son los descritos en la Sección 2201-3, subinciso b) 1) de cualquier tensión, así como los descritos en los subincisos b.2) y b) 3) de la misma Sección, en tensiones de 0 a 750 V.
- (3) Los cables aislados de más de 750 V a que se refiere esta columna, son los descritos en la Sección 2201-3 subincisos b.2) y b.3).

- (4) Cuando el espacio disponible no permita este valor la separación puede reducirse a un mínimo de 1.0 m
  - (5) Cuando el espacio disponible no permita este valor, la separación puede reducirse a un mínimo de 1.50 m. En esta condición el claro interpostal no deberá ser mayor de 50 m
  - (6) Un techo, balcón o área es considerada accesible a personas, si el medio de acceso es a través de una puerta, rampa o escalera permanente
- b) Protección de conductores alimentadores de trolebús ubicados abajo de puentes  
 Cuando el trole del vehículo al zafarse, pueda hacer contacto simultáneamente con el conductor alimentador y la estructura del puente, debe colocarse una protección de material no conductor que evite dicho contacto

Tabla 2205.5 Separación de conductores sumistradores a puentes. Ver nota 1

Partes rígidas sujetas a peligros, 0 a 750 V, conductores de líneas abiertas de 0 a 750 V.	(a) (2)	Cables sumistradores arriba de 750 V a 22 kV. (a)	Partes rígidas arriba de 750 V a 22 kV. (a)
1.- Separación sobre puentes (3)			
a).- fijados al puente	0.90	1.70	1.50
b).- No fijados al puente	3.0	3.00	3.1
2.- Separación lateral abajo de puentes			
a).- personas del puente - facilidades accesibles incluyendo balcones y pasarelas (3)	0.90	1.70	1.50
1.- fijados al puente	1.50	2.20	2.00
2.- no fijados al puente			
b).- partes no accesibles del puente (4)	0.90	1.70	1.50
1.- fijados al puente	1.70	2.00	1.80
2.- no fijados al puente			

- (1) Las tensiones son de fase a tierra para circuitos efectivamente conectados a tierra, así como para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra sean aisladas por una rápida desenergización de la sección bajo falla, tanto en la operación inicial del interruptor como en las subsiguientes. Las tensiones son entre fases para circuitos no efectivamente conectados a tierra.
- (2) Los cables aislados a que se refiere esta columna son los descritos en la sección 2201-3, subincisos b.2) y b) 3), y los conductores neutros son los descritos en el inciso d) de la misma sección.
- (3) Cuando la línea quede sobre lagares transitorios, ya sea encima o cerca del puente, se aplicará también los requisitos del artículo 2201.
- (4) Los apoyos de puentes de acero, acero sobre pilares de ladrillo, concreto o mampostería, que requieren acceso frecuente para inspección, deben considerarse como partes fácilmente accesibles.

561



**2205-6 Secciones adicionales.**

Las separaciones que se indican en las anteriores secciones de este artículo, no deben incrementarse cuando los claros sean iguales o menores que los citados en la Sección 2205-2, subinciso b 2) y la temperatura del conductor no exceda de 50°C

Tensiones mayores de 22 kV (a tierra).

Para tensiones entre 22 y 470 kV, las separaciones horizontal y vertical deben incrementarse 1.0 cm por cada kV en exceso de 22

Dicho incremento debe aumentarse 3% por cada 300 m de altura en exceso de 1 000 m sobre el nivel del mar.

Claros mayores que el claro básico

Cuando la temperatura máxima de diseño del conductor sea de 50°C o menor, y el claro sea mayor de 100 m (o 75 m en la Zona I), debe aplicarse a la separación vertical un incremento de 1.0 cm por cada metro del claro en exceso de 100 m (o 75 m en la Zona I)

Dicho incremento no requiere ser mayor que la diferencia aritmética entre las flechas finales sin carga, en reposo, a temperaturas en el conductor de 50°C y 16°C, calculadas para el claro de que se trate.

Para claros a nivel, cuando la separación no se localice a la mitad del claro, el incremento anterior puede ser reducido multiplicando por los siguientes factores

Distancia del punto de cruce a la estructura más cercana en porcentaje de la longitud del claro de cruce	Factor
5	0.19
10	0.36
15	0.51
20	0.64
25	0.75
30	0.84
35	0.91
40	0.96
45	0.99
50	1.00

NOTA 1 En la aplicación de estos factores, el "punto de cruce" es la localización del elemento topográfico al que se determina la separación.

Nota 2. Interpólese para valores intermedios

**ARTICULO 2206.- DISTANCIA HORIZONTAL DE ESTRUCTURAS A VIAS FERREAS, CARRETERAS Y AGUAS NAVEGABLES.****2206-1 Aplicación.**

Los requisitos de este artículo se refieren a las distancias mínimas que deben guardar las estructuras de líneas aéreas, incluyendo sus retenidas y anclas, a vías férreas, carreteras y aguas navegables

Dichas distancias mínimas deben considerarse en forma horizontal y se establecen solo desde el punto de vista de seguridad. Independientemente, deben observarse las disposiciones vigentes en materia de derechos de vía.

**2206-2 Distancias mínimas a vías férreas y carreteras.**

Cuando las líneas aéreas estén paralelas o crucen vías férreas o carreteras, las estructuras deben instalarse en el límite del derecho de vía del ferrocarril o carretera de que se trate. En ningún caso la distancia desde cualquier parte de una estructura al riel más cercano, o al límite exterior del acotamiento más próximo, debe ser menor de 3.50 m.

Se recomienda que, cuando sea posible, las estructuras queden a una distancia mayor que su propia altura, desde el riel o el límite exterior del acotamiento

**2206-3 Distancia horizontal a aguas navegables.**

Se recomienda que la distancia horizontal de las estructuras a la zona de navegación de ríos, lagos y canales, sea mayor que la altura de las mismas estructuras.

**ARTICULO 2207.- DERECHO DE VIA****2207-1 Aplicación.**

Los requisitos de este artículo se refieren al derecho de vía o de paso, que deben tener las líneas aéreas en campo abierto y en zona urbana

El derecho de vía es una faja de terreno que se ubica a lo largo de cada línea aérea, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. Su dimensión transversal varía de acuerdo con el tipo de estructuras, con la magnitud y desplazamiento lateral de la flecha, y con la tensión eléctrica de operación.

Dentro del área que ocupa el derecho de vía no deben existir obstáculos ni construcciones de ninguna naturaleza, para protección del público y de la propia línea, así como para poder operar ésta con un grado de confiabilidad adecuado

De lo anterior se exceptúan los obstáculos en zonas urbanas que son necesarios para la prestación de los servicios públicos, como instalaciones de alumbrado, líneas de comunicación y de señalización, etc., las cuales de cualquier manera deben cumplir con las separaciones y demás requisitos incluidos en esta Norma

Cuando se siembren árboles dentro del derecho de vía deben ser de especies cuya altura de crecimiento se pueda mantener sin afectación a su aspecto y sin riesgo para el propio árbol y la línea existente

**2207-2 Distancia mínima horizontal de conductores al límite del derecho de vía.**

La distancia horizontal mínima del conductor más cercano al límite del derecho de vía de la línea, debe ser determinada de conformidad con lo indicado en las Secciones 2205-2, 2205-4 y 2205-6

El ancho mínimo del derecho a vía será igual al doble de la suma de las siguientes dimensiones: distancia del eje longitudinal de la línea al conductor extremo en reposo, más el desplazamiento lateral del conductor extremo por efecto del viento, más la separación horizontal a que se refiere el párrafo anterior

**ARTICULO 2208 - CARGAS MECANICAS EN LINEAS AEREAS****2208-1 General**

Las líneas aéreas deben tener resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas propias y las decididas a las condiciones meteorológicas a que estén sometidas, según el lugar en que se ubique cada línea, con los factores de sobrecarga adecuados

Las condiciones meteorológicas mínimas que deben considerarse en general, se establecen más adelante en este Artículo

En cada caso deben investigarse y aplicarse las condiciones meteorológicas que prevalezcan en el área en que se localice la línea

En aquellas regiones del país donde las líneas aéreas lleguen a estar sometidas a cargas mecánicas más severas que las calculadas sobre las bases señaladas en este Artículo, por mayor recumbimiento de hielo, menor temperatura o mayor velocidad del viento, las instalaciones deben proyectarse tomando en cuenta tales condiciones de carga, conservando los factores de sobrecarga correspondientes

De no realizarse un análisis técnico detallado, que demuestre que pueden aplicarse cargas mecánicas menores, no deben reducirse las indicadas en este Artículo

**2208-2 Zonas de cargas mecánicas.**

Con el propósito de establecer las cargas mínimas que deben considerarse en el cálculo mecánico de líneas aéreas, según el lugar de su instalación, el país se ha dividido en seis zonas de carga que se indican en el mapa de la Figura 2208.2

Estas zonas corresponden, en términos generales, a las siguientes regiones del país:

Zona I. Región Norte (Estados de Baja California Norte, Chihuahua, Coahuila, Nuevo Leon y parte de Sonora)

Zona II. Región Centro Norte (Estados de Durango y Aguascalientes, así como parte de los Estados de Zacatecas y de San Luis Potosí)

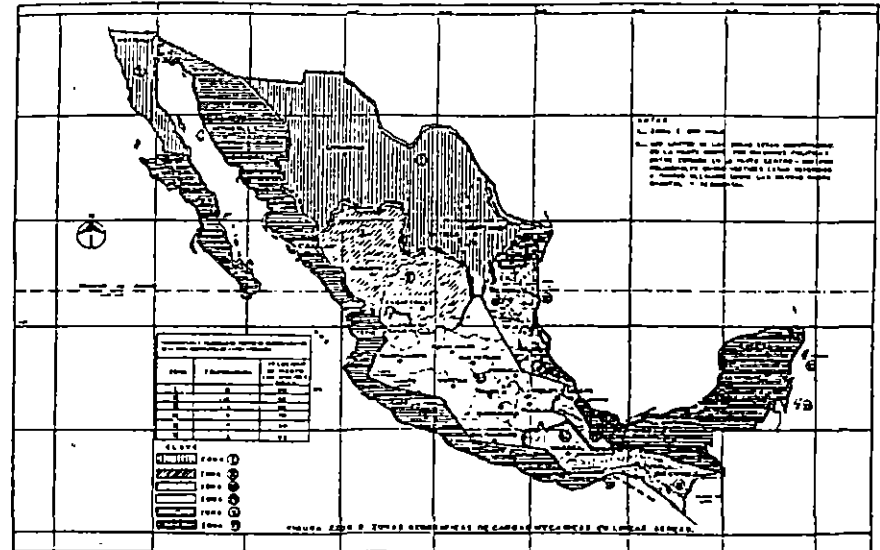
Zona III. Región Centro Sur (Parte de los Estados de Oaxaca y Chiapas)

Zona IV. Región Central (Estados de Guanajuato, Querétaro, Estado de México, Distrito Federal, Tlaxcala, Morelos y parte de los Estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Puebla, Veracruz y Guerrero)

Zona V. Región Costera (Estados de Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Colima, Tamaulipas, Tabasco, Campeche, Yucatán y parte de los Estados de Quintana Roo, Sonora, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz)

Zona VI. Región Especial (Parte de los Estados de Oaxaca, Tamaulipas, Veracruz y Quintana Roo)

Si una línea aérea cruza dos o más zonas de carga, debe soportar las cargas correspondientes a dichas zonas



**2208 3 Cálculo de cargas mecánicas.**

Las líneas aéreas deben cumplir con los valores de la siguiente tabla, que corresponden a condiciones meteorológicas mínimas de diseño para las diferentes zonas de carga mecánica (ver mapa de la Figura 2208 2)

Tabla 2208.3

Condiciones meteorológicas mínimas de temperatura, velocidad de viento y espesor de hielo, representativas de cada zona de carga mecánica

Zona de carga mecánica	Temperatura (°C)	Velocidad de viento de diseño (km/h)	Espesor de la capa de hielo (mm)	
			Sobre cables	Sobre componentes horizontales
I	-10	90	5	8
II	-10	90	.	.
III	-5	90	.	.
IV	-5	70	.	.
V	7	100	.	.
VI	5	105	.	.

Para alturas mayores de 2 500 metros sobre el nivel del mar se debe investigar respecto a depósitos de hielo en cables y estructuras

A falta de información pueden considerarse en cualquiera de las zonas, los espesores de hielo indicados en esta tabla para la Zona I, con una temperatura de -5°C, excepto en la propia Zona I, en que debe ser de -10°C

**2208-4 Presión de viento.**

La presión del viento sobre las líneas aéreas se debe calcular, según la superficie de que se trate, por medio de las siguientes formulas:

**a) Sobre conductores**

Superficies de alambres y cables  $P = 0.00482 V^2$

**b) Sobre estructuras**

Se debe considerar que la ráfaga de viento cubre totalmente la estructura, aplicando un factor de 1.3 a la velocidad de diseño. Para estructuras de celosía plana (torres con elementos metálicos de perfil angular), se debe aplicar adicionalmente un factor de arrastre de 1.6 a la presión de viento

Con base en lo anterior, las formulas aplicables resultan

Superficies cilíndricas (postes)  $P = 0.00815 V^2$

Superficies planas (torres)  $P = 0.0130 V^2$

Donde "P" es la presión de viento, en kilogramos por metro cuadrado del área proyectada y "V" es la velocidad de viento de diseño, en kilómetros por hora

La velocidad de viento de diseño es la velocidad real o actual, equivalente a la velocidad máxima indicada en los anemómetros de la zona correspondiente, dividida entre 1.3

La Tabla 2208 4 muestra los valores de presión de viento que resultan al aplicar estas formulas, con los valores de velocidad de viento de diseño indicados en la Tabla 2208 3 para las Zonas I, II, III, IV, V y VI.

Los valores de presión de viento calculados de acuerdo con las formulas anteriores, son válidos para líneas con estructuras no mayores de 30 metros de altura. Para alturas mayores, estos valores de presión deben multiplicarse por el factor de incremento de presión por altura indicado en la Tabla 2208 4a)

Tabla 2208.4

Presiones de viento mínimos para las diferentes zonas de carga mecánica

Zona de carga mecánica	Velocidad de viento de diseño km/h	Presión del viento en kg/m <sup>2</sup> , sobre superficies de			
		Cables	Estructuras		
			Cilíndricas (postes)	De celosía	
I, II y III	90	39	66	105	
IV	70	24	40	64	
V	100	48	81	130	
VI	105	53	90	143	

Tabla 2208.4a)

Factor de incremento de presión de viento por altura de estructura

Altura en m	Factor
30 o menos	1.00
50	1.08
75	1.13
100	1.28
150	1.49

Nota: Para valores intermedios de altura puede interpolarse linealmente

**2208-5 Cargas en los cables.**

Las cargas en los cables debidas al viento y al hielo, en caso de que exista deben determinarse en la forma indicada en las anteriores Secciones 2208-1 a 2208-4

Para calcular la tensión mecánica máxima de los cables, se debe considerar como carga total la resultante del peso del cable y de la fuerza producida por el viento actuando horizontalmente y en ángulo recto con la línea, a la temperatura y velocidad de viento indicadas en la Tabla 2208 3. En caso de existir carga de hielo en la zona, se debe revisar el cálculo para una presión reducida de viento en cables con hielo de 20 kg/m<sup>2</sup>, dependiendo de la mayor tensión mecánica que resulte entre este valor y el correspondiente a la máxima velocidad de viento sin hielo

**2208-6 Cargas en las estructuras y en sus soportes.**

Las cargas que actúan sobre las estructuras de las líneas aéreas y sobre el material usado para soportar los conductores y cables de guarda se calculan como sigue.

**a) Carga vertical**

La carga vertical sobre cimientos, postes, torres, crucetas, alfileres, aisladores y accesorios de sujeción de los conductores y cables de guarda, se debe considerar como el peso propio de estos, más el de los conductores, cables de guarda y equipo que soporten (y, en su caso, carga de hielo), teniendo en cuenta los efectos que pueden resultar por diferencias de nivel entre los soportes de los mismos

La carga vertical sobre un soporte debida a los conductores o cables de guarda, se debe calcular tomando en consideración el "claro vertical" o "claro de peso", que se define como la distancia horizontal entre los puntos más bajos de las catenarias adyacentes al soporte considerado. De este modo, la carga vertical por conductor o cable de guarda, es igual al claro vertical multiplicado por el peso unitario del cable correspondiente

**b) Carga transversal**

La carga transversal es la debida al viento, soplando horizontalmente y en ángulo recto a la dirección de la línea, sobre la estructura, conductores, cables de guarda y accesorios.

La carga transversal sobre la estructura, debida al viento que actúa sobre los conductores y cables de guarda, se debe calcular tomando en consideración el "claro medio horizontal" o "claro de viento", que se define como la semisuma de los claros adyacentes a la estructura considerada. De este modo, la carga transversal por conductores y cables de guarda, es igual al claro medio horizontal multiplicado por su carga unitaria debida al viento, entendiéndose por carga unitaria de viento, el producto de la presión del viento, por el área unitaria proyectada del conductor o cable de guarda.

La carga de viento sobre estructuras de celosía (torres) de sección transversal cuadrada o rectangular, debe calcularse en función del área expuesta de una cara, más 50 % de la misma, para tomar en consideración el área de la cara posterior. El porcentaje indicado puede substituirse por otro basado en cálculos más precisos, o por el que se determine mediante pruebas reales efectuadas.

La carga de viento sobre postes debe calcularse considerando su área proyectada, perpendicular a la dirección del viento

Cuando la línea cambia de dirección, la carga transversal resultante sobre la estructura, se debe considerar igual al vector suma de la resultante de las componentes transversales de las tensiones mecánicas máximas en los conductores y cables de guarda, originada por el cambio de dirección de la línea, más la carga debida a la acción del viento actuando perpendicularmente sobre todos los cables y sobre la estructura

Para el cálculo más exacto de la carga debida a la acción del viento en estructuras de deflexión, debe considerarse la superficie proyectada de los cables perpendicular a la dirección del viento

**c) Carga longitudinal.**

Es la debida a las componentes de las tensiones mecánicas máximas de los conductores o cables de guarda, ocasionadas por desequilibrio a uno y otro lado del soporte, ya sea por cambio de tensión mecánica, remate o ruptura de los mismos

En general para líneas aéreas hasta de 34.5 kV, no es necesario considerar carga longitudinal en los soportes comprendidos en tramos rectos de línea, donde no cambia la tensión mecánica de los conductores y cables de guarda a uno y otro lado de los soportes, excepto en el caso de estructuras de remate en tangente

**d) Ruptura de cables**

En la ruptura de cables para líneas de tensiones superiores a 34.5 kV, se deben considerar las siguientes hipótesis.

d.1) Estructuras hasta con seis conductores y con uno o dos cables de guarda: ruptura de un conductor en la posición más desfavorable, o de un cable de guarda.

261

**Excepción** Para estructuras con dos conductores por fase, ruptura de dos conductores de la fase en la posición más desfavorable, o de un cable de guarda.

d.2) Estructuras con más de seis conductores pero no más de doce y con dos cables de guarda, ruptura de dos conductores de la fase en la posición más desfavorable, o de un cable de guarda.

Para líneas de tensiones hasta de 34.5 kV, no es necesario considerar la ruptura de conductores.

En tramos rectos de línea en donde los conductores estén soportados por medio de cadenas de aisladores de suspensión, la carga longitudinal resultante en las hipótesis de ruptura, se puede considerar igual a la tensión mecánica máxima del conductor o conductores rotos, multiplicada por un factor de reducción de 0.70 cuando existe solamente un conductor por fase y de 0.50 cuando la fase se compone de dos o más conductores. La carga longitudinal debida a la supuesta ruptura de los cables de guarda en cualquier tipo de estructura, así como la de los conductores en las estructuras de remate o de deflexión, debe considerarse igual al 100 por ciento de la tensión mecánica máxima.

e) Aplicación simultánea de cargas

En la aplicación simultánea de cargas, debe considerarse lo siguiente:

e.1) Líneas de tensiones hasta de 34.5 kV

- Al calcular la resistencia transversal se debe suponer que las cargas vertical y transversal actúan simultáneamente.

- Al calcular la resistencia longitudinal no se deben tomar en cuenta las cargas vertical y transversal, sino únicamente la carga longitudinal.

e.2) Líneas de tensiones superiores a 34.5 kV

- Al calcular la resistencia mecánica se debe considerar que las cargas vertical, transversal y longitudinal actúan simultáneamente, excepto en el caso de ruptura de cables en estructuras tipo H semiflexibles, donde se debe considerar la simultaneidad solamente de las cargas vertical y longitudinal.

#### ARTICULO 2209 - CLASES DE CONSTRUCCION EN LINEAS AEREAS

##### 2209-1 General.

Los materiales empleados en líneas aéreas de nueva construcción, así como los utilizados en su mantenimiento, deben cumplir con los factores de sobrecarga y otros requisitos que se citan en este Artículo, según el grado de resistencia mecánica requerida.

##### 2209-2 Clasificación.

Las líneas aéreas se dividen, según su construcción, en dos clases que se designan por las letras A y B. La Clase A tiene mayor resistencia mecánica y llena los requisitos más exigentes, que se consideran necesarios en lugares de mayor riesgo. La Clase B tiene menor resistencia mecánica que la A, pero llena los requisitos que se consideran necesarios en lugares de menor riesgo que los considerados para la Clase A.

##### 2209-3 Requisitos de materiales y componentes.

Los materiales empleados en las líneas aéreas, según la clase de construcción, deben cumplir con los requisitos de seguridad que a continuación se citan:

a) Conductores

a.1) Calibres mínimos. Los conductores eléctricos en línea abierta, deben tener una resistencia nominal a la ruptura y un diámetro exterior no menores que los correspondientes a los conductores de cobre semiduro de los calibres indicados a continuación. Los conductores de cualquier otro material deben tener una resistencia mecánica equivalente.

Conductores	Calibre mm <sup>2</sup> (A W G)	
	Clase A	Clase B
Eléctricos		
- Línea abierta	13.30(6)	8.37(8)
- Acometidas de hasta 750 volts a tierra	3.31(12)	3.31(12)
De comunicación en claros no mayores de 50 m	5.26(10)	3.31(12)

El material de los conductores debe ser resistente a la corrosión que exista en la zona en donde se instalen.

a.2) Flechas y tensiones. Las flechas de los conductores deben ser de tal forma que, bajo las cargas mecánicas indicadas en el Artículo 2208 para la zona de que se trate, la tensión de conductor no sea mayor que el 60% de su resistencia nominal a la ruptura.

Adicionalmente, la tensión mecánica a 15°C sin carga de viento y hielo, no debe exceder los siguientes porcentajes de la resistencia nominal a la ruptura del conductor:

Tensión inicial sin carga 35%

Tensión final sin carga 25%

a.3) Empalmes, derivaciones y accesorios de remate.

1. Se recomienda no instalar empalmes en cruzamientos

Si no es posible evitar su instalación, los empalmes deben tener una resistencia mecánica igual a la del conductor en que se instalen.

2. Se recomienda que las derivaciones no se hagan en el claro del cruzamiento. Si esto no es posible, las derivaciones deben hacerse en tal forma que no debiliten la resistencia mecánica de los conductores en que estén sujetas.

3. Los accesorios de remate y los herrajes de sujeción deben tener suficiente resistencia mecánica para soportar la tensión máxima resultante de la aplicación de las cargas del Artículo 2208, multiplicadas por un factor de sobre carga de 1.65.

b) Cables de guarda de acero galvanizado

b.1) Flechas y tensiones. Las flechas de los cables de guarda deben ser de tal forma que, bajo las cargas mecánicas indicadas en el Artículo 2208 para la zona de que se trate, la tensión del cable no sea mayor que el cincuenta por ciento de su resistencia nominal a la ruptura.

Adicionalmente, la tensión mecánica a 0°C sin carga de viento y hielo, no debe exceder los siguientes porcentajes de la resistencia nominal a la ruptura del cable:

	Alta resistencia mecánica	Extra - alta resistencia mecánica
Tensión inicial sin carga	25%	20%
Tensión final sin carga	25%	20%

b.2) Empalmes y accesorios de remate. Se deben seguir las mismas recomendaciones indicadas en el subinciso a.3) anterior, puntos 1 y 3.

c) Mensajeros

Los mensajeros deben ser cableados y no tensionarse más del 60% de su resistencia nominal a la ruptura, bajo las cargas mecánicas indicadas en el Artículo 2208 para la zona de que se trate.

d) Alfileres, amarres y herrajes

Los alfileres, amarres y herrajes deben poder resistir las cargas longitudinales indicadas en la Sección 2208-6, con los factores de sobrecarga adecuados.

Los alfileres deben resistir las condiciones anteriores sin deformación permanente.

e) Crucetas

Deben resistir las cargas descritas en la Sección 2208-6, con los factores de sobrecarga indicados en la Tabla 2209-3. Además deben cumplir con los requisitos siguientes:

e.1) Resistencia vertical. Deben resistir una carga adicional de 100 kg aplicada en su extremo más alejado. Para cumplir con esta disposición y para soportar otras cargas no usuales, pueden usarse tirantes tornapuntas u otros miembros auxiliares.

Si las crucetas forman parte integral de las estructuras metálicas, deben aplicarse los factores de sobrecarga correspondientes a estas.

e.2) Resistencia longitudinal. Deben resistir una tensión del conductor más alejado del centro del soporte, no menor de 250 kg, con temperatura mínima. Este requisito es aplicable para líneas hasta de 34.5 kV y claros no mayores de 70 metros.

Para tensiones mayores de 34.5 kV, deben resistir la carga longitudinal debida a las hipótesis de ruptura de cables descrita en la Sección 2208-6, inciso d), con los factores de sobrecarga que se indican en la Tabla 2209-3 aplicados a la tensión mecánica máxima de los cables.

e.3) Crucetas dobles. Deben usarse en estructuras para cruzamientos sobre ferrocarriles cuando se usen aisladores tipo alfiler.

f) Postes y estructuras.

Deben resistir las cargas especificadas en la Sección 2208-6, con los factores de sobrecarga que se indican en la Tabla 2209-3 y cumplir con los requisitos siguientes:

f.1) Postes de madera. Deben ser de madera seleccionada, libre de defectos que puedan disminuir su resistencia mecánica y tratada con una solución preservadora, para aumentar su duración.

El pino del país tiene una resistencia a la ruptura de aproximadamente 400 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, se recomienda usar valores de resistencia obtenidos en pruebas.

f.2) Postes y estructuras de acero. El espesor del material que se utilice no debe ser menor de 4.0 mm.

Cuando la aleación del acero no contenga elementos que la hagan resistente a la corrosión, se debe proteger con una capa exterior de pintura o metal anticorrosivo, la cual debe cumplir con la especificación correspondiente.

f.3) Postes de concreto. Deben ser de concreto reforzado o concreto preesforzado de acuerdo con las necesidades específicas del usuario.

g) Retendas

Sus factores de sobrecarga, basados en la resistencia a la ruptura o en límite de fluencia, según el material, se indican en la Tabla 2209-3.

h) Cimentaciones

Las cimentaciones deben ser diseñadas para resistir las cargas que les transmite la estructura. Las cargas que se indican en la Sección 2208-6, multiplicadas por los factores de sobrecarga indicados en la Tabla 2209-3, deben ser aplicados a la estructura.

El diseño de los cimientos se debe verificar que su presión sobre el suelo no exceda el valor admisible de la capacidad de carga del mismo suelo, y que la fuerza de tracción en los cimientos no supere el peso propio del cimiento, más el peso del suelo que gravita sobre él.

i) Pruebas

Se recomienda que los postes o torres y sus cimientos, se sometan a pruebas en prototipos, con métodos adecuados para garantizar su buen funcionamiento.

**Tabla 2209.3 Factores de sobre carga mínimos para cada clase de construcción de líneas aéreas**  
(Los factores para madera y concreto están basados en la resistencia a la ruptura y para el acero en su límite de fluencia)

Concepto	Clase A	Clase B
<b>1 CRUCETAS</b>		
1.1 Sobrecarga vertical		
Madera (para tensiones hasta 34.5 kV)	2.0	2.0
Acero (para tensiones hasta 34.5 kV)	1.5	1.3
Acero (para tensiones mayores de 34.5 kV)	1.3	-
1.2 Sobrecarga transversal		
Se deben aplicar los factores indicados en el inciso 2.2		
1.3 Sobrecarga longitudinal		
Acero (para tensiones mayores de 34.5 kV)		
Sin ruptura de cables	1.6	-
Con ruptura de cables	1	-
<b>2 POSTES Y TORRES</b>		
2.1 Sobrecarga vertical:		
Madera		
Sin ruptura de cables	3.0	2.0
Con ruptura de cables	2.8	-
Concreto		
Sin ruptura de cables	2.5	1.7
Con ruptura de cables	2.3	-
Acero		
Sin ruptura de cables	1.3	1.1
Con ruptura de cables	1.2	-
2.2 Sobrecarga transversal		
Madera		
En general:		
Sin ruptura de cables	2.5	2.0
Con ruptura de cables	1	-
En deflexiones y remates:		
Sin ruptura de cables	2.0	1.7
Con ruptura de cables	1	-
Concreto		
En general:		
Sin ruptura de cables	2	1.7
Con ruptura de cables	1	-
En deflexiones y remates:		
Sin ruptura de cables	1.8	1.5
Con ruptura de cables	1	-
Acero		
En general:		
Sin ruptura de cables	1.8	1.5
Con ruptura de cables	1.2	-
En deflexiones y remates:		
Sin ruptura de cables	1.8	1.5
Con ruptura de cables	1.2	-
2.3 Sobrecarga longitudinal		
Madera:		
En general:		
Con ruptura de cables	1	-
En deflexiones y remates:		
Sin ruptura de cables	2	1.7
Con ruptura de cables	1	-

Tabla 2209.3 (continuación)

Concepto	Clase A	Clase B
Concreto		
En general		
Con ruptura de cables	-	-
En deflexiones y remates	1	1.5
Sin ruptura de cables	1.8	-
Con ruptura de cables	1	-
Acero		
En general		
Con ruptura de cables	1.2	-
En deflexiones y remates		
Sin ruptura de cables	1.6	-
Con ruptura de cables	1.2	-
<b>3 RETENIDAS</b>		
Para carga transversal en estructuras de suspensión	2.5	2
En deflexiones y remates	1.5	1.2

**2209-4 Clase de construcción requerida.**

En la Tabla 2209.4 Se especifica la clase de construcción que deben tener las líneas aéreas, según su tensión eléctrica y los lugares por donde pasen o crucen.

Los cruzamientos pueden ser en dos formas de una sola línea sobre cualquiera de las condiciones que se muestran en la primera columna de la Tabla 2209.4, o con otros conductores en la misma estructura.

Tabla 2209.4

## Clase de construcción requerida líneas aéreas

Condiciones o líneas aéreas en los niveles inferiores	Líneas aéreas en los niveles superiores con tensión entre fases de			
	Hasta 15,000 volts	Más de 15,000 hasta 34,500 volts	Mas de 34 500 volts	
	Zona urbana o rural	Zona urbana	Zona rural	Zona urbana o rural
Derechos de vía cercados	B	B	B	A
Calles, carreteras, caminos y campo abierto	B	A	B	A
Carreteras principales, autopistas, vías férreas y aguas navegables	A	A	A	A
Líneas de comunicación	B	A	A	A
Líneas eléctricas con tensión entre fases de:				
- Hasta 15,000 volts	B	A	B	A
- Más de 15,000 hasta 34,500 volts	-	A	B	A
- Más de 34,500 volts	-	-	-	A

## Notas.

1. Las líneas aéreas con cables aislados de los tipos descritos en la Sección 2201.3, inciso b), pueden ser de la clase B, excepto si cruzan sobre vías ferreas, carreteras principales, autopistas y aguas navegables.
2. En cruzamientos de líneas, la clase de la línea superior debe ser cuando menos igual a la clase de la línea inferior, en cambio, la clase de la línea inferior debe determinarse como si la línea superior no existiera.
3. Si existe conflicto entre dos líneas próximas, las estructuras de una línea que puedan llegar a tocar los conductores de otra línea, deben ser de la misma clase o superior a la de la segunda línea.

**ARTICULO 2210.- RETENIDAS****2210-1 General.**

- a) En postes de madera y de concreto se debe considerar que las retenidas, llevan la resultante de la carga total en la dirección en que actúen.
- b) En líneas que crucen sobre vías ferreas las estructuras adyacentes deben ser lo suficientemente fuertes para resistir las cargas transversal y longitudinal señaladas en el Artículo 2208, con el factor de sobrecarga que corresponda a la clase "A" de construcción.

Este requisito puede ser cubierto con la ayuda de retenidas transversales y longitudinales opuestas a la vía.

c) Se recomienda usar para las retenidas, cables de acero y herrajes adecuados, que protejan al poste y mantengan al cable en la posición correcta.

d) El cable de acero, herrajes y aisladores que se utilicen deben tener una resistencia mecánica no menor que la requerida para la retenida.

e) En lugares expuestos al tránsito de vehículos y peatones, el extremo anclado de todas las retenidas fijadas al piso, debe tener un resguardo suficientemente visible y fuerte, no menor de 2.50 m de longitud.

**2210-2 Aisladores para retenidas (en líneas de distribución).****a) Resistencia mecánica**

La resistencia mecánica de ruptura de los aisladores para retenidas, no debe ser menor que la resistencia de ruptura del cable de la retenida en que se instalen.

**b) Tensión de flameo**

La tensión de flameo en seco de los aisladores, debe ser cuando menos del doble de la tensión nominal entre fases de la línea en que se usen, y su tensión de flameo en húmedo, cuando menos igual a dicha tensión.

**c) Uso de aisladores en retenidas**

c.1) Ningún aislador debe quedar a una altura menor de 2.50 m del nivel del piso.

c.2) Cuando una retenida no conectada efectivamente a tierra, pase cerca de conductores o partes descubiertas energizadas a más de 300 V, debe proveerse un medio aislante adecuado de manera que el tramo de la retenida expuesto a contacto con dichos conductores o partes energizadas, quede comprendido entre la parte aislada. Ver la Sección 2201-8, inciso c), referente a puesta a tierra de retenidas.

c.3) Para retenidas instaladas en líneas suministradoras abiertas de 0 a 300 V debe instalarse un aislador apropiado, o bien conectarse a tierra como lo establece la Sección 2103-4 inciso b).

**CAPITULO 23 LINEAS SUBTERRANEAS****ARTICULO 2301 - REQUISITOS GENERALES****2301-1 Campo de aplicación.**

Este capítulo contiene requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las líneas subterráneas de energía eléctrica, de comunicación y sus equipos asociados, con objeto de salvaguardar a las personas durante su instalación, operación y mantenimiento. Los requisitos generales para la aplicación de esta norma están contenidos en las Secciones 2101-3 y 2101-4. El diseño y proyecto de las instalaciones subterráneas debe ser tal, que tienda a conservar o mejorar el entorno ecológico del lugar donde vayan a utilizarse.

**2301-2 Alcance.**

Este capítulo se refiere a los cables de energía y comunicación empleados en sistemas subterráneos. Esta normatividad incluye los arreglos estructurales asociados y la extensión de tales sistemas dentro de los edificios. También cubre los cables y equipo primario empleado para la utilización de la energía eléctrica, cuando, son usados por las compañías suministradoras.

Nota: Cuando se requiera para instalación en subestaciones referirse al Capítulo 24.

**2301-3 Artículos de referencia.**

Las disposiciones de carácter general (Artículo 2101), definiciones (Artículo 2102) y métodos de puesta a tierra (Artículo 2103) de estas normas serán aplicables a los requisitos de este capítulo.

**2301-4 Instalación y mantenimiento.**

a) El propietario de líneas subterráneas debe tener en su poder planos actualizados de la instalación, en los cuales se indique la localización precisa en el terreno, de las líneas subterráneas y las características generales de las mismas. Estos planos deben proporcionarse a cualquier autoridad competente que los solicite.

b) Debe informarse con anticipación a los propietarios o encargados de la operación de otras instalaciones cercanas, de las nuevas construcciones o cambios en las instalaciones existentes que puedan afectar adversamente a las primeras.

c) Cuando la realización de los trabajos de mantenimiento afecte el entorno ecológico, este debe restituirse tan pronto sean terminados los trabajos.

**2301-5 Localización y accesibilidad.**

Las líneas subterráneas deben quedar localizadas en tal forma que no interfieran con otras instalaciones o propiedades. Los cables y equipos deben quedar adecuadamente acomodados con la provisión de espacio de trabajo suficiente y separación adecuada, de tal manera que el personal autorizado pueda rápidamente tener acceso para examinarlos o ajustarlos durante su operación.

**2301-6 Inspección y pruebas de líneas y equipos.****a) En servicio****1. Puesta en servicio**

Las líneas y equipos deben cumplir con esta Norma y con las que indique el suministrador antes de ser puestas en servicio.

**2. Inspección**

Las líneas y equipos que sean accesibles, deben ser inspeccionados por el propietario o responsable de su operación, en intervalos que estén de acuerdo a lo mostrado por la experiencia, generalmente del suministrador.

**3. Pruebas**

Cuando se considere necesario, las líneas y equipos deben sujetarse a pruebas para determinar si requieren mantenimiento.

**4. Registro de defectos.**

Cualquier defecto descubierto durante la inspección, que afecte el cumplimiento de esta norma, debe registrarse. Este registro debe mantenerse hasta que el defecto sea corregido.

**5. Reparación de defectos**

Las líneas y equipos que registren defectos que, pudieran dañar la vida o propiedades, deben ser reparados, desconectados o aislados.

**b) Fuera de servicio.****1. Líneas de uso no frecuente**

Las líneas y equipos usados de manera poco frecuente, deben ser inspeccionados o probados, antes de ser puestos en servicio.

**2. Líneas temporalmente fuera de servicio**

Las líneas y equipos temporalmente fuera de servicio deben mantenerse en condiciones seguras, aterrizadas y con un aviso que indique su condición.

**3. Líneas permanentemente abandonadas**

Las líneas y equipos permanentemente abandonados deben ser retirados, o si su degradación no afecta el entorno ecológico, mantenidas en condiciones de seguridad.

**2301-7 Protección en áreas de trabajo.****a) Tráfico de peatones y vehículos:**

1. Antes de iniciar cualquier trabajo que pueda poner en peligro al público o a los trabajadores, deben colocarse avisos preventivos o barreras normalizadas, o conos fosforescentes, de tal manera que sean perfectamente visibles al tráfico que se acerca al lugar de trabajo, en estos mismos casos, el personal de piso a cargo de estos trabajos debe usar chalecos de color fosforescente y debe poner en funcionamiento los faros giratorios del vehículo. Durante la noche adicionalmente deben utilizarse señales luminosas o reflejantes. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones de tráfico lo justifiquen, una persona debe dedicarse exclusivamente a advertir al tráfico sobre los riesgos existentes, utilizando banderolas rojas o señales luminosas según sea de día o de noche. Los preventivos mencionados deben estar a una distancia adecuada considerando la topografía y configuración de las vías de circulación en el área de trabajo, así como la velocidad de circulación.

**2. Se recomienda que los avisos sean de la siguiente manera.**

- En los "avisos de precaución" el fondo de color ámbar con señales y letreros de advertencia color negro.
- En los "avisos de peligro" el fondo de color blanco con señales y letreros de advertencia color rojo.

3. Durante el día, los hoyos, cepas, registros sin tapa u obstrucciones, deben identificarse con señales de peligro, tales como avisos preventivos y acordonamiento, conos fosforescentes o barreras. Durante la noche deben usarse señales luminosas o reflejantes. De ser necesario dejar desatendido temporalmente algún hoyo o cepa, debe colocarse una tapa provisional, para evitar accidentes al público.

4. Cuando la naturaleza del trabajo y las condiciones del tráfico lo justifiquen, debe solicitarse el auxilio de las autoridades de tránsito competentes, para advertir al tráfico sobre los riesgos existentes.

**b) Trabajadores**

1. Cuando por razón de los trabajos se expongan partes energizadas o en movimiento, deben colocarse avisos preventivos y guardas, para advertir a los otros trabajadores en el área.

2. Cuando se trabaje en áreas con secciones múltiples muy semejantes, como es el caso de una sección de una subestación, la sección de trabajo debe marcarse en forma notoria, acordonándola o usando barreras, con avisos preventivos, a fin de evitar contactos accidentales con partes energizadas tanto de la propia sección de trabajo como de secciones adyacentes

**c) Conductores**

Todo trabajador que encuentre cables o alambres que representen peligro, debe informar de la situación peligrosa a su jefe inmediato, colocando avisos preventivos y debe quedarse a vigilar. De estar facultado y contar con los medios necesarios debe corregir la condición que representa peligro.

**2301-8 Conexión a tierra de circuitos y equipos.**

**a) Métodos**

Los métodos que deben utilizarse para conectar a tierra los circuitos y equipos son los que se indican en el Artículo 2103

**b) Partes conductoras que deben conectarse a tierra.**

Las pantallas y cubiertas metálicas de los cables, los tanques, gabinetes o cubiertas de equipos, así como los postes que sean conductores y que se utilicen en alumbrado deben conectarse efectivamente a tierra. Los ductos y las cubiertas protectoras de los cables, que sean de un material conductor y estén expuestos a un posible contacto con conductores de más de 300 V a tierra, deben conectarse efectivamente a tierra

Excepción - Este requisito puede omitirse en el caso de partes conductoras expuestas que estén a una distancia superior o igual a 2.4 m, desde una superficie fácilmente accesible

**c) Circuitos**

**1. Neutro común y otros neutros**

Los conductores usados como neutros de líneas primarias y secundarias, así como los neutros comunes entre circuitos primarios y secundarios deben ser efectivamente aterizados, como se especifica en el Artículo 2103

Excepción - Los circuitos diseñados para detección de falla a tierra y los dispositivos con impedancia limitadora de corriente

**2. Otros conductores.**

Otros conductores diferentes a los neutros deben aterrarse efectivamente como se especifica en el Artículo 2103

**3 Apartarrayos.**

Cuando la operación de los apartarrayos dependa de su aterrizamiento, estos deben aterrarse efectivamente como se indica en el Artículo 2103

**4. Uso de la tierra (suelo) como parte del circuito**

Los circuitos alimentadores no deben diseñarse para usar la tierra (suelo) como único elemento de retorno de la corriente para cualquier parte del circuito

Nota La operación monopolar y bipolar de sistemas de alta tensión de corriente directa, se considera permisible para emergencias y periodos limitados de mantenimiento

**2301-9 Requisitos de protección de circuitos y equipos de comunicación.**

**a) Casos en que se requiere.**

Los circuitos y aparatos de comunicación deben protegerse por uno o más de los medios que se indican en el inciso b) siguiente, si los mismos están conectados permanentemente a las líneas sujetas a cualquiera de las siguientes condiciones:

1) Descargas atmosféricas; 2) posibles contactos con conductores cuya tensión exceda de 300 V a tierra; 3) transitorios cuyo potencial exceda de 300 V a tierra; ó 4) tensiones inducidas en condiciones normales de operación que alcancen valores peligrosos

Nota Cuando los cables de comunicación se encuentren localizados cerca de plantas generadoras y subestaciones, donde puedan circular grandes corrientes de tierra, debe evaluarse el efecto que estas corrientes causen en los circuitos de comunicación

**b) Medios de protección.**

Para cumplir con el requisito del inciso anterior, deben usarse medios de protección consistentes en aislamientos adecuados y, el uso de apartarrayos cuando sea necesario.

En condiciones severas, se puede requerir el uso de dispositivos adicionales tales como apartarrayos auxiliares, bobinas de drenaje, transformadores de neutralización o dispositivos que los aislen y los protejan.

**2301-10 Tensiones inducidas.**

Los riesgos derivados de tensiones inducidas en condiciones normales de operación, deben eliminarse.

En el caso de tensiones inducidas en condiciones de transitorios, los riesgos deben reducirse al mínimo posible.

Debe informarse con tiempo razonable de anticipación a los propietarios o encargados de la operación de otras instalaciones cercanas de las nuevas construcciones o cambios en las instalaciones existentes que puedan afectar adversamente a las mismas.

**ARTICULO 2302 - OBRA CIVIL PARA INSTALACIONES SUBTERRANEAS.**

**2302-1 Definiciones.**

Para el propósito de estas normas se entiende por:

Ducto Es un conducto cerrado que se utiliza para alojar en su interior uno o varios cables

Banco de ductos Es un conducto formado por dos o más ductos

Obra civil para instalaciones subterráneas o canalización subterránea Es la combinación de ductos, bancos de ductos, registros, pozos y bóvedas que forman la obra civil.

**2302-2 Trayectoria.**

**a) Disposiciones generales.**

1. Las instalaciones subterráneas deben hacerse en ductos

Excepción Cables submanños

2. La obra civil para instalaciones subterráneas debe seguir en lo posible, una trayectoria recta entre sus extremos, cuando sea necesario puede seguir una trayectoria curva, siempre que el radio de curvatura sea lo suficientemente grande para evitar el daño de los cables durante su instalación

Recomendación El cambio máximo de dirección en un tramo recto de un banco de ductos aplicando el doble natural de los ductos, no debe ser mayor a cinco grados

3. Si la trayectoria sigue una ruta paralela a otras canalizaciones o estructuras subterráneas ajenas, no debe localizarse directamente arriba o abajo de dichas canalizaciones o estructuras; cuando esto no sea posible, debe cumplirse con la separación indicada en la Sección 2302-4

4. En cada entidad debe formarse un comité con un representante de cada institución que haga uso del suelo para instalaciones subterráneas con la finalidad de optimizar el uso del mismo, reglamentando la ubicación de las instalaciones subterráneas en la vía pública, atendiendo lo indicado por esta norma

**b) Riesgos naturales del terreno.**

Debe evitarse en lo posible que la trayectoria de las canalizaciones subterráneas atraviese terrenos inestables (pantanosos, lodosos, etc) o altamente corrosivos Si es necesario construir a través de estos terrenos, debe hacerse de tal manera que se evite o reduzca al mínimo el movimiento o la corrosión

**c) Autopistas y calles.**

Cuando los bancos de ductos deban ser enterrados a lo largo de caminos en donde no existan banquetas, debe utilizarse como trayectoria la guarnición.

**d) Túneles y puentes**

La localización de la obra civil para instalaciones subterráneas en túneles y puentes debe hacerse previendo que el tráfico la dañe lo menos posible. Así mismo, deben tenerse accesos seguros para la inspección y mantenimiento tanto de las estructuras como de la obra civil.

**e) Cruzamientos de vías de ferrocarril.**

En los cruzamientos de vías de ferrocarril ubicados en calles pavimentadas, la profundidad mínima de la obra civil de instalaciones subterráneas debe ser de 0.9 m, cuando la vía del ferrocarril este localizada en calles o caminos no pavimentados, la profundidad mínima debe ser de 1.27 m.

En caso de requerirse registros, pozos de visita o bóvedas, estos deben localizarse en el derecho de vía.

Cuando existan condiciones especiales o que el proyecto propuesto interfiera con instalaciones existentes, las partes involucradas deben acordar los requerimientos a cumplir.

Nota: Cuando no sea posible cumplir con las profundidades marcadas en este punto, estas se podrán reducir previo acuerdo entre las partes involucradas, pero en ningún caso los bancos de ductos o alguna protección de estos debe estar expuesta a la carpeta de agregados donde se hacen trabajos de mantenimiento y limpieza

**f) Cruzamientos submarinos**

Los cruzamientos submanños deben ser instalados siguiendo una trayectoria tal, que estén protegidos de la erosión ocasionada por la acción de las olas o las corrientes submarinas. Su trayectoria no debe atravesar zonas de anclaje de embarcaciones

**g) Otras condiciones.**

**1. Albercas**

Los cables eléctricos no deben instalarse a una distancia menor a 1.5 m de una alberca o de su equipo auxiliar Cuando esto no se pueda cumplir debe proporcionarse una protección mecánica suplementaria.

**2. Cimentaciones**

Las canalizaciones subterráneas no deben instalarse directamente abajo de cimentaciones de edificios o de tanques de almacenamiento Cuando esto no sea posible, la estructura del banco de ductos debe diseñarse para prevenir la aplicación de cargas perjudiciales sobre los cables.

**2302-3 Profundidad.**

La tabla 2302.3 indica la profundidad mínima a la que deben instalarse los ductos o bancos de ductos, siempre que se cumplan los requisitos que se indican en la Sección 2302-6, subinciso a.3). Esta profundidad debe considerarse con respecto a la parte superior de los ductos o su recubrimiento

Tabla 2302.3 Profundidad mínima de los ductos o bancos de ductos.

Localización	Profundidad mínima m
En lugares no transitados por vehículos	0.3
En lugares transitados por vehículos	0.5
Bajo carreteras	1.0
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles pavimentadas	0.9
Bajo la base inferior de rieles en vías de ferrocarril ubicadas en calles o caminos no pavimentados	1.27

NOTA 1 Cuando se instalen cables para diferentes tensiones en una misma trinchera, los cables de mayor tensión deben estar a mayor profundidad

NOTA 2. Los cables submarinos deben enterrarse en una trinchera de 1 m de profundidad hasta alcanzar los 10 m de calado en zonas de arena, en zonas de roca debe protegerse con medias cañas de fierro, en partes más profundas irán depositadas en el lecho marino a fondo perdido

NOTA 3 Cuando no sea posible cumplir con estas profundidades, pueden reducirse previo acuerdo entre las partes involucradas

#### 2302-4 Separación de otras instalaciones subterráneas.

##### a) General.

La separación entre el sistema de canalizaciones subterráneas y otras estructuras subterráneas ubicadas en forma paralela debe tener el ancho necesario para permitir el mantenimiento de los sistemas sin dañar las estructuras paralelas. Un banco de ductos que cruce sobre otra estructura debe tener una separación suficiente que evite el daño de ésta, estas separaciones deben ser determinadas por las partes involucradas.

Nota: Cuando un banco de ductos cruce un pozo de visita, una bóveda o por el techo de túneles de tránsito vehicular, estos pueden estar soportados directamente en el lecho, coincidiendo con todas las partes involucradas.

b) La separación mínima entre ductos o bancos de ductos, y entre ellos y otras estructuras se indica en la tabla 2302.4 a)

Tabla 2302.4 a).

Separación entre ductos o bancos de ductos y con respecto a otras estructuras subterráneas.

Medio separador	Separación mínima m
Tierra compactada.	0.30
Tabique	0.10
Concreto	0.05

NOTA 1: Para cables submarinos la separación debe ser de 1.5 veces la profundidad.

NOTA 2: Previo acuerdo entre las partes involucradas, pueden reducirse estas separaciones.

c) Separación de instalaciones de drenaje, tuberías de agua, vapor o combustible.

Los ductos o bancos de ductos de líneas eléctricas y de comunicación, no deben quedar en contacto con ninguna de estas instalaciones; su separación debe ser tan grande como sea posible, a fin de permitir trabajos de reparación o mantenimiento. En el caso de cruzamientos sobre dichas instalaciones, deben colocarse en ambos lados soportes adecuados para evitar que el peso de los ductos pueda dañar a las instalaciones

#### 2302-5 Excavación y material de relleno.

##### a) Trincheras.

El fondo de las trincheras debe estar limpio, relativamente plano y compactado al 90 % para banquetas y al 95 % para calles. Cuando la excavación se haga en terreno rocoso, el ducto o banco de ductos debe colocarse sobre una capa protectora de material de relleno limpio y compactado

##### b) Material de relleno.

El relleno debe estar libre de materiales que puedan dañar a los ductos o bancos de ductos y compactado al 90 %.

#### 2302-6 Ductos y uniones.

##### a) General.

a.1) El material de los ductos debe ser resistente a esfuerzos mecánicos, a la humedad y al ataque de agentes químicos del medio donde quede instalado.

a.2) El material y la construcción de los ductos debe seleccionarse y diseñarse en tal forma que la falla de un cable en un ducto, no se extienda a los cables de ductos adyacentes

a.3) Los ductos o bancos de ductos deben estar diseñados y construidos para soportar las cargas exteriores a que pueden quedar sujetos, de acuerdo con los criterios que se establecen en la Sección 2302-11, excepto que la carga de impacto puede ser reducida un tercio por cada 30 cm. de profundidad, en tal forma que no necesita considerarse carga de impacto cuando la profundidad es de 90 cm. o mayor.

a.4) El acabado interior de los ductos debe estar libre de asperezas o filos que puedan dañar los cables

a.5) La sección transversal de los ductos debe ser tal que de acuerdo con su longitud y curvatura, permita instalar los cables sin causarles daño

El área de la sección transversal de los cables no debe ser mayor al 55 % del área de la sección transversal del ducto

##### b) Instalación

b.1) En media tensión debe usarse un ducto por cable y en baja tensión un ducto por circuito. Cuando se instalen tres cables de baja tensión en un ducto, la suma de sus diámetros no debe ser igual al diámetro interior del ducto

b.2) Los ductos incluyendo sus extremos y curvas, deben quedar fijos por el material de relleno, envoltivo de concreto, anclas u otros medios, en tal forma que se mantengan en su posición original bajo los esfuerzos impuestos durante la instalación de los cables u otras condiciones

b.3) Los tramos de ductos deben quedar unidos en tal forma que no queden escalones entre uno y otro tramo. No deben usarse materiales que puedan penetrar al interior de los ductos, formando protuberancias al solidificarse y que puedan causar daño a los cables

b.4) Cuando se tengan condiciones tales que se requiera usar tubos con revestimiento exterior, el revestimiento de estos debe ser resistente a la corrosión y debe ser inspeccionado y probado, verificando que el revestimiento sea continuo y este intacto antes de rellenar, debe tenerse la precaución de no dañar el revestimiento al hacer el rellenado y compactado

b.5) En media tensión para atravesar los muros de un edificio, deben dejarse tres ductos de reserva y en baja tensión, uno.

b.6) Cuando se tengan bancos de ductos instalados en puentes metálicos, el banco de ductos debe tener la capacidad de permitir la expansión y contracción de la estructura del puente. Los bancos de ductos que pasen a través de los estribos del puente deben ser instalados de manera que evite o resista cualquier hundimiento debido a un asentamiento del suelo

b.7) Los ductos a la entrada de registros, pozos, bóvedas y otros recintos, deben quedar en terreno muy bien compactado o quedar soportados adecuadamente para evitar esfuerzos cortantes en los mismos

b.8) El extremo de los ductos dentro de los registros, pozos, bóvedas y otros recintos, debe tener los bordes redondeados y lisos para evitar daño a los cables

b.9) Se recomienda que los ductos se instalen con una pendiente de 0.25 por ciento como mínimo, para facilitar el drenado

b.10) Para evitar la posibilidad de que por los ductos entren líquidos, gases o animales, se recomienda utilizar sellos que impidan su paso. Esta medida puede complementarse con la instalación de dispositivos de ventilación y drenaje.

#### 2302-10 Registros, pozos de visita y Bóvedas.

##### a) Localización.

La localización de los registros, pozos y bóvedas debe ser tal que su acceso desde el exterior, quede libre y sin interferir con otras instalaciones. Debe evitarse, en lo posible, que en carreteras queden localizados en la carpeta asfáltica y en vías de ferrocarril en el terraplén.

##### b) Protección.

Cuando los registros, pozos y bóvedas estén con el acceso abierto, deben colocarse medios adecuados de protección y advertencia para evitar accidentes.

##### c) Desagüe.

En los registros, pozos y bóvedas, cuando sea necesario debe instalarse un medio adecuado de desagüe. No debe existir comunicación con el sistema de drenaje.

##### d) Ventilación.

Cuando los pozos, bóvedas y túneles tengan comunicación con galerías o áreas cerradas transitadas por personas, deben tener un sistema adecuado de ventilación hacia el exterior

##### e) Detección de gases.

No se debe entrar a ningún pozo o bóveda, sin que antes se determine y compruebe mediante un equipo adecuado, la ausencia de gases explosivos o tóxicos

f) Los accesos a registros, pozos de visita o bóvedas no deben ser obstruidos por construcciones, estructuras, instalaciones provisionales, equipos semifijos o cualquier otra instalación.

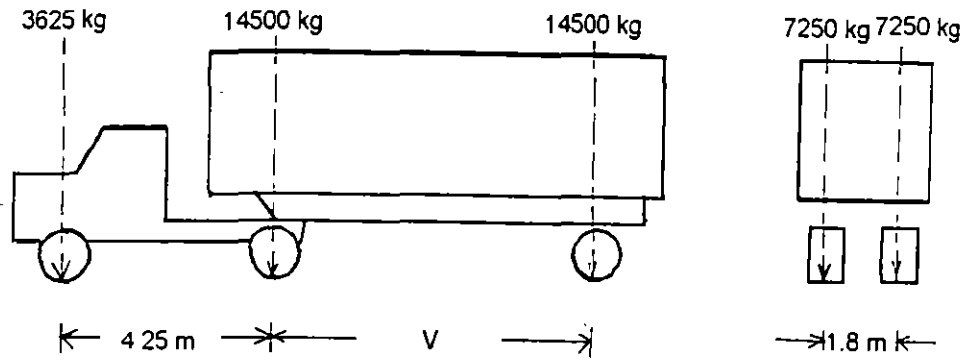
#### 2302-11 Resistencia mecánica.

Los registros, pozos y bóvedas deben estar diseñados y construidos para soportar todas las cargas estáticas y dinámicas que puedan actuar sobre su estructura.

Las cargas estáticas incluyen el peso propio de la estructura, el del equipo, el del agua sobre la cubierta interior, del hielo y otras cargas que tengan influencia sobre la misma estructura.

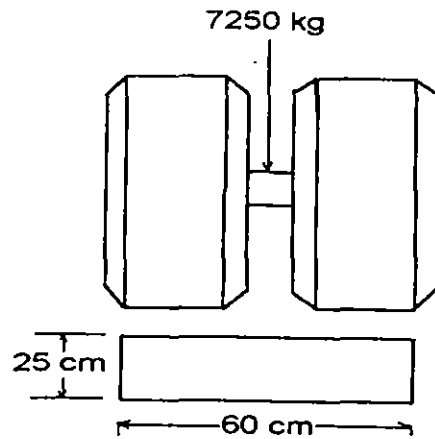
Las cargas dinámicas incluyen principalmente el peso de vehículos en movimiento y cargas por impacto que actúen sobre la estructura.

a) En las zonas de tránsito de vehículos debe tomarse en cuenta, para el cálculo, el vehículo más pesado que pueda transitar por el lugar y debe considerarse que su peso se reparte en cuatro ruedas, pero que sólo una de ellas transmite su carga a la cubierta y a la estructura del registro, pozo o bóveda, en una área de 25 X 60 cm, excepto el caso en que, por las dimensiones del recinto, la estructura y su cubierta tengan que soportar la carga transmitida por dos ruedas separadas 2 m en línea transversal al eje del vehículo.



1) Cuerpo del vehículo

V=Dimensión que varía entre 4.25 y 9.0 m (La dimensión a usar será aquella que de por resultado la carga lateral y vertical que produzca los máximos momentos flexionantes en la estructura).



a) Área de carga de una rueda

Fig. 2302.11a) Características del vehículo para determinar la carga dinámica

NOTA: Como referencia, la carga dinámica que puede considerarse para el cálculo anterior, corresponde a un vehículo cuyo peso y dimensiones se indican en la figura 2302.11 a).

b) En zonas que no tienen tránsito de vehículos debe considerarse una carga dinámica mínima de 1 500 Kg/m<sup>2</sup>.

c) Las cargas dinámicas deben incrementarse en 30 % por impacto

d) Cuando en los registros, pozos y bóvedas se coloquen anclas para el jalado de los cables, éstas deben tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas, con un factor de seguridad mínimo de 2

#### 2302-12 Dimensiones.

Las paredes interiores de los registros deben dejar un espacio libre cuando menos igual al que deja su tapa de acceso, y su altura debe ser tal que permita a una persona trabajar desde el exterior o parcialmente introducida en ellos.

En los pozos y bóvedas además del espacio ocupado por cables y equipo, debe dejarse espacio libre suficiente para trabajar. La dimensión horizontal de este espacio debe ser cuando menos de 0.9 m la vertical de 1.8 m

En el caso de líneas de comunicación, las dimensiones mínimas de dicho espacio deben ser: la horizontal de 0.8 m y la vertical de 1.2 m

#### 2302-13 Acceso a pozos y bóvedas.

a) El acceso a los pozos debe tener un espacio libre mínimo de 56 X 65 cm si es rectangular, o de 84 cm de diámetro si es circular. En el caso de líneas de comunicación dicho espacio debe ser de 40 X 50 cm si es rectangular. El acceso debe estar libre de protuberancias que puedan lesionar al personal o que impidan una rápida salida.

b) El acceso a pozos y bóvedas no debe ser localizado directamente sobre los cables o equipo. Cuando el acceso interfiera con algún obstáculo, puede quedar localizado sobre los cables, si se cumple con alguna de las siguientes medidas: 1) una señal de advertencia adecuada, 2) una barrera de protección sobre los cables o 3) una escalera fija

c) En bóvedas puede tenerse otro tipo de aberturas localizadas sobre el equipo para facilitar su operación desde el exterior

#### 2302-14 Tapas.

Las tapas de los registros, pozos y bóvedas deben ser de masa y diseño para que asienten y cubran los accesos así como para evitar que puedan ser fácilmente removidas sin herramientas. Cuando las tapas de bóvedas y pozos para acceso del personal sean ligeras, deben estar provistas de aditamentos para la colocación de candados

Las tapas deben ser de un diseño tal que no puedan caer accidentalmente dentro de los registros, pozos o bóvedas. No deben tener protuberancias dentro de los pozos de visita suficientemente grandes para tener contacto con los cables o equipos

Las tapas y sus soportes deben tener la resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas que se mencionan en la Sección 2302-11.

Las tapas deben ser antiderrapantes y tener una identificación visible desde el exterior que indique el tipo de instalación o la empresa a la que pertenecen

En el caso de transformadores instalados en bóvedas, las tapas deben contar con una rejilla apropiada para permitir la ventilación. La separación del enrejado no debe permitir el paso de objetos que puedan dañar los cables o los equipos

#### 2302-15 Puertas de acceso a túneles y bóvedas.

a) Las puertas de acceso deben ser localizadas de forma tal que se provea un acceso seguro

b) Las puertas de acceso del personal a las bóvedas, no deben localizarse o abrir directamente sobre el equipo o cables. Las aberturas de otros tipos (no para acceso del personal) en las bóvedas, pueden ubicarse sobre el equipo para facilitar el trabajo, reemplazo o instalación del mismo

c) Cuando las puertas de túneles y bóvedas dentro de edificios, estén accesibles al público, deben estar cerradas con llave, a menos que personal autorizado impida la entrada al público

d) Estas puertas deben diseñarse en tal forma que una persona pueda salir rápidamente, aun cuando la puerta esté cerrada desde el exterior.

#### ARTICULO 2303 - CABLES SUBTERRANEOS.

##### 2303-1 Diseño y construcción.

El diseño, construcción y materiales de los cables subterráneos deben estar de acuerdo con la tensión, intensidad de corriente, corriente de cortocircuito, elevación de temperatura y condiciones mecánicas y ambientales a que se sometan durante su instalación y operación.

Cuando los cables estén expuestos a ambientes húmedos y corrosivos es conveniente sean diseñados y usados con cubiertas protectoras

Cuando técnicamente el diseño lo permita debe evitarse usar materiales en las pantallas y cubiertas de los cables que, en contacto directo o como resultado de su combustión sean dañinos para la salud de los seres vivos

Nota. 1) Los cables que se usen en líneas subterráneas deben cumplir con todas las pruebas y requisitos que se indican en las Normas correspondientes

2) Los cables que se usan en edificios deben ser del tipo **antiflama** y libres de halógenos

##### 2303-2 Pantallas sobre el aislamiento.

Los cables que operen a una tensión de 5 kV entre fases o mayor, deben tener una pantalla semiconductora en contacto con el aislamiento y una pantalla metálica no magnética en contacto con dicha pantalla semiconductora.

El material de la pantalla metálica debe ser resistente a la corrosión o bien estar adecuadamente protegido.

Excepción: Tramos cortos usados como bus de amarre que no hagan contacto con superficies o materiales aterrizados

##### 2303-3 Conexión a tierra de las pantallas metálicas.

Las pantallas o cubiertas metálicas de los cables deben estar conectadas efectivamente a tierra

Las pantallas metálicas pueden ser seccionadas siempre y cuando cada sección sea efectivamente aterrizada.



Excepcion Puede omitirse esta conexión a tierra solo cuando así lo requiera la operación de los cables y siempre que existan protecciones que impidan el contacto de personas con las mismas partes metálicas o que queden fuera de su alcance

Las conexiones de las pantallas metálicas hacia los cables para su aterrizado, deben asegurar un buen contacto, evitando que se aflojen o se suelten. Estas pueden hacerse por medio de conectores del mismo metal u otro material adecuado para el propósito y las condiciones de uso, o por medio de soldadura, cuidando que esta y los fundentes aplicados sean los adecuados

Los conectores para unir las pantallas metálicas de cables en empalmes y terminales deben ser los adecuados para asegurar un buen contacto mecánico y eléctrico, usando el tamaño y material conveniente a fin de evitar pérdidas de energía por calentamientos. Estos conectores pueden ser del tipo para soldar o a presión. En el caso de conductores de área transversal de 8 37 mm<sup>2</sup> (8 AWG) y menores, la conexión puede hacerse trenzando los conductores o mediante un conector de tornillo adecuado

**2303-4 Tensiones inducidas en la pantalla metálica.**

Se recomienda que las tensiones inducidas en condiciones normales de operación, no sean mayores a 55

**2303-8 Instalación de cables en canalizaciones subterráneas.**

a) Debe evitarse que los cables sean doblados con radios menores al mínimo señalado por el fabricante (en ningún caso este radio será menor a 12 veces el diámetro externo del cable) durante su manejo, instalación y operación

b) Las tensiones de jalado y las presiones sobre las paredes, que se presenten durante la instalación de los cables, no deben alcanzar valores que puedan dañar a los mismos. Deben limitarse a los recomendados por el fabricante

c) Los ductos deben limpiarse previamente a la instalación de los cables.

d) Cuando se use lubricante durante el jalado de los cables, éste no debe afectar a los cables ni a los ductos

e) En instalaciones verticales o con pendientes, los cables deben soportarse adecuadamente para evitar deslizamientos y deformaciones debido a su masa

f) Los cables eléctricos y de comunicación no deben instalarse dentro del mismo ducto

g) Cuando en un banco de ductos se instale más de un circuito debe analizarse la capacidad de conducción de corriente, con el objeto de reducir las pérdidas de energía por agrupamiento de conductores.

**2303-9 Cables en registros, pozos y bóvedas.**

**a) Soportes**

a.1) Los cables dentro de los registros, pozos o bóvedas deben quedar fácilmente accesibles y soportados de tal manera que no sufran daño debido a su propia masa, curvaturas o movimientos durante su operación.

a.2) Los soportes de los cables deben estar diseñados para resistir la masa de los propios cables y de cargas dinámicas, mantenerlos separados en claros específicos y ser adecuados al medio ambiente

a.3) Los cables deben quedar soportados cuando menos 10 cm arriba del piso, o estar adecuadamente protegidos

Excepcion.- Este requisito no se aplica a conductores neutros y de puesta a tierra.

a.4) La instalación debe permitir el movimiento del cable sin que haya concentración de esfuerzos destructivos

**b) Separación entre cables eléctricos y de comunicación**

b.1) Los pozos de visita deben reunir los requisitos siguientes respecto a las dimensiones. Debe mantenerse un espacio de trabajo limpio, suficiente para desempeñar las labores. Las dimensiones del área de trabajo horizontales deben ser como mínimo de 0.9 m y las verticales deben ser como mínimo de 1.8 m.

b.2) No deben instalarse cables eléctricos y de comunicación dentro de un mismo registro, pozo o bóveda.

b.3) Cuando no sea posible cumplir con el punto anterior, se pueden instalar en un mismo registro, pozo o bóveda, cables eléctricos y de comunicación, siempre que se cumpla con los siguientes requisitos:

1.- Que exista acuerdo entre las partes involucradas.

2.- Que los cables queden soportados en paredes diferentes, evitando cruzamientos

3.- Si no es posible instalarlos en paredes separadas, los cables eléctricos deben ocupar niveles inferiores a los de comunicación

4.- Deben instalarse permitiendo su acceso sin necesidad de mover a los demás.

5.- Que la separación mínima entre cables eléctricos y de comunicación, dentro del registro, pozo o bóveda, sea la indicada en la tabla 2303.9b.1).

Tabla 2303.9b.1)

Separación mínima entre cables eléctricos y de comunicación dentro de un mismo registro, pozo o bóveda

Cables eléctricos Tensión entre fases (kV)	Separación en m
Hasta 15	0.15
Más de 15 hasta 50	0.23
Más de 50 hasta 120	0.30
Más de 120	0.50

Excepción No 1: Estas separaciones no se aplican a conductores de puesta a tierra

204

Excepcion No. 2 Estas separaciones pueden reducirse previo acuerdo entre las partes involucradas siempre y cuando se instalen barreras o protecciones adecuadas

Nota Cuando ambos tipos de cables queden colocados en la misma pared del recinto se recomienda que los cables de electricidad ocupen niveles inferiores a los de comunicación

**c).- Identificación**

c.1) Los cables dentro de los registros, pozos o bóvedas, deben estar permanentemente identificados por medio de placas, o algún otro tipo de identificación.

c.2) El material de identificación debe ser resistente a la corrosión y a las condiciones del medio ambiente

c.3) Cuando se instalen cables eléctricos y de comunicación en un mismo registro, pozo o bóveda, deben estar permanentemente identificados indicando el nombre de la empresa o el tipo de uso, como se indica en la figura 2303.9 c 3)

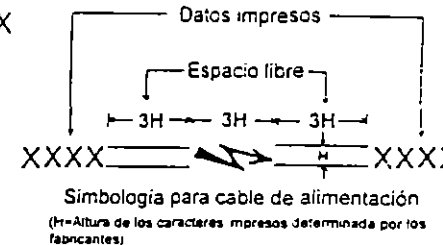
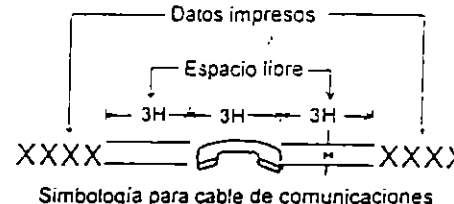


Fig 2303.9 c 3 Identificación de cables

**2303-10 Protección contra fuego.**

Aunque no es requisito la condición a prueba de fuego, se puede proporcionar de acuerdo a las prácticas de confiabilidad de servicio normal de las empresas, puede proporcionarse una protección contra fuegos externos.

**2303-11 Cables de comunicación conteniendo circuitos especiales de alimentación.**

A los circuitos especiales operando en tensiones mayores a 400 V a tierra y usados para alimentar energía solamente a equipos de comunicaciones, pueden considerarse como cable de comunicaciones bajo las condiciones siguientes

1.- Tales cables deben tener pantallas conductoras o pantallas que deben estar conectadas efectivamente a tierra y cada uno de tales circuitos debe llevarse en un conductor individualmente encerrado con una pantalla de aterrizamiento efectivo

2.- Todos los circuitos en tales cables deben ser operados por sus propietarios y su mantenimiento realizado por personal calificado.

3.- Las terminales de tales circuitos deben ser accesibles sólo a personal calificado

4.- Los circuitos de comunicación sacados de tales cables, si no terminan en una estación repetidora u oficina terminal, deben protegerse de manera que en el evento de una falla dentro del cable, la tensión en el circuito de comunicación no exceda los 400 V a tierra

5.- Los aparatos terminales para la alimentación de energía serán arreglados para que las partes vivas sean inaccesibles, cuando tales circuitos de alimentación estén energizados.

6.- Tales cables deben ser identificados con placas en cada registro, pozo de visita o bóveda.

Excepcion. Los circuitos de alimentación de 550 V o menores que conducen energía que no excede a 3200 W

**2303-12 Aterrizado e interconectado.**

a) Las pantallas de aislamiento del cable y empalmes deben estar aterrizados efectivamente.

b) Las cubiertas y pantallas que estén conectadas a tierra en los pozos y bóvedas deben ser interconectadas o conectadas a una tierra común.

c) Los cables de interconexión y aterrizado deben ser de material resistente a la corrosión y adecuados al ambiente o protegidos adecuadamente

**2303-13 Cables submarinos.**

**a) Trayectoria.**

Los cables submarinos deben ir enterrados en una trinchera de un metro de profundidad, hasta que se alcancen los 10 m de calado en zonas de arena, o protegidos con medias cañas de material resistente a la corrosión, y de suficiente resistencia mecánica, en zonas de roca

b) Empalmes

Los cables subterráneos en su tramo marino no deben tener al ser instalados, empalmes hechos en campo. Solo se deben instalar con empalmes hechos en fábrica.

Se podrán usar empalmes para unir los tramos marinos y subterráneos.

c) Protección

La armadura del cable debe diseñarse para soportar adecuadamente los esfuerzos mecánicos a que estará sujeto el cable durante la instalación y operación. La armadura debe estar protegida contra la corrosión para cumplir adecuadamente su función durante toda la vida útil del cable.

Los cables de reserva deben almacenarse siguiendo las recomendaciones del fabricante.

ARTICULO 2304.- ESTRUCTURAS DE TRANSICION DE LINEAS AEREAS A CABLES SUBTERRANEOS O VICEVERSA.

2304-1 General.

a) Las estructuras de transición son aquellos tramos de cable que estando conectados a/o formando parte de un sistema de líneas subterráneas, quedan arriba del nivel del suelo y están provistos de terminales, generalmente conectadas a líneas aéreas, quedando soportados en postes, o estructuras.

b) Las estructuras de transición de cables eléctricos deben estar provistas de una protección mecánica que rodee completamente al cable hasta una altura mínima de 2.45 m sobre el nivel del suelo y cuando menos hasta una profundidad de 30 cm dentro del mismo suelo.

c) Cuando la protección consista de un tubo o cubierta metálica, ésta debe conectarse efectivamente a tierra de acuerdo con el Artículo 2103.

d) Los cables deben subir verticalmente desde el suelo y sólo con la desviación que sea necesaria para fijarlos en la estructura sin que se rebase el radio de curvatura permisible de los cables.

2304-2 Instalación.

a) La instalación de las estructuras de transición debe hacerse de tal manera que el agua no permanezca dentro de la protección mecánica de los cables.

b) Los cables deben estar soportados de tal manera que se evite su daño o el de las terminales.

c) Los cables deben instalarse o fijarse en tal forma que se evite el daño de los mismos en los extremos de la protección mecánica, debido al movimiento relativo entre ésta y el cable.

d) Las estructuras de transición de cables deben localizarse en el poste o estructura en la posición más segura, tomando en cuenta el espacio para que suban las personas y el posible riesgo de daño por vehículos.

2304-3 Estructuras de transición en equipos tipo pedestal.

a) Los cables que lleguen a transformadores, interruptores u otros equipos instalados en pedestal, deben colocarse y arreglarse dentro del registro que acometa al equipo, de manera que no se dañen sus cubiertas.

b) La entrada de los cables a equipos instalados en pedestal deben mantenerse a la profundidad adecuada para su clase de tensión hasta que queden protegidos abajo del pedestal, a menos que se coloque una protección mecánica adecuada.

ARTICULO 2305 - TERMINALES

2305-1 General.

a) Las terminales de los cables deben ser diseñadas para resistir los esfuerzos mecánicos, térmicos ambientales y eléctricos esperados durante su operación.

b) La separación entre partes vivas de una terminal o de diferentes terminales o con respecto a su propia estructura debe ser la adecuada para la tensión de aguante al impulso por rayo (nivel básico de aislamiento al impulso-NBAI), de la terminal. Cuando las terminales sean colocadas en postes, la separación entre partes vivas debe ser de acuerdo a lo indicado en la tabla No. 2202.2 a.1).

c) Las terminales deben diseñarse para evitar la penetración de humedad hacia el cable.

d) En aquellos lugares donde la separación entre partes con diferente potencial se reduzca abajo de la adecuada para la tensión y NBAI, deben proporcionarse barreras aislantes o terminales completamente aisladas que reúnan los requisitos equivalentes a las separaciones.

e) Altura.

Las partes vivas de las terminales no deben quedar a alturas menores que las indicadas en la tabla siguiente.

Tabla 2305.1 e).

Altura mínima de partes vivas de terminales (metros).

Lugar de instalación.

En líneas con tensión entre conductores:

Hasta de 750 V.

De 750 a 22000 V

Expuesto a tránsito de vehículos

5.0

5.6

No expuesto a tránsito de vehículos

3.8

4.4

Nota 1: Para tensiones mayores de 22 kV, las alturas especificadas en la última columna deben incrementarse 1 cm por cada kV en exceso de 22 kV.

Nota 2: Cuando se instalen terminales de baja tensión en paredes, la altura mínima debe ser de 2.9 m.

f) Conexión a terminales - La conexión de los conductores a terminales debe asegurar un buen contacto sin dañar a los mismos conductores, no deben existir conexiones flojas o sueltas. La conexión puede hacerse con zapatas soldadas, de presión o con cualquier otro medio que asegure una amplia superficie de contacto. Las zapatas deben ser selladas para evitar el ingreso de humedad hacia el cable. Las zapatas y los

conductores deben ser del mismo metal a menos que el acceso sea adecuado para el propósito y las condiciones de uso.

Cuando se utilicen soldaduras fundentes o compuestas, éstos deben ser adecuados para tal uso y no deben dañar a los conductores o al equipo.

2305-2 Soportes.

a) Las terminales de los cables deben instalarse de tal manera que mantengan su posición de instalación.

b) Cuando sea necesario los cables deben soportarse de manera que no sufran daños por transferencia de esfuerzos mecánicos hacia las terminales, al equipo o a la estructura.

2305-3 Identificación.

Los cables o terminales de las estructuras de transición deben estar permanentemente identificados por medio de placas o algún otro tipo de identificación.

2305-4 Separación en gabinetes o bóvedas.

a) Las terminales deben estar con una separación adecuada entre conductores y hacia tierra de acuerdo al tipo de terminal a utilizar.

b) En las partes vivas expuestas dentro de gabinetes, debe mantenerse la separación o usarse barreras aislantes adecuadas para las tensiones y tensión de aguante que se requiera.

c) Para terminales en bóvedas, se permiten partes vivas sin aislar siempre que se proporcionen los medios de protección adecuados.

2305-5 Conexión a tierra.

Todas las partes conductoras de las terminales (excepto las partes vivas), el equipo al que se fijan y las estructuras conductoras que soportan a las terminales, deben conectarse efectivamente a tierra.

ARTICULO 2306 - EMPALMES, TERMINALES Y ACCESORIOS PARA CABLES.

2306-1 General.

a) Los empalmes, terminales y accesorios que se empleen en instalaciones subterráneas deben soportar los esfuerzos mecánicos, térmicos, eléctricos y del medio ambiente a que estén expuestos durante su operación.

Nota: Los empalmes terminales y accesorios que se usen en líneas subterráneas deben cumplir con todas las pruebas y requisitos que se indican en las Normas correspondientes.

b) Los empalmes, terminales y accesorios deben ser compatibles al tipo de cable y a las condiciones del medio ambiente, para evitar efectos dañinos en sus componentes.

c) Los empalmes, terminales y accesorios que se utilicen deben soportar sin dañarse, la magnitud y duración de corrientes de falla que se presenten durante su operación, instalándose de tal manera que cuando uno falle no afecte a las otras instalaciones.

d) Los empalmes, terminales y accesorios que se empleen en instalaciones subterráneas, deben evitar la penetración de humedad dentro de los cables.

e) Los empalmes y accesorios que se utilicen deben quedar localizados dentro de los registros, pozos, bóvedas y gabinetes.

ARTICULO 2307 - EQUIPO SUBTERRANEO.

2307-1 General.

a) Se considera como equipo subterráneo el siguiente:

a.1) Transformadores, interruptores, indicadores de falla, buses, etc., instalados para la operación de las líneas eléctricas subterráneas.

a.2) Repetidoras, bobinas de carga, etc., instaladas para la operación de las líneas subterráneas de comunicación.

a.3) Equipo auxiliar, tal como bombas, salidas para alumbrado o contactos, etc., instalado como complemento de las líneas subterráneas eléctricas o de comunicación.

b) Los equipos eléctricos y de comunicación no deben instalarse en un mismo pozo o bóveda. Cuando no sea posible cumplir será necesario un acuerdo entre las partes involucradas.

c) Los equipos deben ser colocados dentro de los pozos o bóvedas, en soportes u otros dispositivos que los fijen y resistan su masa y el de las cargas a que estén sometidos, así como los esfuerzos que se presenten durante su operación.

2307-2 Características.

a) Los equipos subterráneos deben seleccionarse e instalarse de acuerdo con las condiciones térmicas, químicas, mecánicas y ambientales del lugar.

b) Todos los equipos incluyendo dispositivos auxiliares, fusibles y contactos deben diseñarse para soportar los efectos de condiciones normales, de emergencia y de falla que se presenten durante su operación.

c) Todos los equipos subterráneos que se instalen dentro de pozos y bóvedas deben ser del tipo sumergible. Asimismo, todos aquellos que sean susceptibles de un proceso de corrosión, deben tener una protección adecuada para evitar este problema.

d) Cuando se conecten o desconecten partes vivas utilizando herramientas, debe contarse con espacio suficiente a tierra o entre fases, o colocar barreras adecuadas.

e) Todos los interruptores deben tener indicado en forma visible y permanente: 1) el diagrama unifilar de su operación; 2) la posición de sus contactos y 3) la dirección de operación de las palancas o mecanismo activador.

Nota: La palanca o mecanismo de control de los interruptores debe operar en una dirección para abrir y en otra para cerrar con objeto de evitar confusiones.

f) El equipo que pueda ser operado a control remoto o en forma manual, debe tener un medio de bloqueo local que impida su operación, para evitar riesgos al trabajador.

g) Todos los equipos tipo pedestal deben estar cerrados con llave o provistos con un dispositivo para candado

h) El acceso a partes vivas con tensiones mayores a 600 V, requieren de una barrera o puerta con llave, para evitar la entrada de personas no autorizadas. También se recomienda el uso de señales de advertencia visibles al abrir la primer barrera

i) Los equipos tipo pedestal deben colocarse sobre una base de concreto

j) Las cajas, cámaras u otros dispositivos de los equipos que contengan fusibles, interruptores u otras partes susceptibles de producir gases, deben estar construidas en tal forma que resistan las presiones interiores que se produzcan para no causar daños a personas u otros equipos próximos

#### 2307-3 Localización de estructuras subterráneas.

a) Los equipos y sus estructuras no deben obstruir el acceso o salida del personal en los pozos de visita o bovedas

b) Los equipos de pozos de visita o bovedas no deben instalarse a distancias menores a 0.20 m de la parte de atrás de escaleras fijas y no deben interferir con su uso

c) Los equipos deben acomodarse en los pozos de visita o bóvedas de tal forma que permitan la instalación, operación y mantenimiento de todas las partes de sus estructuras.

d) Los interruptores de operación manual o eléctrica deben accionarse en forma segura, esto puede realizarse con dispositivos auxiliares portátiles que se fijen temporalmente

e) Los equipos no deben interferir con estructuras de drenaje

f) Los equipos no deben obstaculizar la ventilación de estructuras o gabinetes

#### 2307-4 Instalación.

a) Todos los equipos deben contar con dispositivos de suspensión adecuados a su masa, para facilitar su instalación y montaje

b) Las partes vivas deben quedar instaladas, aisladas o protegidas, de tal manera que se evite el contacto accidental de personas con el equipo y del agua también.

c) Los dispositivos de operación, inspección y pruebas deben estar visibles y fácilmente accesibles cuando el equipo se encuentre instalado en su posición definitiva y sin tener que remover ninguna conexión permanente

d) Las partes vivas deben aislarse o protegerse de la exposición a líquidos conductores u otros materiales que puedan presentarse en la estructura que contiene el equipo

e) Cuando los controles de los equipos sean accesibles a personal no autorizado, deben asegurarse con cerraduras o sellos

#### 2307-5 Conexión a tierra.

Los tanques, gabinetes y cubiertas metálicas de los equipos deben conectarse efectivamente a tierra

#### 2307-6 Identificación.

Los equipos instalados en pozos o bóvedas deben contar con placas o algún otro medio que los identifique permanentemente para su correcta instalación y operación.

### ARTICULO 2308 - INSTALACIONES EN TUNELES.

#### 2308-1 General.

a) Las instalaciones en túneles, de cables y equipos eléctricos y de comunicación, deben cumplir con los requisitos que sean aplicables a otros artículos de este Capítulo 23

b) Cuando los conductores eléctricos no cumplan con los requisitos establecidos en otros artículos de este Capítulo 23 para cables subterráneos, o cuando los sistemas eléctricos y de comunicación estén accesibles a personas no idoneas, debe contarse con medios de protección adecuados que eviten el contacto accidental de personas con los conductores o el equipo.

#### 2308-2 Protección a las personas.

Cuando el túnel sea accesible al público o cuando se requiera que entre personal para instalar, operar y mantener los cables y el equipo, el diseño del túnel debe incluir medios de protección a las personas y donde sea necesario, barreras, detectores, alarmas, ventilación, bombas y dispositivos de seguridad adecuados. Los medios de protección que deben considerarse son los siguientes

a) Contra atmósferas venenosas o asfixiantes.

b) Contra fuego, explosión, altas temperaturas y fallas de tuberías de presión.

c) Contra tensiones eléctricas inducidas.

d) Contra posible inundación del túnel.

e) Medios seguros de salida rápida del túnel, cuando menos en dos direcciones.

f) Espacios libres de trabajo, con una dimensión mínima horizontal de 0.9 m y vertical de 1.80 m, dejando una distancia mínima libre de 0.60 m con respecto al paso de vehículos o máquinas en movimiento

g) Banquetas libres de obstáculos para el tránsito de trabajadores dentro del túnel

h) Equipos de protección para prevenir a los trabajadores de riesgos debidos a la operación de vehículos u otras maquinarias en los túneles

i) Banquetas sin obstrucciones para los trabajadores dentro del túnel.

### 2308-3 Protección a las instalaciones.

En túneles que contengan instalaciones eléctricas y de comunicación deben considerarse medidas de protección contra el medio desfavorable en que se encuentren. Estas medidas pueden ser:

a) Contra el efecto de la humedad o la temperatura

b) Contra el efecto de líquidos y gases

c) Contra el efecto de la corrosión

### ARTICULO 2309 - CHAROLAS PARA CABLES.

#### 2309-1 General.

a) Los requisitos de esta sección se aplican, en particular, a las charolas para cables que se instalen en bovedas, túneles y recintos similares

b) Para el propósito de esta norma se considera como charola una estructura rígida y continua especialmente construida para soportar cables eléctricos o de comunicación, tales como canales, escalonillas y estructuras similares, las cuales pueden ser de metal o de otros materiales no combustibles

c) Para efectos de diseño o selección de las charolas, deben considerarse las dimensiones, tipo y cantidad de los cables por instalar

d) Las charolas deben seguir en lo posible una trayectoria recta, sin embargo cuando sea necesario cambiar de dirección, el radio de curvatura debe ser lo suficientemente grande para evitar que los cables se dañen durante su instalación: el radio mínimo de curvatura en ningún caso será menor a 12 veces el diámetro externo del cable

e) Todas las charolas conductoras deben estar aterrizadas e interconectadas entre sí cuando exista discontinuidad entre las charolas

f) En las charolas los cables deben colocarse en una sola capa

#### 2309-2 Materiales.

La selección del material debe ser de acuerdo con el medio ambiente donde va a instalarse y con las condiciones de operación

#### 2309-3 Resistencia mecánica.

Las charolas deben estar construidas e instaladas para soportar todas las cargas estáticas y dinámicas que puedan actuar sobre ellas.

a) Las cargas estáticas son aquellas que no cambian su magnitud y están en lugares fijos, tales como la masa propia de las charolas, conductos metálicos (tubos conduit), cables y demás accesorios

b) Las cargas dinámicas incluyen la masa del personal que ejecute la instalación de cables sobre las charolas, los esfuerzos por el tendido de cables, y otros que puedan presentarse de acuerdo con el lugar donde se encuentra la instalación

#### 2309-4 Instalación.

a) Cuando se instalen varias charolas, la separación entre cada una de ellas debe ser suficiente para permitir los trabajos de instalación y mantenimiento de los cables. En el caso de charolas para cables eléctricos, se recomienda que la separación vertical sea cuando menos de 0.30 m y la separación entre la charola más alta y el techo, vigas, tubos, etc., de 0.25 m

b) Las charolas para cables de diferente nivel de tensión, deben ser colocadas en un orden tal que los cables de mayor tensión queden más alejados de las personas

c) Las derivaciones de charolas a equipo deben localizarse en tal forma que el agua pueda drenarse lejos de la entrada al equipo

d) Todo el sistema de charolas metálicas debe tener continuidad eléctrica y estar efectivamente conectado a tierra. En tensiones mayores de 1000 V, las charolas no deben usarse como medio de conexión a tierra de equipos

#### 2309-5 Cubiertas.

a) Se recomienda que se instalen cubiertas sobre las charolas, cuando estén expuestas a la caída de objetos o a la acumulación de escombros o materiales corrosivos

b) En las charolas verticales deben colocarse cubiertas que se extiendan hasta una altura mínima de 1.80 m sobre el nivel del piso

#### 2309-6 Identificación.

a) Los cables instalados en charolas deben estar permanentemente identificados por medio de placas, o algún otro medio, a fin de facilitar la identificación de los diferentes circuitos

b) El material del medio de identificación debe ser resistente a la corrosión y a las condiciones del medio ambiente

## CAPITULO 24 SUBESTACIONES

### ARTICULO 2401- REQUISITOS GENERALES

#### 2401-1 Introducción.

Este capítulo contiene requisitos que se aplican, en particular, a las subestaciones de usuarios, pero son igualmente aplicables en lo que corresponda, a instalaciones similares que forman parte de sistemas de suministro de energía eléctrica. Estos requisitos se han establecido, considerando que las subestaciones deben funcionar bajo la responsabilidad de personal idóneo y estar accesibles solamente a éste. No es el propósito de este capítulo que dichos requisitos, así como la información complementaria que contiene, constituyan instrucciones para personas sin los debidos conocimientos sobre la materia.

Estos requisitos se aplican a toda instalación nueva y a las modificaciones o ampliaciones de instalaciones ya existentes. En el caso de instalaciones temporales (que pueden requerirse en el proceso de construcción

de fabricas o en subestaciones que esten siendo reestructuradas o reemplazadas), la Secretaría podra eximir al usuario del cumplimiento de alguno de estos requisitos, de acuerdo con la justificacion que exista para ello y siempre que se obtenga la debida seguridad por otros medios

Aunque las tensiones más comunes de suministro del servicio a los consumidores industriales no exceden de 34.5 kV, las distancias de seguridad que se fijan en el Artículo 2404 se han extendido hasta una tensión de 230 kV en vista de que cada vez son más frecuentes los casos en que los servicios industriales se conectan a tensiones que igualan a las altas tensiones de transmision en los sistemas de suministro

#### 2401-2 Instalación y mantenimiento del equipo eléctrico.

El equipo de las subestaciones debe ser instalado y mantenido para reducir al minimo los riesgos de accidentes del personal, así como el consumo de energia

a) Equipo de uso continuo Antes de ser puesto en servicio, debe comprobarse que el equipo electrico cumple con los requisitos establecidos en los diferentes Artículos de este Capítulo Posteriormente, debe ser mantenido en condiciones correctas de funcionamiento, haciendo inspecciones periódicas para comprobarlo El equipo defectuoso debe ser reparado o reemplazado.

b) Equipo de emergencia. El equipo y las instalaciones de emergencia se deben revisar y probar periodicamente para cerciorarse de que están en buenas condiciones de funcionamiento

c) Equipo de uso eventual Se recomienda que el equipo o las instalaciones que se usen eventualmente sean revisados y probados antes de usarse, en cada ocasión.

Los equipos deben soportarse y fijarse de manera consistente a las condiciones de servicio esperadas Los equipos pesados como transformadores quedan asegurados por su propio peso, pero aquellos donde se producen esfuerzos por sismo o fuerzas dinamicas durante su operacion, pueden requerir medidas adicionales apropiadas (ver Sección 2401-11).

#### 2401-3 Partes con movimientos repentinos.

Todas las partes que se muevan repentinamente y que puedan lastimar a personas que se encuentren proximas, deben protegerse por medio de resguardos

#### 2401-4 Identificación del equipo eléctrico.

Para identificar al equipo electrico en subestaciones se recomienda pintarlo, numerarlo, usando placas, etiquetas o algún otro medio que permita distinguirlo fácilmente, tanto respecto a su funcionamiento como al circuito a que pertenece. Conviene adoptar un método de identificación uniforme en todo el equipo instalado en una subestación o en un grupo de instalaciones que correspondan a un mismo usuario

Esta identificación nunca debe ser colocada sobre cubiertas removibles o puertas que puedan ser intercambiadas

#### 2401-5 Medio de desconexión general.

Toda subestacion debe tener en el lado primario (acometida), un medio de desconexion general de operacion simultanea que sea adecuado a la tension y corriente nominales del servicio, en adición a cualquier otro medio de interrupcion

Excepción No 1 En caso de subestaciones compactas de un solo transformador que requieran ampliarse y no cuenten con espacio suficiente, se permite colocar un segundo transformador siempre que tenga su propio medio de protección Cuando se derive después del equipo de medición, es necesario un medio de desconexion, en adición a cualquier otro medio de interrupcion

Excepción No 2. En subestaciones tipo intemperie abierto o pedestal con un solo transformador trifasico de 500 kVA o menor, o un banco de transformadores monofásicos equivalente tipo abierto o pedestal

Excepción No 3. No se requieren cuchillas antes de un interruptor que esté instalado en una unidad compacta de tipo desenchufable, la cual pueda ser abierta si el circuito está conectado y que al ser removida de su posición normal de operación, desconecte automáticamente al interruptor de todas las partes energizadas

En subestaciones con dos o más transformadores, o en subestaciones receptoras con varias derivaciones para transformadores remotos u otras cargas, ver Sección 2405-14

#### 2401-6 Dispositivo general de protección contra sobrecorriente.

Toda subestación debe tener en el lado primario (acometida), un dispositivo general de protección contra sobrecorriente que sea adecuado a la tensión y corriente del servicio y cumpla con lo establecido en las Secciones 2401-7 y 2405-7, referentes a la capacidad interruptiva y a la capacidad nominal o ajuste de disparo respectivamente.

En subestaciones con dos o más transformadores, o en subestaciones receptoras con varias derivaciones para transformadores remotos u otras cargas, ver Secciones 2405-13 y 2405-14 f)

Excepción: En ampliaciones de subestaciones compactas aplicar la Excepción No. 1 de la Sección 2401-5.

#### 2401-7 Capacidad interruptiva y coordinación de protecciones.

a) Los dispositivos de protección contra sobrecorriente, tanto en el lado primario como en el secundario, deben ser de la capacidad interruptiva adecuada. En el caso del dispositivo en el lado primario (acometida), su capacidad interruptiva debe estar de acuerdo con la potencia máxima de cortocircuito que pueda presentarse en el lugar de la subestación, según la información que proporcione el suministrador.

b) Toda falla interna en una subestación se debe eliminar lo más rápidamente posible, de tal manera que se deje fuera de servicio un mínimo de elementos.

#### 2401-8 Requisitos generales del sistema de protección del usuario.

a) La protección del equipo eléctrico instalado en la subestación de un usuario no debe depender del sistema de protección del suministrador

b) Las fallas por cortocircuito en la instalacion del usuario no deben ocasionar la apertura de las lineas suministradoras, lo cual puede afectar el servicio a otros usuarios, para tal fin el usuario debe consultar con el suministrador con objeto de obtener la coordinacion correspondiente

#### 2401-10 Equipo a la intemperie o en lugares húmedos.

En instalaciones a la intemperie o en lugares húmedos, el equipo debe estar diseñado y construido para operar satisfactoriamente bajo cualquier condicion atmosfera existente

#### 2401-11 Consideraciones ambientales.

a) Las subestaciones con tensiones mayores a 69 kV deben considerar la limitacion de los esfuerzos sismicos y dinamicos que soporta el equipo a traves de sus conexiones

b) Los equipos deben ser capaces de soportar los esfuerzos sismicos que se le transmiten del suelo a traves de sus bases de montaje y que resultan de las componentes de carga vertical y horizontal, mas la ampliaci6n debida a la vibracion resonante

c) El proyecto de las subestaciones urbanas con tensiones mayores a 69 kV deben considerar el efecto del impacto ambiental, de manera que sus inconvenientes se reduzcan a un nivel tolerable

En las subestaciones ubicadas en lugares habitados se deben tomar medidas tendientes a limitar el ruido audible a 40 dB

### ARTICULO 2402.- LOCALES Y ESPACIOS PARA SUBESTACIONES

#### 2402-1 Resguardos de locales y espacios.

Los locales y espacios en que se instalen subestaciones deben estar resguardados con respecto a su acceso, si son a la intemperie, por medio de cercas de tela de alambre o bardas, si son en interior, por divisiones o muros, o bien en locales o salas especiales para evitar la entrada de personas no idoneas

Los resguardos deben tener una altura minima de 2.10 m.

Excepción: Las subestaciones tipo pedestal no requieren de resguardo

#### 2402-2 Condiciones de los locales y espacios.

Los locales donde se instalen subestaciones deben cumplir con los requisitos siguientes

a) Deben estar hechos de materiales no combustibles.

b) No deben emplearse como almacenes, talleres o para otra actividad que no este relacionada con el funcionamiento y operaci6n del equipo.

c) No debe haber polvo o pelusas combustibles en cantidades peligrosas ni gases inflamables o corrosivos

d) Deben tener ventilaci6n adecuada, para que el equipo opere a su temperatura nominal y para minimizar los contaminantes en el aire bajo cualquier condicion de operacion

e) Deben mantenerse secos.

#### 2402-3 Instalaci6n de alumbrado.

a) Iluminaci6n Los locales o espacios (interiores o exteriores) donde este localizado el equipo electrico deben tener medios de iluminaci6n artificial con intensidades adecuadas para las funciones que en cada caso se tengan que cumplir. Los medios de iluminaci6n deben mantenerse listos para usarse en cualquier momento y por el tiempo que sea necesario.

En la siguiente tabla se muestran niveles de iluminaci6n minima requerida para locales o espacios

Tabla 2402.3 a)

Tipo de lugar	Niveles de iluminacion minimos requeridos (Luxes)
Frente de tableros de control con instrumentos diversos e interruptores, etc.	270
Parte posterior de los tableros o áreas dentro de tableros "duplex".	55
Pupitres de distribución o de trabajo.	270
Cuarto de baterías.	110
Pasillos y escaleras (medida al nivel del piso).	55
Alumbrado de emergencia, en cualquier area	11
Áreas de maniobra	160
Áreas de tránsito de personal y vehículos.	110
General.	22

Nota: Los valores de iluminaci6n que se indican en esta tabla son minimos requeridos sobre la superficie de trabajo en los lugares respectivos, excepto en el caso de pasillos y escaleras.

Excepción No. 1. No se requiere iluminaci6n permanente en celdas de desconectores y pequeños espacios similares ocupados por aparatos eléctricos.

Excepción No 2. Las subestaciones de usuarios de tipo poste o pedestal quedan excluidas de los requerimientos a que se refiere esta Sección y pueden considerarse, iluminadas con el alumbrado existente para otros fines

b) Fuente de emergencia Debe proveerse a las instalaciones de una fuente de emergencia para iluminaci6n.

El alumbrado de emergencia debe proporcionarse donde se requiera y la duración mínima de esta fuente debe ser de 1.5 h

Los circuitos de alumbrado de emergencia deben estar separados de cualquier otra instalación o equipo

c) Contactos y unidades de alumbrado Los contactos para conectar aparatos portátiles deben situarse de manera que, al ser utilizados, no se acerquen en forma peligrosa cordones flexibles a partes vivas

Las unidades de alumbrado deben situarse de manera que puedan ser controladas, repuestas y limpiadas desde lugares de acceso seguro

No deben instalarse usando conductores que cuelguen libremente y que puedan moverse de modo que hagan contacto con partes vivas de equipo eléctrico.

d) Circuito independiente En subestaciones, el circuito para alumbrado y contactos debe alimentar exclusivamente estas cargas y tener protección adecuada contra sobrecorriente independiente de los otros circuitos

e) Control de alumbrado Con el objeto de reducir el consumo de energía y facilitar la visualización de fallas en el área de equipos barras y líneas, el alumbrado debe permanecer al mínimo valor posible, excepto en los momentos de maniobras

f) Eficiencia. Para optimizar el uso de la energía, se recomienda proporcionar mantenimiento e inspeccionar las lámparas, luminarias y sus conexiones

#### 2402-4 Pisos, barandales y escaleras.

a) Pisos En las subestaciones los pisos deben ser planos, firmes y con superficie antiderrapante, se debe evitar que haya obstáculos en los mismos. Los huecos, registros y trincheras deben tener tapas adecuadas

El piso debe tener una pendiente (se recomienda una mínima de 2.5 por ciento) hacia las coladeras del drenaje

b) Barreras Todos los huecos en el piso que no tengan tapas o cubiertas adecuadas y las plataformas de más de 50 cm de altura, deben estar provistos de barreras, de 1.20 m de altura, como mínimo. En lugares donde se interrumpa un barrera junto a un espacio de trabajo, para dar acceso a una escalera, debe colocarse otro tipo de barrera (reja, cadena, etc.).

c) Escaleras Las escaleras que tengan cuatro o más escalones deben tener pasamanos. Las escaleras con menos de cuatro escalones deben distinguirse convenientemente del área adyacente, con pintura de color diferente u otro medio. No deben usarse escaleras tipo "marino", excepto en bóvedas.

#### 2402-5 Salidas.

Tanto los locales como cada espacio de trabajo deben contar con un medio de salida que esté libre de obstáculos. Cuando no sea práctico eliminar los obstáculos, estos deben ser pintados, marcados o señalados con avisos y el área debe estar iluminada apropiadamente.

Si la forma del local y la disposición y características del equipo son tales que un accidente puede obstruir o hacer inaccesible una salida, como en locales largos y angostos, plataformas, pasillos y espacios detrás de tableros, debe proveerse una segunda salida, indicando una ruta de evacuación.

La puerta de salida de un local debe abrir hacia afuera y estar provista de un seguro que permita su apertura, desde adentro, por simple presión o giro. En subestaciones interiores, cuando no exista espacio suficiente para que el local cuente con puerta de abatimiento, se permite el uso de puertas corredizas, siempre que estas tengan claramente marcado su sentido de apertura y se mantengan abiertas mientras haya personas dentro del local

La puerta debe tener fijo en la parte exterior y en forma completamente visible, un aviso con la leyenda "PELIGRO ALTA TENSION".

#### 2402-6 Protección contra incendio.

Independientemente de los requisitos y recomendaciones que se fijan a continuación en esta Sección, debe cumplirse la reglamentación en materia de prevención de incendios dictadas por las autoridades competentes

a) Extintores Deben colocarse extintores, tantos como sean necesarios en lugares convenientes y claramente marcados, situando dos, cuando menos, en puntos cercanos a la entrada de las subestaciones. Para esta aplicación se permiten extintores de polvo químico seco.

Los extintores deben revisarse periódicamente para que siempre estén en condiciones correctas de operar y no deben estar sujetos a cambios de temperatura mayores que los indicados por el fabricante.

En las subestaciones de tipo abierto o pedestal no se requiere colocar extintores de incendio.

b) En instalaciones de gran tamaño e importancia y, en especial, de tensiones altas, se recomienda el uso de sistemas de protección contra incendio de tipo fijo que operen automáticamente por medio de detectores de fuego que, al mismo tiempo, accionen alarmas

c) Para el equipo que contenga aceite, se deben tomar alguna o algunas de las siguientes medidas:

c.1) Proveer medios adecuados para confinar, recoger y almacenar el aceite que pudiera escaparse del equipo, mediante recipientes o depósitos independientes del sistema de drenaje

c.2) Construir muros divisorios, de tabique o concreto, entre transformadores y entre éstos y otras instalaciones vecinas, cuando el equipo opere a tensiones iguales o mayores a 69 kV

c.3) Separar los equipos en aceite con respecto a otros aparatos, por medio de barreras incombustibles o bien, por una distancia suficiente para evitar la proyección de aceite incendiado de un equipo hacia los otros aparatos

## ARTICULO 2403 - SISTEMA DE TIERRAS

### 2403-1 Generalidades.

Las subestaciones deben tener un adecuado sistema de tierras al cual se deben conectar todos los elementos de la instalación que requieran la conexión a tierra para.

a) Proporcionar un circuito de muy baja impedancia para la circulación de las corrientes a tierra, ya sean debidas a una falla a tierra del sistema, o a la operación de un apartarrayos

b) Evitar que durante la circulación de corrientes de falla a tierra, puedan producirse diferencias de potencial entre distintos puntos de la subestación (ya sea sobre el piso o con respecto a partes metálicas puestas a tierra) que puedan ser peligrosas para el personal, considerando que las tensiones tolerables por el cuerpo humano deben ser mayores que las tensiones resultantes en la malla

c) Facilitar la operación de los dispositivos de protección adecuados, para la eliminación de las fallas a tierra

d) Proporcionar mayor confiabilidad y seguridad al servicio eléctrico

e) Evitar la aparición de potencial en el neutro de un sistema en estrella aterrizado

Los elementos principales del sistema de tierras son

1) Red o malla de conductores enterrados, a una profundidad que usualmente varía de 0.30 a 1.0 m

2) Electrodo de tierra, conectados a la red de conductores y enterrados a la profundidad necesaria para obtener el mínimo valor de resistencia a tierra

3) Conductores de puesta a tierra, a través de los cuales se hace la conexión a tierra de las partes de la instalación o del equipo

4) Conectores, pueden ser a compresión o soldables

### 2403-2 Características del sistema de tierras.

a) Disposición física El cable que forme el perímetro exterior de la malla, debe ser continuo de manera que encierre toda el área en que se encuentra el equipo de la subestación, con ello se evitan altas concentraciones de corriente y gradientes de potencial en el área y las terminales cercanas.

La malla debe estar constituida por cables colocados paralela y perpendicularmente, con un espaciado adecuado a la resistividad del terreno y preferentemente formando retículas cuadradas

Los cables que forman la malla deben colocarse preferentemente a lo largo de las hileras de estructuras o equipo, para facilitar la conexión a los mismos

En cada cruce de conductores de la malla, estos deben conectarse rígidamente entre sí y en los puntos adecuados conectarse a electrodos de tierra de 2.40 m de longitud mínima, clavados verticalmente. Donde sea posible, construir registros en los mismos puntos y como mínimo en los vértices de la malla

En subestaciones tipo pedestal se requiere que el sistema de tierra quede confinado dentro del área que proyecta el equipo sobre el suelo

Excepción En las subestaciones tipo poste o pedestal se acepta como sistema de tierras la conexión del equipo a uno o más electrodos. La resistencia a tierra total debe cumplir con los valores del inciso c) de esta Sección

b) Las características de los sistemas de tierras deben cumplir con lo aplicable del Artículo 250

c) Resistencia a tierra de la malla La resistencia total de la malla con respecto a tierra debe determinarse tomando en cuenta los siguientes parámetros

Longitud total de elementos enterrados

Resistividad eléctrica del terreno

Área de la sección transversal de los conductores mínima aceptable es 107.2 mm<sup>2</sup> de cobre (4/0 AWG)

Profundidad

La resistencia eléctrica total del sistema de tierra debe conservarse en un valor (incluyendo todos los elementos que forman el sistema) menor a 25 Ω para subestaciones hasta 250 kVA y 34.5 kV, 10 Ω en subestaciones mayores de 250 kVA y hasta 34.5 kV y de 5 Ω en subestaciones que operen con tensiones mayores a 34.5 kV.

Deben efectuarse las pruebas necesarias para comprobar que los valores reales de la resistencia a tierra de la malla se ajustan a los valores que da el diseño; asimismo, repetir periódicamente estas pruebas para comprobar que se conservan las condiciones originales, a través del tiempo y de preferencia en época de estiaje, para verificar que se mantienen dentro de límites aceptables

Excepción Para terrenos con resistividad mayor a 3000 Ω-m, se permite que los valores anteriores de resistencia de tierra sean el doble para cada caso

### 2403-3 Puesta a tierra de cercas metálicas.

Debido a que las cercas metálicas son usualmente accesibles al público y pueden ocupar una posición sobre la península de la malla de tierras donde los gradientes de potencial son más altos, se deben tomar las siguientes medidas:

a) Si la cerca se coloca dentro de la zona correspondiente a la malla, se debe prolongar ésta a 1.50 m fuera de la cerca, como mínimo

b) Si la cerca se encuentra fuera de la zona correspondiente a la malla debe colocarse por lo menos a 2.0 m del límite de la malla

### 2403-4 Puesta a tierra de rieles y tuberías de agua.

a) Rieles. Los rieles de escape (espuelas) de ferrocarril que entren a una subestación no deben conectarse al sistema de tierras de la subestación, porque se transfiere un aumento de potencial a un punto lejano durante un cortocircuito; o bien, si la puesta a tierra es en un punto lejano, se introduce el mismo peligro pero en el área de la subestación

Para evitar estos riesgos deben aislarse uno o más pares de juntas de los rieles donde estos salen del área de la red de tierras

b) Tuberías de agua. Las tuberías metálicas de agua que estén enterradas dentro de la subestación deben ser conectadas al sistema de tierras de la misma subestación, preferentemente en varios puntos. La misma regla debe seguirse con tuberías de gas y con las cubiertas metálicas de los cables que están en contacto con el terreno.

**2403-5 Puesta a tierra de partes no conductoras de corriente.**

a) Las partes metálicas expuestas que no conducen corriente, del equipo eléctrico, deben conectarse a tierra en forma permanente, tales como armazones de generadores y motores, cubierta de tableros, tanques de transformadores e interruptores, así como las defensas metálicas del equipo eléctrico (incluyendo barreras, cercas de alambre etc)

b) Con excepción de equipo instalado en lugares húmedos o lugares peligrosos, las partes metálicas que no conducen corriente, pueden no conectarse a tierra, siempre que sean normalmente inaccesibles o que se protejan por medio de resguardos, o bien, por las distancias que se señalan para protección de partes vivas en la Sección 2404-1 a)

Esta última protección debe impedir que se puedan tocar inadvertidamente las partes metálicas mencionadas y simultáneamente, algún objeto conectado a tierra

c) Las estructuras de acero de la subestación, en general, deben conectarse a tierra

**2403-6 Conexión a tierra durante reparaciones.**

El equipo o los conductores que operen a más de 600 V entre fases y que se tengan que reparar cuando se desconecten de su fuente de abastecimiento, deben conectarse a tierra por algún medio apropiado, antes y durante la reparación

**2403-7 Detectores de tierra.**

Las subestaciones que alimentan circuitos que no estén permanentemente conectados a tierra deben tener un detector, que pueda usarse para determinar la existencia de tierra en cualquiera de los circuitos que salgan de ella.

**ARTICULO 2404.- RESGUARDO Y ESPACIOS DE SEGURIDAD**

**A. Resguardo de partes vivas**

**2404-1 Requisitos generales.**

a) Todas las partes vivas que operen a una tensión mayor de 150 V a tierra sin un recubrimiento aislante adecuado, deben protegerse de acuerdo con su tensión contra el contacto accidental de personas, ya sea que se usen resguardos especiales como los indicados en la Sección 2404-2 o bien localizando las partes vivas respecto a los sitios donde puedan circular o trabajar personas, a una altura y con una separación horizontal igual o mayor que las indicadas en la Tabla 2404.1 a), columnas 2 y 3 respectivamente **Tabla 2404.1a)**

Distancias mínimas a partes vivas descubiertas

1 Tensión nominal entre fases, V	2 Altura mínima m	3 Distancia horizontal mínima, m	4 Distancia mínima de resguardo a partes vivas, m
Hasta 600	2.60	1.00	0.05
Más de 600			
Hasta 6 600	2.70	1.00	0.10
13 800	2.70	1.07	0.15
23 000	2.80	1.14	0.23
34 500	2.90	1.20	0.30
69 000	3.20	1.50	0.58
85 000	3.30	1.70	0.90
115 000	3.50	1.85	0.94
138 000	3.70	2.00	1.12
161 000	3.90	2.25	1.32
230 000	4.50	2.80	1.90

**Notas:**

- 1) Véase la Figura 2404 1a).
- 2) Los valores de la columna 4 no fijan un requisito para diseñar el equipo, sino que fijan una norma mínima para la instalación del resguardo. Por ejemplo, no es su propósito que se apliquen al espacio entre las partes vivas y paredes de celdas metálicas, compartimientos o similares, ni al espacio entre barras colectoras y sus soportes, ni entre cuchillas y sus bases, ya que en estos casos intervienen múltiples factores que deciden el diseño del fabricante.
- 3) Los valores de la columna 4 fueron calculados para las condiciones atmosféricas normalizadas: Temperatura  $T_0=20^\circ\text{C}$ ; presión;  $b_0=101.3\text{kPa}$  (1013mbar), humedad absoluta,  $h_a=11\text{ g/m}^3$ .

En la columna 4 de la misma tabla se muestran las distancias mínimas de resguardo a partes vivas descubiertas, que representan los límites de la "zona de resguardo mínimo" Véase la Figura 2404 1 a).

b) Cuando las partes vivas estén localizadas sobre o cerca de lugares de tránsito con acarreo de materiales o bien en espacios destinados a trabajo no eléctrico, deben usarse resguardos más sólidos o conservarse distancias mayores que las distancias mínimas indicadas en la Tabla 2404 1 a)

c) Todos los elementos que tengan un potencial indeterminado, tales como circuitos telefónicos expuestos a inducción de líneas de alta tensión, armazones de equipo no conectadas a tierra, cajas no puestas a tierra de instrumentos conectados directamente a circuitos de alta tensión, etc., deben resguardarse de acuerdo con la tensión máxima que puedan adquirir

d) Resistencia mecánica de los resguardos. Cuando se utilicen defensas o barreras como resguardo, deben ser lo suficientemente fuertes y sujetarse firmemente para evitar que sean movidas o dobladas por alguna persona que pudiera resbalar o caer contra ellas. Además, si son metálicas estas defensas deben conectarse a tierra como se indica en la Sección 2403-3

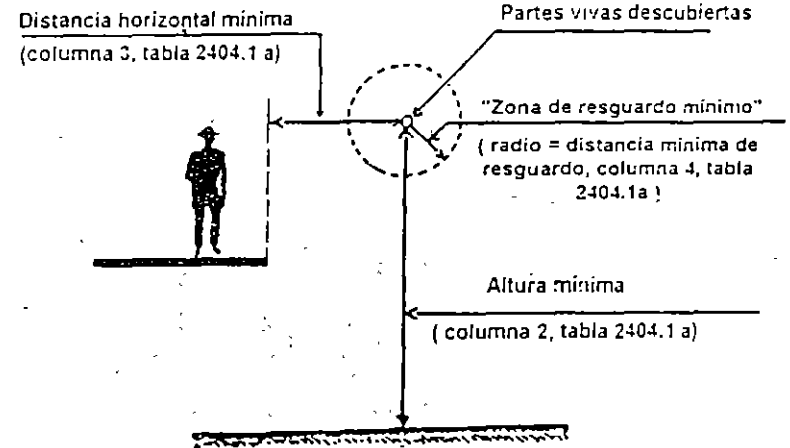


Fig 2404.1a) Distancia mínima a partes vivas descubiertas

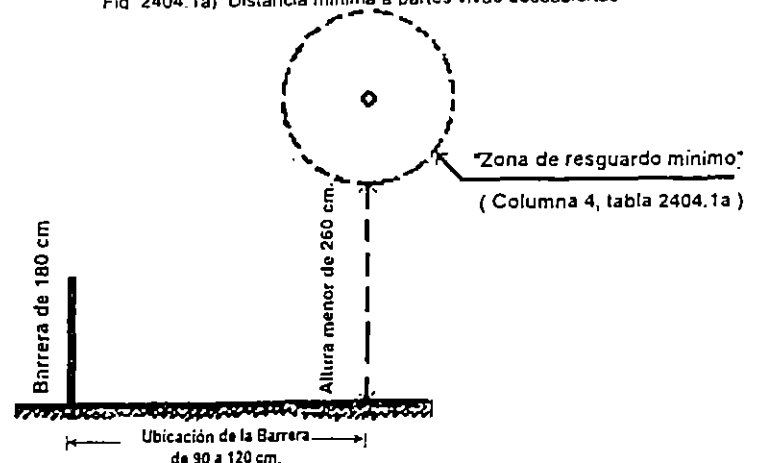


Figura 2404 2 c) - Uso de barreras como resguardo

**2404.2 Tipos de resguardo de partes vivas.**

a) Por sus separaciones o por su encierro en un local. Las partes vivas que tienen separaciones iguales o mayores que las indicadas en la Tabla 2404.1 a), columnas 2 y 3, están resguardadas por las mismas separaciones.

Las partes vivas están resguardadas por su encierro en un local, cuando se encuentran en lugares cerrados, donde todas las entradas, pasillos, escaleras, etc., que constituyan acceso a dichos lugares, estén cerrados con llave o tengan avisos de peligro y sean accesibles solamente a personas autorizadas.

b) Defensas. Las defensas para el resguardo completo de las partes vivas están constituidas por cercas u otras estructuras rígidas de diversos tipos, sólidas o con malla metálica, que cubran todo el espacio que se requiere resguardar.

Ningún punto de las defensas debe quedar a una distancia con respecto a las partes vivas, menor que la indicada en la columna 4 de la Tabla 2404.1 a), a menos que se use el material aislante adecuado, en circuitos hasta de 2 500 V a tierra.

Las defensas situadas a menos de 10 cm., fuera de la "zona de resguardo mínimo" deben proteger a las partes vivas hasta la altura que se indica en la columna 2 de la tabla antes citada.

Si las defensas se encuentran a más de 10 cm., de la "zona de resguardo mínimo", no necesitan tener una altura mayor de 250 cm. sobre el piso.

Todas las defensas que tengan que quitarse cuando las partes que protejan estén vivas, deben colocarse de tal modo que, cuando se quiten de su lugar, no puedan hacer fácilmente contacto con las partes vivas.

c) Barreras. Cuando no pueda obtenerse la altura mínima indicada en la Tabla 2404.1 a), columna 2, deben usarse barreras de material no conductor para resguardo, situadas a una distancia horizontal mínima de 90 cm ó 120 cm máxima, con respecto al punto más cercano de la "zona de resguardo mínimo", con altura de 180 cm., como se indica en la Figura 2404.2 c). Las barreras no son substitutos de otro tipo de resguardos más seguros como las cercas con malla o cubiertas sólidas, que protegen en forma más completa a las partes vivas descubiertas.

d) Forro aislante de conductores u otras partes vivas. El forro aislante de partes vivas no debe considerarse como protección para tensiones mayores de 2 500 V a tierra.

e) Cubiertas metálicas de cables conectadas a tierra. Estas cubiertas constituyen un resguardo adecuado a menos que estén expuestas a daño mecánico. Cuando este sea el caso, los cables pueden colocarse en un ducto metálico (conduit) o protegerse mecánicamente por algún otro medio.

**2404.3 Tarimas y tapetes aislantes.**

Las tarimas y tapetes aislantes son accesorios que proporcionan una seguridad adicional a las personas encargadas de la operación del equipo eléctrico. Estos medios de protección no deben usarse como substitutos de alguno de los resguardos indicados en la Sección anterior.

Las tarimas pueden construirse de madera, fibra de vidrio u otro material aislante aprobado para tal uso, su armado debe ser sin partes metálicas, con superficie antiderrapante y con orillas biseladas. Los tapetes pueden ser de hule o de otro material aislante adecuado.

En subestaciones de tipo interior, las tarimas y tapetes deben instalarse cubriendo la parte frontal de los equipos de accionamiento manual, tales como palancas de interruptores, cuchillas desconectoras, etc., que operen a más de 1000 V entre conductores; su colocación debe ser tal que no presenten obstáculo en la apertura de las puertas de los gabinetes.

Para subestaciones tipo pedestal o exteriores no se requieren tapetes o tarimas aislantes.

**B. Conductores instalados en subestaciones****2404.7 Distancia mínima entre fases y de fase a tierra para conductores.**

La distancia entre fases y la de fase a tierra depende de la tensión de aguante al impulso (BIL), la selección de esta depende de la tensión nominal del sistema, de las condiciones atmosféricas del lugar, de la contaminación y de las características del equipo de protección utilizado. La Tabla 2404.7 muestra la separación mínima entre fases o de fase a tierra en conductores desnudos para los diferentes niveles de tensión.

Los valores de esta tabla se aplican a las instalaciones hechas en el lugar y no constituyen valores para diseño o construcción del equipo en fábrica.

Tabla 2404.7

Distancias mínimas entre fases y a tierra, en conductores desnudos						
Tensión nominal entre fases kV	Tensión de aguante al impulso en kV		Distancia mínima en cm			
	Interior	Exterior	Entre fases		De fase a tierra	
			Interior o Gabinete	Exterior Abierta	Interior o Gabinete	Exterior Abierta
2.4	60	95	12	18	8	15
4.16	60	95	12	18	8	15
6.6	75	95	14	18	10	15
13.8	95	110	19	31	13	18
23	125	150	27	38	19	26
34.5	150	150	32	38	24	26
	200	200	46	46	33	33
69		250		54		43
85		350		79		64
115		450		107		88
138		550		135		107
		550		135		107
		650		160		127
161		650		160		127
230		750		183		148
		750		183		148
		900		226		180
		1050		267		211

Nota. Los valores de esta tabla deben considerarse como valores mínimos aplicables en condiciones atmosféricas normales, hasta 1000 msnm.

Temperatura 20° C

Presión 101.3 kPa o 760 mm Hg

Humedad absoluta  $h_0 = 11$  g/m.

Para condiciones desfavorables de servicio, estos valores deben aumentarse.

**2404-8 Protección contra sobrecorriente.**

a) Los conductores deben estar protegidos contra calentamiento excesivo mediante los dispositivos de sobrecorriente adecuados.

b) Los conductores puestos a tierra (neutros) deben dejarse fuera de la protección contra sobrecorriente, a fin de que en ningún caso pueda interrumpirse su continuidad hacia tierra.

**2404-9 Resistencia mecánica.**

Los conductores deben estar soportados y sujetos para resistir las fuerzas ocasionadas por la máxima corriente de cortocircuito a que puedan quedar sometidos. Esto es particularmente aplicable a barras colectoras y a conductores de gran sección que salen de transformadores.

**2404-10 Resguardo de conductores y barras.**

Los conductores aislados, sin cubierta metálica, de más de 2 500 V a tierra y los conductores desnudos de más de 150 V a tierra, deben quedar inaccesibles por elevación o resguardos de acuerdo con la Sección 2404-1 a).

**2404-11 Terminales y uniones de conductores.**

a) Las terminales y uniones de conductores aislados, a menos que estén resguardadas, deben tener un aislamiento equivalente, por lo menos, al de los mismos conductores.

b) En las terminales y uniones, el aislamiento de los conductores, cuando se le haya desprovisto de la cubierta o armadura metálica, debe quedar protegido completamente contra daño mecánico, humedad y esfuerzos eléctricos, por medio de mufas u otro medio adecuado

#### C. Espacio y equipo para trabajos de mantenimiento

##### 2404-15 Espacio para trabajar.

Los equipos deben tener espacio libre suficiente para su correcta operación y mantenimiento (pruebas y ajuste periódico del equipo que lo requiera, reemplazo o modificaciones, etc.)

Debe preverse, también, el espacio necesario para la operación con pértiga del equipo que lo requiera, así como para el tránsito eventual de equipo voluminoso. En cualquier caso deben conservarse las distancias de protección a partes vivas que se indican en el Artículo 2404 A.

La longitud y altura de dicho espacio libre deben estar de acuerdo con las dimensiones del frente y con la altura del equipo

##### 2404-16 Separaciones arriba de partes vivas no protegidas.

Las separaciones para espacio de trabajo arriba de partes vivas no protegidas deben ser como mínimo las indicadas en la Tabla 2404 16 y adicionalmente se deben colocar cubiertas que eviten daños al caer objetos

T A B L A 2404.16

#### SEPARACIONES PARA ESPACIO DE TRABAJO ARRIBA DE PARTES VIVAS NO PROTEGIDAS

TENSION NOMINAL ENTRE FASES V	SEPARACION ARRIBA cm
1001 - 7500	260 0
7501 - 35000	274 0
MAYOR DE 35000	274 0 + 1.0 cm POR KV ARRIBA DE 35

##### 2404-17 Equipo para trabajar en partes vivas.

Cuando los operarios tengan que introducir alguna parte de su cuerpo, materiales o herramientas, a la zona de resguardo correspondiente a partes vivas debe usar equipo de protección especial adecuado a la tensión de que se trate tales como guantes, mangas, cubiertas de hule, herramientas aisladas, dispositivos para prueba y para conexión a tierra, pértigas, canastillas o plataformas aisladas, etc. El equipo debe ser inspeccionado periódicamente, conservado en buenas condiciones, proporcionar un amplio margen de seguridad y ser construido de tal modo que al usarse, el cuerpo del operario quede fuera de la zona de resguardo

#### ARTICULO 2405 - INSTALACION DE EQUIPO ELECTRICO EN SUBESTACIONES

##### A. Transformadores

##### 2405-1 Transformadores de corriente.

Los circuitos secundarios de los transformadores de corriente deben tener medios para ponerse en cortocircuito, conectarse a tierra simultáneamente y aislar los transformadores del equipo normalmente conectado a ellos, mientras el primario esté conectado al circuito alimentador. No se permite el uso de dispositivos de sobrecorriente en el secundario

##### 2405-2 Transformadores de potencial.

Los circuitos secundarios de transformadores de potencial deben estar provistos de algún medio de desconexión seguro, que evite la posibilidad de energizar el lado de alta tensión debido a una retroalimentación accidental desde los circuitos secundarios.

Los transformadores de potencial deben protegerse con fusibles en el lado primario

##### 2405-3 Protección de los circuitos secundarios de transformadores para instrumentos.

a) Conexión a tierra. Los circuitos secundarios de transformadores para instrumentos (transformadores de corriente y de potencial) deben estar conectados efectiva y permanentemente a tierra en algún punto del circuito.

b) Protección mecánica de los circuitos secundarios cuando los primarios operan a más de 6 800 V. Los conductores de los circuitos secundarios deben alojarse en tubo metálico rígido permanentemente conectado a tierra, a menos que estén adecuadamente protegidos contra daño mecánico y contra contacto de personas.

##### 2405-4 Instalación de transformadores de potencia y distribución.

Los siguientes requisitos se aplican a transformadores de potencia y distribución instalados al nivel del piso, en exteriores o interiores.

a) En la instalación de transformadores deben cumplirse las disposiciones del Artículo 2404 respecto a defensas y distancias para resguardo de partes vivas.

b) En la instalación de transformadores que contengan aceite deben tomarse en cuenta las recomendaciones sobre protección contra incendio que se indican en la Sección 2402-6 c).

c) En edificios que no se usen solamente para subestaciones, los transformadores deben instalarse en lugares especialmente destinados a ello, con ventilación apropiada hacia el exterior y que sean solamente accesibles a personal capacitado.

d) Selección de los transformadores. Se recomienda que la selección se haga para trabajar lo más próximo al 100% de su capacidad para evitar pérdidas excesivas

e) Los transformadores mayores de 25 kVA deben tener una válvula de alivio de sobrepresión

##### 2405-5 Medio aislante.

Para el uso del medio aislante deben tomarse las siguientes medidas

a) Cuando los transformadores se instalen en áreas peligrosas debe cumplirse con el Capítulo 5.

b) No se permite el uso de policloruros bifenados (askarel) como medio aislante.

c) Los líquidos aislantes deben ser biodegradables, y que no sean nocivos a la salud

d) Los transformadores en operación que contengan líquidos aislantes no biodegradables deben cumplir con la reglamentación sobre protección ambiental

##### 2405-6 Conexión a tierra de partes metálicas de transformadores.

Los tanques o estructuras metálicas de transformadores que estén conectados a circuitos de más de 150 V a tierra, deben conectarse a tierra permanentemente

##### 2405-7 Ajuste de la protección contra sobrecorriente.

La protección contra sobrecorriente de transformadores (excepto los de medición y control) debe cumplir con lo establecido en el Artículo 450

##### B. Interruptores, cuchillas y fusibles

##### 2405-10 Accesibilidad e indicación.

a) Colocación. Todos los interruptores manuales o automáticos, cuchillas y fusibles, deben ser fácilmente accesibles para las personas que los operan y deben colocarse y marcarse de modo que pueda identificarse fácilmente el equipo que controlan

Los interruptores deben tener un seguro para sus posiciones de abierto y cerrado o de un letrero cuando no sea posible instalar el seguro. Para equipos que sean operados a control remoto y automáticamente, el circuito de control debe contar con un medio de desconexión cerca de los aparatos para prevenir alguna operación accidental del mecanismo.

b) Indicación. Debe ser posible verificar la operación efectuada por un interruptor o una cuchilla exceptuando los fusibles, por inspección visual de la posición de las navajas o contactos de las cuchillas o por el uso de lámparas y/o banderas indicadoras para señalar la posición actual del equipo

##### 2405-11 Instalación de interruptores en aceite.

a) Los interruptores en aceite deben separarse entre sí, o de otros aparatos, como medidas de protección contra incendio, en la forma en que se indica en la Sección 2402-6 c)

b) En circuitos de más de 7500 V o cuando los interruptores estén sujetos a corrientes de cortocircuito elevadas, se debe contar con un control local para operar el interruptor, que ofrezca seguridad al operador, y con un control remoto para su operación

c) Deben instalarse cuchillas apropiadas para poder aislar, de la fuente de abastecimiento, los interruptores en aceite de más de 600 V entre conductores. (Véase la Sección 2405-14 a)

##### 2405-12 Uso general de interruptores.

Se debe instalar un interruptor que pueda operarse manualmente, en forma local o remota. Véase las Secciones 2401-6 y 2401-7

a) En algún punto conveniente de la alimentación a equipo eléctrico importante,

b) En el punto de alimentación de cada uno de los circuitos alimentadores;

c) En la entrada de subestaciones de usuarios en el punto de conexión del sistema suministrador.

d) Como medio de protección, en casos especiales.

Excepción No. 1. Cuando dos o más unidades de equipo suministrador o líneas suministradoras se operen como una sola unidad, no se requiere necesariamente medio de desconexión entre ellas.

Excepción No. 2. En subestaciones intemperie, tipo abierto o pedestal de 500 kVA o menores, que cuenten con medios para interrumpir o desconectar la carga con un interruptor automático en el lado secundario de los transformadores, bastará con que se instalen en el lado primario medios de desconexión capaces de interrumpir únicamente la corriente de excitación a la tensión de que se trate, no necesariamente de operación simultánea

##### 2405-13 Uso de fusibles o interruptores automáticos.

En general, todos los circuitos que alimenten transformadores, grupo de aparatos y equipo auxiliar de las subestaciones, y todos los circuitos que salgan del local de éstas, deben protegerse contra sobrecorriente mediante cortocircuitos fusible o interruptores automáticos, de capacidad suficiente para interrumpir la corriente máxima de cortocircuito a que puedan estar sometidos, excepto en los casos indicados a continuación:

1) Conductores puestos a tierra.

2) Los conductores de salida de transformadores de corriente constante.

3) Los circuitos de transformadores de corriente.

4) Otros circuitos en que su apertura pueda originar peligro a la persona o a propiedades

5) En prolongación de barras de la subestación con cable aislado que no excedan de 15 m y estén dentro del mismo local. El cable debe tener conos de alivio

##### 2405-14 Uso de cuchillas.

a) Debe instalarse un juego de cuchillas en adición a cualquier otro medio de interrupción, inmediatamente después del equipo de servicio de la subestación.

Excepción No. 1: No se requieren cuchillas antes de un interruptor que esté instalado en una unidad compacta de tipo desenchufable, la cual no pueda ser abierta si el circuito está conectado y que al ser



removida de su posición normal de operación, desconecte automáticamente al interruptor de todas las partes energizadas

**Excepción No 2** En subestaciones intempere tipo abierto o pedestal, con un transformador trifásico de 500 kVA o menos o un banco de transformadores monofásicos equivalente

**Excepción No 3** En caso de subestaciones compactas aplicar la Excepción No 1 de la Sección 2401-5.

b) Debe instalarse un juego de cuchillas en otros puntos donde se requiera abrir líneas o conexiones para maniobras de operación o mantenimiento

c) Deben colocarse avisos en lugares visibles que adviertan que las cuchillas no deben abrirse con carga en subestaciones accesibles a personas no idóneas

d) Las cuchillas deben instalarse de manera que puedan asegurarse en la posición de abiertos, o deben tener avisos que impidan que accidentalmente puedan ser cerradas, mientras se trabaje en los circuitos en que se encuentran

Las cuchillas en que su apertura pueda ser peligrosa, deben usarse medios semejantes a los del párrafo anterior para que se conserven en la posición de cerradas

e) Las cuchillas de operación en grupo, deben mantener un alineamiento adecuado, que permita operar simultáneamente los polos con un simple movimiento

f) Para subestaciones que alimentan transformadores u otras cargas a más de 15 m, debe seccionarse el alimentador en ambos extremos y el medio de seccionamiento puede ser un interruptor automático

**Excepción** Cuando se utilice una barra derivadora con codos de operación con carga como medio de desconexión para varias subestaciones, se puede omitir el uso de cuchillas, siempre y cuando no exceda de 15 m el alimentador.

#### 2405-15 Capacidad de interruptores y cuchillas.

a) **Interruptores** Los interruptores deben tener capacidad suficiente para interrumpir la corriente a la tensión de operación

Los interruptores automáticos deben tener, además capacidad suficiente para interrumpir la máxima corriente de cortocircuito que se pueda presentar en el punto en que sean instalados.

b) **Cuchillas** Deben ser de tensión y capacidad de corriente adecuadas para el circuito en que se instalan

#### 2405-16 Instalación de fusibles.

En las subestaciones los fusibles para tensiones de más de 150 V a tierra o corrientes de más de 60 A, deben instalarse de manera que, para operarlos, se cumpla con alguna de las siguientes condiciones.

a) Que los fusibles puedan ser desconectados de la fuente de suministro una vez que se ha interrumpido la energía

b) Que los fusibles puedan manejarse convenientemente mediante pértigas aislantes o herramientas apropiadas para dicho objeto

c) Se recomienda usar silenciadores cuando se instalen fusibles de potencia tipo expulsión en lugares cerrados.

d) No deben instalarse fusibles tipo expulsión en ambientes controlados o peligrosos

#### C. Tableros

##### 2405-20 Localización y accesibilidad.

a) Los tableros deben colocarse donde el operador no esté expuesto a daños por la proximidad de partes vivas o partes de maquinaria o equipo en movimiento.

b) No debe haber materiales combustibles próximos.

c) El espacio alrededor de los tableros debe conservarse despejado y no usarse para almacenar materiales.

d) Debe preverse espacio para trabajar, de acuerdo con la Sección 2404-15

e) El equipo de interruptores debe estar dispuesto en tal forma que los medios de control sean fácilmente accesibles al operador.

Los instrumentos, relevadores y otros dispositivos que requieran lectura o ajuste, deben ser colocados de manera que estas labores puedan efectuarse fácilmente desde el espacio dispuesto para trabajar

f) Debe proporcionarse suficiente iluminación en el frente y atrás del tablero para que pueda ser fácilmente operado y los instrumentos leídos correctamente (Vease la Sección 2402-3)

##### 2405-21 Material.

Los tableros deben ser de material no inflamable y resistente a la corrosión

Los tableros para áreas especiales deben aplicar lo correspondiente al Capítulo 5.

#### 2405-22 Arreglo e identificación.

Las conexiones y el alambrado en los tableros deben efectuarse en un orden determinado y en forma de que su relación con el equipo sea fácilmente identificable.

#### 2405-23 Protección de partes vivas.

Las partes vivas en tableros deben protegerse de acuerdo con lo que se indica en las Secciones 2404-1 y 2404-2

Las navajas móviles de los interruptores de cuchillas contenidas en un tablero deben desenergizarse cuando se encuentren en posición de abierto

#### 2405-24 Conexión a tierra.

a) **Armazones** Las armazones de los tableros y las partes metálicas que no conduzcan corriente deben conectarse efectiva y permanentemente a tierra

b) **Gabinetes de instrumentos.** Los gabinetes metálicos de instrumentos instalados en tableros deben conectarse efectiva y permanentemente a tierra o encerrarse en cubiertas de material aislante adecuado

#### D. Apartarrays

##### 2405-28 Aplicación y selección.

Para aplicación ver el Artículo 230

##### 2405-29 Instalación de apartarrays.

Deben instalarse apartarrays para proteger al equipo de la subestación, puede hacerse tanto en el exterior como en el interior del local que contiene al equipo que se va a proteger, tan cerca de este como sea factible, tomando en cuenta, en su caso, lo que previene la Sección 2405-30

También deben instalarse apartarrays en el punto abierto de sistemas en anillo y en transiciones de la línea subterránea

##### 2405-30 Instalación en interior.

Cuando se instalen apartarrays en el interior de edificios, deben ubicarse fuera de pasillos y alejados de otro equipo así como de partes inflamables del edificio

##### 2405-31 Resguardo.

Los apartarrays y sus accesorios deben resguardarse, ya sea por su elevación o por su localización en sitios inaccesibles a personas no idóneas, o bien, protegidos por defensas o barandales adecuados, similares a los que se mencionan en la Sección 2404-2

##### 2405-32 Conexión a tierra.

a) **Conductores de conexión a tierra** Los apartarrays deben conectarse a tierra lo más directamente posible y deben cumplir con el área de la sección transversal mínima señalada en la Sección 280-23

b) **Conexión a tierra de partes metálicas de apartarrays** Cuando no sea factible el resguardo de los apartarrays como se indica en la Sección 2405-31, su estructura y partes metálicas que no conducen corriente, deben conectarse a tierra.

c) **Apartarrays instalados en terminales de cables subterráneos.** Cuando los apartarrays se instalen en terminales de cables subterráneos con cubiertas metálicas, estas deben conectarse al mismo sistema de tierra de los apartarrays.

#### E. Baterías eléctricas.

##### 2405-36 General.

Los requisitos de esta Sección se aplican, en particular, a las baterías instaladas en las subestaciones. La tensión nominal de la batería se determina, sin considerar las celdas de emergencia o de reserva, que se conectan al circuito únicamente para mantener la tensión durante la descarga.

##### 2405-37 Definiciones.

**Baterías.** Es un conjunto de una o más celdas recargables.

**Celdas del tipo cerrado** Son aquellas en las cuales el único paso para los gases de escape desde el interior de la celda, está formado por una válvula para retener y regresar a la celda las partículas de líquido contenidas en los mismos gases de escape.

**Celdas de tipo abierto.** Son aquellas en las cuales los gases de escape de la celda pueden transportar las partículas de líquidos en la atmósfera circundante

##### 2405-38 Aislamiento y seguridad de las baterías.

Esta Sección se aplica a las baterías que tienen celdas conectadas en serie para operar a una tensión nominal no mayor a 250 V.

a) Las celdas del tipo abierto plomo-ácido deben soportarse sobre aisladores de suficiente resistencia mecánica (de vidrio, de porcelana vidrada o los de tipo de aceite) o bien soportarse en grupos, sobre charolas de vidrio o de otro material aislante adecuado

b) Las celdas del tipo abierto alcalino en recipientes de material no conductor y resistentes al calor no requieren de soportes aislados adicionales. Las celdas del tipo alcalino en recipientes de material conductor deben soportarse en charolas de material no conductor en grupos de no más de 20 celdas (24 V nominales) conectadas en serie por charola.

c) Las celdas en recipientes compuestos de hule no requieren de soportes aislados adicionales cuando la tensión nominal de todas las celdas conectadas en serie no exceda los 150 V. Cuando la tensión total exceda los 150 V la batería debe ser seccionada en grupos de 150 V o menos y cada grupo soportado en charolas o bastidores.

d) Las celdas de tipo cerrado o baterías de tipo cerrado construidas en recipientes de material no conductor y material resistente al calor, no requieren de soportes aislados adicionales.

e) Las celdas de tipo cerrado o baterías de tipo cerrado construidos en recipientes de material conductor, deben soportarse en charola de material no conductor.

f) Seguridad de celdas del tipo abierto. Las celdas del tipo abierto deben estar equipadas con un extinguidor, diseñado para prevenir la destrucción de la celda debido a la ignición de gases dentro de la misma por una chispa o flama externa bajo condiciones normales de operación.

g) Seguridad de celdas tipo cerrado. Las celdas o baterías tipo cerrado deben estar equipadas con una válvula de alivio de presión para prevenir la acumulación excesiva de presión de gas, deben estar diseñadas para prevenir el esparcimiento de las partes de las celdas cuando estas lleguen a estallar.

#### 2405-39 Bastidores y charolas.

a) Bastidores. Los bastidores o armazones construidos para soportar celdas o charolas deben tener suficiente resistencia mecánica y pueden ser:

a.1) De madera tratada de modo que sea resistente a la acción deteriorante del electrolito.

a.2) De metal tratado de modo que sea resistente a la acción deteriorante del electrolito, provistos de elementos no conductores que soporten directamente a las celdas, de fibra de vidrio o cualquier otro material aislante apropiado sobre las partes que sean conductoras.

a.3) Los bastidores deben estar sujetos firmemente anclados, de preferencia en el piso. El anclaje en paredes no es recomendable. Los bastidores metálicos deben estar atornillados.

b) Charolas. Las charolas deben ser recipientes poco profundos, generalmente de madera o de otro material no conductor, construidas o tratadas de forma que sean resistentes a la acción deteriorante del electrolito.

#### 2405-40 Localización.

Las baterías deben estar localizadas dentro de un recinto protegido o área accesible solamente a personal idóneo.

#### 2405-41 Requisitos de los locales para baterías.

a) Medidas de precaución. Dentro del local de baterías debe evitarse fumar, usar flamas abiertas y el uso de herramientas que produzcan chispas o fuentes de ignición porque ello puede encender el gas desprendido y contenido en la atmósfera.

Para cargar el ácido concentrado, la forma segura es añadiendo el ácido al agua.

El electrolito de las baterías así como los vapores del mismo electrolito que pudieran estar contenidos en la atmósfera, son corrosivos, por lo que debe evitarse el contacto con la piel y la ropa.

b) Local independiente. Se recomienda que las baterías se instalen en un local independiente. Este requisito es obligatorio para baterías con recipientes abiertos.

Dentro de los locales debe dejarse un espacio suficiente y seguro alrededor de las baterías para la inspección, el mantenimiento, las pruebas y reemplazo de celdas.

c) Conductores y canalizaciones. No deben instalarse conductores desnudos en los puntos de tránsito de personas, a menos que se coloquen a suficiente altura para quedar protegidos. Para instalar los conductores aislados puede usarse tubo metálico o ductos metálicos con tapa siempre que estén debidamente protegidos contra la acción deteriorante del electrolito.

En los locales para baterías, los conductores con envolturas barnizadas (cambray) no deben usarse.

d) Terminales. Si en el local de las baterías se usan ductos metálicos, tubería metálica rígida, u otra cubierta metálica, los extremos de los conductores que se conecten a las terminales de las baterías deben estar fuera de la canalización, por lo menos hasta una distancia de 30 cm de las terminales, y resguardarse por medio de una boquilla aislante, vidriada y resistente.

El extremo del ducto o tubo debe cerrarse herméticamente para no permitir la entrada del electrolito, por oxidación o escurecimiento, para lo cual debe usarse pasta, cinta aislante de hule u otro material apropiado.

e) Ventilación. El área de las baterías debe estar ventilada, ya sea por ventilación natural o forzada (extractores) para prevenir la acumulación de una mezcla de gases explosivos y venenosos. Las fallas en la operación continua o control automático del sistema de ventilación deben señalarse mediante una alarma.

f) Pisos. Los pisos de los locales donde se encuentren baterías y donde sea probable que el ácido se derrame y acumule, deben ser de material resistente al ácido o estar protegidos con pintura resistente al mismo. Debe dejarse un recolector para contener los derrames de electrolito.

g) Equipos de calefacción. No deben instalarse equipos de calefacción de flama abierta o resistencias incandescentes expuestas en el local de las baterías.

h) Iluminación. Se recomienda que los locales de las baterías se construyan de tal forma que se tenga una buena iluminación natural durante el día.

Para locales de baterías el tipo de luminario para el alumbrado interior debe ser con portalamparas a prueba de vapor y gas protegidos de daños físicos por barreras o aislamientos, los receptáculos y apagadores deben localizarse fuera del local.

i) Equipos de Protección. En los locales para alojamiento de baterías debe contarse con equipo de protección adecuado, para usarse durante el mantenimiento o instalación de baterías. El equipo de protección debe ser el siguiente:

i.1.- Anteojos o careta.

i.2.- Guantes resistentes al ácido.

i.3.- Delantal protector y protector de zapatos.

i.4.- Agua entubada o garrafón portátil con agua o agentes neutralizadores de ácido para enjuague de ojos y piel.

j) Avisos de precaución. Debe contarse con avisos de precaución dentro y fuera de los locales de baterías indicando la prohibición de fumar, el no usar herramientas que produzcan chispas, no usar flamas abiertas, no usar fuentes de ignición, utilizar el equipo de seguridad, etc.

k) Para almacenamiento referirse al Artículo 480.

#### 2405-42 Protección de partes vivas en las baterías.

El arreglo y las conexiones de las celdas deben hacerse en tal forma que cuando se tengan dos partes conductoras entre las cuales exista una tensión de más de 150 V, estas partes estén adecuadamente resguardadas para evitar que el personal pueda hacer contacto accidental con ambas a la vez. Para tal efecto, debe tomarse en cuenta lo que sea aplicable de las Secciones 2404-1 y 2404-2.

### 5 - METODOS DE PRUEBAS.

Las pruebas que deben hacerse para comprobar el cumplimiento de esta norma son las siguientes:

- Resistencia de aislamiento a conductores alimentadores

- Verificar la resistencia de tierra del sistema

- Continuidad de las canalizaciones eléctricas.

#### 5-1 Prueba de resistencia de aislamiento.

Esta prueba debe realizarse siguiendo el método establecido en la Norma NMX-J-294 con las siguientes consideraciones:

- La instalación debe estar desenergizada y con los conductores alimentadores desconectados de los demás elementos de la instalación.

- Debe conocerse la longitud de los conductores alimentadores.

- Efectuar las mediciones de resistencia de aislamiento en seco, para cada conductor alimentador.

El conductor bajo prueba debe conectarse a la terminal negativa del equipo de prueba y la terminal positiva de éste debe conectarse al resto de los conductores alimentadores, a todos los demás conductores que tengan el mismo ducto o canalización, cajas de conexiones o gabinetes de ambos extremos de los cables, ambos extremos del ducto o canalización y al sistema de tierras.

Durante la prueba debe medirse la temperatura en cuando menos dos puntos representativos de la temperatura real que se tenga en el conductor a lo largo del trayecto. Si la diferencia de temperaturas es menor o igual a 2°C, para los cálculos se puede usar la temperatura media y si es mayor de 2°C, entonces se debe usar la temperatura más alta.

La resistencia de aislamiento medida no debe ser menor a lo indicado en la Norma correspondiente del cable bajo prueba.

#### 5-2 Resistencia de tierra

El método de medición aquí descrito es el de la caída de tensión, puede usarse cualquier otro método conocido debiendo someterlo previamente a la aprobación de la Secretaría.



## OBJETIVO

Este folleto tiene como finalidad el proporcionar a los responsables del alumbrado público municipal, la metodología para implantar un efectivo programa de Ahorro de Energía sin afectar la calidad del servicio.

La metodología a seguir consta de 5 pasos:

- 1.- Levantamiento de un censo.
- 2.- Efectuar una conciliación.
- 3.- Análisis de alternativas de ahorro.
- 4.- Implantación de la alternativa seleccionada.
- 5.- Opciones de financiamiento.



## METODOLOGIA

### ■ PASO 1: - LEVANTAMIENTO DE UN CENSO.

Para conocer el estado y características del equipo instalado se requiere levantar un censo que comprenda al menos los siguientes datos:

- Cantidad de luminarios.
- Tipo de fuente luminosa (si es incandescente, fluorescente, luz mixta, vapor de mercurio, vapor de sodio alta o baja presión).
- Potencia.
- Ubicación.
- Circuito medido o convenido.

Para esto conviene usar la forma AP-1 (anexa).

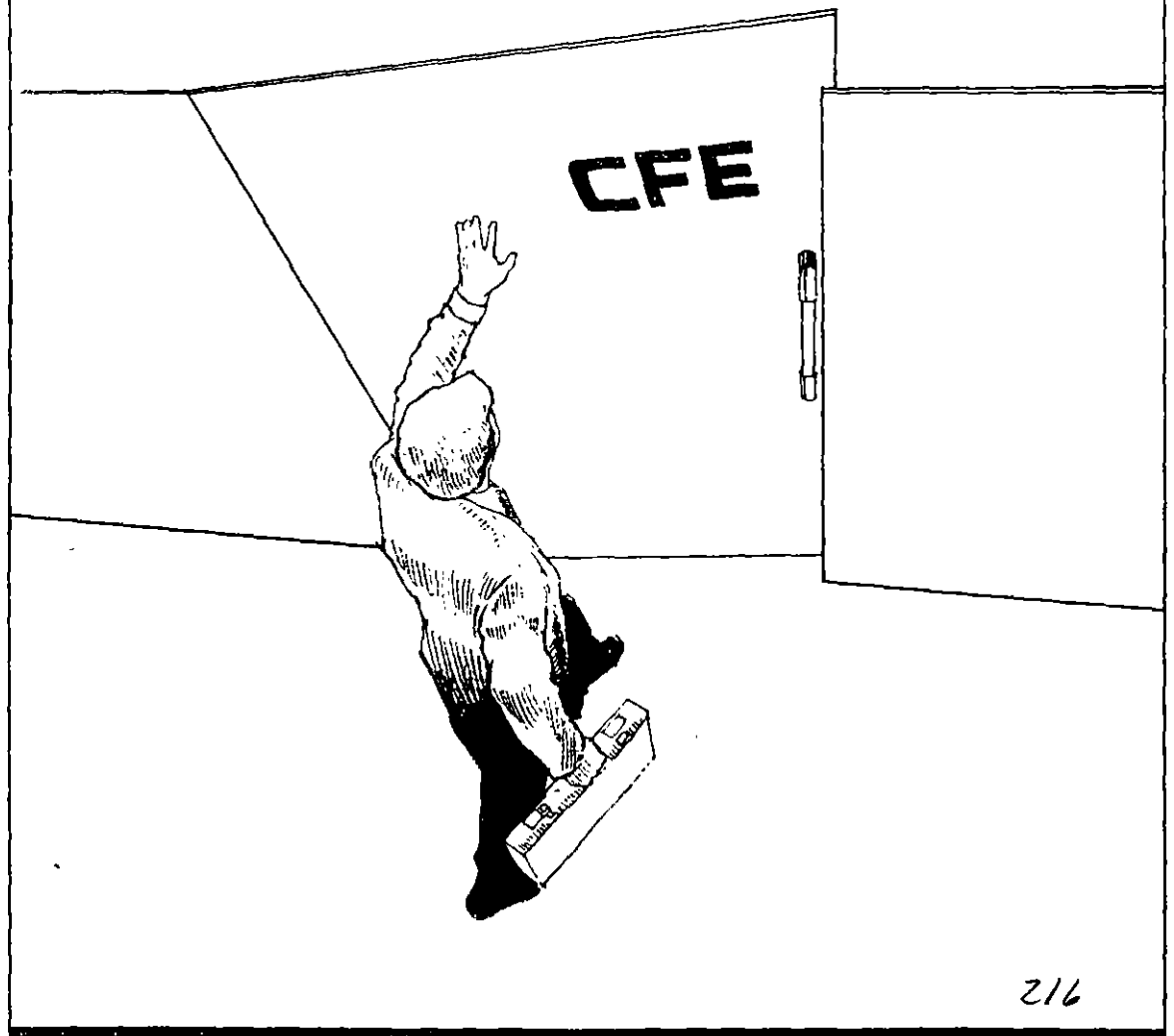
Este censo debe efectuarse por el área de alumbrado público local, y debe estar coordinado y validado por C.F.E.

También deberá implantarse un mecanismo mensual para mantenerlo actualizado. Esto puede realizarse mediante una comunicación oficial mensual del área de alumbrado, dirigida a C.F.E., consignando los cambios ocurridos: el número, tipo y potencia de lámparas adicionadas y/o lámparas retiradas.

■ **PASO 2: - EFECTUAR UNA CONCILIACION.**

En circuitos no medidos sucede con frecuencia que el número, tipo y potencia de las lámparas instaladas no concuerda con lo convenido con C.F.E.

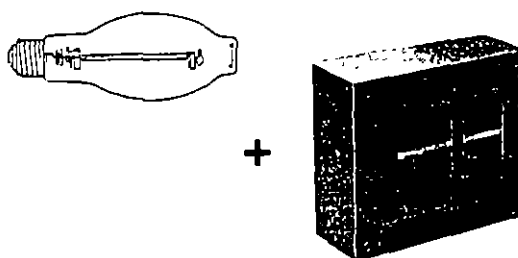
En estos casos, es necesario efectuar una conciliación ante la C.F.E., para que el cobro del servicio eléctrico corresponda al número, tipo y potencia de las lámparas instaladas.



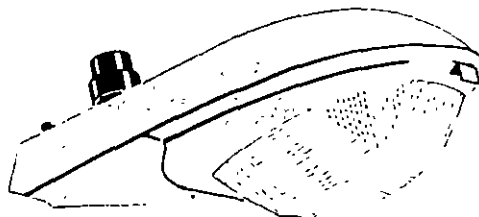
■ PASO 3: - ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE AHORRO.

Fundamentalmente existen 3 alternativas:

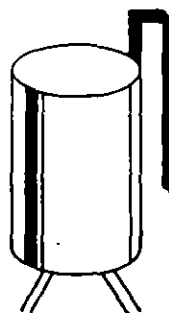
A.- Cambio de lámpara y balastro.



B.- Cambio de luminario.

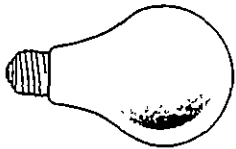
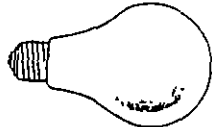
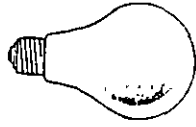
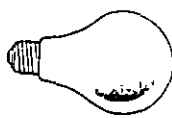
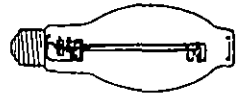

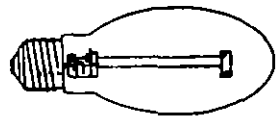


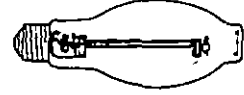


C.- Cambio o adición de controles.




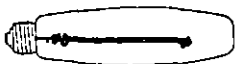

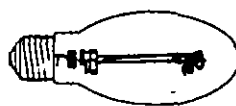

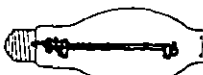
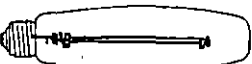
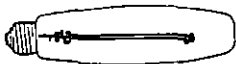
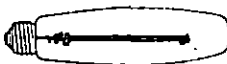



A continuación se analiza cada una de ellas:

## ALTERNATIVA "A" CAMBIO DE LAMPARA Y BALASTRO

SI USTED TIENE...	CAMBIE A:	AHORRO*
<b>INCANDESCENTE</b>  300 W  250 W  200 W  150 W	<b>SODIO ALTA PRESION</b>  70 W	71%  65%  56%  42%
<b>LUZ MIXTA</b>  500 W	<b>SODIO ALTA PRESION</b> 150 W 	63%
 250 W  160 W	70 W 	65%  45%

\* Considerando un 25% de pérdidas en el balastro, que aplica la C.F.E.

## ALTERNATIVA "A" CAMBIO DE LAMPARA Y BALASTRO

SI USTED TIENE...	CAMBIE A:	AHORRO*
<b>VAPOR DE MERCURIO</b>  400 W	<b>SODIO ALTA PRESION</b>  250 W	37%
 250 W	 150 W	40%
 175 W	 70 W	60%
<b>VAPOR DE SODIO ALTA PRESION</b>	<b>SODIO ALTA PRESION</b>	
 400 W	 250 W	37%
 250 W	 150 W	40%
 150 W	 100 W	33%

En este caso es necesario **efectuar un estudio previo** para determinar su conveniencia considerando los siguientes factores: ancho de calle, flujo vehicular, importancia de la calle o avenida y costos.

\* Considerando un 25% de pérdidas en el balastro, que aplica la C.F.E



## ALTERNATIVA "A" CAMBIO DE LAMPARA Y BALASTRO

### RECOMENDACIONES

1.- Al cambiar la lámpara se necesita instalar o cambiar el balastro. Se sugiere usar el balastro tipo autotransformador auto-regulado, porque soporta mayores variaciones de tensión de línea, que afectan la vida del balastro y de la lámpara.

Adicionalmente hay algunos fabricantes que pueden ofrecer paquetes que incluyen: balastro, portalámpara (socket) y herrajes.

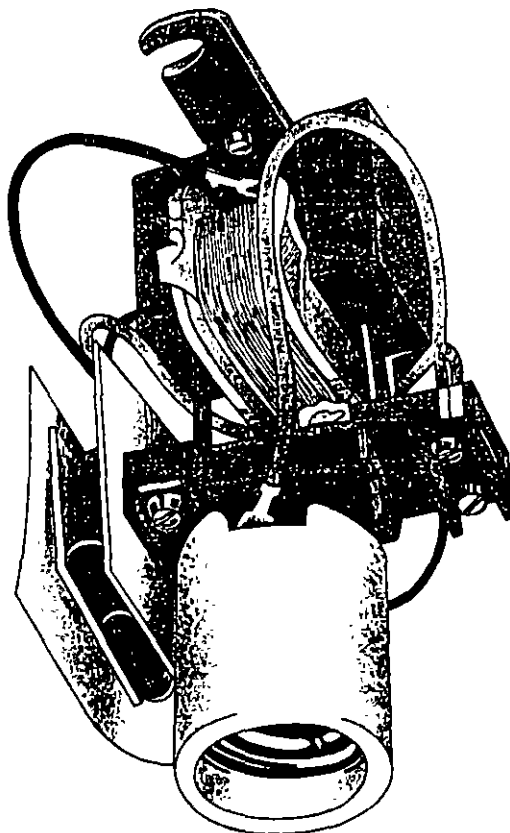
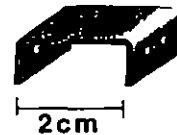
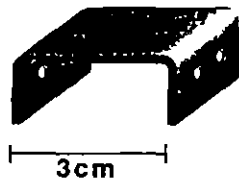


Figura A-1

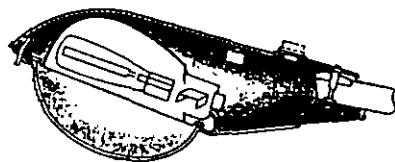
## ALTERNATIVA "A" CAMBIO DE LAMPARA Y BALASTRO

2.- En el caso de sustitución de la lámpara de vapor de mercurio 400 W por vapor de sodio alta presión 250 W, o en el caso de reemplazar vapor de sodio alta presión 250 W, por vapor de sodio alta presión 150 W, es necesario ajustar la posición del portalámpara para mantener la misma curva de distribución de luz.

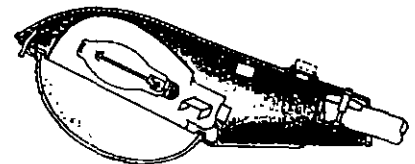
En los luminarios donde el portalámparas (socket) sea fijo, es necesario agregar un herraje tipo "aumento" para obtener la distancia requerida.



Vapor de sodio alta presión 250 W,  
en sustitución de vapor de mercurio  
400 W.

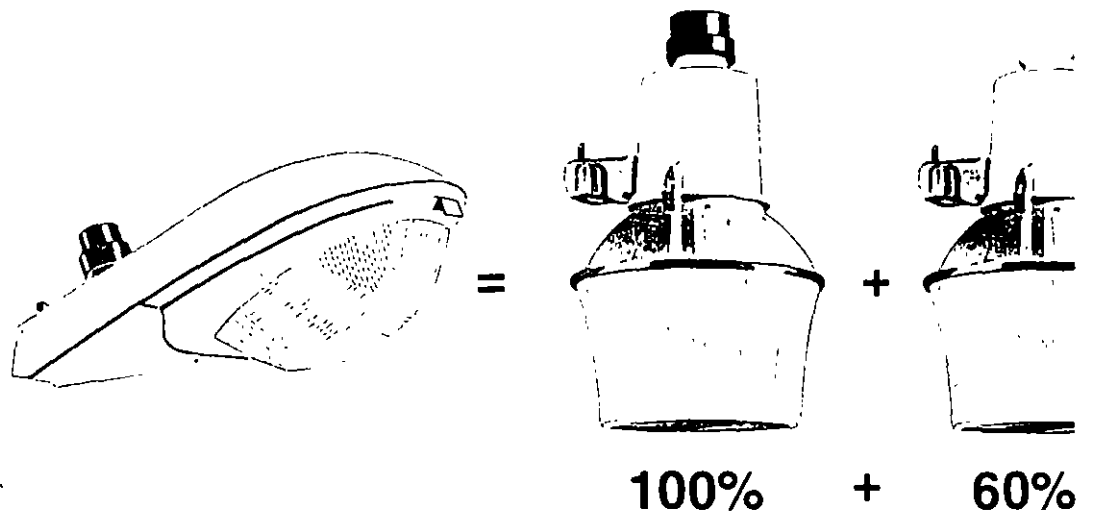


Vapor de sodio alta presión 150 W,  
en sustitución de vapor de sodio  
alta presión 250 W.



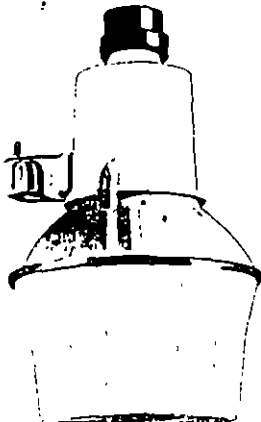
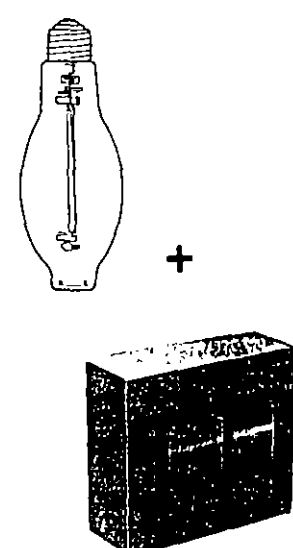
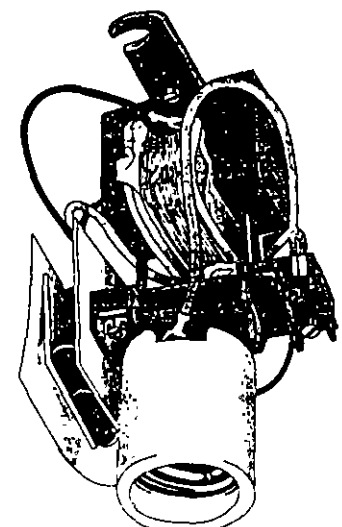
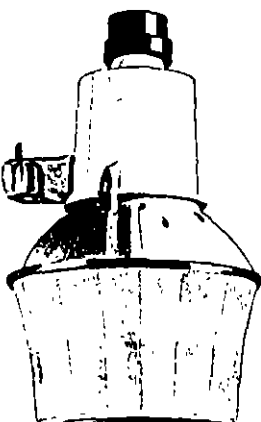

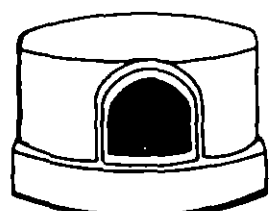
## ALTERNATIVA "B" CAMBIO DE LUMINARIO

Un luminario con lámpara en posición horizontal (tipo "OV") es más eficiente que un luminario con lámpara en posición vertical (tipo suburbano) en aproximadamente 60%.

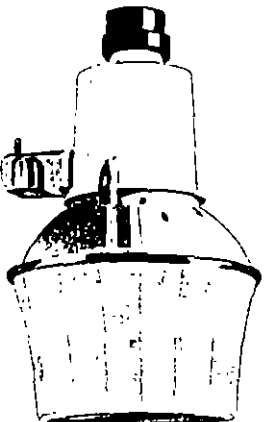

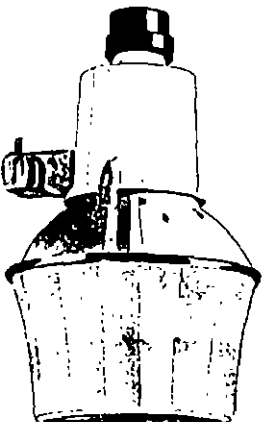



Si se decide cambiar el luminario suburbano existente con lámpara de vapor de mercurio o luz mixta, se debe cambiar por uno nuevo tipo "OV", con lámpara y balastro de vapor de sodio alta presión.

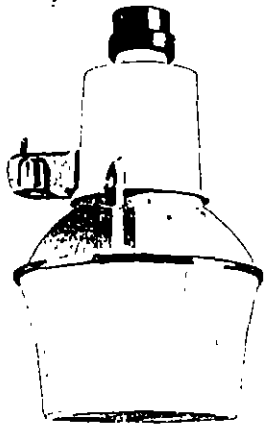
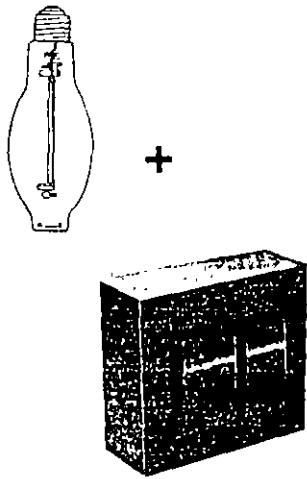
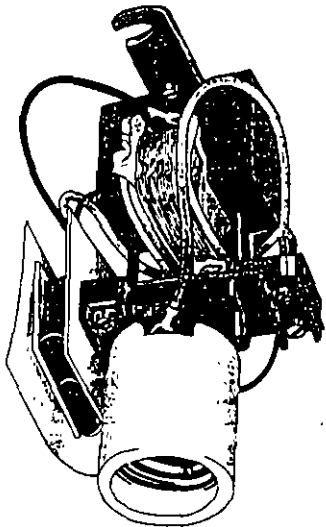
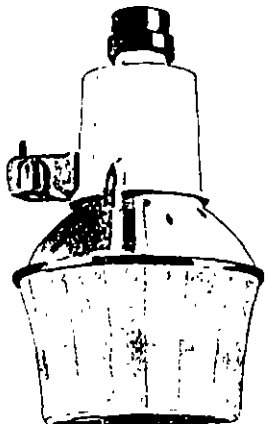
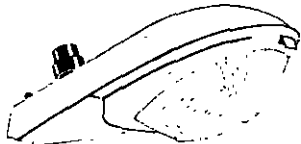
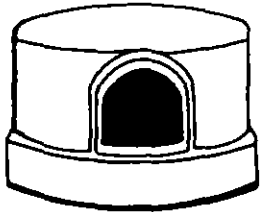
## ALTERNATIVAS "A" y "B" (OPCIONES)

SI SE TIENE	SE SUGIERE	OBSERVACIONES
<p>Luminario suburbano en <b>buenas condiciones</b> con lámpara de vapor de mercurio.</p> 	<p>Cambiar la lámpara y el balastro a vapor de sodio alta presión.</p> 	<p>Use el módulo de reemplazo (fig. A-1).</p> 
<p>Luminario suburbano en <b>malas condiciones</b> con lámpara de vapor de mercurio.</p> 	<p>Cambiar a luminario tipo "OV" con lámpara de sodio alta presión.</p> 	<p>Si usa fotocelda individual, se sugiere cambiarla por una nueva si se requiere.</p> 

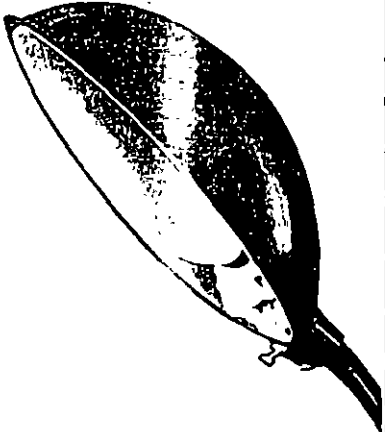

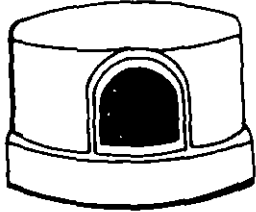
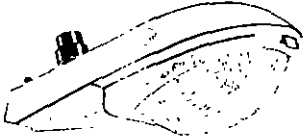
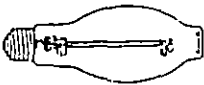
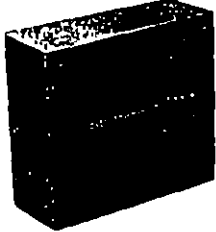
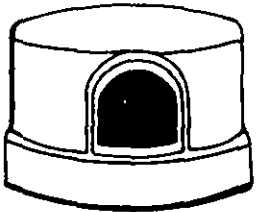
## ALTERNATIVAS "A" y "B" (OPCIONES)

SI SE TIENE	SE SUGIERE	OBSERVACIONES								
<p>Luminario suburbano en <b>buenas condiciones</b> con lámpara de vapor de sodio alta presión.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>Cambiar a luminario tipo "OV" sólo en caso de existir un programa de reemplazo de luminarios en grupo.</p> <div style="text-align: center;">  </div>									
<p>Luminario suburbano en <b>malas condiciones</b> con lámpara de sodio alta presión.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>Cambiar a luminario tipo "OV" con lámpara de vapor de sodio alta presión de acuerdo a la siguiente tabla:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Existe:</th> <th style="text-align: center;">Cambiar a:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Sodio alta presión 150 W</td> <td style="text-align: center;">Sodio alta presión 100 W</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sodio alta presión 100 W</td> <td style="text-align: center;">Sodio alta presión 70 W</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sodio alta presión 70 W</td> <td style="text-align: center;">Sodio alta presión 70 W</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>	Existe:	Cambiar a:	Sodio alta presión 150 W	Sodio alta presión 100 W	Sodio alta presión 100 W	Sodio alta presión 70 W	Sodio alta presión 70 W	Sodio alta presión 70 W	<p>Conservar el balastro y la lámpara del luminario anterior para utilizarse como refacción, cuando se encuentre en buenas condiciones.</p>
Existe:	Cambiar a:									
Sodio alta presión 150 W	Sodio alta presión 100 W									
Sodio alta presión 100 W	Sodio alta presión 70 W									
Sodio alta presión 70 W	Sodio alta presión 70 W									




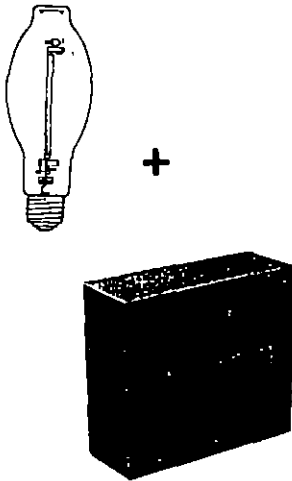
## ALTERNATIVAS "A" y "B" (OPCIONES)

SI SE TIENE	SE SUGIERE	OBSERVACIONES
<p>Luminario suburbano en buenas condiciones con lámpara de luz mixta.</p> 	<p>Cambiar a lámpara de vapor de sodio alta presión e instalar el balastro correspondiente (vea la tabla de la página 6).</p> 	<p>Use el módulo de reemplazo (fig. A-1).</p> 
<p>Luminario suburbano en malas condiciones con lámpara de luz mixta.</p> 	<p>Cambiar a luminario tipo "OV" con lámpara de vapor de sodio alta presión. (Vea la tabla de la página 6).</p> 	<p>Si usa fotocelda individual, se sugiere cambiarla por una nueva si se requiere.</p> 

## ALTERNATIVAS "A" y "B" (OPCIONES)

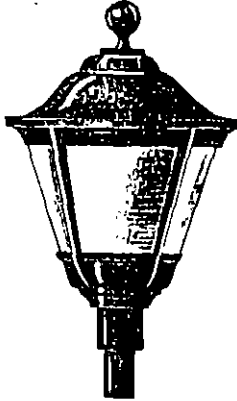
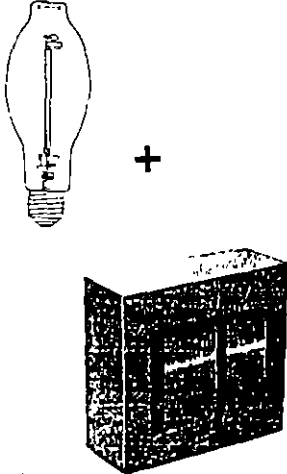
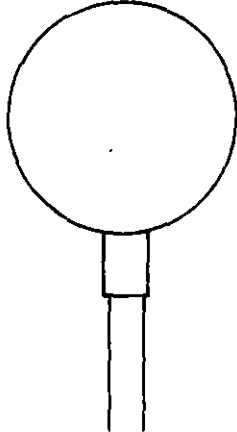
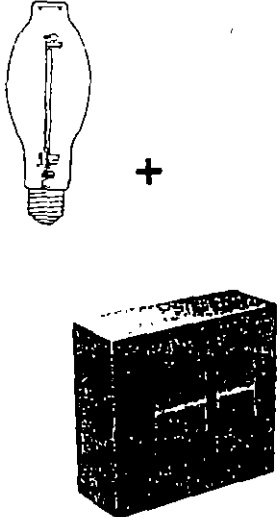
SI SE TIENE	SE SUGIERE	OBSERVACIONES
<p>Farol tipo Anáhuac en buenas o malas condiciones con lámpara incandescente.</p> 	<p>Cambiar a luminario tipo "OV" con lámpara de vapor de sodio alta presión. (Vea la tabla de la página 6).</p> 	<p>Si usa fotocelda individual, se sugiere cambiarla por una nueva si se requiere.</p> 
<p>Luminario tipo "OV" en buenas condiciones con lámpara de vapor de mercurio.</p> 	<p>Sustituir la lámpara de vapor de mercurio por una de vapor de sodio alta presión con su balastro correspondiente (vea la tabla de la página 7 y la recomendación de la página 9)</p>  <p style="text-align: center;">+</p> 	<p>Si usa fotocelda individual, se sugiere cambiarla por una nueva si se requiere.</p> 

## ALTERNATIVAS "A" y "B" OPCIONES

SI SE TIENE	SE SUGIERE	OBSERVACIONES
<p>Luminario tipo "OV" en <b>malas condiciones</b> con lámpara de vapor de mercurio.</p> 	<p>Reemplazar por un luminario nuevo del tipo "OV" con lámpara de vapor de sodio alta presión (vea la tabla de la página 7)</p> 	
<p>Farol tipo Colonial en <b>buenas condiciones</b>, con lámpara de vapor de mercurio.</p> 	<p>Sustituir la lámpara existente por una de vapor de sodio alta presión con su balastro correspondiente (vea la tabla de la página 7).</p> 	<p>Es conveniente alojar el balastro dentro del luminario, instalando el capacitor e ignitor separados del cuerpo del balastro.</p> <p>Si esto no fuera posible por limitación de espacio o temperatura, se deberá utilizar un balastro tipo intemperie para uso remoto fabricado expresamente para este fin.</p>



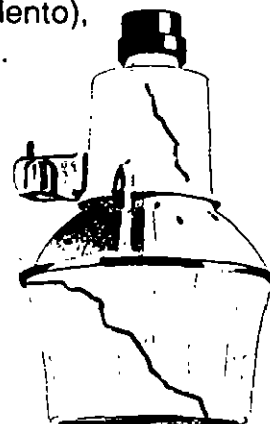
## ALTERNATIVAS "A" y "B" (OPCIONES)

SI SE TIENE	SE SUGIERE	OBSERVACIONES
<p>Farol tipo Colonial en buenas condiciones con lámpara incandescente o de luz mixta.</p> 	<p>Sustituir la lámpara actual por una de vapor de sodio alta presión con subbalastro correspondiente. (Vea la tabla de la página 6).</p> 	<p>Es conveniente alojar el balastro dentro del luminario, instalando el capacitor e ignitor separados del cuerpo del balastro.</p> <p>Si esto no fuera posible por limitación de espacio o temperatura, se deberá utilizar un balastro tipo intemperie para uso remoto, fabricado expresamente para este fin.</p>
<p>Esferas decorativas con lámparas de vapor de mercurio, de luz mixta o incandescente.</p> 	<p>Aplicar cualquiera de las 2 soluciones anteriores para Farol Colonial.</p> 	<p></p>

**CONSIDERACIONES PARA EL CAMBIO DE LUMINAR**

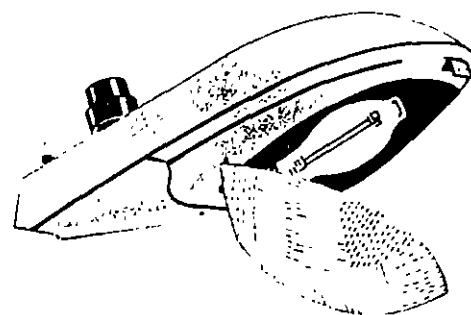
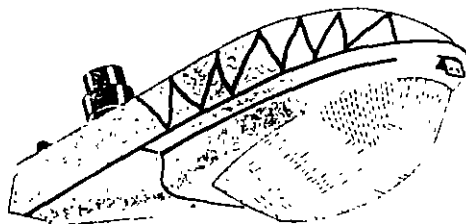
**SUBURBANOS:** Se recomienda el cambio en cualquiera de las siguientes condiciones:

- 1.- Carcaza fracturada.
- 2.- Refractor degradado (amarillento), fracturado o falta del mismo.



**TIPO OV:** Se recomienda el cambio en cualquiera de las siguientes condiciones:

- 1.- Carcaza fracturada.
- 2.- Cierre del porta-refractor dañado (luminario abierto).
- 3.- Reflector desprendido o extremadamente degradado (opaco).





## ALTERNATIVA "C" CAMBIO O ADICION DE CONTROLES

El control de apagado y encendido de los sistemas de alumbrado normalmente se efectúa mediante fotocelda individual o por medio de un control por grupo, operado por un interruptor contactor.

Para ahorrar energía pueden utilizarse **dispositivos que se adicionan o sustituyen al control anterior, y que permiten una disminución en la energía consumida reduciendo el nivel de iluminación, en las horas de menor movimiento vehicular y peatonal.**

Los controles o dispositivos para ahorro de energía son de 2 tipos:

- 1.- Para instalación en cada luminario.
- 2.- Para instalación por cada grupo de luminarios (circuito).

En circuitos no medidos (convenidos), antes de adquirir cualquier dispositivo ahorrador es necesario acordar con la C.F.E. su utilización, con el objeto de fijar la reducción en el consumo.

**Importante:** Los dispositivos para ahorro de energía deberán encender a potencia completa y no deberán de reducir en más del 30% la potencia de la lámpara para no afectar considerablemente los niveles de iluminación existentes, ni la vida de la lámpara.

## DISPOSITIVOS AHORRADORES INDIVIDUALES

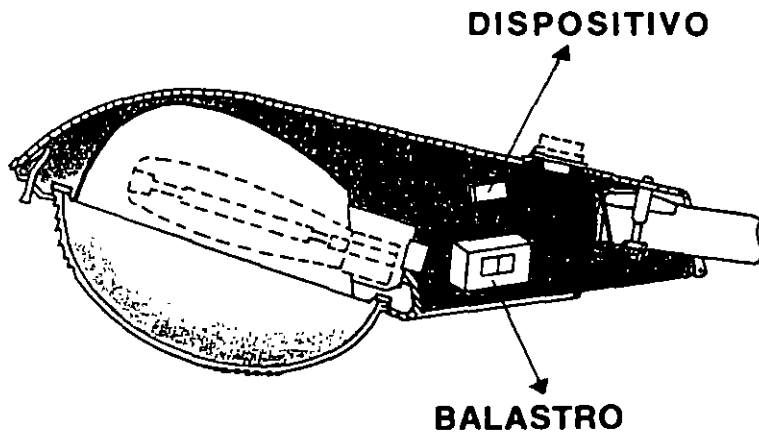
### A) PARA ADICIONARSE EN EL BALASTRO ACTUAL

#### Requerimientos:

- 1.- Es necesario instalarlo en cada luminario.
- 2.- Deberá conectarse de acuerdo al diagrama proporcionado por el fabricante.

#### Restricciones:

- 1.- Solamente pueden instalarse en balastos auto-regulados:  
**Nunca instalar en balastro tipo reactor serie o alta reactancia.**
- 2.- En el luminario donde se instale deberá existir el espacio suficiente para que el dispositivo quede alejado 5 cm por lo menos de la laminación del balastro (núcleo).



3.- Deberá verificarse que el dispositivo a instalar sea **compatible** con el balastro existente. Esto deberá consultarse con el fabricante del dispositivo y el fabricante del balastro.

4.- Se debe obtener una **aprobación** previa de **C.F.E.**, para el uso de **esto dispositivos** en circuitos no medidos, con el objeto de **fijar la reducción** en el consumo.





## **B) EN SUSTITUCION DEL BALASTRO ACTUAL**

### **Requerimientos:**

- 1.- Es necesario sustituir el balastro actual.
- 2.- Deberá de conectarse de acuerdo al diagrama proporcionado por el fabricante.

### **Restricciones:**

- 1.- En el luminario donde se instale deberá existir el espacio suficiente para alojar el nuevo balastro separando el ignitor, el capacitor y el dispositivo ahorrador por lo menos 5 cm de la laminación del balastro.
- 2.- Se deberá obtener una aprobación **previa** de C.F.E., para el uso de estos dispositivos en circuitos no medidos, con el objeto de fijar la reducción en el consumo.

## DISPOSITIVOS AHORRADORES PARA INSTALACION POR GRUPO (CIRCUITO)

Existen 2 tipos:

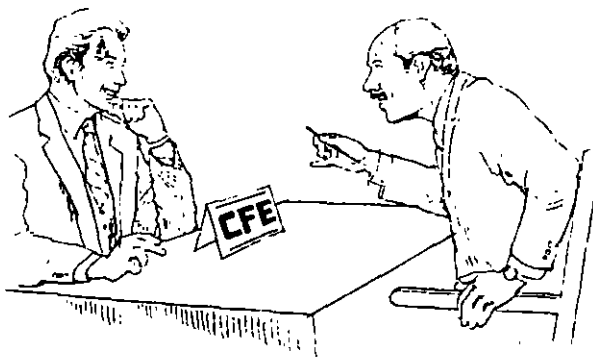
- A.- Los que sustituyen al control existente.
- B.- Los que se agregan al control existente.

### Requerimientos:

- 1.- Se deberán instalar en donde esté ubicada la acometida.
- 2.- Deberá conectarse de acuerdo al diagrama proporcionado por el fabricante.

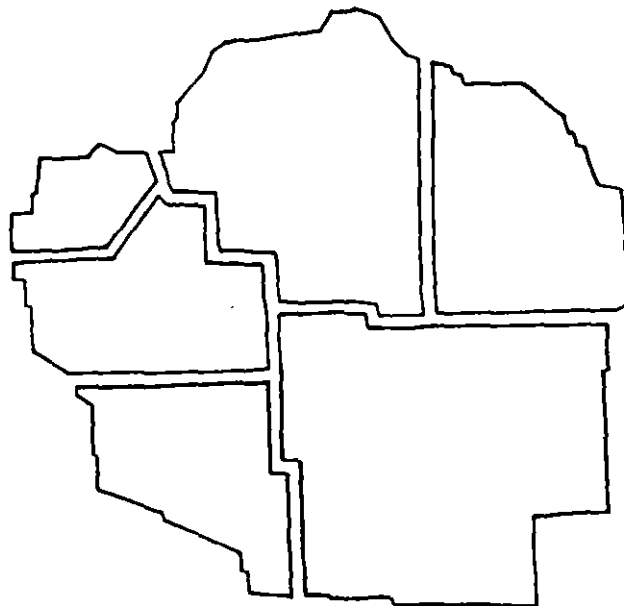
### Restricciones:

- 1.- Solamente pueden instalarse en balastos autoregulados:  
**Nunca instalar en balastro tipo reactor serie o alta reactancia.**
- 2.- **Se debe obtener una aprobación previa de C.F.E., para el uso de estos dispositivos en circuitos no medidos, con el objeto de fijar la reducción en el consumo.**

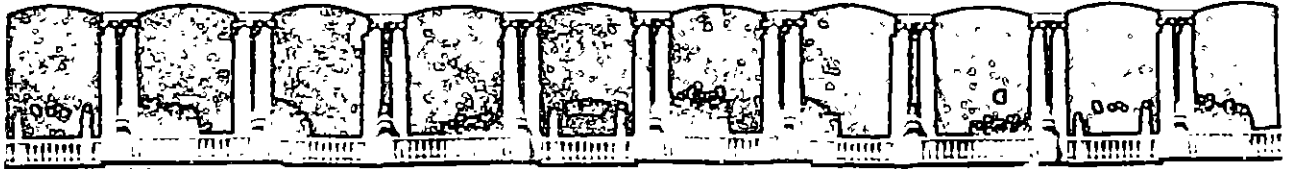


■ **PASO 4:- IMPLANTACION DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA**

- 1.- Dividir la población o ciudad en zonas de acuerdo a los convenios existentes con C.F.E.
- 2.- Clasificar las zonas por orden de importancia.
- 3.- Implantar la alternativa seleccionada, siguiendo las recomendaciones de los pasos 1, 2 y 3, empezando por la zona de mayor importancia. Al terminar cada zona se dará aviso de inmediato a C.F.E., para actualizar el convenio con el objeto de obtener el ahorro en el siguiente recibo.







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

**Diplomado "PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA  
DE PROYECTOS"**

**MODULO VII "Aspectos Técnicos de Proyectos"**

**PROYECTOS  
AGRICOLAS**

## P R O Y E C T O S   A G R I C O L A S

**OBJETIVO:** Al final de la sesión el alumno manejará la terminología y los aspectos técnicos que componen un proyecto agrícola.

### **Estudios Hidrológicos.**

**Objetivo:** Conocer la disponibilidad de agua y su utilización en la agricultura.

### **Estudios del tipo de suelos.**

**Objetivo:** Identificar los tipos de suelos aptos para la agricultura y el manejo para su conservación.

### **Infraestructura Agrícola.**

**Objetivo:** Conocer las obras y sus estructuras principales, para la implementación y desarrollo de una agricultura sustentable.

### **Centros de acopio y abastecimiento.**

**Objetivo:** Conocer su función, tipo y características, como parte del proceso productivo y de comercialización o industrialización de los productos agrícolas.

### **Análisis y optimización del tipo de producción agrícola.**

**Objetivo:** Conocer los componentes técnicos y socioeconómicos de la producción agrícola y su evaluación respectiva, para el logro de un mayor desarrollo económico-productivo, de acuerdo a la potencialidad del área y la participación de los productores.

## PROYECTOS AGRICOLAS

### INTRODUCCION

Los proyectos agrícolas como proyectos de inversión, requieren que éstos estén bien fundamentados y permita que las decisiones juiciosas y prudentes de inversión, produzcan ingresos más elevados y mejor calidad de vida en los productores agrícolas del País, sector donde el impacto benéfico del proyecto es más importante que en ningún otro sector, en virtud del alcance en las vidas de millones de personas.

Se reconocen seis aspectos en la preparación y análisis de proyectos agrícolas: técnicos, institucional-orgánico-administrativo, social, comercial, financiero y económico.

#### Aspectos Técnicos.

El análisis técnico se refiere a los insumos o suministros del proyecto y a los productos o producción de bienes y servicios reales. Debido a su gran importancia, el marco del proyecto debe estar definido claramente para que ese análisis sea concienzudo y preciso. Cabe mencionar que los demás aspectos del análisis del proyecto sólo pueden realizarse a la luz del análisis técnico, sin descartar la posibilidad o conveniencia de revisar los supuestos del plan de un proyecto a medida que se examinan en detalle los demás aspectos.

El análisis técnico consiste en examinar las posibles relaciones técnicas en un proyecto agrícola propuesto, a saber: la disponibilidad de agua, tanto natural (cantidad y distribución de lluvia) como abastecida (desarrollo de sistemas de riego y/o drenaje con sus obras correspondientes); los suelos de la región del proyecto y sus posibilidades de desarrollo agrícola; las variedades de cultivo y especies ganaderas apropiadas para la zona; los suministros de producción y su disponibilidad; las posibilidades y conveniencia de la mecanización; las plagas endémicas de la zona y los tipos de control que será necesario aplicar.

En base a estas consideraciones, el análisis técnico determinará los rendimientos potenciales que pueden obtenerse en la zona de proyecto, los coeficientes de producción, las posibles secuencias del cultivo y la posibilidad de dedicar las tierras a cultivos diversos. Así mismo examinará los tipos de instalaciones de comercialización y almacenamiento que se requieren para el éxito de la operación del proyecto y los sistemas de elaboración de productos agrícolas que se necesitarán.

Durante el análisis técnico suelen identificarse "lagunas" en la información, las cuales deberán llenarse antes de la planificación del proyecto o en las fases iniciales de su ejecución, (si se preve la conveniencia de que el proyecto vaya modificandose en la medida que se disponga de información mas completa). Puede ser necesario hacer estudios de suelos, de fuentes de agua subterránea o recopilar datos hidrológicos. Es posible que convenga tener un conocimiento mas amplio de los agricultores que participan en el proyecto, de sus sistemas comunes y corrientes de cultivo y de sus valores sociales, con el propósito de que la elección de la tecnología se realista. También es posible la necesidad de hacer pruebas sobre el terreno para verificar rendimientos u otro tipo de información a nivel local.

Es importante que el analista del proyecto se cersiore en todo momento de que, conforme se avanza en el análisis técnico, éste se realiza de manera apropiada, de que las estimaciones y proyecciones técnicas están vinculadas a las condiciones reales y que los agricultores que estén empleando la tecnología propuesta en sus propios campos o parcelas, puedan obtener los resultados proyectados.

#### La Agricultura en México

La producción agrícola en el País, se lleva a cabo en dos vertientes no excluyentes: la de Temporal que usa en forma aleatoria la precipitación pluvial y la de Riego que requiere de infraestructura. Desde el punto de vista de la productividad, ésta es mayor en la Agricultura de Riego que en la de Temporal, ya que de los aproximadamente 15.4 millones de hectáreas que en promedio se dedican a la agricultura anualmente en el País, 4.2 millones ( 27%) son de riego, en las que se obtiene cerca del 56% del valor de la producción total. (ciclos agrícolas 1990-1992, NIEGA 1994).

### A G R I C U L T U R A

#### T E M P O R A L

UTILIZACION DE LA PRECIPITACION  
PLUVIAL EN FORMA ALEATORIA

#### R I E G O

UTILIZACION DEL AGUA CONTROL-  
LADA. REQUIERE INFRAESTRUCTURA

En virtud de que el objetivo de un proyecto agrícola es el de mejorar la productividad de la agricultura en una determinada área geográfica en beneficio de los productores y su comunidad, es necesario conocer a cabalidad los recursos naturales, principalmente agua y suelo, para que permitan su óptimo aprovechamiento, mediante la utilización de infraestructura, sin afectar negativamente el medio ambiente.

## **ESTUDIOS HIDROLOGICOS**

Los estudios hidrológicos que se realizan en el campo de la Ingeniería Hidrológica, comprende algunos sectores del amplio campo de la hidrología, aplicables al diseño y funcionamiento de proyectos hidráulicos para el control y uso del agua. Se sabe que la hidrología trata sobre el origen, distribución y propiedades de las aguas terrestres, en íntima relación con otras ciencias terrestres, como la meteorología, oceanografía y geología, aún cuando los límites de estas ciencias con la hidrología no son claros.

En los proyectos agrícolas son aplicables los conocimientos de dichas ciencias.

En esta sesión nos avocaremos a comentar los aspectos técnicos, relacionados con la elaboración de un estudio de factibilidad técnica económica y financiera de un proyecto agrícola para mejorar la productividad en una zona de riego existente.

Es conveniente que iniciemos los comentarios sobre el tema de estudios hidrológicos, con la descripción somera, de lo que constituye el llamado ciclo hidrológico.

## El ciclo hidrológico.

El ciclo hidrológico, es el ciclo del agua en la naturaleza y su evolución en la superficie de la tierra y bajo el suelo en sus tres estados gaseoso, líquido y sólido, y su estudio corresponde a la ciencia de la hidrología, siendo ésta, una de las ciencias básicas de la ingeniería. Fig. 1

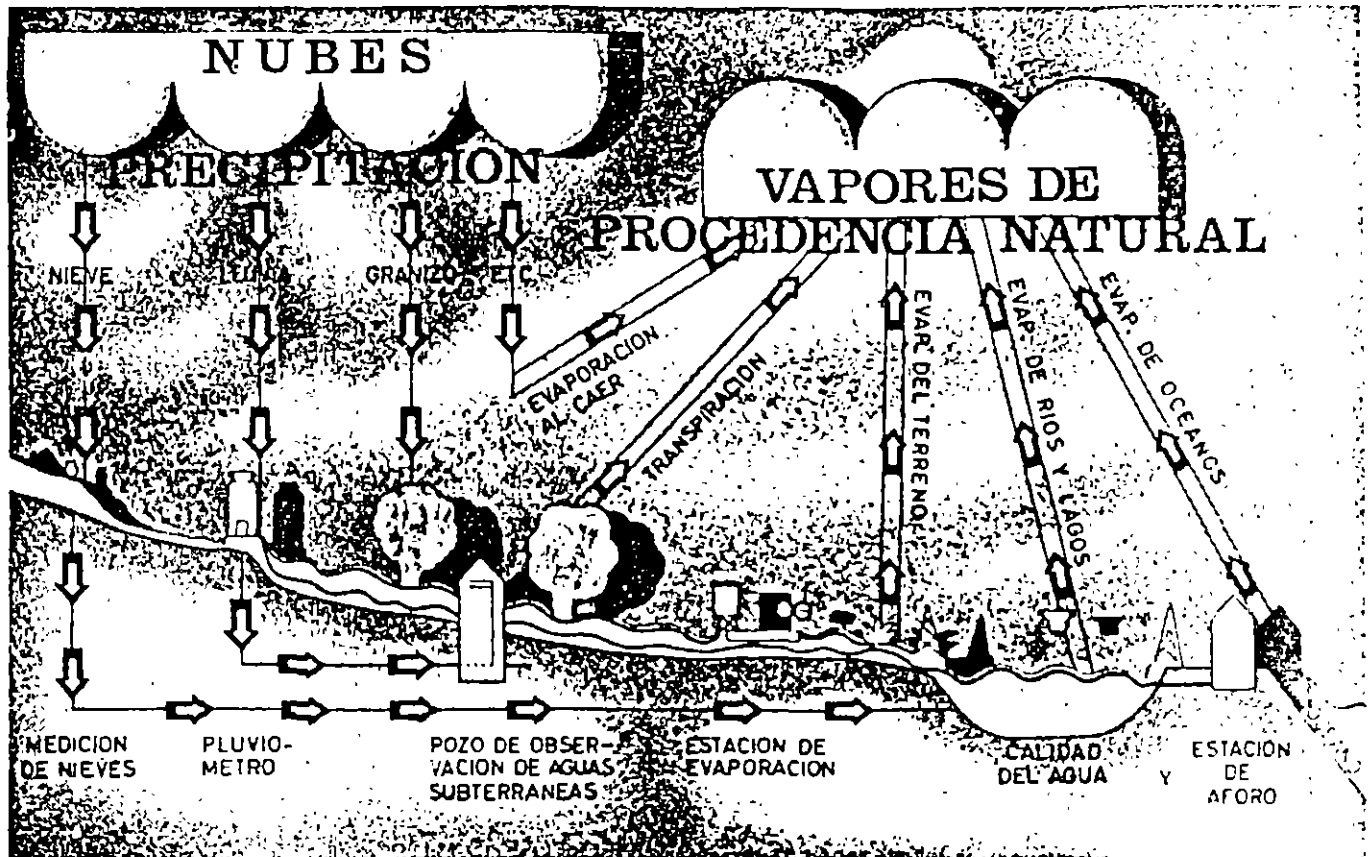


Fig. 1 El ciclo hidrológico. (Cortesía del U. S. Geol. Survey.)

Se distinguen cuatro fases principales de interés: precipitación, evaporación y transpiración, corriente superficial y agua subterránea.

El movimiento del agua a través de las diversas fases del ciclo es principalmente irregular, tanto en tiempo como en lugar. En ocasiones pareciera que la naturaleza es muy activa y proporcionan lluvias torrenciales que llenan los cauces y los desbordan provocando inundaciones, a veces parece que el mecanismo del ciclo hidrológico se detiene y se paralizan la precipitación y las corrientes produciendo la sequía. Además en zonas adyacentes las variaciones del ciclo pueden ser totalmente diferentes.

Los casos extremos de inundación y sequía o de abundancia y escasez de agua, son los que más interesan al ingeniero, ya que los proyectos en general y particularmente los agrícolas, se ven afectados perjudicialmente.

Las causas de inundación y sequía se encuentran en los fenómenos meteorológicos como: vientos, temperatura, humedad.

Los estudios hidrológicos se encaminan al conocimiento tanto cualitativo como cuantitativo del ciclo hidrológico, además de tratar en forma cuantitativa las relaciones recíprocas entre los diversos factores para predecir con precisión, la influencia de las obras artificiales en dichas relaciones. También debe interesar la frecuencia con que pueden presentarse los casos extremos del ciclo, ya que ésta es la base del análisis económico, que es el determinante final de un proyecto hidráulico como parte en este caso de un proyecto agrícola.

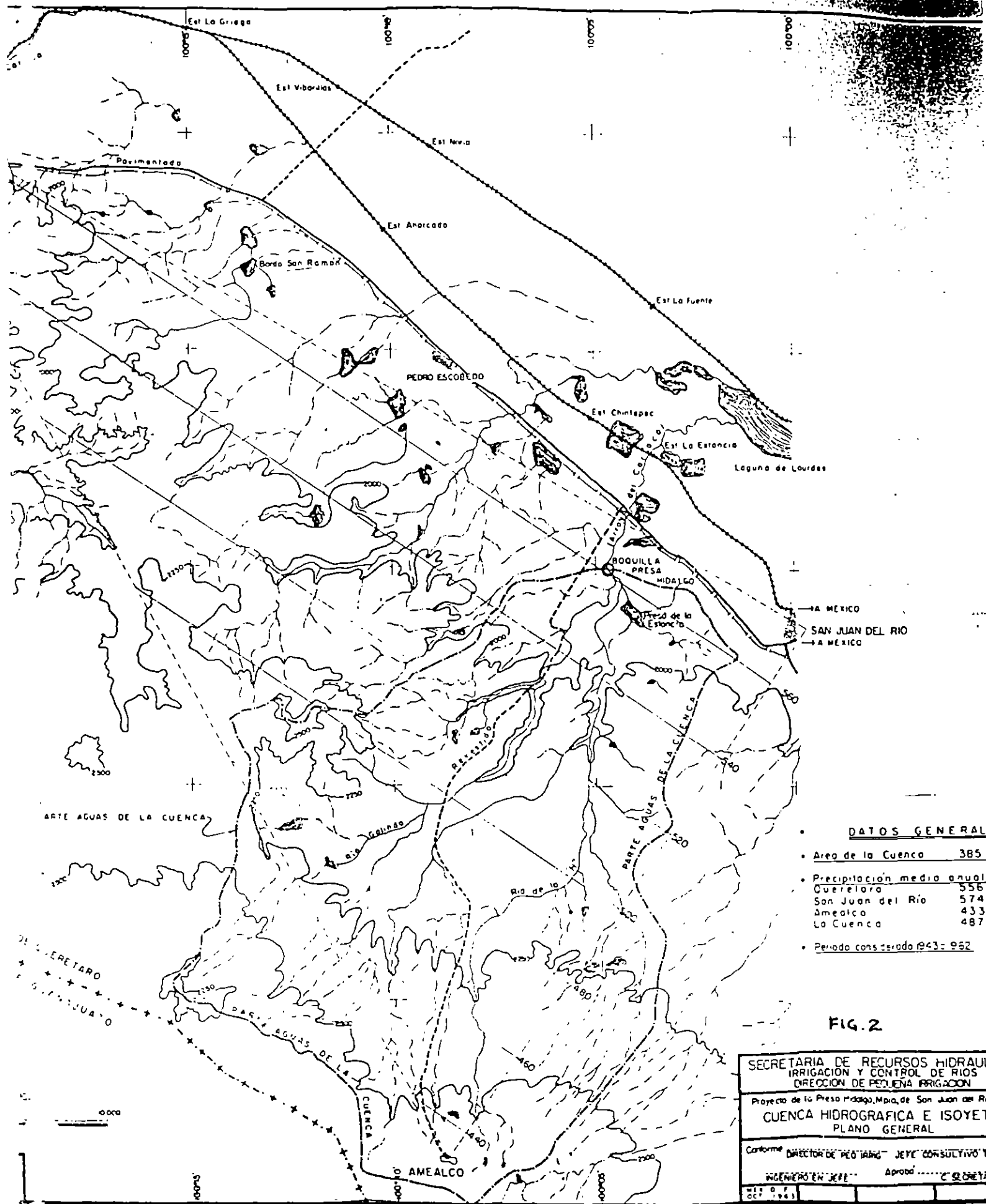
En los proyectos de desarrollo agrícola bajo riego, los estudios hidrológicos requeridos, son los que permiten conocer la disponibilidad de agua para satisfacer la demanda de los cultivos. Para tal fin, es fundamental conocer las características físicas de la región en estudio, como el clima y el suelo, así como, el tipo y plan de cultivos a desarrollar.

El clima está caracterizado principalmente por los fenómenos meteorológicos reinantes, como pueden ser: el viento, la temperatura, la humedad, y la lluvia. El conocimiento de la magnitud, variación, frecuencia e interrelación de dichos fenómenos, son la base para conocer los escurrimientos de agua superficiales susceptibles de aprovechar, mediante infraestructura hidráulica.

Del suelo deberán conocerse su topografía y características edafológicas, que permitirán a su vez conocer su aptitud para la agricultura de riego.

El tipo y secuencia de cultivos que se pretenda desarrollar, requiere, de una selección rigurosa acorde con las condiciones físicas existentes y oportunidades reales de desarrollo y de mercado manifestado en la región.

Con el propósito de irse familiarizando con la terminología hidroagrícola, a continuación se mencionan y muestran los elementos principales, tanto naturales como artificiales, que componen un escenario de escurrimiento superficial y su aprovechamiento en riego: línea de parte aguas o línea vertiente; afluente; río o arroyo principal; cuenca de captación; almacenamiento y/o derivación o toma directa; conducción; zona de riego;; red de distribución; aplicación y desalajo de agua o red de drenaje. Fig.2 y fig.3.



**DATOS GENERALES**

- Area de la Cuenca 385
- Precipitación media anual
  - Cuerehara 556
  - San Juan del Río 574
  - Amalco 433
  - La Cuenca 487
- Período considerado 1943-1952

FIG. 2

SECRETARÍA DE RECURSOS HIDRÁULICOS  
 IRRIGACIÓN Y CONTROL DE RÍOS  
 DIRECCIÓN DE PEQUEÑA IRRIGACIÓN

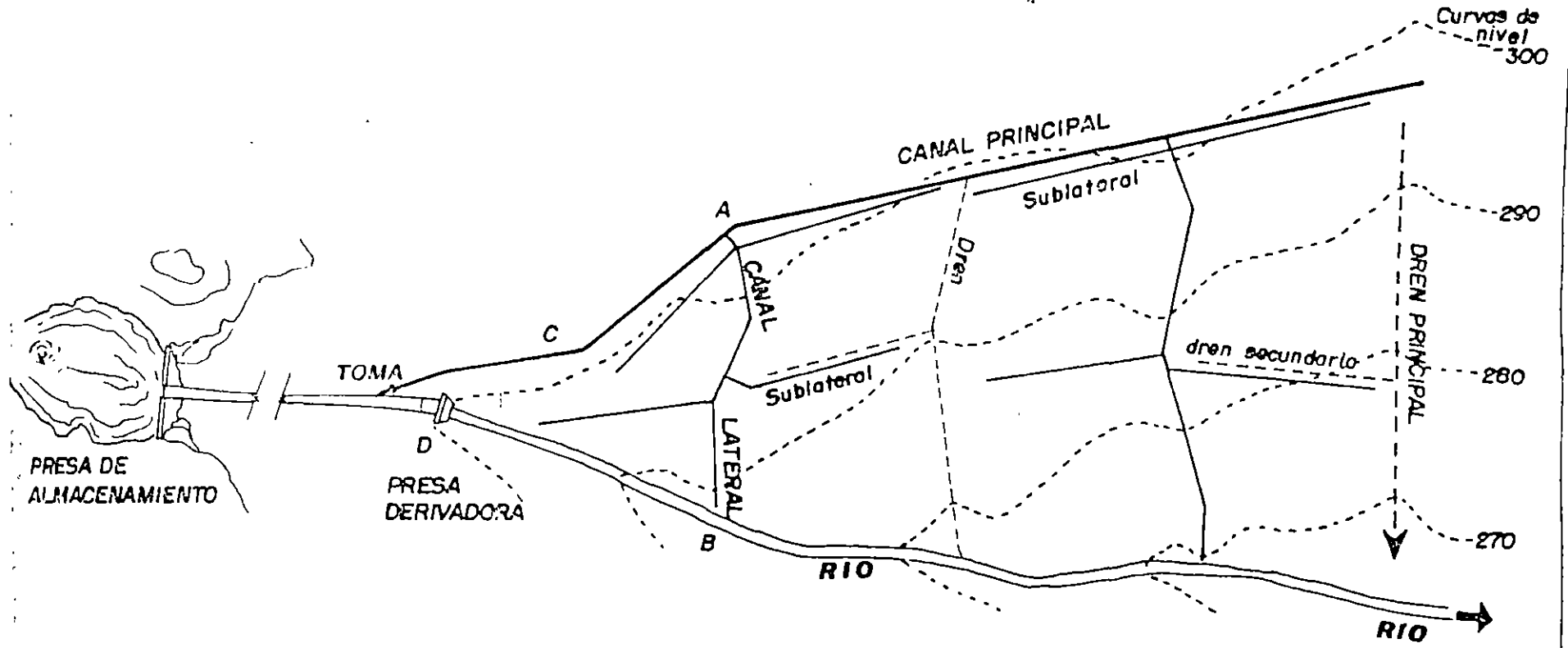
Proyecto de la Presa Hidalgo, Mpio. de San Juan del Río

**CUENCA HIDROGRÁFICA E ISOYETAL**  
 PLANO GENERAL

Conforme DIRECTOR DE PEQUEÑA IRRIGACIÓN JEFE CONSULTIVO Y  
 INGENIERO EN JEFE Aprobado SECRETARÍA

11 OCT 1952





ESQUEMA GENERAL DE UNA ZONA DE RIEGO

En este apartado, señalaremos fundamentalmente la información hidrológica que deberá obtenerse para definir las condiciones actuales y futuras sobre la disponibilidad de agua para el desarrollo agrícola de una región; para lo cual tomaremos como caso práctico, lo realizado en el "ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA, ECONOMICA Y FINANCIERA DEL SUBPROYECTO: MODULO 5 DEL DISTRITO DE RIEGO 005, DELICIAS CHIHUAHUA"

Cabe hacer la observación de que el caso práctico se refiere a una zona de riego existente y en consecuencia el marco de referencia del proyecto, se planteó tanto a nivel de Distrito como de Módulo. La información de dicho caso práctico que aquí se mencionará, se refiere al Marco de Referencia del Módulo, que abarca una superficie irrigable de 11517 hectáreas.

Clima.

Se hace una breve descripción del clima y se establece en forma tabular o gráfica la variación mensual de la precipitación, temperatura y evaporación, indicando temperaturas máximas, mínimas y ocurrencia de heladas. Por ejemplo:

El clima es árido perteneciente al grupo de los secos, muy secos y cálido con lluvias de verano, vegetación desértica, temperatura media de 18.9 grados centígrados, y una precipitación media anual de 337.4 mm. Las heladas que se presentan son en promedio de 39 al año con máxima ocurrencia en diciembre.

Los valores de precipitación, temperatura y evaporación se presentan en el cuadro 10.

2.- Disponibilidad de agua.

a) Aguas Superficiales

Se establece su variación anual y su valor medio, explicando el origen de la variación.

Fuente o fuentes principales; capacidades total y útil; puntos de control para entrega de agua en bloque y de distribución; volúmenes disponibles, volúmenes utilizados.

b) Aguas subterráneas

Se indican las extracciones anuales, su valor medio y la variación, la estimación de la recarga del acuífero y su sobre explotación si la hubiera.

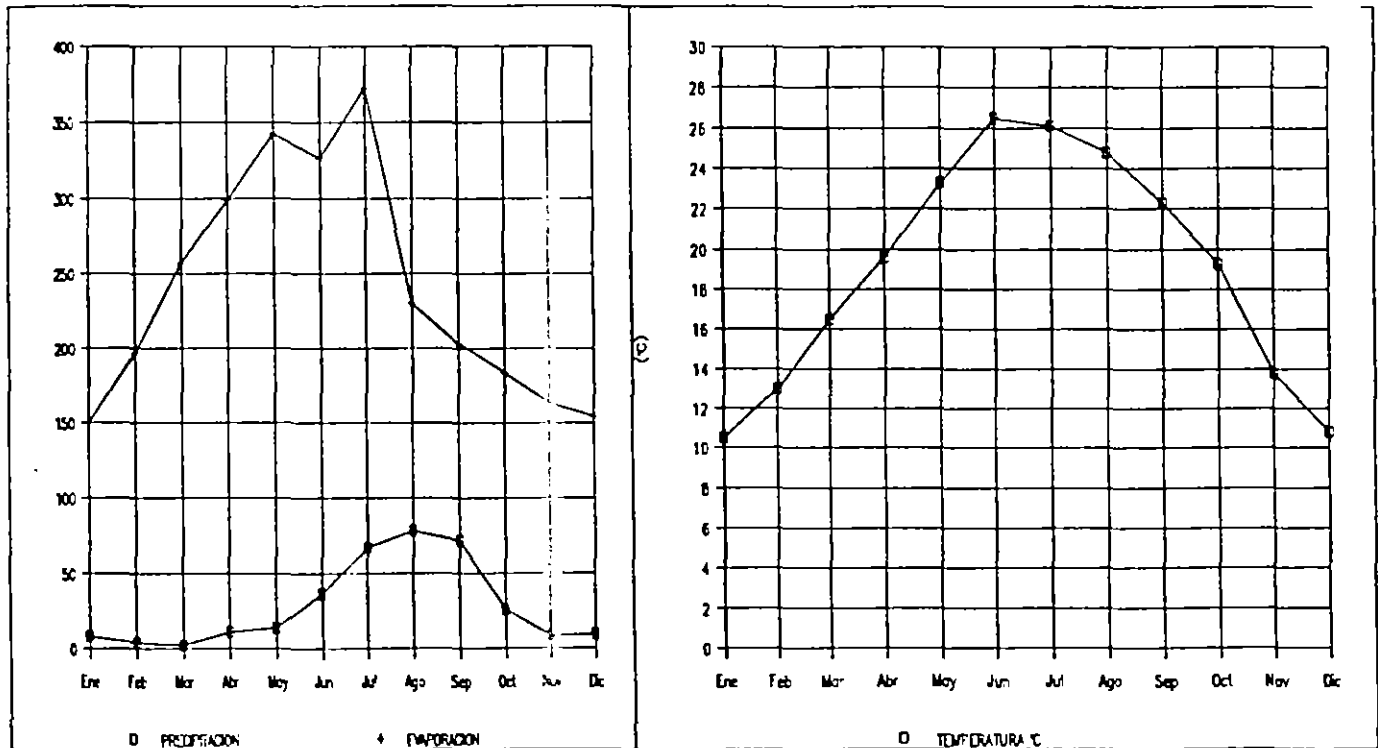
## Cuadro 10: DATOS CLIMATOLOGICOS

Mes	Temperatura (°C)			Precipitación media (mm)	Evaporación (mm)	Precipitación efectiva (mm)
	máxima	mínima	media			
Enero	27.0	(3.3)	10.5	8.3	149.4	6.2
Febrero	29.6	(1.5)	13.0	4.1	196.7	3.1
Marzo	32.4		16.5	2.3	257.4	1.7
Abril	34.4	4.9	19.6	11.1	298.4	8.3
Mayo	37.7	9.8	23.3	13.7	342.6	10.3
Junio	40.4	14.9	26.5	36.4	326.3	27.3
Julio	37.5	16.2	26.1	67.2	372.7	50.4
Agosto	36.3	15.9	24.8	78.5	230.0	58.9
Septiembre	35.3	11.6	22.3	71.8	203.0	53.9
Octubre	33.2	6.1	19.3	25.6	183.7	19.2
Noviembre	30.7	(1.7)	13.8	8.8	163.7	6.6
Diciembre	27.9	(3.5)	10.8	9.6	154.7	7.2
Suma	402.4	69.4	226.5	337.4	2,878.6	253.1
Promedio	33.5	5.8	18.9	28.1	239.9	21.1

Fuente: Estación Climatológica Delicias, localizada en el aeropuerto de Cd. Delicias, Chih.

NOTA: ( ) significa temperaturas menores de 0°C.

### VARIACION MENSUAL DE LA PRECIPITACION EVAPORACION Y TEMPERATURAS MEDIAS



## ESTUDIOS DEL TIPO DE SUELOS

Desde el punto de vista edafológico, suelo es el medio terrestre o acuático en el que se desarrolla la vida vegetal o animal. Los suelos se componen de una dispersión de sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso. La parte sólida se halla fraccionada en partículas de tamaño coloidal o mayores, constituyendo suspensiones con gravas, arenas y limos. El tamaño de las partículas influye en las propiedades físicas; si abunda la fracción coloidal, el suelo será arcilloso e impermeable, por existir espacios muy pequeños entre las partículas. Al aumentar el tamaño de las partículas se aumenta la porosidad. La fracción líquida constituida por una solución mineral acuosa, ocupa los espacios entre las partículas lo mismo que la parte gaseosa. La fracción sólida del suelo procede en parte de la descomposición de materia orgánica (en estado coloidal) y de la disgregación mecánica y alteración química de las rocas.

Clases de suelos.- Las clases fundamentales de suelos según el medio en que se desarrollan son: subacuáticos (en lagos, mares), semiterrestres (inundados periódicamente y terrestres).

Existen otras clasificaciones de suelos como son:

Por texturas: ligera (predominan arenas), media (contenido de partículas finas y gruesas en proporciones iguales) y pesada (predominan arcillas)

Para agricultura de riego: Clases I, II,...VI. Para esta clasificación, se toma en cuenta además de las características físicas y químicas del suelo, la topografía de relieve y microrelieve y los niveles de agua en el suelo.

Los estudios de suelos en relación con su potencial agrícola los cubre la agrología en general, y en particular la edafología, ciencia que estudia los suelos, tanto en su aspecto físico-químico como biológico. También son importantes los estudios de topografía para determinar el relieve y/o el micro relieve de los suelos.

Los aspectos físicos se refieren principalmente a su textura y estructura, cuyo conocimiento a través del perfil estratigráfico permitirá determinar su capacidad de absorción y secado (conductividad hidráulica) para un adecuado manejo y conservación de suelos. También se obtiene información sobre el contenido de materia orgánica del suelo.

Los aspectos químicos nos muestran el contenido de nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, etc.) así mismo, el contenido de sustancias nocivas como sales, sodio, boro, etc.). Estos análisis orientarán las recomendaciones para manejo y mejoramiento de los suelos (mejores prácticas agrícolas, fertilización, lavado de suelos, etc.).

Los aspectos biológicos tienen que ver con la calidad del agua y con la relación agua-suelo-planta, que es básica para determinar los requerimientos de agua de los cultivos.

Los aspectos topográficos, permiten conocer las condiciones naturales del terreno, principalmente su relieve y micro relieve, a fin de determinar las zonas de evacuación de agua y la necesidad o conveniencia de hacer nivelaciones en las parcelas.

Respecto a la información específica de suelos, para el proyecto agrícola, del caso práctico que hemos mencionado, se señala lo siguiente:

Suelos.- Se indica en forma tabular las texturas, su clasificación, clasificación agrícola de suelos, describiendo las características fisicoquímicas de los suelos y en caso de haber deficiencia de nutrientes, mencionar cuales son. Se describe la salinidad de los suelos, niveles, tipos de suelos salinos y salino-sódicos.

Topografía.- Se determinan las pendientes medias, indicando su distribución porcentual con dos o tres rangos, requerimiento de nivelación de tierras, rangos, áreas y porcentos, referidos a un plano.

## INFRAESTRUCTURA AGRICOLA.

Infraestructura desde un enfoque económico, es el capital social fijo de una economía, es decir, las inversiones en general (públicas y privadas) de un largo período de duración y una amplia utilización (carreteras, puentes, presas, escuelas etc.).

Entenderemos por Infraestructura Agrícola, al conjunto de obras y servicios que se requieren para garantizar la utilización adecuada de los recursos agua y suelo en el desarrollo agrícola de una región.

En este apartado nos referiremos a la infraestructura hidroagrícola que permita el desarrollo de una agricultura de riego.

Las obras de ingeniería requeridas, son principalmente las que permiten la captación, conducción, distribución, aplicación, medición y evacuación del agua de lluvia y de riego; así como, las necesarias para el transporte de los insumos y productos agrícolas, dentro y fuera de la zona de riego. También son importantes las obras que permiten el acopio y abastecimiento de los productos agrícolas, los cuales se comentarán en otro apartado.

Breve descripción de las obras.

Captación.

Si se trata de captación de aguas superficiales, las obras que lo permiten son: presas de almacenamiento, presas de derivación, tomas directas por gravedad o por bombeo, dependiendo de las características o régimen del escurrimiento (regular o irregular).

Si se trata de captación de aguas subterráneas, las obras necesarias son pozos profundos o someros también conocidos como norias; en dichas obras es necesario elevar el agua en forma mecánica mediante bombeo o manualmente como puede ser en el caso de las norias.

Las presas de almacenamiento se utilizan principalmente, para captaciones de escurrimiento con régimen irregular o variable. Se localizan en la sección transversal de un río o arroyo, de altura suficiente para almacenar el agua que se pretende aprovechar (volumen útil), el necesario para los depósitos de material arrastrados o conducidos por el agua (azolves) y el que se requiera para controlar o desalojar los excesos de agua durante las crecidas o avenidas del río.

La presa propiamente dicha consta de las siguientes estructuras: Cortina, Vertedor y Obra de toma.

La cortina se aloja en el lecho del río a lo largo de su sección transversal, con el propósito de interceptar y almacenar el agua. Su eje puede ser recto y/o curvo, su cuerpo puede ser rígido (concreto o mampostería) o flexible (tierra o materiales graduados), o bien una combinación de ambos.

El vertedor de excedencias o demasías, es la estructura que permite el desalojo libre o controlado del agua en exceso proveniente de los escurrimientos normales o de las avenidas del río, estando llena la presa. Su localización puede darse en el cuerpo de la cortina o fuera de ella.

La obra de toma, es la estructura que permite la salida del agua de la presa en forma controlada, para el abastecimiento de la demanda de agua de los cultivos. Se localiza generalmente en el cuerpo de la cortina a un nivel tal que permita el almacenamiento gradual de los azolves, sin que éstos la invadan durante el tiempo de la vida útil de la presa. El tipo de obra de toma es un conducto cerrado que generalmente trabaja a presión, que cruza el cuerpo de la cortina, con control aguas arriba (torre o caja de entrada) o aguas abajo (caja de válvulas), dependiendo principalmente del tipo de cortina utilizado y magnitud de los caudales demandados.

Presas Derivadoras.- Se utilizan indistintamente para interceptar y derivar corrientes de agua con régimen variable, como en el caso de aguas broncas, o con régimen estable, como las aguas provenientes de manantial o de agua controlada de un almacenamiento, o bien de corrientes permanentes mas o menos estables.

Las estructuras que integran estas presas son: cortina, vertedor, obra de toma y desarenador.

La función principal de estas presas es la elevar el nivel del agua de escurrimiento hasta donde se requiere derivarla para su utilización.

En virtud de que estas presas no se les proporciona capacidad de almacenamiento, deberán estar diseñadas para que todos los excedentes de agua viertan sobre el cuerpo de cortina, en consecuencia, prácticamente toda la longitud de la cortina es vertedora. Los depósitos de material arrastrados por el escurrimiento y depositados al pie de la cortina (aguas arriba) deberán ser desalojados periódicamente a través de una estructura llamada desarenador alojado en una de las márgenes del río, cerca de la obra de toma.

Tomas directas.- Son aquellas que permiten tomar directamente de la fuente, río o lago, las cantidades de agua necesaria para su utilización. Pueden funcionar por gravedad o por bombeo. Por gravedad cuando su utilización es en terrenos mas bajos que los niveles de agua de la fuente. Por bombeo cuando su utilización es

en terrenos mas altos que los niveles de agua de la fuente, en cuyo caso suelen llamarse plantas de bombeo.

Existe otro tipo de captaciones y derivaciones que son las galerías filtrantes, para aprovechar los escurrimientos subalveos del lecho de los ríos o arroyos.

Para la elección del tipo y magnitud del aprovechamiento hidráulico, es fundamental contar con los estudios básicos de hidrología, topografía, geotécnia, agrología.

En el caso de captaciones de aguas subterráneas profundas (acuíferos), las obras necesarias como ya se mencionó, son los pozos profundos ( mas de 30m ), donde se pueden distinguir las siguientes estructuras: pozo o perforación, tubería de ademe ciega o ranurada, empaque de grava, brocal de entrada y tapón de fondo.

Para captación de aguas someras (aguas freáticas), se construyen pozos excavados a mano entre 1 y 6 m de diámetro y 3 a 12m de profundidad, recubiertos con ladrillo, piedra, teja, madera o anillos de concreto colado "in situ", para evitar que se derrumben las paredes. Su abastecimiento depende completamente de la infiltración natural desde la porción penetrada de las formaciones acuíferas para producir agua.

#### Conducción.

La conducción del agua hacia la zona de riego en el caso mas general consiste en un tramo del propio río, inmediato aguas abajo de la cortina de la presa de almacenamiento hasta el sitio de derivación, y de ahí un tramo de canal "muerto" hasta el sitio donde se inicia su distribución. El tramo de canal "muerto" llamado también canal principal, generalmente es abierto excavado sobre el terreno natural, revestido o no de concreto para evitar pérdidas por filtración. También puede estar cubierto, si las condiciones topográficas y geológicas del terreno lo exigen (derrumbes).

#### Distribución.

La distribución del agua dentro de la zona de riego se hace a través de una red de conductos abiertos y/o cerrados recorriendo las parcelas, constituyendo lo que se denomina red interparcelaria, y cuyo tipo y tamaño depende de la magnitud del caudal y/o topografía del terreno.

A lo largo de la red de distribución pueden existir obstáculos naturales como ríos, arroyos, barrancas o bien carreteras, caminos, u otras instalaciones ( gas, petroleo) que obligan a construir estructuras de cruce como alcantarillas, sifones, puentes canal. También son necesarias estructuras de protección como cunetas, contracunetas y alcantarillas, así como estructuras de operación para distribuir el agua hacia las



diferentes áreas o secciones de riego . Dichas estructuras son las obras de toma laterales , sublaterales, y ramales según se encuentren alojadas en canales laterales , sublaterales o ramales respectivamente. Estas obras de toma generalmente son compuertas de acero accionadas manual o mecánicamente según su tamaño. Para que funcionen correctamente estas obras, se requiere de la instalación de represas.

Las represas tienen la función de elevar el nivel de agua en un canal abierto, para ingresarla por la obra de toma hacia los canales secundarios ya mencionados. Se localizan transversalmente al canal derivador, están formadas por compuertas radiales o deslizantes accionadas mecánica o eléctricamente si el canal es de gran capacidad. En canales medianos se utilizan compuertas de acero deslizantes de accionamiento mecánico y en canales pequeños se utilizan compuertas de laminas de acero o agujas de madera accionadas manualmente.

### Aplicación

La aplicación del agua para riego de las parcelas se inicia prácticamente a partir de las llamadas Tomas Granja las cuales se alojan sobre el canal secundario (lateral, sublateral o ramal) y tienen por función ingresar el agua del canal a la parcela. Consisten en un mecanismo de entrada formado por compuertas deslizantes, pudiendo ser de diferente material (acero, madera, fibra de vidrio) montadas en una estructura de concreto piedra o tabique. Hoy en día estas estructuras se están sustituyendo por módulos medidores que permiten la entrada de un gasto fijo dentro de ciertos límites.

Para ingresar el agua a las parcelas por las obras de toma o módulos medidores se requiere que el agua sea derivada del canal utilizandose para tal efecto una estructura reguladora transversal también llamada represa. Esta se aloja en forma transversal al canal en un sitio tal que permita la elevación del agua en el canal, necesaria para ingresarla a la toma granja.

Las represas son estructuras que por su función derivadora se utilizan en cualquier tipo de canal se principal o secundario.

En la actualidad las represas conjuntamente con el resto de obras de operación, como tomas laterales, sublaterales, ramales y tomas granja, se vienen diseñando y construyendo de manera que se puedan establecer sistemas de riego con operación automatizada en diversos grados, incluso utilizando el control remoto.

Dentro del campo o parcela puede requerirse conducir el agua por acequias o regaderas, antes de ser aplicada el agua a las plantas, formando lo que se llama red parcelaria. Esta red generalmente consiste en regaderas excavadas en tierra con carácter temporal. Finalmente el agua de las regaderas se envía a los surcos, melgas, corrugaciones o cajetes, según el tipo de cultivos en pie y método de riego empleado.

## Evacuación de agua o drenaje

Las obras que permiten el desalojo de agua tanto de lluvia como de riego, son los drenes, que pueden ser naturales (zanjas cauces de arroyo) o drenes construídos exprofeso, excavados en el terreno. La función principal de los drenes como ya se indicó, es desalojar el agua, aunque en algunas ocasiones son utilizados como conducciones para alimentar otros canales aguas abajo, o bien son fuentes de captación de agua que mediante bombeo se reutilizan para regar terrenos aledaños.

Como complemento a las estructuras de operación principales se construyen estructuras como puentes de cruce peatonal o vehicular, puente de maniobras, caminos internos, etc., destacando la instalación de estructuras medidoras de caudal tanto instantáneas (aforadoras) , como totalizadoras de volumen, las cuales se vienen instalando en los distritos de riego cada vez en mayor número.

La información requerida sobre este tema, en la preparación de un proyecto agrícola con riego, la ilustraremos apoyandonos en el caso práctico que venimos manejando y que a continuación se indica:

### Infraestructura existente.

Se hace una breve descripción de cada uno de los conceptos u obras principales.

Para el caso de captación, derivación, conducción, distribución interparcelaria y parcelaria se indica la capacidad, tipo de material, estado físico y longitud.

En relación con las estructuras reguladoras transversales y tomas granja, se indica su capacidad, cantidad, tipo y estado físico, estimando el número de parcelas por toma granja.

Respecto a los pozos se define la cantidad, gastos, nivel estático y dinámico, hectáreas y usuarios por pozo, así como la eficiencia electromecánica.

Para el caso del drenaje se establece su capacidad, longitud y estado de funcionamiento, comentando sobre lo adecuado de la red de drenaje.

En forma semejante a lo anterior, se desarrolla para caminos , señalando tipos, características geométrica y estado físico comentando sobre lo adecuado de la red de caminos y cuantificando cantidad de kilómetros pavimentados, revestidos y sin revestir. También en forma semejante se desarrolla la información para ferrocarriles, puertos, etc.

Con respecto a las redes eléctricas se indica su capacidad, vaciado en un plano del Módulo su ubicación; en caso de

plantearse riegos presurizados se indica si la red tiene capacidad o requiere ampliación.

Se describe como se realizan las actividades de operación y mantenimiento del Módulo, los costos actuales, la maquinaria existente, personal dedicado a estas funciones. Se identifican necesidades de maquinaria para llevar a cabo adecuadamente estas funciones.

## CENTROS DE ACOPIO Y ABASTECIMIENTO

Los centros de acopio y abastecimiento tienen que ver fundamentalmente con el manejo de los insumos y productos agrícolas. Para su planteamiento, es importante conocer el tipo y cantidad de insumos y productos que se utilizarán en áreas nuevas o existentes, lo cual depende del tipo de cultivos y tecnología empleada en la producción.

Centros de acopio.- Son instalaciones que permiten reunir en cantidades considerables algún producto agrícola; su función principal es la de mantener temporalmente el producto en condiciones adecuadas para su posterior traslado al mercado o sitio de utilización o consumo. En ellos se procede a la selección y clasificación así como al empaque, si así lo requiere el producto. Estos centros se localizan en el mismo campo de producción (tomate plátano) o fuera de él (granos). Constan principalmente de las siguientes áreas: acceso y patio de maniobras, recepción, manejo y empaque o almacenamiento del producto. Estas instalaciones van implementadas con equipo mecánico para labores de selección, clasificación y empaque o almacenamiento. Su tamaño y tipo dependen a su vez del volumen y tipo de producción agrícola.

Centros de abastecimiento.- Son centros de provisión de los insumos o suministros necesarios para la producción. Su función principal es la de proveer con oportunidad, calidad y economía los insumos requeridos. Estos, se refieren principalmente a semillas, fertilizantes, insecticidas, plaguicidas, herbicidas, etc.

Los principales centros de abastecimiento se ubican en las regiones donde más demanda existe de ellos, como es el caso de las semillas y fertilizantes, de los cuales existe inclusive centros de producción, como la Productora Nacional de Semillas con sede en el estado Guanajuato y el de fertilizantes (Fertimex.S.A) con sede en el estado de Querétaro. Sin embargo es de considerarse el empleo de insumos agrícolas importados principalmente de Estados Unidos de América, predominando la importación de semillas y plaguicidas en el norte del País.

Las instalaciones de proveedores locales generalmente se reducen a pequeños almacenes y áreas de despacho del insumo. Los grandes productores de insumos por el contrario, requieren de instalaciones muy complejas que permitan elaborar el producto desde la adquisición u obtención de las materias primas, hasta la obtención y venta del producto, pasando por el proceso de elaboración de este.

Hasta aquí hemos mencionado dos de los insumos agrícolas principales (semillas y fertilizantes), sin embargo dependiendo de la región agrícola en estudio, se consideran otros insumos igualmente importantes como son la maquinaria y el agua para riego.

Cabe mencionar, la existencia de los centros de destino final de productos agrícolas como son los mercados de consumo y las agroindustrias, cuya función principal es, en el caso de los mercados la ofrecer el producto para su consumo y en el caso de las agroindustrias la de utilizarlos como materia prima en la elaboración de otros productos.

Los estudios básicos para la elaboración de un proyecto de desarrollo agrícola como se indicó al principio de esta sesión, comprenden varios aspectos además de los hidrológicos, de suelos e infraestructura ya descritos, siendo éstos:

Tenencia de la tierra, método de riego y metodología, insumos agrícolas y maquinaria, estructura productiva, uso del agua y situación financiera y de comercialización.

Para referirnos a ellos de una manera breve y objetiva, mencionaremos las acciones realizadas en el caso práctico ya citado.

#### -Tenencia de la tierra.

Se determina el tipo y rangos de tenencia, superficies y número de usuarios, así como la distribución porcentual de usuarios. Se describen las unidades de producción, haciendo una estimación de la producción con la información disponible, indicando superficies y usuarios, su distribución porcentual así como las tendencias.

#### -Método de riego y metodología.

Se determinan los sistemas y métodos de riego que se utilizan, describiendo sus características y condiciones operativas, relativas a volúmenes, gastos y eficiencias. Se describen los sistemas presurizados, incluyendo los costos de adquisición, de operación y mantenimiento.

Para los casos de métodos de riego se indican superficie y su porcentaje, número de heredatarios, pequeños propietarios y colonos según el caso.

Se describe brevemente el nivel tecnológico de cada método, presentando un análisis crítico si existiera.

#### -Insumos agrícolas y maquinaria.

Se hace una relación de como se usan y manejan los insumos empleados así como de los proveedores del área, distinguiendo por cultivo. Para el caso los fertilizantes se muestra la consistencia o inconsistencia de las formulas con las necesidades del suelo. Respecto a insecticidas y fungicidas se relacionan con las plagas y necesidades más comunes.

Con relación a la maquinaria se comenta sobre la suficiencia y oportunidad de uso de la misma, indicando tipo de maquinaria, cantidad, estado físico, número de pequeños propietarios heredatarios dueños.

#### -Estructura productiva.

De acuerdo con el padrón de usuarios se determina el uso del suelo a nivel predio y del módulo, incluyendo todos parámetros como: cultivos desarrollados, total y por subciclo agrícola, porcentaje de dobles cultivos, cultivos principales por método de riego y por subciclo, rendimientos máximo, medio, mínimo, global y por método de riego, costo de producción por método de riego y nivel tecnológico, precios de los cultivos y utilidad aparente. Esta información se vacía en cuadros haciéndose comentarios críticos si procede.

Se establece en que forma se presenta la asistencia técnica, que instituciones la dan, personal técnico dedicado a este servicio y efecto de está en la producción.

#### -Uso del agua.

Con base en la información existente, se determinan el volumen de agua superficial utilizado, total y por subciclo, por hectárea global y por subciclo; volumen de agua subterránea total y por subciclo, por hectárea de riego y por subciclo. Se analiza la eficiencia de uso del agua en el Módulo para los casos de conducción y distribución en canales de tierra y revestidos, así como de aplicación por método de riego.

Se indican las láminas de riego, uso consuntivo, número de riegos y láminas brutas; si existe diferencia de láminas entre subciclo se indica.

#### -Situación financiera y de comercialización

Se determina la capacidad económica y financiera de los productores, identificando las Instituciones que habilitan el crédito de avío y refaccionario, monto, tasas, garantía y plazos de los créditos, cartera vencida y estimación del monto de ésta en porcentaje del crédito habilitado, en caso de existir problemas en la operación indicar su origen.

Se describen los mecanismos y procedimientos que utilizan los productores para el manejo y destino de la producción así como los mercados principales y los canales de comercialización, estableciéndose los factores principales que intervienen en el proceso y los que atentan contra los intereses de los productores. Se precisa cuándo y hacia donde distribuyen los productores sus productos, así como que es lo que le interesa producir en función del mercado y cuales son sus sistemas de información para la toma de decisiones; indicando los cultivos que van a los mercados nacional y exterior, así como en presas existentes para empaque y exportación.

Se describen las distintas organizaciones existentes de productores sus funciones, número de productores que pertenecen a ellas, para el caso de las Asociaciones de Usuarios se indica su estructura y funcionamiento actual, personal con que cuenta y su calificación, maquinaria para mantenimiento y su estado físico, así como la experiencia de la asociación.

## ANALISIS Y OPTIMIZACION DEL TIPO DE PRODUCCION AGRICOLA

El análisis y optimización del tipo de producción agrícola consiste en el examen de los aspectos técnicos estudiados para determinar los rendimientos potenciales que pueden obtenerse en la zona del proyecto, los coeficientes de producción, plan de cultivos, instalaciones típicas de comercialización y almacenamiento y sistemas de industrialización de productos.

Es conveniente insistir, en tener bien claros los objetivos del proyecto y su marco de referencia, para que durante el análisis de los factores considerados en los aspectos técnicos y su interrelación, se lleguen a planteamientos apegados a la realidad. Para precisar lo anterior en forma objetiva nos referiremos al caso práctico ya citado.

El objetivo central del estudio en cuestión es el de mejorar la eficiencia de aplicación del agua de riego y el uso y manejo del suelo a nivel de parcela, en el marco del Programa de Desarrollo Parcelario que con apoyo financiero del Banco Mundial, la Comisión Nacional del Agua lleva a cabo, como uno de los programas prioritarios dentro del Programa Nacional de Irrigación y Drenaje vigente.

En este caso, el análisis del proyecto en una primera fase permitió plantear la problemática del área en estudio (Diagnóstico), identificando los frenos que impiden el desarrollo agrícola.

En una segunda fase del análisis y en base al diagnóstico se determinaron las acciones de eliminar los frenos al desarrollo elaborando el anteproyecto respectivo del Módulo, el cual culmina con la cuantificación de la inversión necesaria de acuerdo a dicho anteproyecto.

A continuación se indica un breve resumen del proceso de análisis mencionado.

### Diagnóstico.

De acuerdo con el análisis integral de los conceptos descritos (aspectos técnicos), se hizo un balance vinculada al Módulo y se representó en una matriz de frenos y acciones. Las acciones se refieren a las que se estima podrán controlar o minimizar dichos frenos. Este resultado se presentó en su oportunidad a los productores potenciales para obtener sus opiniones. Cabe mencionar, que en esta fase del estudio, de acuerdo a la información existente, no se identificaron problemas que requirieran estudio de campo adicionales, como aerofotográficos, topográficos y agrológicos. Tampoco estudios especiales que requirieran de uso de laboratorio como salinidad y/o sodicidad; sin embargo en otros casos puede ser necesario llevarlos a cabo en esta etapa.

## Frenos al desarrollo y acciones propuestas.

- Con base a la información topográfica disponible, a la necesidad de mejorar las condiciones del riego superficial y a las expectativas de los productores sobre los cultivos que desarrollarían, se determinó la necesidad de realizar la nivelación de tierras a nivel de predio, indicándose en el plano respectivo la superficie a nivelar y su localización, obteniéndose el precio aproximado de este trabajo. Se indica además las alternativas de acción en caso de que se decida (el productor en este caso) no realizar la nivelación, demostrando su viabilidad económica, tomando en cuenta las posibles alteraciones del suelo (capa arable en suelos delgados).

- Con base en la información existente y recorridos de campo, se identificaron las parcelas y superficies afectadas por salinidad o sodicidad, determinándose el plan de acciones para recuperar los suelos, sus costos, áreas a recuperar y su uso alternativo.

- Se definieron los sitios afectados por exceso de agua, nocivo para los cultivos, debido a la falta de drenaje o drenaje deficiente, analizando alternativas de sistemas de drenaje tanto superficial como subterránea, en concertación con los propios, productores para satisfacer sus intereses en relación con los cultivos potenciales a desarrollar. Se analizaron también los requerimientos de maquinaria especial para realizar trabajos de drenaje determinándose, la magnitud del drenaje su ubicación y su costo aproximado.

- Considerando las condiciones anteriores se determinaron las opciones tecnológicas de los sistemas de riego factibles desde el punto de vista económico y financiero, considerando diferentes niveles de infraestructura y de inversión, determinándose las características y datos técnicos relativos a cada sistema como son: dimensiones, costos, material, gastos (caudales), eficiencias y demás elementos necesarios para que el productor tome decisiones en su oportunidad. Dicha información se presentó a los productores empleando gráficas, tablas y esquemas.

- Se identificó la tipología de productores que se asientan dentro del Módulo para conocer la proporción de productores de subsistencia, excedentarios, comerciales y empresariales, en base a lo cual se determinó la caracterización de los modelos que podrían regir en el Módulo y su posible distribución.

- Se realizó el análisis de finca con diversos patrones de uso del suelo y estratos de productores, congruentes con las condiciones previstas para proyecto y las expectativas sobre el mercado.

- Con base en toda la información obtenida hasta aquí y considerando las nuevas condiciones generadas por el proyecto (acciones) se determinó el patrón de uso de suelo posible (plan de cultivos y superficies) el cual resultó consistente con las



opiniones y expectativas de los productores. La información se vacio en un plano de conjunto. Se consideraron diversas alternativas de uso fundamentadas tanto por condiciones socioproductivas como de mercado y de financiamiento, las que se informaron en su oportunidad a los productores para que éstos tengan mayores elementos de referencia y de decisión.

#### Anteproyecto del Módulo

En la definición de los trabajos de obra civil se tomó en cuenta previo a la elaboración del anteproyecto, la opinión de los usuarios.

Previo al anteproyecto se revisó la red de riego del Módulo, analizando el costo del agua de acuerdo a las disponibilidades históricas en la fuente principal. Determinandose oportunamente los planes de cultivos a implantar y las demandas mensuales, considerando que el suministro será volumétrico; así como la probable disponibilidad de agua en la fuente considerando que la asignación volumétrica se hará por ciclos de cultivos para cada año.

Con relación a las redes interparcelaria y parcelaria de riego, se describieron las obras propuestas, indicando el tipo y capacidad o rango y cantidad de obra, así como el requerimiento de maquinaria. Se realizaron los anteproyectos de las redes de distribución interparcelarias referente a los canales de riego y drenaje, de los sistemas de bombeo, de las estructuras de captación, control y medición, etc., que hagan posible el funcionamiento y manejo del agua en el Módulo como una unidad integrada. En esta parte se incluye la red interna de caminos de enlace al sistema principal del Distrito. Finalmente se presenta la planeación general de la infraestructura del Módulo en un plano a escala adecuada.

Se realizó una identificación y zonificación dentro del Módulo de acuerdo al tipo de los sistemas de riego probables tomando en cuenta la opinión de los productores, así como los probables cultivos a desarrollar.

En los planos del Módulo se indica el trazo interparcelario de los drenes, sus puntos de interconexión y los sitios de descarga hacia el exterior del Módulo.

Se estimaron los dispositivos de control y medición del agua y su localización dentro del Módulo, determinando el tipo de dispositivo y su costo.

A nivel de predio o parcela se estimó para fines de anteproyecto, las características sobre dimensiones distribución y costo de los trabajos a realizar en cuanto a la nivelación de tierras, redes de distribución (canales y drenes, interparcelarios y parcelarios), estructuras y dispositivos de medición, sistemas presurizados de riego, pequeños bombes, redes de

electrificación, tanques de regulación, maquinaria y equipo, así como requerimientos de maquinaria, etc, es decir, se determinaron todos los elementos que permitan a el Módulo desarrollarse como una unidad de producción para alcanzar las metas planteadas.

Se cuantificó la inversión necesaria de acuerdo al anteproyecto planteado. En esta parte se incluyo un análisis de alternativas de inversión e infraestructura a nivel parcelario, considerando diferentes niveles de aplicación de estos conceptos de acuerdo a los trabajos que se requerán; también se incluye la programación de las inversiones resultantes en cada caso integrandose a nivel de Módulo. esta información se presentó en su oportunidad para obtener en el consenso sobre su conformidad.

## Bibliografía

"Análisis económico de proyectos agrícolas". J.Price Gittinger. Editorial Tecnos S.A 1989. Publicado por el Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial.

"Estudios de factibilidad técnica, económica y financiera del subproyecto: Módulo 5 del Distrito de Riego 005 Delicias, Chihuahua". Informe final. Elaborado por Ingeniería y Procesamiento Electrónico S.A de C.V para la Comisión Nacional del Agua, Programa de desarrollo parcelario. Agosto de 1994.

"Hidrología para Ingenieros", Linsley, Kohler, Paulhus. Editorial McGraw-Hill 1967.

"Manual de los pozos pequeños". Ulric P. Gibson, Rexford D. Singer. Editorial Limusa Noriega, 1990.

"Manual Técnico de Obras de Pequeña Irrigación". Programas especiales de Pequeña Irrigación y Desarrollo. Proyecto OIT / PNUD. Gobierno del Estado de Oaxaca 1991.

"Química de los suelos salinos y sódicos" Arturo Aguirre Gómez Editorial Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.



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

D I P L O M A D O

PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS

MOD. VII. "ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS"

**ELECTRIFICACION Y ALUMBRADO**

PARTE II

ING. FRANCISCO LOPEZ RIVAS

PALACIO DE MINERIA

1995

ACOMETIDA: SON LOS CONDUCTORES Y EQUIPO NECESARIO PARA LLEVAR LA ENERGIA ELECTRICA DEL SISTEMA DE SUMINISTRO AL SISTEMA DE ALAMBADO DE LA PROPIEDAD ALIMENTADA.

**SIMBOLOGIA**



ACOMETIDA

CIRCUITO DERIVADO: SON LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO FORMADO ENTRE EL ULTIMO DISPOSITIVO CONTRA SOBRECORRIENTE QUE PROTEGE AL CIRCUITO Y LA(S) CARGA(S) CONECTADA(S).



WATHORIMETRO (MEDIDOR DE POTENCIA)

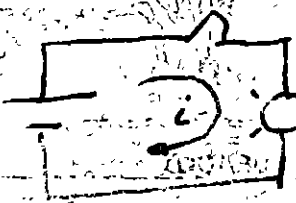
CUCHILLA

ELEMENTO FUSIBLE

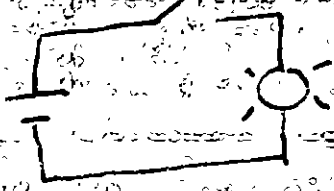
PROTECCION DEL CIRCUITO DERIVADO (INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO)

CIRCUITO DERIVADO

LAMPARA INCANDESCENTE CONTACTO MONOFASICO



CIRCUITO CERRADO



CIRCUITO ABIERTO

## II.2. CLASIFICACION DEL ALUMBRADO

### II.2.1. Avenidas y calles

Entre una avenida y una calle existen diferencias como su ancho, número de carriles, camellón central, tipo de construcciones, edificios, comercios, casas habitación, etc. Desde el punto de vista del alumbrado público se deben tomar en cuenta las siguientes diferencias entre calles y avenidas:

	TIPO DE CALLE	
• Intensidad de tránsito peatonal		1
• Intensidad de tránsito vehicular		2
• Tipo de actividad principal: comercial, industrial o residencial		3
• Señalización		4
• Sistema de semáforos		5
• Zonas de cruce peatonal		6
• Señales de tránsito		7
• Letreros indicadores		8
• Características de construcción		9

El sistema de alumbrado debe construirse de acuerdo con las necesidades que se pretende satisfacer, dando prioridad al aspecto de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica.

### II.2.2. Pasos a desnivel

En estas áreas deberá considerarse la posibilidad de operación del alumbrado público durante las 24 horas. Es importante localizar las luminarias de tal manera que no sólo proporcionen buena visibilidad a toda hora y eviten deslumbramientos de los conductores de vehículos que transiten en ellas, sino que además mantengan la uniformidad del alumbrado. Los niveles de iluminación en estas áreas deberán ser similares a los de las calles adyacentes.

### II.2.3. Parques, zonas recreativas y deportivas

En estas áreas lo importante es que el alumbrado no sólo dé a las personas una sensación confortante y de seguridad durante su paso o permanencia en ellas, sino que además contribuya al buen uso de las mismas.

### II.2.4. Decorativo

#### II.2.4.1. Fuentes y monumentos

Este alumbrado es de características particulares y su mayor o menor aplicación no depende de una necesidad sino de un deseo ornamental. La intensidad de iluminación debe proyectarse tomando en cuenta las características estéticas que se desean. Debe analizarse cuidadosamente su costo de instalación, operación y conservación. Se debe utilizar con base en un horario considerando la actividad de la población.

#### II.2.4.2. Conmemorativo-festivo

Es completamente ornamental y se emplea en lugares que se desean resaltar durante ciertas fechas conmemorativas o festividades. Normalmente este tipo de alumbrado se instala en calles y fachadas de edificios. Su uso debe restringirse a lugares definidos y controlar su tiempo de operación, para evitar el consumo excesivo de energía eléctrica.

En general, en los sistemas de alumbrado decorativos es común utilizar reflectores y lámparas especiales que consumen mucha energía y no son bien aprovechados en su capacidad luminosa; por lo tanto, al instalar este tipo de alumbrado es indispensable considerar, en primer término, el ahorro de energía y la economía que representa su empleo controlado.

Los valores de la tabla II.3 se emplean como guía para niveles de alumbrado ornamental, dependiendo del tipo de material usado en la construcción. El límite inferior se aplicará a un color claro de acabados, y el valor superior a un color oscuro.

**TABLA II.3. GUIA DE ILUMINACION PARA ALUMBRADO ORNAMENTAL**

MATERIAL	LUXES
Ladrillo	75 - 250
Piedra caliza	60 - 200
Yeso	60 - 200
Terracota	70 - 200
Granito	80 - 250
Mármol	120 - 400

**II.2.5. Sistemas de semáforos**

En los centros de población en donde el tráfico de vehículos así lo requiere se utilizan sistemas de semáforos para controlar el paso y cruce de vehículos en avenidas y algunas calles de cierta importancia dando seguridad al peatón y disminuyendo los accidentes vehiculares.

La cantidad de semáforos, su tiempo de operación y su localización deben determinarse mediante un estudio de vialidad que contemple principalmente el flujo vehicular y peatonal, el tiempo de afluencia y las zonas de mayor concentración vehicular. Asimismo, se deben evaluar los costos de instalación, operación y mantenimiento, contra el beneficio obtenido.

**II.2.6. Zonas suburbanas y rurales**

El alumbrado de zonas suburbanas es normalmente de menor intensidad que el de calles y avenidas de zonas urbanas, ya que por su lejanía y escasas o nulas zonas comerciales y residenciales, la intensidad de tráfico de peatones y vehículos es menor.

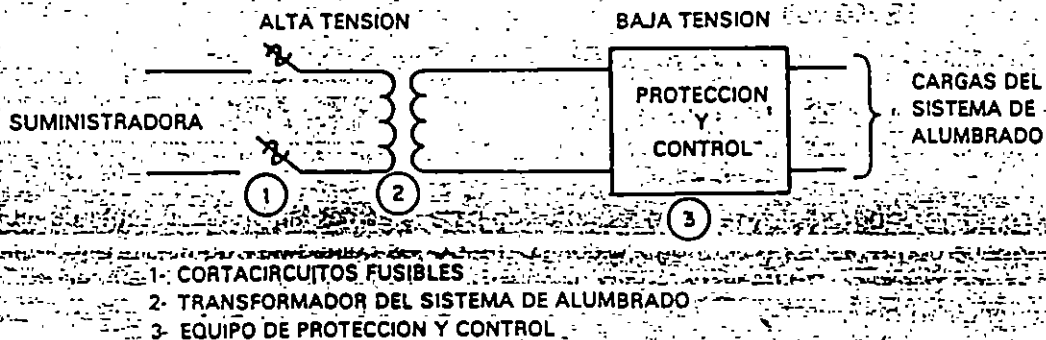
En las zonas rurales, el alumbrado se realiza básicamente considerando el aspecto de seguridad, ya que el tráfico vehicular es muy escaso o prácticamente nulo.

**II.3. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO**

La alimentación al sistema de alumbrado puede obtenerse en dos formas:

- en alta tensión.
- en baja tensión.

Cuando se cuenta con transformador y red de distribución propios del sistema de alumbrado, la alimentación se tomará de las redes de distribución en alta tensión del organismo suministrador, tal como se muestra en la figura II.3.



**FIGURA II.3 ALIMENTACION EN ALTA TENSION**

Como se puede ver en la figura II.4, la alimentación en baja tensión se utiliza cuando por algún motivo no es posible instalar un transformador y red exclusivos para alumbrado público.

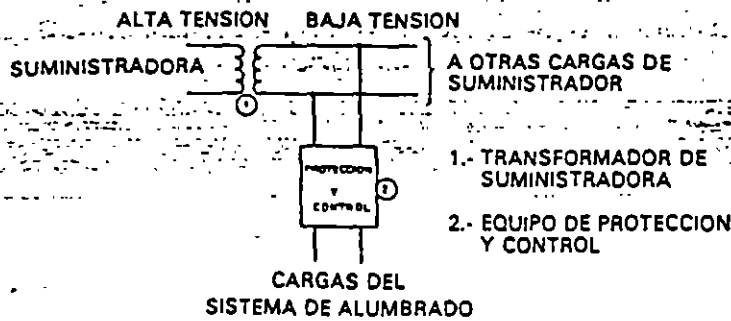


FIGURA II.4 ALIMENTACION EN BAJA TENSION

### II.3.1. Subestación

Cuando los sistemas de alumbrado se alimentan en alta tensión, deben contar con una subestación propia, la cual se instala en el poste, tal como se muestra en la figura II.5.

La subestación sirve para bajar el voltaje del sistema de distribución de alta tensión del organismo suministrador de energía eléctrica al voltaje que requieren los equipos de alumbrado para su funcionamiento. El conjunto de la subestación está formado por un transformador y el equipo de protección y desconexión correspondiente.

En sistemas de alumbrado con red de distribución aérea, el montaje de la subestación se realiza sobre un poste. Para el caso de sistemas con distribución subterránea, normalmente se utilizan gabinetes metálicos para proteger la subestación.

#### II.3.1.1. Transformador

Para realizar el cambio de voltaje de alta tensión (red primaria) a baja tensión (red secundaria) se requiere el uso de transformadores de distribución.

Dichos transformadores se fabrican monofásicos y trifásicos con capacidad normalizada en kVA. Los valores de capacidad utilizados en sistemas de alumbrado público son los siguientes:

Monofásicos: 5-10-15-25-37½-50-75-100-167

Trifásicos: 15-30-45-75-112.5-150-225

Las tensiones de operación que se utilizan con mayor frecuencia en los sistemas de distribución de la CFE son:

33,000 volts

22,860 volts

13,200 volts

Los valores de voltaje empleados en las redes secundarias de baja tensión son:

Trifásico ——— 220/127 volts

Monofásico ——— 120/240 volts

La selección de un transformador trifásico o monofásico para la alimentación del sistema de alumbrado está relacionada con el aspecto económico considerando los costos de adquisición, instalación y mantenimiento; y desde el punto de vista técnico, con las cargas por alimentar, su balanceo en los circuitos y la continuidad del servicio.

La tendencia actual de los organismos suministradores de energía es utilizar transformadores monofásicos, por ser más económicos y dar mayor facilidad para medir el consumo de energía.

Para elaborar los pedidos de estos equipos a los fabricantes, consúltese la guía para especificación del apéndice 1.



### II.3.1.2. Equipos de protección y desconexión

Los sistemas de alumbrado deben contar con medios de protección, conexión y desconexión, con el fin de aislar fallas eléctricas que causan daños de consideración a los equipos y permitir las labores de mantenimiento y conservación de las instalaciones.

Los sistemas de distribución se protegen contra sobrecorrientes por medio de cortacircuitos fusibles y contra sobrevoltajes transitorios por medio de apartarrayos, conectados en el lado de alta tensión del transformador.

Para proteger, conectar y desconectar los equipos de la red de baja tensión, se utilizan interruptores de navajas con fusibles, o interruptores termomagnéticos.

La fabricación de cortacircuitos fusibles está normalizada y su adquisición se realiza mediante una especificación de compra (Véase el apéndice 1), en la que se deben indicar las características operativas que se requieren para cada aplicación en particular.

La figura II.5 muestra un arreglo típico de subestación con red aérea de distribución para alumbrado público, en donde se puede ver el montaje de los equipos antes mencionados.

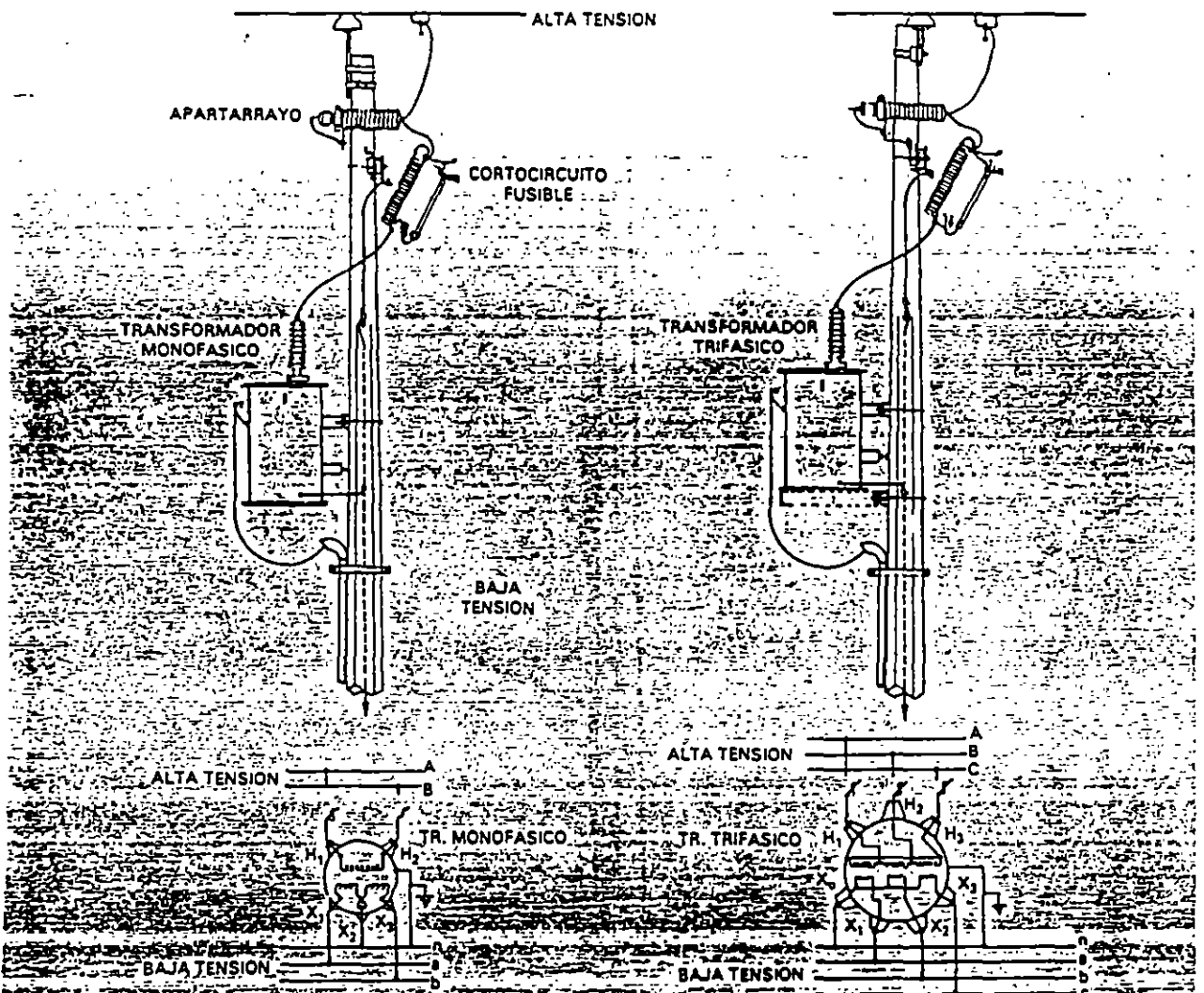


FIGURA II.5 ARREGLO TÍPICO DE SUBESTACIÓN DE SISTEMAS DE ALUMBRADO

### II.3.2. Red de distribución

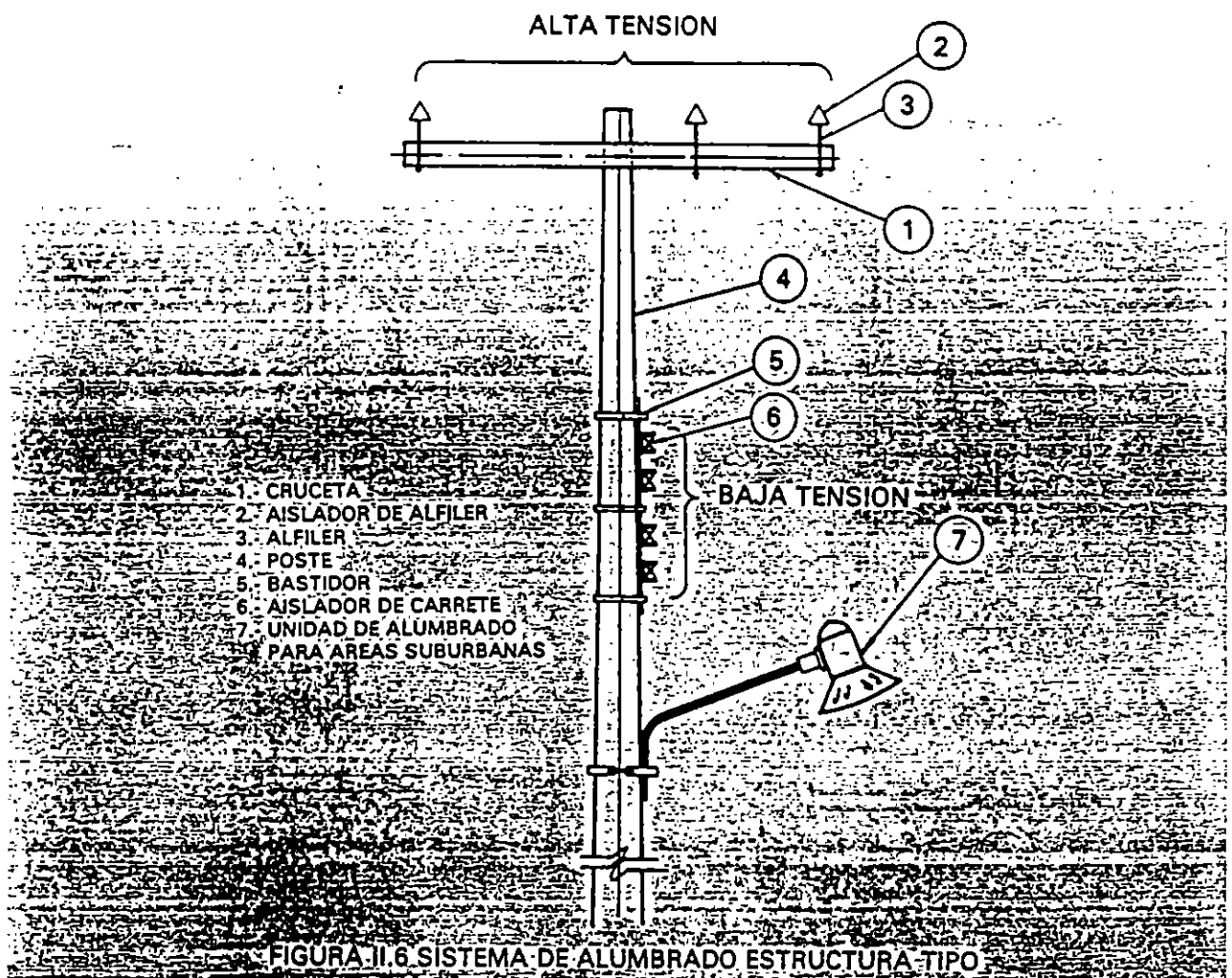
La red de distribución del sistema de alumbrado, que puede pertenecer al organismo suministrador o al propio sistema de alumbrado, puede ser aérea o subterránea. Existe gran diferencia en los costos de instalación y mantenimiento de una red aérea y una subterránea, siendo más altos los de ésta última, la

cual se instala atendiendo principalmente a aspectos estéticos.

Para líneas aéreas, el conductor puede ser alambre o cable (compuesto por varios alambres trenzados) de cobre o aluminio desnudo, de diferentes diámetros (calibres). El calibre de los conductores se determina según el número y potencia de las lámparas a alimentar y la caída de voltaje del sistema producida por las pérdidas de transmisión en los conductores.

Las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas, establecen que la caída de voltaje en los sistemas monofásicos no deberá ser mayor del 3% en la lámpara más alejada del punto de alimentación del sistema de alumbrado. Para sistemas trifásicos no deberá ser mayor al 5%.

Por otra parte, si la distribución del sistema es subterránea, los conductores deberán ser del tipo aislado y su instalación debe hacerse en ductos subterráneos. En este caso, la postería que se instala es únicamente para soportar las unidades de alumbrado; los postes son normalmente metálicos, de forma y medidas variables, de acuerdo con el diseño desarrollado. La Figura II.6 muestra un arreglo típico del montaje de alumbrado en postes del sistema de distribución de CFE.



### II.3.3. Postes

Se fabrican de madera tratada, concreto y de acero, en diferentes longitudes y resistencias de trabajo. Sus dimensiones y características mecánicas están normalizadas y pueden ser aplicados de acuerdo a las necesidades específicas de cada sistema. Las longitudes más comunes para alumbrado público son: 9, 10, 11, 12 y 13 metros. Para su compra deberá elaborarse un formato similar al que se muestra en el apéndice 1.

Cuando el alumbrado público se instala en postes del organismo suministrador de energía eléctrica,

éstos son propiedad del mismo y cualquier anomalía en ellos deberá reportarse a dicho organismo para su reparación o reposición.

### II.3.4. Aisladores

Son elementos fabricados en porcelana o vidrio los cuales se usan para aislar los conductores de una línea aérea de distribución; su forma y tamaño varían de acuerdo con la tensión de la línea en que se utilizan y del nivel de contaminación del lugar donde se instalan.

Cuando la red de distribución del alumbrado público es aérea, los cables se instalan sobre aisladores tipo "carrete" montados en un "bastidor", soportados en la postería. Los aisladores del sistema de alta tensión se fijan a la cruceta mediante un perno metálico roscado llamado "alfiler".

El apéndice 1 muestra una guía para elaborar la especificación de compra de estos aditamentos.

### II.3.5. Crucetas

Se construyen de canal estructural o madera, y son de fabricación normalizada en sus diferentes longitudes y peraltes. Llevan perforaciones localizadas convenientemente para sujetarlas al poste con abrazaderas y colocar los aisladores que soportan a los conductores (véase la guía para especificación en el apéndice 1).

### II.3.6. Fuentes luminosas (lámparas)

#### II.3.6.1. Incandescentes

La lámpara incandescente es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía luminosa mediante el paso de una corriente a través de un filamento de tungsteno el cual produce un resplandor o "incandescencia" que la vista percibe como luz.

#### II.3.6.2. Luz mixta

Es una combinación de las lámparas de vapor de mercurio y las incandescentes. Está compuesta de un tubo de descarga de vapor de mercurio y un elemento incandescente de tungsteno localizados dentro del mismo bulbo.

#### II.3.6.3. Fluorescentes

Este tipo de lámpara produce luz mediante una descarga eléctrica en una atmósfera de vapor de mercurio a baja presión, mezclado con argón y polvos fluorescentes, los cuales cubren interiormente al tubo de vidrio que contiene los vapores.

#### II.3.6.4. Vapor de mercurio

Este tipo de lámpara generalmente está formado por dos bulbos: el exterior de vidrio, que sirve de cubierta y protección, y el interior de cuarzo, que contiene los elementos que forman el arco, los cuales son gas de mercurio vaporizado, gas argón y electrodos. se le denomina tubo de arco. La luz se produce por una descarga eléctrica en el seno del mercurio gasificado provocando la ionización del gas, lo que permite el paso de corriente entre los electrodos colocados en los extremos del tubo de arco.

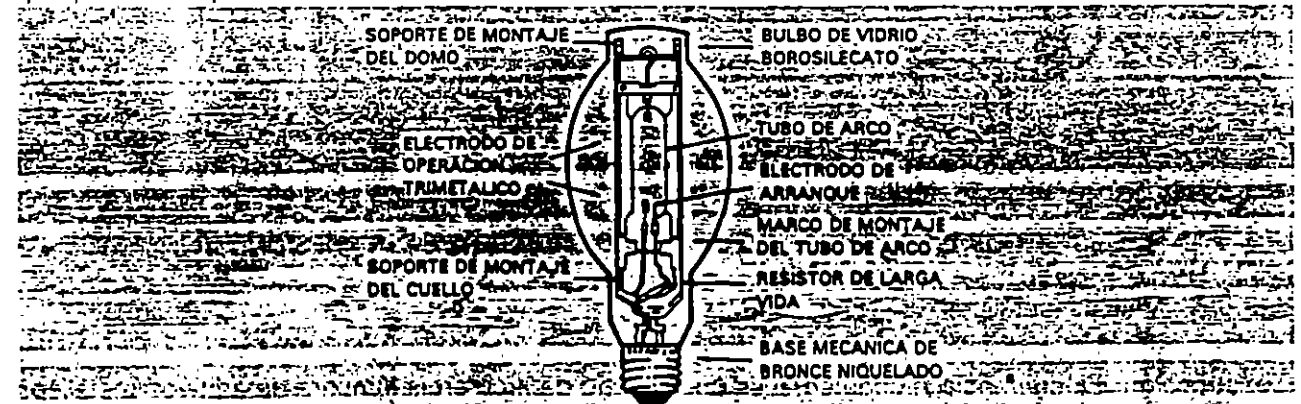


FIGURA II.7 LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO

### II.3.6.5. Vapor de sodio de alta presión

En este tipo de lámpara la luz se produce al pasar una corriente eléctrica a través del vapor de sodio contenido en un recipiente de vidrio cerrado, con una presión determinada a alta temperatura, el cual contiene además gas de mercurio corrector de color y gas xenon que sirve para iniciar la secuencia de arranque. La función de arranque se logra por medio de un circuito electrónico (ignitor) en conjunto con los componentes magnéticos del balastro.

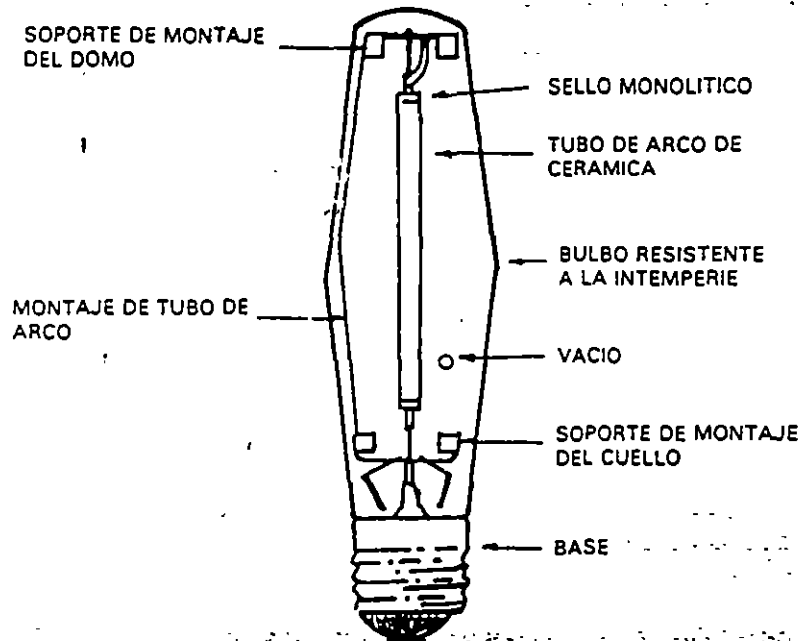


FIGURA II.8 LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION

### II.3.6.6. Vapor de sodio de baja presión

La lámpara de vapor de sodio de baja presión está constituida principalmente por un tubo de vidrio en forma de U en el que se efectúa la descarga eléctrica, la cual se produce a través del vapor de sodio a baja presión, provocando la emisión de una radiación visible.

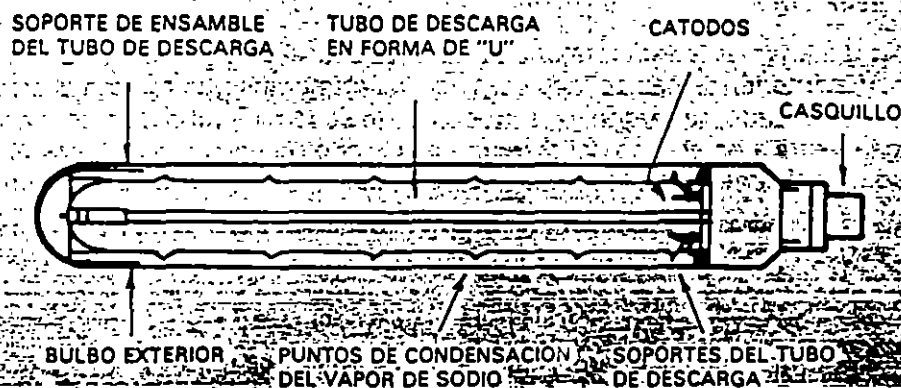


FIGURA II.9 LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESION

### II.3.6.7. Aditivos metálicos

Las lámparas de aditivos metálicos tienen gran semejanza a las de vapor de mercurio en su forma y construcción. La diferencia fundamental es que el tubo de arco en la lámpara de aditivos metálicos tiene, además del mercurio, ciertos compuestos generalmente de yodo que dan a la lámpara su eficiencia luminosa y sus características de color.

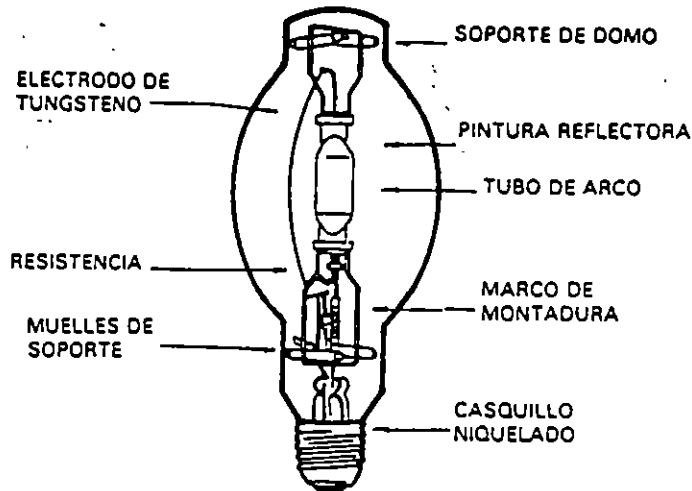


FIGURA II.10 LAMPARA DE ADITIVOS METALICOS

### II.3.7. Luminarias

Son los dispositivos necesarios para dirigir la luz que producen las lámparas, mediante la distribución, filtración y control de su emisión. Así como se tienen diversos tipos de lámparas también existen varios tipos de luminarias (véase la tabla VI.4), para diferentes tipos de aplicación.

Con el fin de seleccionar adecuadamente las luminarias, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

a) Tipo de lámpara

Con el objeto de asegurar una operación confiable, las luminarias deben seleccionarse de acuerdo con el tipo y potencia de la lámpara a utilizar. De no ser así, aún cuando ésta pueda colocarse dentro de la luminaria, su operación puede no ser adecuada y, en consecuencia, su eficiencia disminuye considerablemente.

b) Aprovechamiento del flujo luminoso emitido por las lámparas

Deberá seleccionarse la luminaria que tenga la mejor distribución de luz en sentido longitudinal y transversal a las calles conforme a su geometría, a fin de que con el menor número de luminarias se obtenga la iluminación deseada. La figura II.11 muestra algunas de las distribuciones de luz proporcionadas por las luminarias.

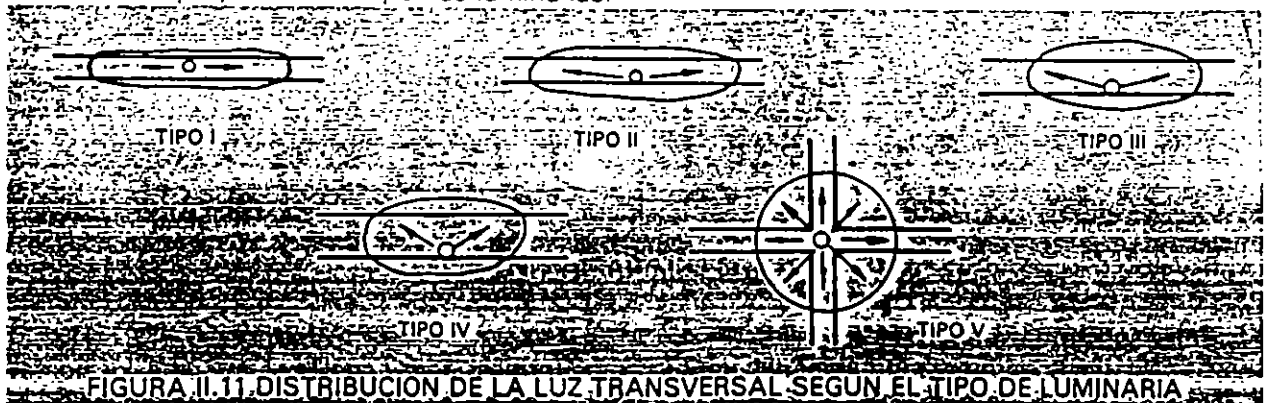


FIGURA II.11. DISTRIBUCION DE LA LUZ TRANSVERSAL SEGUN EL TIPO DE LUMINARIA

c) Condiciones ambientales del lugar de instalación

Deberá resistir el viento, la humedad, la nieve, las temperaturas extremas y la contaminación ambiental existente.

Existen luminarias del tipo cerrado (Figura II.12) o del tipo abierto (Figura II.13), las cuales pueden seleccionarse de acuerdo con los recursos disponibles y las condiciones climatológicas particulares de cada región. En zonas de alta contaminación, es necesario utilizar luminarias

del tipo cerrado, las cuales están equipadas con filtros que permiten el paso de aire limpio al interior de las mismas para proporcionar una ventilación adecuada de la lámpara.

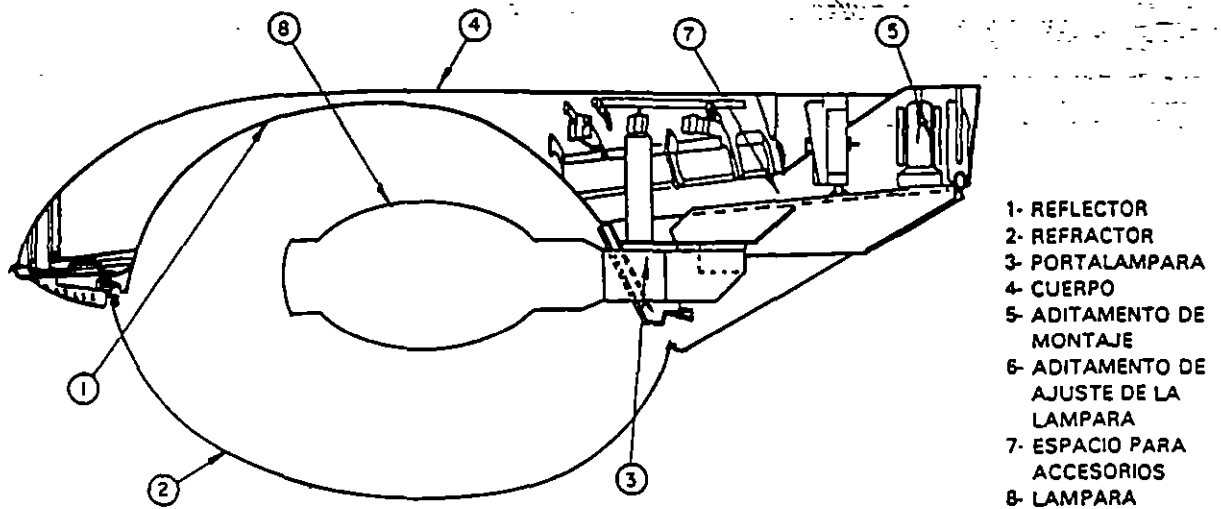


FIGURA II.12 LUMINARIA DE TIPO CERRADO DE BALASTRO REMOTO

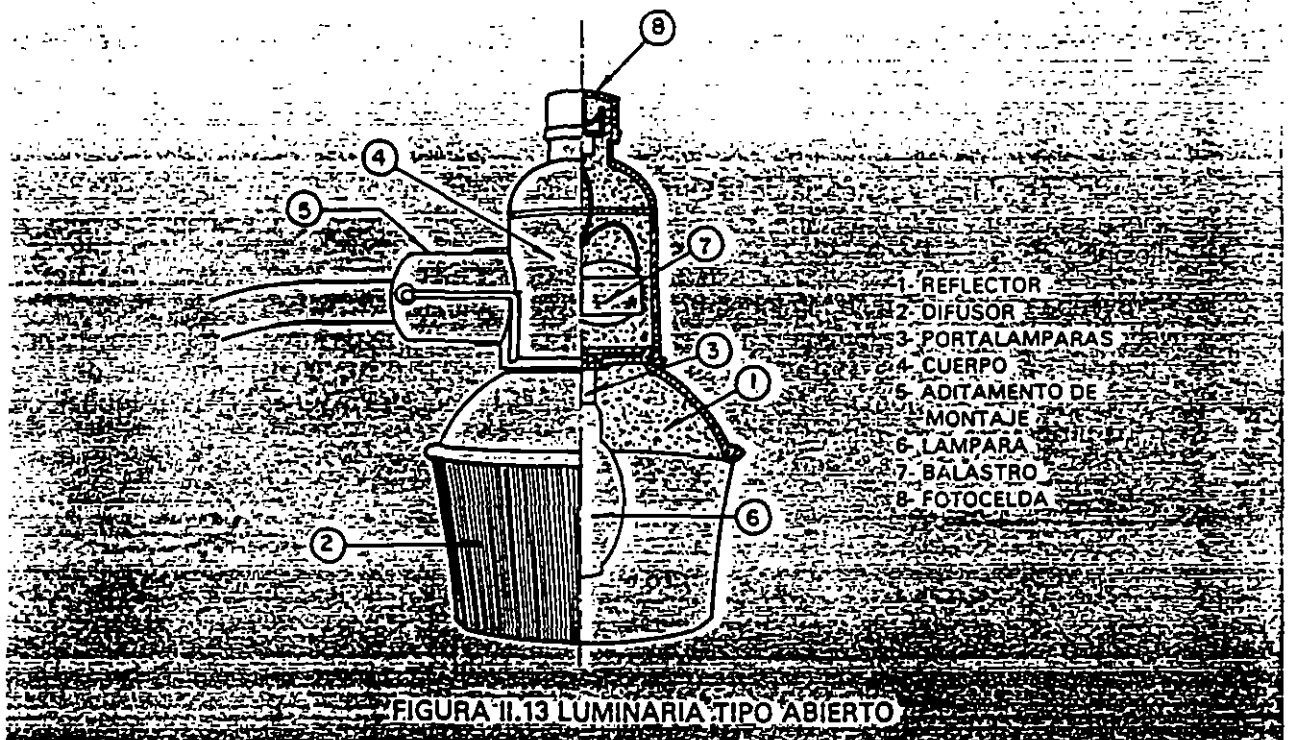


FIGURA II.13 LUMINARIA TIPO ABIERTO

d) Aspecto decorativo de las calles....

Existen en el mercado luminarias de diferentes formas, de las cuales se puede seleccionar la más adecuada, de acuerdo con el estilo arquitectónico de las calles y construcciones.

Además de las condiciones anteriores, para seleccionar el tipo de luminaria deben tomarse en cuenta determinados factores técnicos y económicos.

Desde el punto de vista técnico se debe considerar:

- Conservación de las características ópticas
- Calidad de los componentes
- Facilidad en montaje y manejo

Desde el punto de vista económico son importantes los siguientes factores:

- Costo de la luminaria
- Costo de la instalación
- Costo de operación
- Costo del mantenimiento
- Costo de reposición
- Depreciación

El apéndice 1 muestra una guía para la elaboración de especificaciones para compra de luminarias.

### II.3.8. Balastos

Los balastos son dispositivos que sirven para controlar la tensión y la corriente, durante el encendido y operación continua de las lámparas de descarga utilizadas en los sistemas de alumbrado público.

#### II.3.8.1. Características de construcción

Los balastos se dividen, dependiendo de los elementos que los forman, en dos grandes grupos:

- Tipo reactor
- Tipo autotransformador o transformador

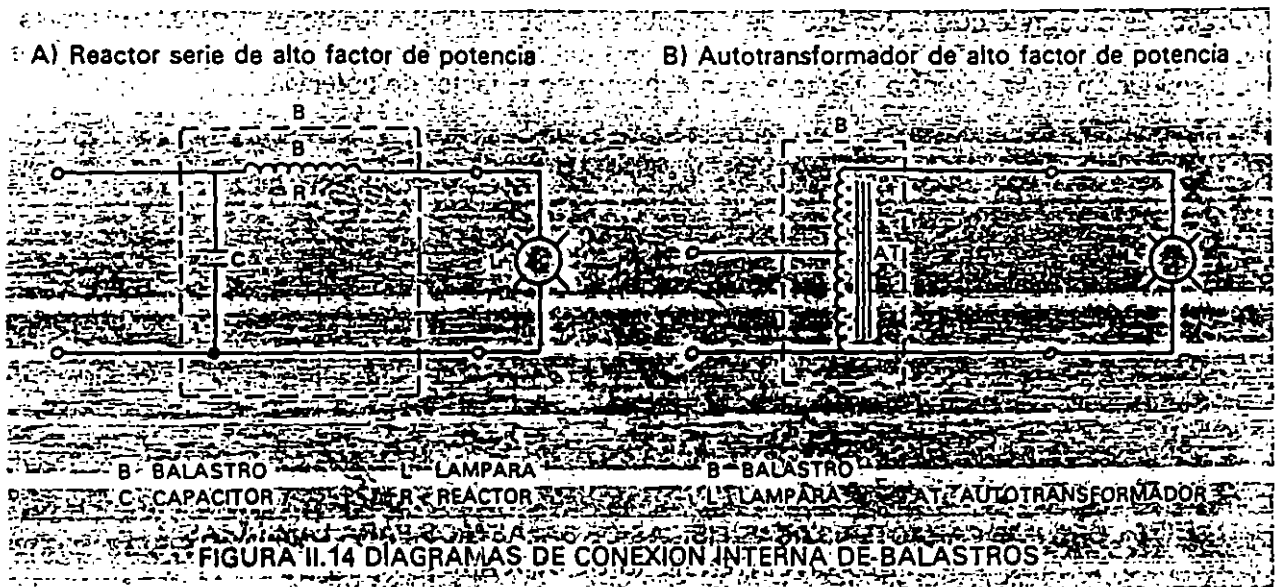
Los primeros están formados por un reactor o bobina que se conecta en serie con aquellos tipos de lámpara que por su construcción requieren de una limitación de la corriente que circula a través de ellas.

Los segundos consisten en un transformador o autotransformador, el cual sirve para elevar la tensión de la línea a los niveles que permitan el arranque y operación de los tipos de lámparas que así lo requieran.

Debido a sus características inductivas, los balastos provocan una disminución del factor de potencia de las líneas a las cuales se encuentran conectadas. Esto es una característica indeseable para los organismos suministradores de energía, los que inclusive, aplican cargos adicionales (penalizaciones) en las facturaciones por concepto de consumo de energía, cuando el factor de potencia es menor a 0.85.

A fin de solucionar este problema, los balastos tienen integrado un capacitor, el cual permite mantener el factor de potencia en niveles aceptables, por lo que reciben el nombre de balastos de alto factor de potencia.

La figura II. 14 muestra los diagramas elementales de balastos del tipo reactor serie y autotransformador de alto factor de potencia.



### II.3.8.3. Intercambiabilidad

Existen casos en que un tipo de lámpara puede funcionar con balastos diseñados para otro tipo de lámpara. La ventaja de la intercambiabilidad es la reducción de áreas de almacenamiento de partes y repuesto y la realización de reemplazos en caso de emergencia. Sin embargo, es conveniente consultar a los fabricantes antes de realizar sustituciones, ya que se corre el riesgo de causar daños o acortar la vida de los equipos, así como de obtener una operación deficiente. La intercambiabilidad de balastos no debe efectuarse indiscriminadamente.

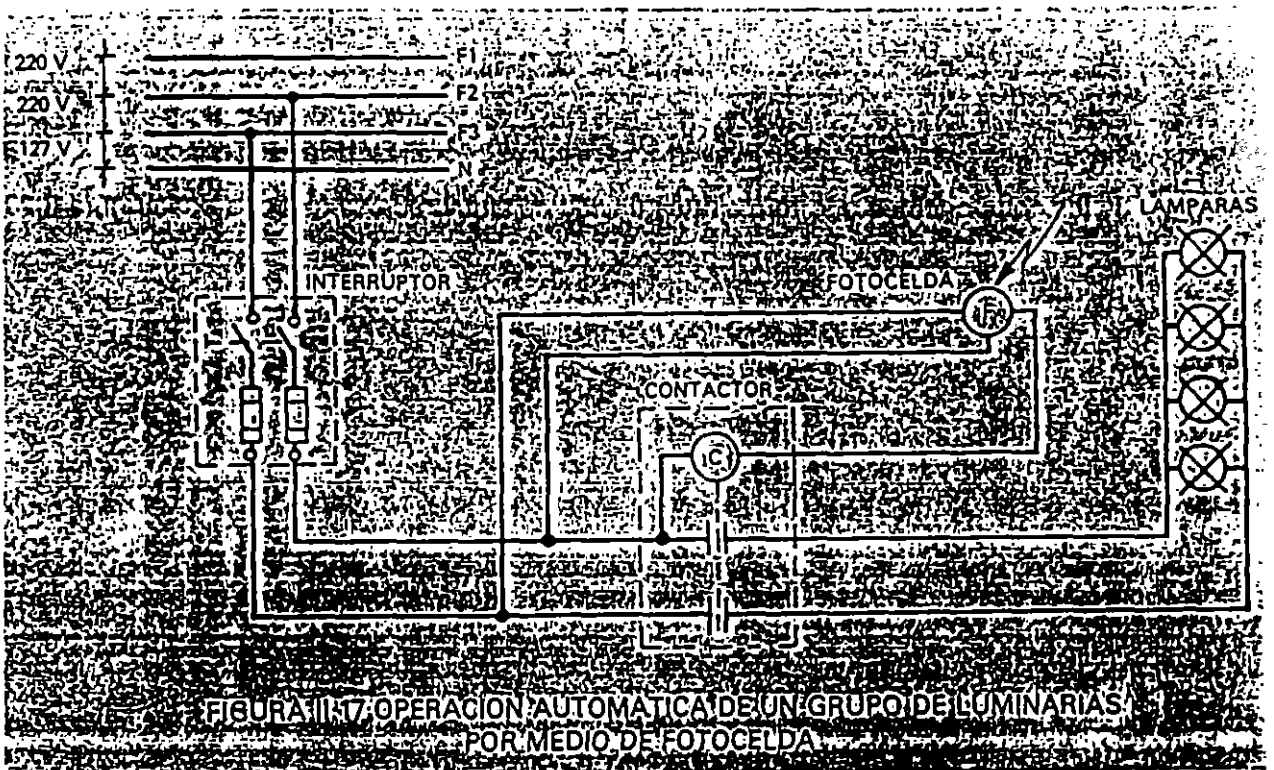
### II.3.9. Controles

El control de encendido y apagado de las lámparas representa un factor fundamental en la operación de los sistemas de alumbrado público, ya que influye directamente en el consumo de energía eléctrica.

En la actualidad se utilizan dos tipos de control de alumbrado, los cuales se aplican en función de los recursos disponibles y necesidades del área a iluminar:

- a) *Control manual.* Se utiliza para encender y apagar una lámpara o un grupo de lámparas por medio de interruptores operados en forma manual por personal de vigilancia, encargados de alumbrado público o comités vecinales. Tiene la desventaja de que con frecuencia, la conexión y desconexión no se realizan en el horario indicado, lo que ocasiona áreas oscuras en horas nocturnas y/o lámparas encendidas en horas en que su operación es innecesaria.

La aplicación de este tipo de controles, está limitada a zonas de baja densidad de población donde se tiene un número reducido de luminarias.



- b) *Control automático.* Se realiza en forma independiente a la acción de un operador, mediante el uso de relojes o fotoceldas, los que a su vez accionan un contactor, como se muestra en la figura II.17.

Los controles automáticos operados por fotoceldas se aplican actualmente en casi la totalidad de los sistemas de alumbrado público, por su fácil instalación, bajo costo de mantenimiento, por las ventajas que se obtienen al operar varias lámparas simultáneamente, en horarios determinados, sin depender de una persona para su operación.



La fotocelda es una unidad de control que sirve para encender y apagar la lámpara o lámparas con base en la cantidad de luz existente en el medio ambiente. Esto es, cuando se tiene suficiente luz de día mantienen abierto el contacto que controla las lámparas y al disminuir el nivel de luz, ya sea por acercarse la noche o en días muy nublados, se cierra dicho contacto permitiendo el paso de la energía eléctrica hacia las lámparas.

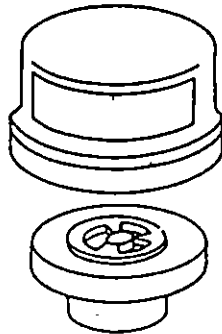


FIGURA II.18 FOTOCELDA

- 1.- CHISPEADOR
- 2.- RDV (REGULADOR DE VOLTAJE)
- 3.- RESISTENCIA LIMITADORA
- 4.- SENSOR LUMINICO
- 5.- BOBINA RELEVADOR
- 6.- CONTACTO DE OPERACION
- 7.- TERMINALES EXTERNAS

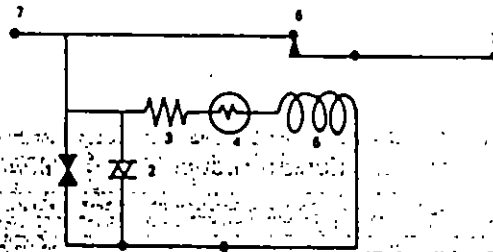


FIGURA II.19 DIAGRAMA DE ALAMBRADO DE FOTOCELDA

El montaje de los componentes que forman una unidad de alumbrado se muestra en la figura II.20.

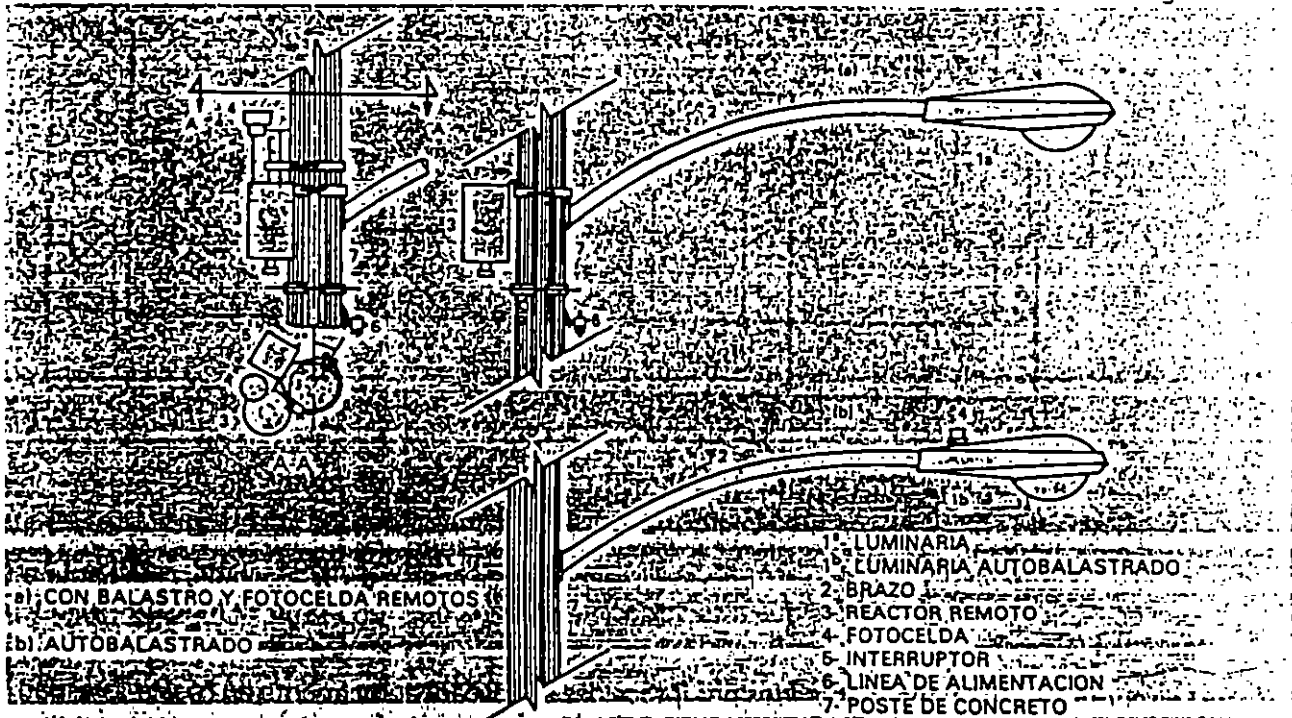


FIGURA II.20 MONTAJE DE UNA LUMINARIA

El contrato para ejecutar la obra deberá considerar, entre otras, las siguientes cláusulas:

- Identificación de los contratantes
- Descripción del trabajo que se contrata
- Especificación de la obra y los materiales
- Tiempo de entrega: Programa de la Obra
- Importe del contrato
- Forma de pago
- Penalización por incumplimiento del contrato
- Forma de supervisar la obra
- Forma de recepción de la obra
- Tribunales para resolver controversia

### **III.1.4 Recepción de la obra**

Además de la supervisión realizada durante la construcción, en lo que se refiere a la aplicación de las especificaciones de construcción aprobadas y a la calidad de los materiales empleados, es necesario efectuar una recepción de la obra cuando ésta se termine.

Esta recepción se efectúa llevando a cabo:

Verificación física de:

- Cantidad de postería
- Cantidad de luminarias
- Cantidad de controles
- Condición de alambrado
- Condiciones de acabado de obra en registros, cimentaciones, etc.
- Funcionamiento de los elementos del sistema según lo estipulado
- Nivel de iluminación
- Caídas de tensión
- Carga de circuitos
- Operación de controles
- Resistencia a tierra

Recepción y revisión de documentación:

- Contratos para construcción
- Licencias (cuando existan)
- Planos
- Especificaciones
- Memorias de cálculo
- Programas de avances
- Informes de obra

Revisión y verificación de la documentación contra la obra física.

En caso de desviación o inobservancia del contrato se exige al contratista el cumplimiento.

Una vez que se confirme que no existen anomalías, desperfectos o deficiencias en la construcción, se da por recibida la obra y se levanta un acta que firmarán las personas involucradas en la recepción de la misma.

### **III.1.5 Contratación del suministro de energía**

Una vez terminada la obra y aceptada por el municipio, corresponde a éste realizar los trámites de contratación para el suministro de energía.

En el caso de alumbrado público de fraccionamientos en los que las autoridades municipales no los han aceptado oficialmente, la contratación del servicio deberá realizarla el propio fraccionador con base en los requisitos establecidos por el organismo suministrador.

En caso de que la instalación permita la medición del consumo de energía, el contrato deberá contemplar la instalación del equipo necesario para este fin, por parte del organismo suministrador. En caso de no ser así, el contrato se basará en el número y potencia de las lámparas instaladas.

## **III.2. OBRA CIVIL**

La obra civil necesaria para construir un sistema de alumbrado público varía de acuerdo con el tipo de instalación del mismo.

En sistemas aéreos de distribución, la obra civil prácticamente se reduce a la excavación y cimentación para la instalación de los postes.

Para el caso de sistemas de alumbrado con distribución subterránea se requiere construir de los siguientes elementos:

### **III.2.1. Zanjas**

Son las excavaciones que se realizan siguiendo el desarrollo del sistema de alumbrado; su trazo lo determinan la localización de los postes que soportan a las lámparas y el trayecto de la red de distribución.

### **III.2.2. Ductos**

Son canalizaciones formadas por tubos de concreto, asbesto o plástico, que sirven para proteger los cables instalados en su interior.

En la actualidad, se ha generalizado el uso de los ductos de asbesto y plástico (PVC), por su menor costo y facilidad de instalación.

El tendido de los ductos se realiza en el fondo de las zanjas sobre una cama nivelada de arena o mortero de cemento. Deberá cuidarse la colocación de los tubos, su alineación y su pendiente longitudinal, verificando que no queden irregularidades en las uniones que puedan dañar el aislamiento de los conductores.

### **III.2.3. Registros**

Se instalan con el fin de poder cambiar la dirección de los ductos, librar obstáculos naturales, limitar longitudes de ductos a distancias requeridas y realizar la conexión de cables.

Los registros se utilizan como sigue:

- De paso
- De conexión
- Para cruce de calles

Las bases (pedestales) de los postes metálicos también se aprovechan como registros.

### **III.2.4. Cimentaciones**

La cimentación es el medio de sujeción del poste al suelo; sus dimensiones y estructuración varían de acuerdo con las características y altura del poste. Generalmente es de concreto armado en forma de pirámide truncada, lleva empotradas cuatro anclas de fierro redondo, roscadas en el extremo que sobresale al colado y que sirve para fijar la base del poste.

En las cimentaciones deberá preverse la colocación de ductos para el paso de cables de alimentación de las lámparas.

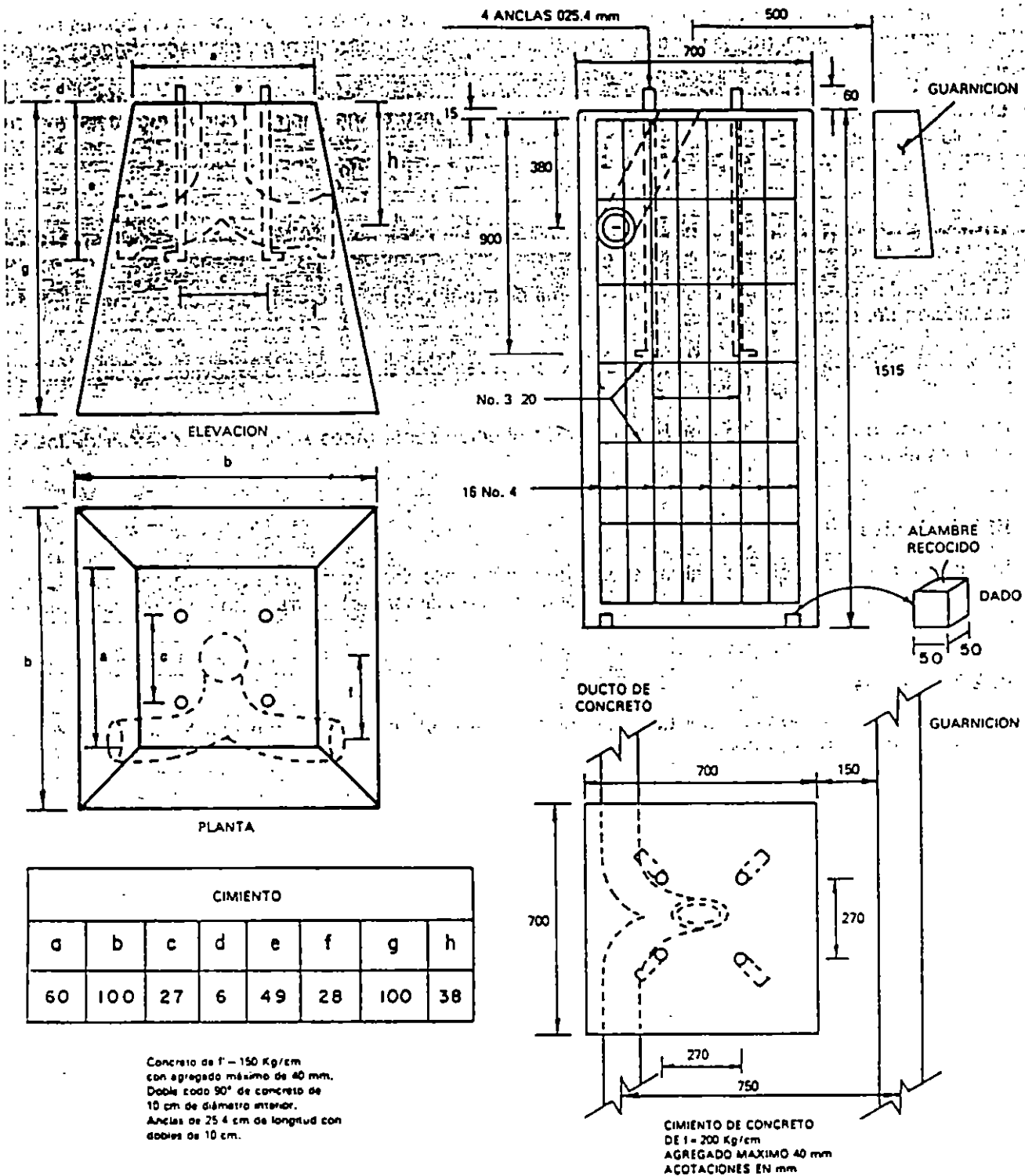


FIGURA III.1 ARREGLO TÍPICO DE CIMENTACION PARA POSTE DE ALUMBRADO

### III.3 OBRA ELECTRICA

La realización de la obra eléctrica comprende los siguientes aspectos generales:

#### III.3.1. Instalación de postes

Se deberá verificar la verticalidad de los postes mediante el uso de plomada y niveles, asegurando que queden firmemente sujetos al suelo o a la base, según el caso.

### **III.3.2. Tendido de cables**

Los cables de los sistemas aéreos deberán estar firmemente sujetos a los aisladores. Sólo deberá instalarse un cable por cada aislador.

El tendido de los cables aéreos deberá realizarse de tal manera que se asegure que las distancias entre conductores y a tierra en cualquier parte de la instalación cumplan con los valores mínimos indicados en las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas, a fin de evitar que se junten debido a la acción del viento.

Las crucetas, soportes de luminarias y cualquier soporte de equipo deberán sujetarse firmemente a los postes.

Los cables de sistemas subterráneos deberán instalarse con los medios apropiados, cuidando que no se produzcan daños a los aislamientos. El número de cables instalados dentro de un mismo tubo o ducto deberá estar de acuerdo con lo estipulado por las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

### **III.3.3. Instalación de la subestación**

Al instalar los equipos de la subestación deberán cuidarse los siguientes aspectos:

Verificar que la conexión de los devanados de los transformadores coincida con la indicada en los diagramas de conexión proporcionados por los fabricantes. Asimismo, deberá verificarse que las distancias entre conductores y a tierra cumplan con los valores mínimos señalados por las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

En la instalación de cortacircuitos fusible e interruptores de baja tensión, deberá cuidarse que la cuchilla móvil y los fusibles queden conectados a la parte desenergizada cuando estos se encuentran abiertos.

Los equipos que no estén diseñados específicamente para utilizarse en la intemperie, deberán colocarse dentro de un gabinete, cuya construcción esté normalizada y aprobada para uso en intemperie.

### **III.3.4. Colocación de luminarias**

La luminaria deberá instalarse de acuerdo con los procedimientos indicados por los fabricantes. La orientación deberá realizarse de tal manera que la luz emitida se aproveche al máximo en el área a iluminar.

Deberá verificarse la posición correcta de refractores, portalámparas, balastos y fotoceldas, utilizarse tablillas terminales, zapatas o conectores especialmente diseñados para ello.

Los empalmes y derivaciones de cables deberán realizarse por medio de conectores de compresión adecuados al calibre del conductor y deberán efectuarse en registros o cajas de conexiones. Deberá evitarse que un empalme de cables quede en el interior de una canalización.

Toda unión de cable deberá cubrirse con un aislamiento equivalente al original, mediante el empleo de cintas y materiales aislantes específicamente diseñados para ello.

### **III.3.5. Conexión a tierra de equipos**

Los apartarrayos, así como los cuerpos metálicos de los equipos que forman parte de la subestación deben conectarse a tierra con alambre de cobre desnudo calibre 4 AWG a una varilla (electrodo) de tierra tipo COPPERWELD de 3 metros de longitud.

## **VI.3 CRITERIOS PARA LA SELECCION DE EQUIPOS EFICIENTES**

Además de los sistemas de control empleados, las partes y componentes que influyen en la eficiencia de los sistemas de alumbrado son las lámparas y balastos. Por ello, deberán seleccionarse cuidadosamente de acuerdo con las características del área a iluminar.

### **VI.3.1 Lámparas**

Tal como se indica en la sección II.3.6, existen diferentes tipos de lámparas las cuales pueden ser utilizadas en alumbrado público con base en sus características de iluminación. Cada una de ellas presenta diferentes ventajas y desventajas de acuerdo con el área a iluminar, las cuales se mencionan a continuación, así como su tendencia de utilización a través del tiempo:

#### **a) Lámparas incandescentes**

Su uso en sistemas de alumbrado de calles y avenidas se ha reducido prácticamente a áreas rurales por su baja eficiencia. Se utilizan principalmente en sistemas de alumbrado decorativo, tales como fuentes, jardineras, monumentos y algunos tipos de fachadas de edificios.

Aunque no requieren de balastos para funcionar y resultan más baratas que cualquier otro tipo de lámpara, su vida útil es muy corta, lo que con el tiempo eleva considerablemente los costos de operación y mantenimiento.

#### **b) Lámparas de luz mixta**

Su utilización en alumbrado público se realiza principalmente en plazas, calles y vías de comu-

nicación de municipios pequeños. Pueden considerarse como una buena alternativa para ahorrar energía en sistemas de alumbrado que aún utilizan lámparas incandescentes.

**c) Lámparas fluorescentes.**

Su aplicación está prácticamente generalizada en el alumbrado del interior de edificios. En la actualidad su uso en alumbrado público es muy limitado debido principalmente al corto alcance de su haz luminoso, por lo que no es posible su montaje en las alturas que se requieren en los sistemas de alumbrado público.

Sin embargo, aún se llega a utilizar en alumbrados provisionales de parques y jardines, cuando se realiza algún festejo, así como en la iluminación de locales descubiertos, tales como kioskos o construcciones similares utilizadas para fines comerciales o recreativos.

**d) Lámparas de vapor de mercurio**

Su aplicación en sistemas de alumbrado público se generalizó durante la década de los sesentas, ya que es más eficiente y su vida útil es mayor que las lámparas del tipo incandescente, hasta entonces utilizadas en los sistemas de alumbrado público.

Aunque el costo de este tipo de lámparas es mayor que las lámparas incandescentes y su funcionamiento requiere de balastro, las ventajas descritas hacen que la inversión inicial se amortice rápidamente.

Hoy en día, su uso para alumbrado de calles y avenidas se ha reducido considerablemente por la aparición de las lámparas de vapor de sodio. Sin embargo, por las características del color que emite el haz luminoso, se sigue utilizando en el alumbrado de áreas comerciales y de estacionamiento.

**e) Lámparas de vapor de sodio de baja presión**

Este tipo de lámpara es el más eficiente de todas las existentes en la actualidad y su vida útil es bastante aceptable. Sin embargo, el color del espectro luminoso distorsiona los colores de los objetos iluminados.

Debido a sus características, su aplicación se recomienda para alumbrado de zonas en donde frecuentemente se presentan nieblas densas.

**f) Lámparas de vapor de sodio de alta presión**

Actualmente, este tipo de lámparas se utiliza en la mayoría de los sistemas de alumbrado público por su eficiencia y vida útil aceptables, así como por su costo moderado y baja depreciación.

**g) Lámparas de aditivos metálicos**

Hoy en día, su uso comienza a expandirse debido a que proporcionan alta eficiencia y buenas características de color; se espera que en un futuro no muy lejano su uso se generalice al abastecerse sus costos de producción.

Para la selección de lámparas es necesario considerar, además de los aspectos descritos anteriormente, lo siguiente:

- Potencia en watts
- Lúmenes iniciales
- Lúmenes por watts
- Vida promedio (horas)
- Característica de color del espectro luminoso
- Costo

## V.2. MEDICION Y CALCULO DEL CONSUMO DE ENERGIA

La Comisión Federal de Electricidad realiza la medición del consumo de energía de todos los sistemas de alumbrado público en los puntos de entrega, con el fin de asegurar que las facturaciones para pago de energía eléctrica se elaboren con base en un consumo real y no en cuotas fijas que con el tiempo pueden resultar incorrectas.

Para ello se requiere la instalación de medidores por parte del organismo suministrador de energía, previa solicitud y realización de los trámites de contratación del servicio, por parte del encargado del alumbrado público (véase la sección III.1.5).

En los casos en que la medición del consumo de energía no sea posible, éste se calculará con base en el número de lámparas instaladas, su potencia en watts, considerando un promedio de 12 horas de servicio por día multiplicado por el número de días del periodo de facturación, más un cargo adicional del 25% del consumo de las lámparas, por concepto de pérdidas de energía en los equipos del sistema, tales como transformadores, balastos, conectores, cables, etc. Este cálculo se efectúa por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de Energía} = (\text{No. lámparas} \times \frac{\text{watts}}{1000} \times \text{No. horas de uso diario} \times \text{No. de días de uso}) + 25\%$$



# 5.4 distribución subterránea

## a.- INTRODUCCION

Aunque el costo de los sistemas subterráneos es mayor que los aéreos, ofrecen en cambio en general una mayor continuidad de servicio, dependiendo del tipo de construcción, al evitarse muchas de las causas que provocan interrupciones en el sistema aéreo, tales como contaminación de aislamiento, ramas sobre los conductores, descargas atmosféricas, choques por vehículos en los postes, etc. Sin embargo, en el sistema subterráneo se presentan otros tipos de problemas, tales como: daños mecánicos a cables provocados durante excavaciones, degradación del aislamiento de los cables por varias causas, roedores y corrosión en los alambres de los cables tipo neutro concéntrico y en los tanques del equipo sumergible.

Los factores determinantes para la decisión de seleccionar sistemas aéreos o subterráneos en áreas residenciales, comerciales y turísticas, son:

- 1.- Densidad de carga
- 2.- Confiabilidad.
- 3.- Estética.
- 4.- Costo de la obra.
- 5.- Costos de operación y mantenimiento.

## b.- DISTRIBUCION SUBTERRANEA EN ZONAS COMERCIALES

En zonas comerciales, los factores más importantes a considerar son la densidad de carga y la confiabilidad.

Dentro de estas zonas se consideran 3 clasificaciones de densidad de carga.

Densidad de carga baja	5 a 10 MVA/Km <sup>2</sup>
Densidad de carga media	10 a 20 MVA/Km <sup>2</sup>
Densidad de carga alta	Más de 20 MVA/Km <sup>2</sup>

Las zonas comerciales de baja densidad de carga, son aquellas en donde la gran mayoría de construcciones son locales comerciales, edificios de oficinas, pequeños talleres, tiendas de auto-servicio, edificios de departamentos, etc.

Las zonas comerciales de media y alta densidad de carga, se consideran las áreas comerciales de las ciudades importantes, en donde los altos valores de la densidad de carga obligan al cambio de sistemas aéreos por subterráneos, ya que además de ofrecer una alta confiabilidad, no afectan la estética que existe en calles y avenidas de esas áreas importantes.

## c.- DISTRIBUCION SUBTERRANEA EN ZONAS RESIDENCIALES

La distribución subterránea en zonas residenciales se inició en 1967 y a partir de entonces la tendencia a su uso ha ido en aumento en fraccionamientos y conjuntos habitacionales, debido principalmente a necesidades de orden estético.

Como zonas residenciales se consideran todas aquellas áreas en donde el 85% de las construcciones son casas habitación, el resto está distribuido a servicios colectivos como mercados, escuelas, bombeos de agua, alumbrado y pequeños comercios.

Se consideran las siguientes densidades de carga:

**FRACCIONAMIENTOS: HASTA 5 MVA/Km<sup>2</sup>**

**Conjuntos Habitacionales:**

Baja densidad de carga 5 a 10 MVA/Km<sup>2</sup>

Alta densidad de carga 10 a 15 MVA/Km<sup>2</sup>

En las zonas residenciales se consideran tasas de crecimiento menores al 5%.

Los sistemas subterráneos en zonas residenciales facilitan la distribución en andadores y calles con trazo caprichoso y reducen los costos de mantenimiento, ya que estas zonas generalmente son muy arboladas.

## 5-4-3 características y análisis de la carga

Uno de los parámetros más importantes en el diseño de un Sistema Subterráneo de Distribución es la carga que va a ser alimentada por ese Sistema.

### a.- CLASIFICACION DE LA CARGA

---

Por el tipo de servicio, las cargas se clasifican en .

- 1) RESIDENCIAL  
Urbana  
Suburbana  
Rural
- 2) COMERCIAL  
Zonas Comerciales  
Centros Comerciales  
Edificios Comerciales
- 3) TURISTICA  
Hoteles  
Centros Comerciales  
Fraccionamientos y Conjuntos Habitacionales.

Por su dependencia del servicio eléctrico.

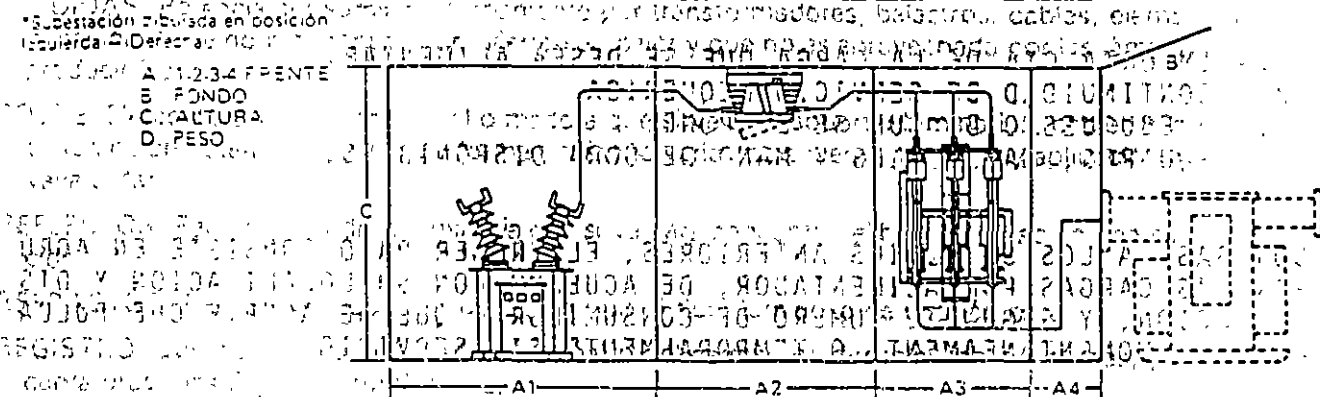
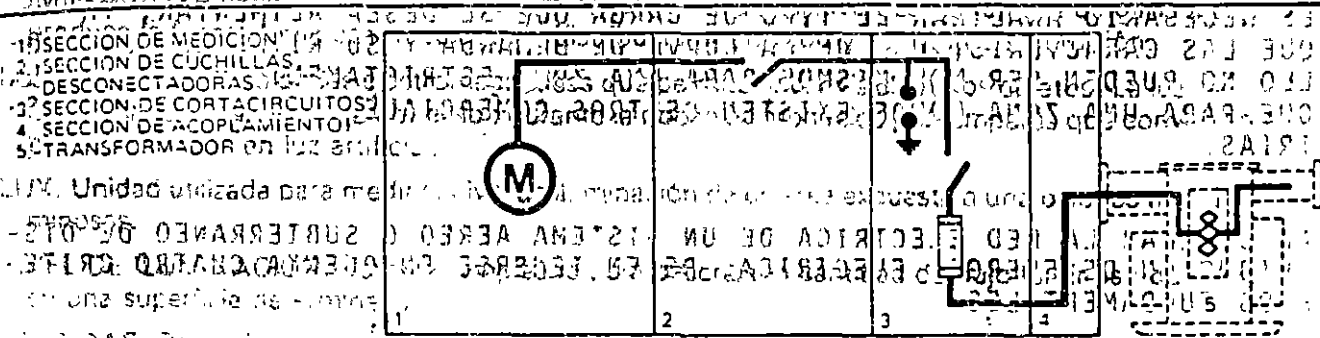
- 1.- Normal.
- 2.- Crítica.
- 3.- Emergencias

## GLOSARIO DE TERMINOS

- AISLADOR.** Dispositivo que se utiliza para aislar conductores eléctricos y separarlos de otros conductores y de partes del sistema conectadas a tierra.
- ALTURA DE MONTAJE.** Altura de la luminaria sobre nivel de piso.
- BALASTRO.** Dispositivo que se utiliza para controlar la corriente y la tensión requeridas para el encendido y operación normal de la lámpara. También se conoce con el nombre de balastro.
- BULBO.** Componente de una lámpara que contiene en su interior al elemento y medio propicio para producir luz.
- CAIDA DE VOLTAJE.** Es la tensión que se pierde por la transmisión de corriente eléctrica a través de un alambre o cable desde una fuente de alimentación hasta una carga conectada a ella.
- CIMENTACION.** Estructura o construcción que sirve para sostener algún equipo o elemento de un sistema al piso.
- CONDUCTOR ELECTRICO.** Elemento que sirve para transportar una corriente eléctrica desde un punto a otro en un sistema eléctrico.
- CORTACIRCUITOS FUSIBLES.** Dispositivo para conectar, desconectar y proteger un circuito eléctrico en media o alta tensión.
- CONTACTOR.** Dispositivo eléctrico que abre o cierra contactos que permiten la energización automática de una o varias luminarias cuando una fotocelda o reloj hace pasar una corriente eléctrica a través de su bobina de operación. En sistemas de alumbrado se utiliza normalmente el contactor del tipo cápsula de mercurio.
- EFICIENCIA LUMINOSA.** Relación que existe entre la cantidad de luz producida por una lámpara con respecto a la energía eléctrica consumida por la misma.
- ELECTRODO.** Parte interna de una lámpara de descarga que sirve para producir un campo eléctrico suficiente para establecer una circulación de corriente a través de un gas a fin de que se produzca una emisión luminosa.
- FACTOR DE POTENCIA.** Es la relación que existe entre la potencia real y la potencia aparente de un sistema eléctrico.
- FILAMENTO.** Conductor filiforme ordinariamente de tungsteno (o carbón) que produce incandescencia por el paso de una corriente eléctrica.
- FOTOCELDA.** Dispositivo que controla el encendido y apagado de las lámparas, también conocido como celda fotoeléctrica o fotocontrol. Es operado por un sensor de luz que acciona un contacto interno cuando la luz desciende a un nivel predeterminado.

# 4.2.4 arreglos básicos en subestaciones compactas

## a. - SUBSTACION CON CUCHILLAS DE PASO, 2 1/2 SECCIONES Y ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR



## b. DIMENSIONES SUBSTACION INTERIOR

TENSION (KV)	MEDICION (m.m.)				CUCHILLAS PRUEBA (m.m.)				CORTACIRCUITOS (m.m.)				ACOPLAMIENTO (m.m.)			
	A	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	A4	B	C	D
7.5	1000	1200	2100	250	700	1200	2100	280	1000	1200	2100	325	300	2100	2100	150
15	1000	1200	2100	250	700	1200	2100	280	1000	1200	2100	325	450	2100	2100	175
25	2000	2000	2600	325	700	2000	2600	230	1200	2000	2600	425	550	2000	2600	200
34.5	1800	2000	3000	425	1000	2000	3000	490	1650	2000	3000	550	800	2000	3000	250

## c. - DIMENSIONES SUBSTACION INTERTEMPERIE

TENSION (KV)	MEDICION (m.m.)				CUCHILLAS PRUEBA (m.m.)				CORTACIRCUITOS (m.m.)				ACOPLAMIENTO (m.m.)			
	A	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	A4	B	C	D
7.5	1300	1300	2200	275	700	1300	2200	190	1000	1300	2200	350	300	2200	2200	160
15	1000	1300	2200	275	700	1300	2200	190	1000	1300	2200	350	450	2200	2200	180
23	2000	2000	2730	360	700	2000	2730	210	1200	2000	2730	460	550	2000	2730	225
34.5	1800	2000	3130	460	1000	2000	3130	300	1650	2000	3130	590	800	2000	3130	280

Para las subestaciones de tipo intertempérie considerar que de las dimensiones mostradas en la tabla el techo sobre sale 130 mm al frente, 80 mm en la parte posterior y 50 mm a los costados.



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

DIPLOMADO : "PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS"

MOD. 7 ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS.

**MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION DE  
LOS RESIDUOS SOLIDOS**

ING. CONSTANTINO GUTIÉRREZ PALACIOS

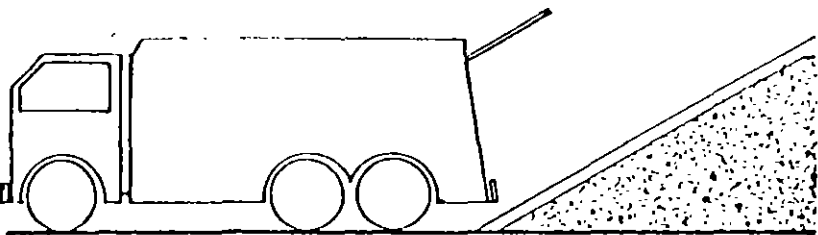
## I.- CRITERIOS DE DISEÑO

El relleno sanitario es el método de ingeniería recomendado para la disposición final de los residuos sólidos municipales, los cuales se depositan en el suelo, se esparcen y se compactan al menor volumen práctico posible y se cubren con una capa de tierra, al término de las operaciones del día -- (fig. a). (SEDUE-NTRS-1. TERMINOLOGIA).

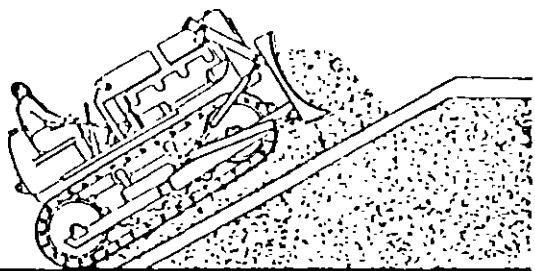
La Sociedad Norteamericana de Ingenieros Civiles, ASCE, define: "Relleno Sanitario es una técnica para la disposición de la basura en el suelo sin causar perjuicios al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública; este método utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en la menor área posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable y cubriendo la basura así -- depositada con una capa de tierra con la frecuencia necesaria o por lo menos al fin de cada jornada" (fig. b).

Como obra de ingeniería, el relleno sanitario debe ser -- construido elaborando un proyecto para atender determinados -- objetivos generales y específicos. El objetivo general es la disposición final o depósito permanente de los residuos sólidos municipales en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños a los ecosistemas. Como objetivo específico, podrá citarse la recuperación de ciertas áreas.

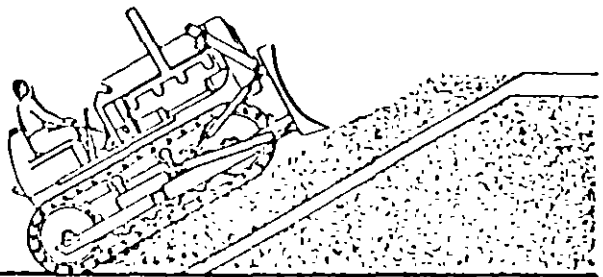
De la misma forma que en otras obras, el relleno sanitario debe realizarse a partir de un proyecto que cumpla con leyes, reglamentos, normas y métodos de construcción apropiados.



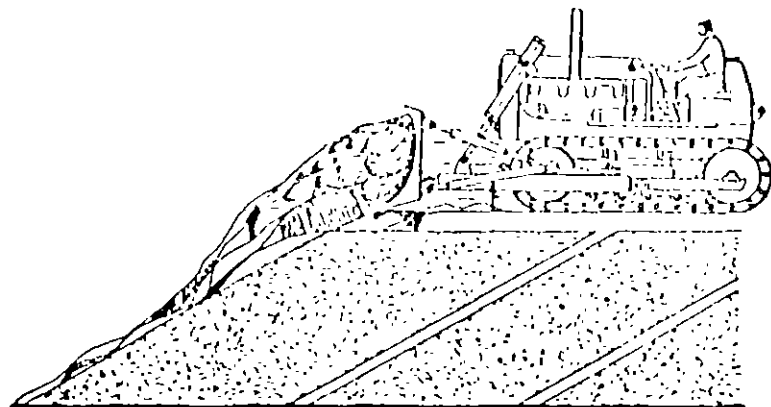
1° DESCARGA DE LOS RESIDUOS SOLIDOS EN EL FRENTE DE TRABAJO



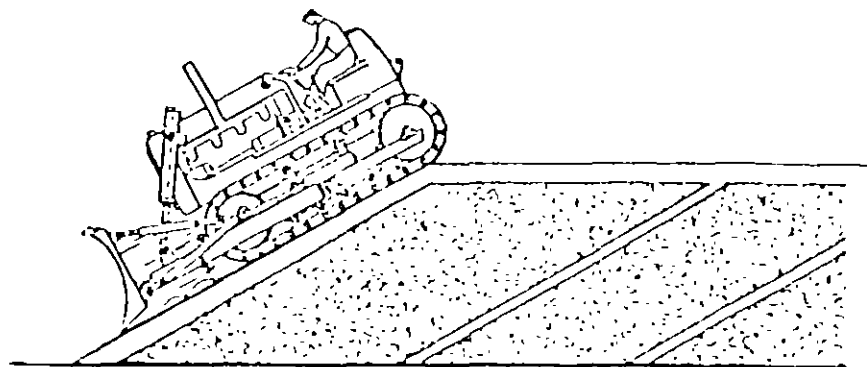
2° ESPARCIR CON EL EQUIPO EN CAPAS DE 60CM. APROXIMADAMENTE



3° COMPACTAR CADA CAPA PASANDO EL EQUIPO DE 2 A 4 VECES



4° EL MATERIAL DE CUBIERTA ES EMPUJADO DE ARRIBA HACIA ABAJO



5° SE COMPACTA EL MATERIAL DE CUBIERTA PARA FORMAR LA CELDA

FIG. 6. SECUENCIA DE LA OPERACION DE UN PANTANO SANITARIO

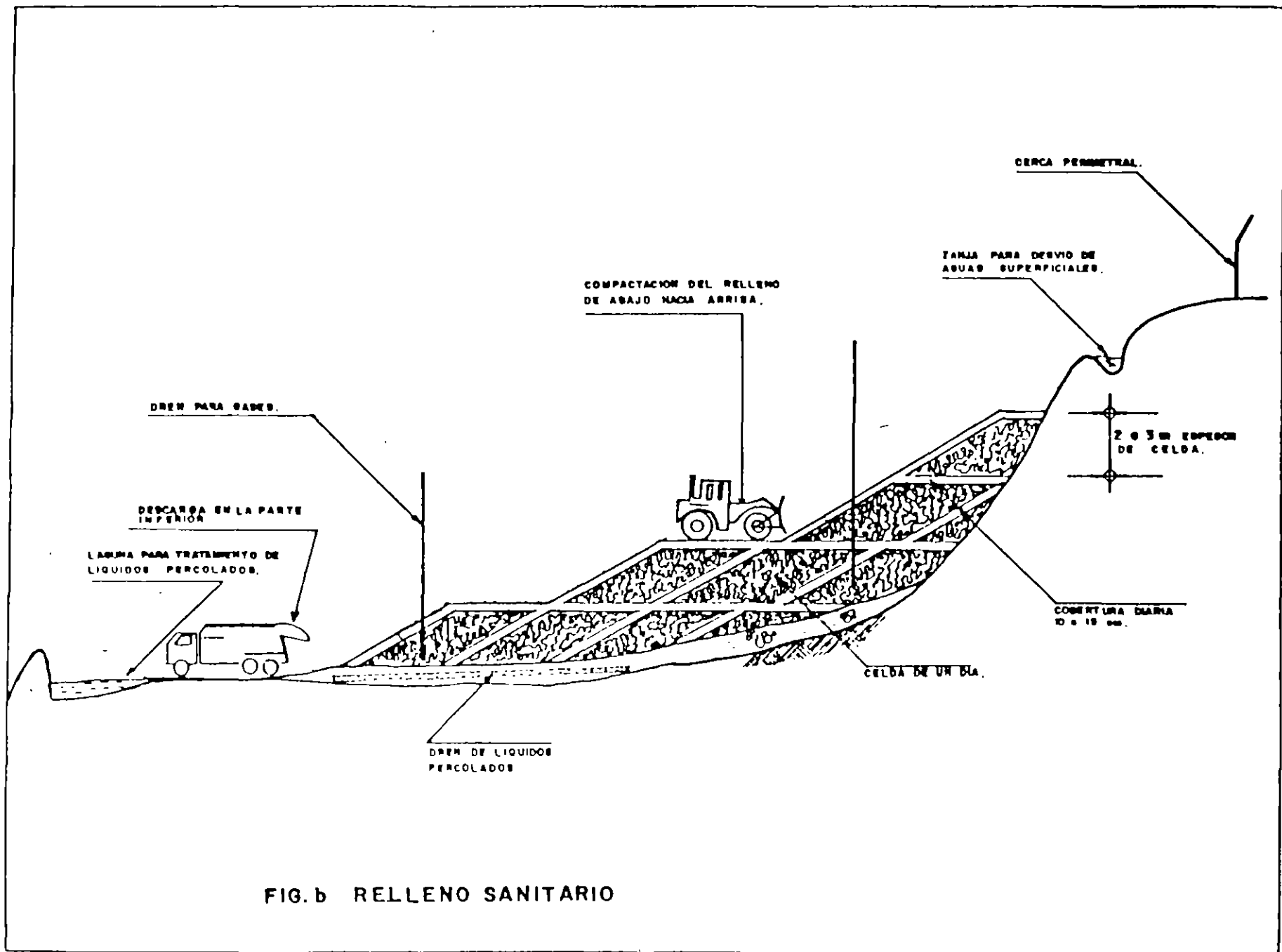


FIG. b RELLENO SANITARIO



El criterio para diseñar el relleno sanitario se basa en los siguientes factores:

- 1 Tipo de terreno.
- 2 Selección del sitio.
- 3 Geohidrología.
- 4 Mecánica de suelos.
- 5 Especificaciones técnicas para la realización de estudios topográficos para los distintos tipos de terreno.
- 6 Cálculo de la vida útil.
- 7 Diseño de la celda diaria.
- 8 Diseño de franjas.
- 9 Diseño de capas.
- 10 Material de cubierta.
- 11 Movimiento de tierra.
- 12 Impermeabilización y control de líquidos percolados.
- 13 Pozos de monitoreo.
- 14 Sistema de captación de biogas.
- 15 Sistema de captación de agua de escurrimiento.
- 16 Obras complementarias.
- 17 Equipo mecánico.
- 18 Gerenciamiento.
- 19 Manual de operación.
- 20 Especificaciones complementarias.

## 2.- SELECCION DEL SITIO PARA EL RELLENO SANITARIO.

Las condiciones ideales que debe reunir el sitio para utilizario como un relleno sanitario son las siguientes:

- Ser de fácil y rápido acceso para los camiones recolectores.
- Permitir su utilización por largo plazo, de preferencia superior a diez años.
- Contar con una topografía tal que permita un mayor volumen aprovechable por hectárea.
- Tener condiciones y características tales, que se protejan los recursos naturales.
- Estar localizado de modo que el relleno sanitario no sea rechazado por la población, debido a molestias por la operación del mismo.
- Ofrecer tierra para cobertura, en cantidad y calidad adecuada, dentro de las cercanías del sitio.
- Tener en regla todo lo relacionado con el uso y tenencia de la tierra.

Rara vez se encuentran en un terreno todas estas condiciones. El técnico debe clasificar los terrenos que reúnan buenas características, analizando sus inconvenientes en función de los recursos técnicos y económicos disponibles para utilizarlos, estableciendo un orden de preferencias para cada sitio.

Es conveniente realizar una preselección considerando tres o más sitios viables para que los técnicos responsables del pro

yecto hagan la evaluación y selección final de uno de ellos; - el tiradero existente deberá estudiarse como un sitio alternativo que puede transformarse en relleno sanitario.

La selección del sitio es un proceso que deberá contemplar dos aspectos: El técnico y el de tenencia de la tierra.

## 2.1.- Aspectos técnicos para la selección del sitio.

A continuación se enumeran algunos de los aspectos técnicos más importantes para la selección del sitio.

### 2.1.1.- Vida útil del sitio.

El sitio deberá tener una extensión tal que, estimada una rasante de proyecto terminado, se tenga un volumen que pueda recibir desechos sólidos, para cuando menos 10 años de operación del relleno sanitario.

Para el cálculo de este volumen se deberá tomar en cuenta la proyección futura de la población y el índice de generación.

### 2.1.2.- Tierra para cobertura.

El relleno sanitario debe ser lo más autosuficiente en tierra necesaria para su construcción como sea posible.

Si el sitio no contara con tierra suficiente o no se pudiera excavar, deberán investigarse bancos de material para cobertura en lugares próximos y accesibles tomando en cuenta el costo de transporte.

### 2.1.3.- Topografía del sitio.

El relleno puede diseñarse y operarse en cualquier tipo de topografía. Sin embargo, es preferible aquella en que se logre un mayor volumen aprovechable por hectárea, como puede ser el caso de minas abandonadas a ciclo abierto, inicio de cañadas, manglares contaminados y otros.

### 2.1.4.- Vías de Acceso.

Las condiciones de tránsito de las vías de acceso al relleno sanitario afectan el costo global del sistema, retardando los viajes y dañando vehículos; por lo tanto, el sitio debe estar de preferencia a corta distancia de la mancha urbana y bien comunicado por carretera, o bien, con un camino de acceso corto no pavimentado, pero transitable en toda época del año.

### 2.1.5.- Vientos dominantes.

La ubicación del sitio deberá seleccionarse de tal manera que los vientos dominantes soplen en sentido contrario a la mancha urbana con el fin de evitar posibles malos olores; aunque si el relleno sanitario opera correctamente, el factor "viento dominante" puede despreciarse.

### 2.1.6.- Ubicación del Sitio.

Un relleno sanitario bien operado no causa molestias, sin embargo es preferible ubicar el sitio fuera de la mancha urbana, previendo que al final de la vida útil del relleno, éste se pueda usar como área verde.

Se recomienda que el sitio para el relleno sanitario esté cercano a la mancha urbana (3 kilómetros mínimo y 12 kilómetros máximo) ya que se reducen los costos de transporte y se asegura que los problemas operativos (ruido, tránsito, etc.) no afectarán a la misma.

#### 2.1.7.- Geología.

Un contaminante puede penetrar al suelo y llegar al acuífero, contaminándolo y haciéndolo su vehículo, por lo tanto es muy importante conocer el tipo de suelo (estratigrafía) del sitio para el relleno sanitario.

Los suelos sedimentarios con características areno-arcillosas son los más recomendables ya que son suelos poco permeables, por lo cual la infiltración de líquido contaminante se reduce sustancialmente.

Por otra parte, este tipo de suelo es suficientemente manejable como para realizar excavaciones, cortes y usarlo como material de cubierta.

#### 2.1.8.- Geohidrología.

Uno de los factores básicos para la selección del sitio es el de evitar que pueda haber alguna contaminación de los acuíferos.

Por eso es muy importante realizar un estudio geohidrológico para conocer la profundidad a la que se encuentra el agua subterránea, así como la dirección y velocidad del escurrimiento o flujo de la misma.

Se deben solicitar datos geohidrológicos de la región a la dependencia correspondiente (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) con lo cual es factible que no sea necesario realizar el estudio.

La decisión de realizar o no el estudio la deberá dar un técnico especialista en la materia.

#### 2.1.9.- Hidrología Superficial.

Una parte de los problemas de operación causados por la disposición de desechos sólidos son consecuencia de una deficiente captación de agua de escurrimiento; partiendo de esa base es muy importante que el sitio seleccionado esté lo más lejos posible de corrientes superficiales y cuerpos receptores de agua, y cuente con una adecuada red de drenaje pluvial para evitar escurrimientos dentro del relleno sanitario.

#### 2.2.- Tenencia de la tierra.

En cualquier hipótesis, un proyecto de relleno sanitario deberá iniciarse solamente cuando la entidad responsable del relleno (Municipio), tenga en sus manos el documento legal que la autorice a construir sobre el terreno el relleno sanitario con todas las obras complementarias, estipulando también el período y la utilización futura u opciones.

Es muy usual que el Municipio obtenga, de particulares, el arrendamiento del terreno para el relleno sanitario. En caso de que esto suceda será necesario siempre contar con un convenio o contrato firmado y debidamente legalizado por ambas partes.

Cuando el terreno sea propiedad del Municipio, éste deberá quedar debidamente registrado en el catastro de la propiedad, señalando que será de uso restringido.

### 2.3.- Factores de evaluación para la selección del Sitio.

Las tablas 2.1 y 2.2 se incluyen con el fin de presentar un criterio práctico y sencillo para evaluar, -- por medio calificativo, a los diferentes sitios viables que se presentan en la selección del sitio para un relleno sanitario.

#### 2.3.1.- Descripción de las tablas.

En la tabla 2.1 se presentan los factores -- que se deben considerar para evaluar la selección del sitio.

En la tabla 2.2 se considera un cierto valor a cada uno de los conceptos que influyen en la selección. Este valor se ha determinado de acuerdo a la importancia que tiene cada uno de ellos y se les ha asignado una cantidad en la columna de valores. En las columnas de opciones aparecen los siguientes conceptos:

EXCELENTE	1.00
BUENA	0.85
REGULAR	0.70

Al multiplicar cada concepto por su columna de valores correspondiente se tendrá un resultado; el sitio que tenga la suma más alta de estos resultados, será la mejor opción para el relleno sanitario.



## T A B L A 2 . 1 .

## FACTORES DE EVALUACION PARA LA SELECCION DEL SITIO

CONCEPTOS QUE INFLUYEN EN LA SELECCION DEL SITIO	O P C I O N E S		
	EXCELENTE	BUENA	REGULAR
Vida útil	mayor de 10 años	5 a 10 años	menor de 5 años
Tierra para cobertura	autosuficiente	acarrero cercano.	acarreo lejano.
Topografía	minas a cielo - abierto abandonadas.	comienzo de cañadas, manglares contaminados.	otros
Vías de acceso	cercanas y pavimentadas.	cercanas, transitables.	lejanas y transitables.
Vientos dominantes	en sentido contrario de la mancha urbana.	en ambos sentidos de la mancha urbana.	en sentido de la mancha urbana.
Ubicación del sitio	de 3 a 12 Km de la mancha urbana.	entre 1 y 3 Km de la mancha urbana.	menor de 1 Km y mayor de 12 Km de la mancha urbana.
Geología	impermeables.	semi impermeables.	permeables.
Geohidrología	más de 30 m de prof. (manto acuífero).	entre 10 y 30 m de profundidad.	menor de 10 m de profundidad.
Hidrología superficial	no hay corrientes superficiales.	lejano de corrientes superficiales.	cerca de corrientes superficiales.
Tenencia de la tierra	terreno propio	terreno rentado a largo plazo.	terreno rentado a corto plazo.

T A B L A 2. 2

TABLA DE VALORES PARA LA SELECCION DE UN SITIO

CONCEPTOS QUE INFLUYEN EN LA SELECCION DEL -- SITIO	VALORES	O P C I O N E S		
		EXCELENTE 1.00	BUENA 0.85	REGULAR 0.70
Vida útil	1.000	1.000	0.850	0.700
Tierra para cobertura	0.700	0.700	0.595	0.490
Topografía	0.200	0.200	0.170	0.140
Vías de acceso	0.250	0.250	0.212	0.175
Vientos dominantes	0.050	0.050	0.042	0.035
Ubicación del sitio	0.400	0.400	0.340	0.280
Geología	0.400	0.400	0.340	0.280
Geohidrología	0.400	0.400	0.340	0.280
Hidrología superficial	0.300	0.300	.255	0.210
Tenencia de la tierra	0.700	0.700	0.595	0.490
T o t a l	4.400	4.400	3.739	3.080

## 17.- EQUIPO MECANICO.

Los rellenos sanitarios de tipo mecánico deben contar con el equipo pesado y con los accesorios necesarios para movimiento de tierra y residuos sólidos.

Los equipos mecánicos se dividen en:

- Equipos adaptados a la operación del relleno sanitario.
- Equipos diseñados expresamente para la operación de los rellenos sanitarios.
- Equipo de apoyo.

A continuación se presenta una descripción de cada uno de los equipos mecánicos:

17.1.- Equipos adaptados a la operación del relleno sanitario.

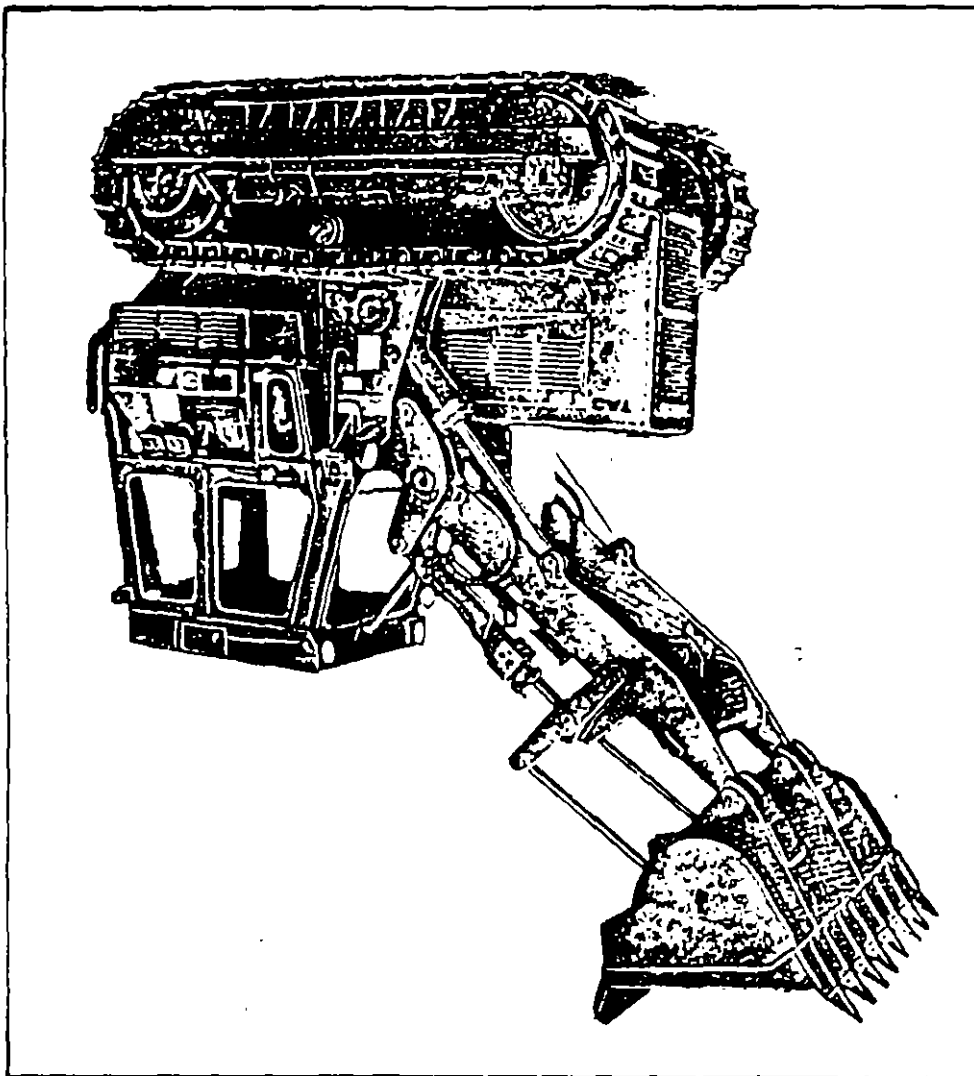
17.1.1.- Cargador en carriles o traxcavo.

Está formado por dos unidades, un tractor y un cucharón (fig. 17.1).

El tractor es un vehículo con un estidor que soporta a un motor Diesel y un asiento. Para obtener adherencia en terrenos blandos o poco consistentes.

El cucharón es un recipiente de placas de acero tratado al calor con refuerzos y por medio de dispositivos (brazos y cilindros de levantamiento) se montan entre dos planchas verticales de la torre de cucharón. El equipo sirve para excavar o tomar materiales y llevarlos de un sitio a otro o transbordarlos.

FIG. 17.1 CARREADOR SOBRE ORUEAS



Los tipos de cucharones existentes son: los de empleo general, de uso múltiple, de descarga lateral, para rocas, escorias, etc.

El cargador en carriles es el acoplamiento de estas dos partes y también se le denomina traxcavo o cargador de orugas.

El cargador en carriles se utiliza para abrir zanjás, acarrear tierra, siempre y cuando ésta se localice a una distancia menor de 90 m. Además puede esparcir, compactar y triturar los residuos sólidos y el material de cubierta. Este equipo es el de mayor utilidad en los rellenos sanitarios en cualquiera de sus métodos.

Los accesorios mínimos del cargador en carriles son:

- Desgarrador.
- Contrapesos.
- Cinturón de seguridad.
- Ventilador reversible.
- Protección para vuelos.
- Cabinas.
- Juego de herramientas.

Los accesorios complementarios para la operación del relleno sanitario son:

- Rastrillo para desmontar.
- Rastrillo para abrazadera.
- Sistema de luces.
- Protector para la caja del radiador.

## 17.1.2.- Tractor de carriles o bulldozer.

Este equipo está formado por un tractor y una hoja topadora (fig. 17.2).

Las hojas topadoras son placas de acero que forman una hoja de múltiple sección excepcionalmente fuerte, apoyada generalmente en los bastidores de rodillos de carril que resisten las fuerzas de empuje y de torcimiento. Existen diferentes tipos de hoja como: la recta, angulable en "U", "Balderson", etc.

Al acoplamiento del tractor y la hoja topadora se conoce como tractor de orugas o carriles o bulldozer.

El equipo se emplea en excavaciones, cuando el terreno no requiera desmonte o nivelaciones, es excelente para construir caminos de acceso y repararlos. Puede empujar material de cubierta cuando se localiza a menos de 90 m. Además extiende la tierra, la compacta y efectúa nivelaciones.

Las herramientas y accesorios mínimos requeridos en la operación del relleno sanitario son:

- Desgarrador.
- Cinturón de seguridad.
- Asiento con suspensión.
- Ventilador reversible.
- Juego de herramientas.
- Cilindro de inclinación de la hoja.
- Protector en caso de vuelco.

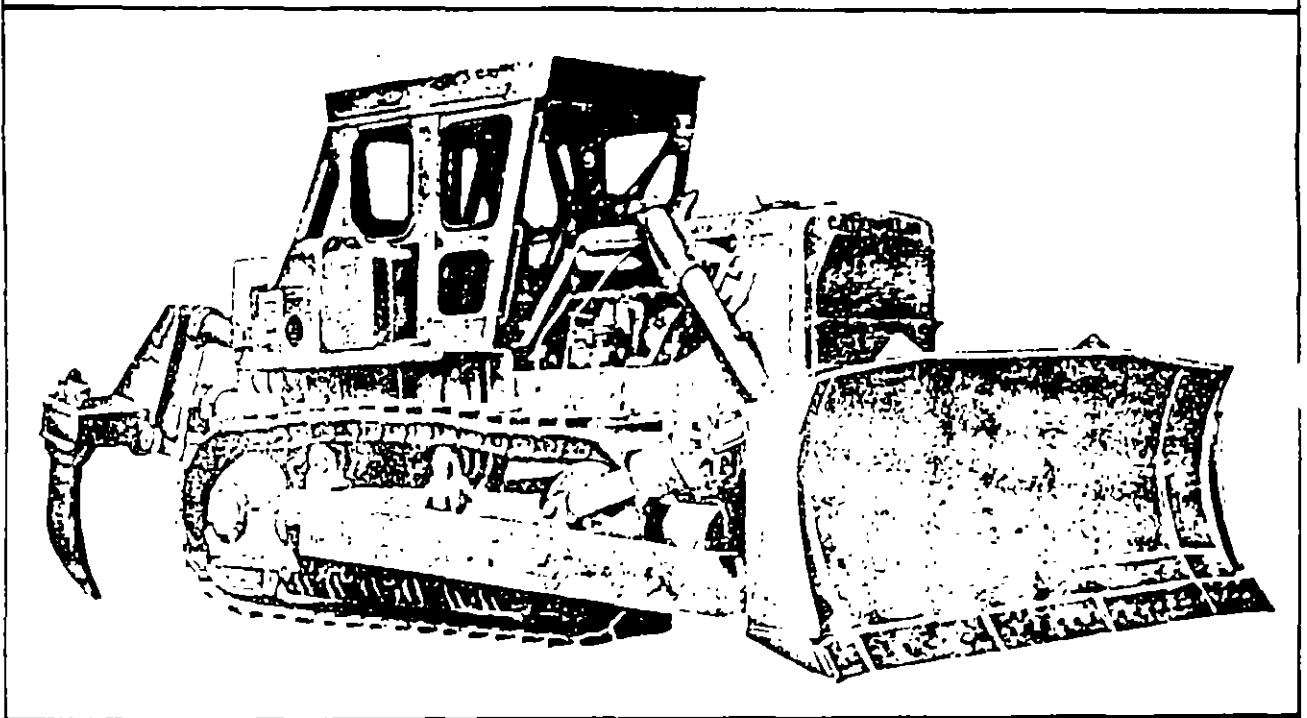


FIG. 17.2 TRACTOR SOBRE ORUGAS

Los accesorios complementarios para la operación de un relleno sanitario son:

- Sistema de luces.
- Cacho delantero para remolque.
- Guarda del cárter.
- Guarda guía de carriles.
- Protector del núcleo del radiador.

17.2.- Equipos diseñados expresamente para la operación de los rellenos sanitarios.

17.2.1.- Compactador de residuos sólidos.

Este equipo está diseñado expresamente para operar en rellenos sanitarios. Esta forma por una hoja topadora, cabina de control de mandos y remolque con rodillo dentado.

El tractor se desplaza sobre dos tambores cilíndricos dentados, resistentes a la abrasión. Los cuales tienen la particularidad de denudarse el residuo así como compactarlo. La hoja topadora permite extender el residuo en capas uniformes (Fig. 17.3)



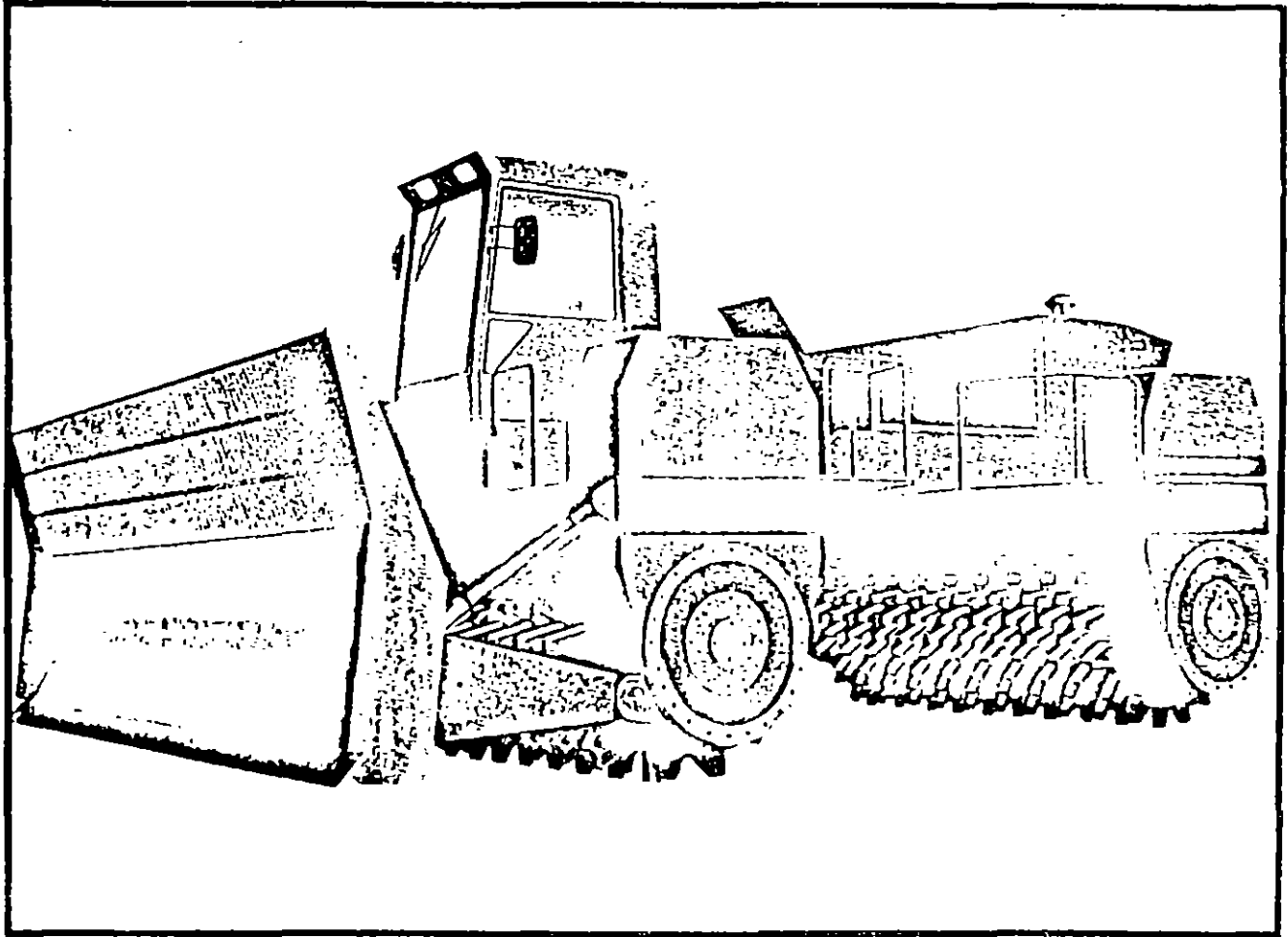


FIG. 17.3 COMPACTADOR DE RESIDUOS SOLIDOS.

Los accesorios mínimos del cargador en carriles son:

- Desgarrador
- Contrapeso
- Cinturón de seguridad
- Ventilador reversible
- Juego de herramientas
- Protector en caso de volteo

Los accesorios complementarios para la operación del relleno sanitario son:

- Sistema de luces
- Gancho delantero para remolque
- Guarda del cárter
- Protector para caja del radiador.

#### 17.3.- Equipo de apoyo.

##### 17.3.1.- Retroexcavadora.

La retroexcavadora, también llamada zanjadora es un equipo con bastidor, el cual soporta un motor diesel que a la vez acciona el sistema hidráulico que mueve el brazo (Fig. 17.4). Existen dos tipos de retroexcavadoras:

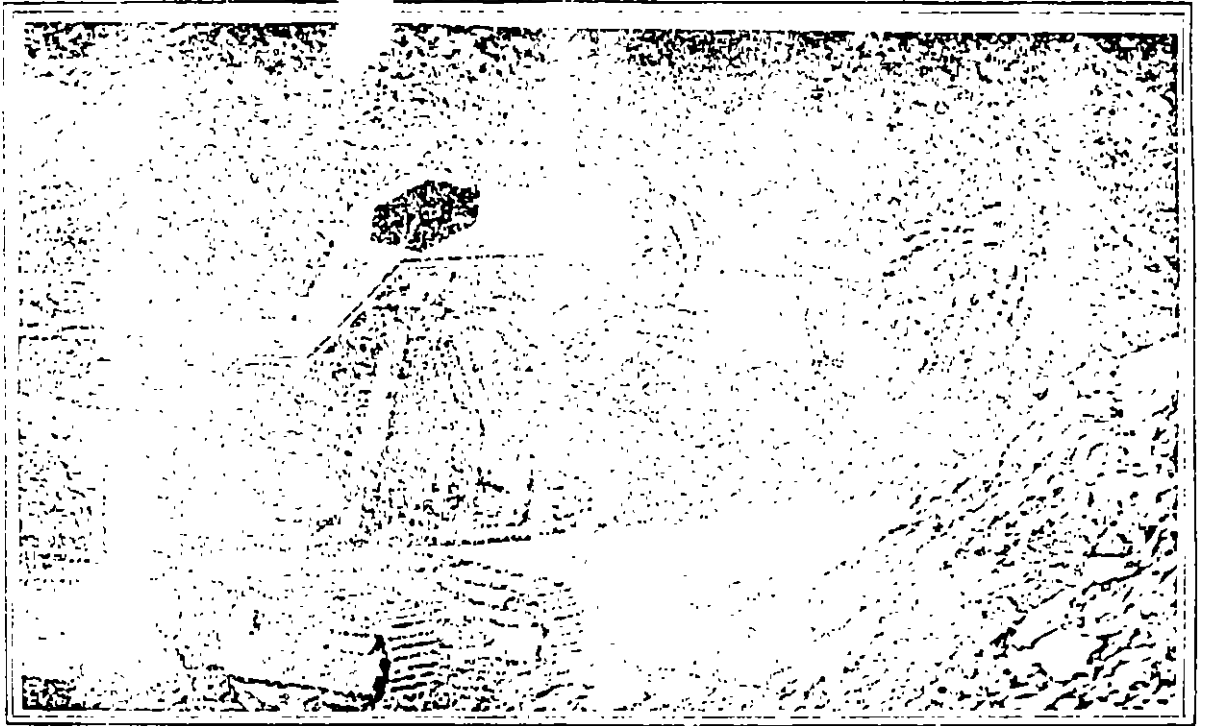


FIG. 17.4 RETROEXCAVADORA

- Montada sobre orugas.
- Montada sobre neumáticos.

Por la fácil adaptabilidad a condiciones difíciles de cualquier terreno, las retroexcavadoras se destacan tanto por la rapidez de intercambio de sus múltiples cucharones así como por el fácil desplazamiento de la máquina.

Existen diversos tipos de cucharones los cuales son:

a) Cucharón de almeja.

Es usado en excavaciones angostas y muy profundas, existiendo diversos anchos hasta para lograr una excavación de 1.7 m de ancho por 4.5 m de profundidad (fig. 17.5).

b) Cucharón de limpieca.

Se usa para recoger material suelto. Existen diversas capacidades de este tipo de cucharón las cuales van desde 0.25 hasta 0.55 m<sup>3</sup> (fig. 17.6).

c) Cucharón Retro.

Es usado para excavar y da servicio hasta 5.50 m de profundidad con una altura de volteo de 6 m. Su capacidad varía de 0.43 a 0.85 m<sup>3</sup> (fig. 17.7).

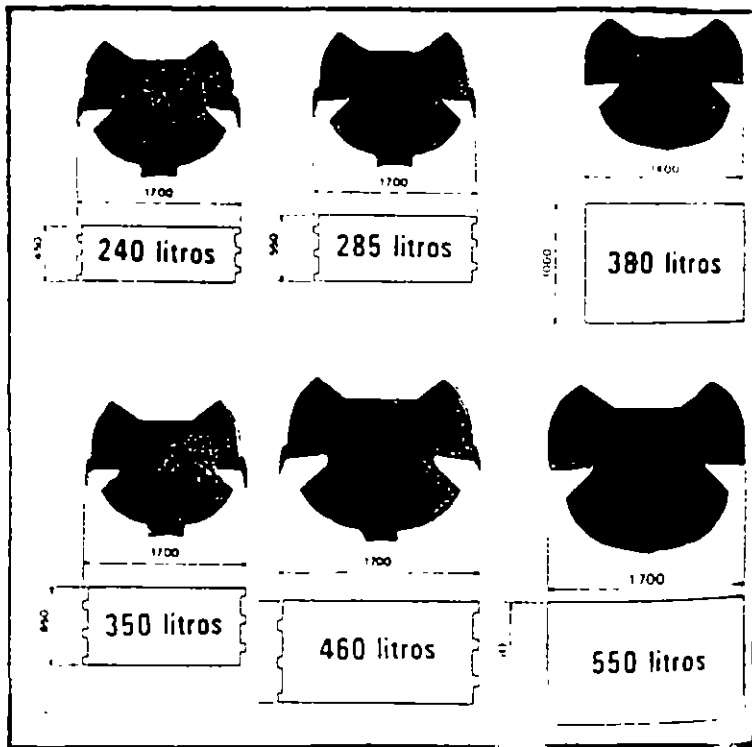
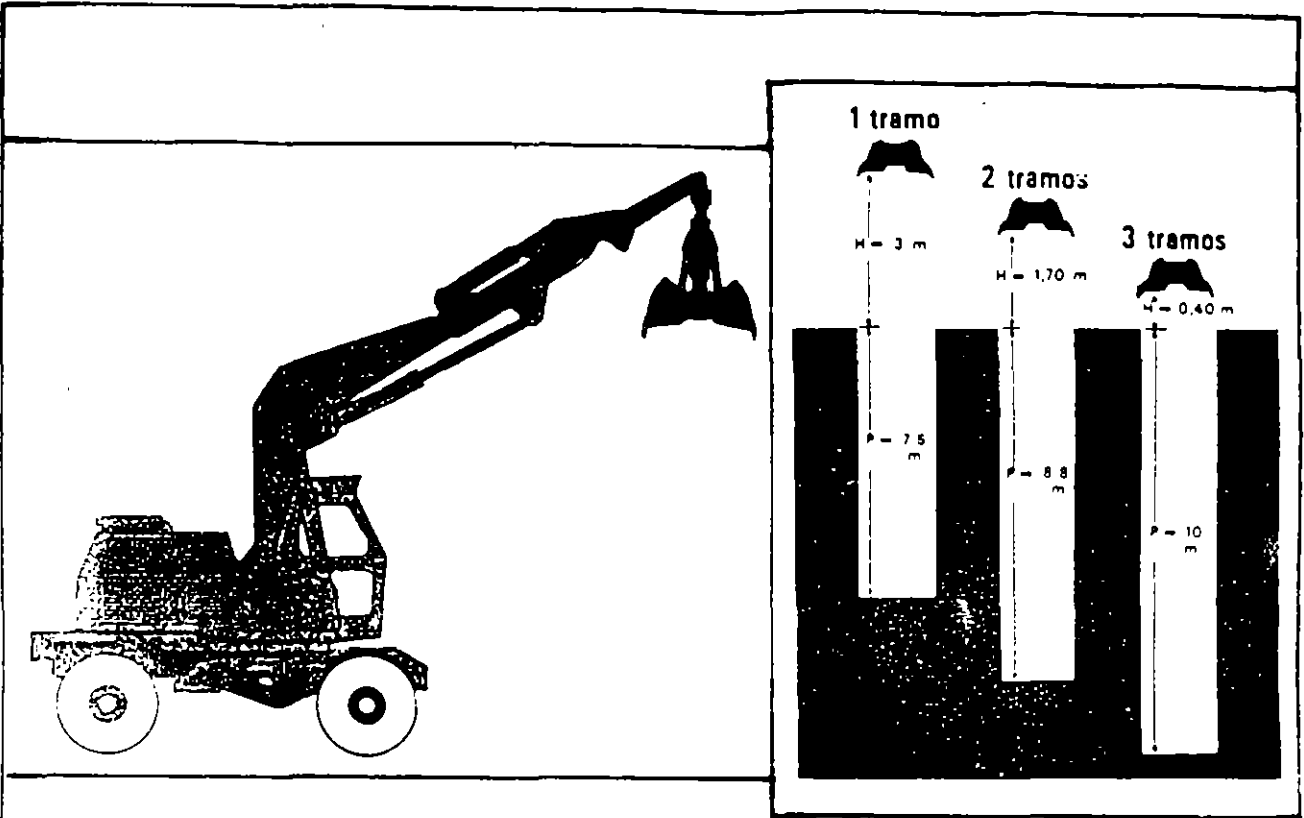
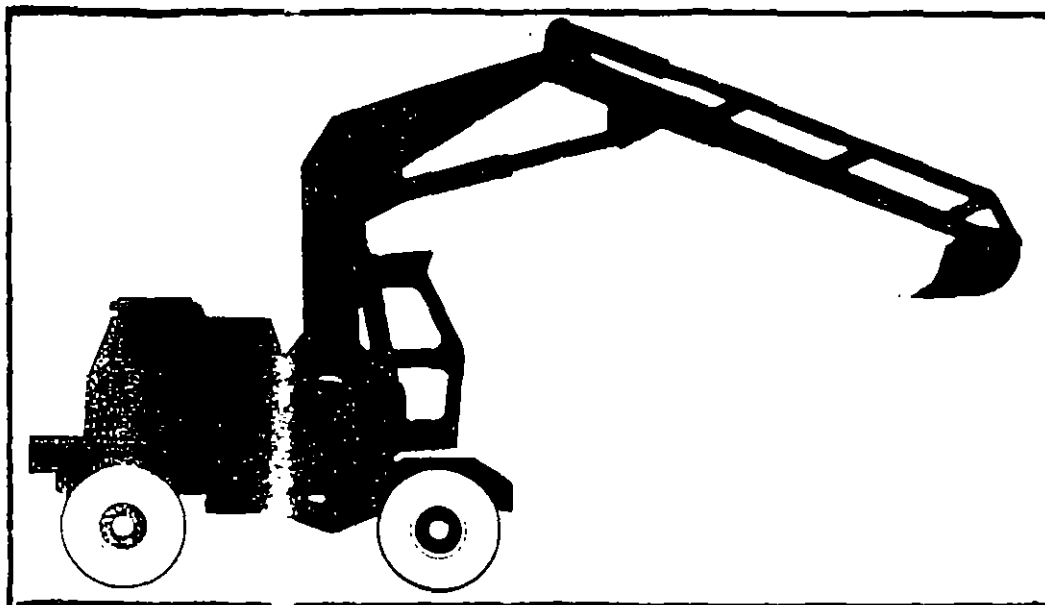


FIG. 17 5 CUCARON DE ALMEJA

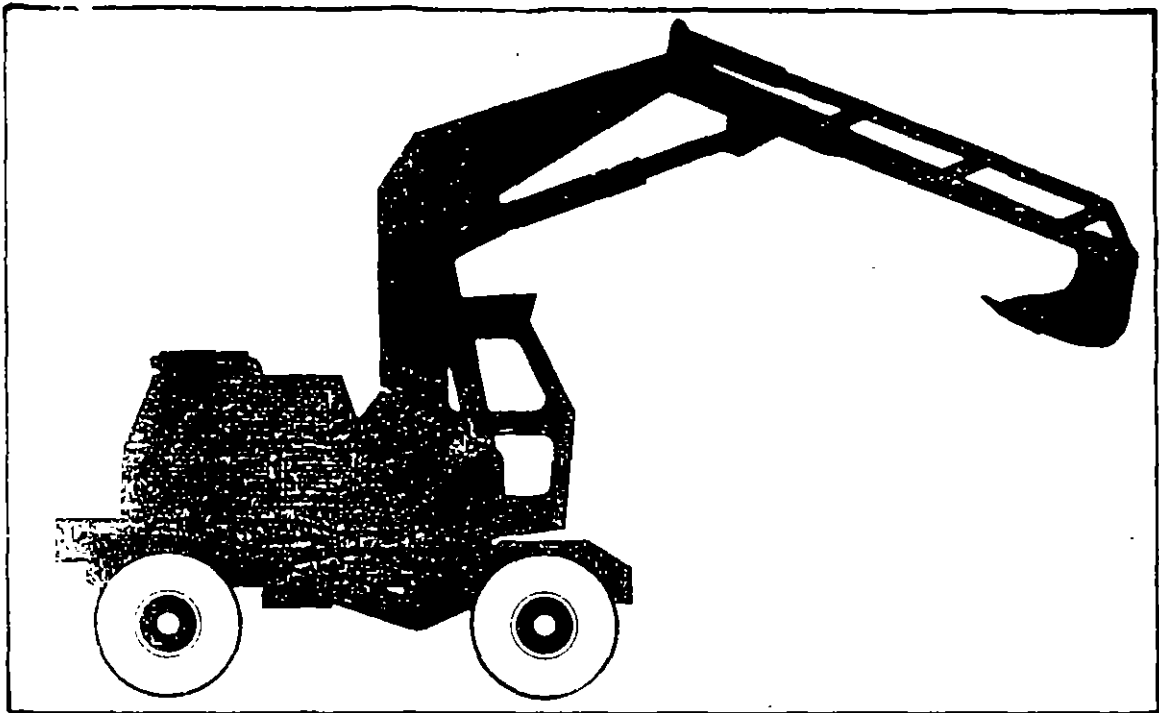


60/90 ... con brazo estandar

con o sin contraluere

simbolo	ancho	dientes	capacidad
* 100 010	1 400	5 dientes	250 lt
* 100 015	1 700	6 dientes	300 lt
* 100 030	2 000	6 dientes	540 lt
* 100 036e	2 300 lt	8 dientes	620 lt

FIGURA 17.6 CUCARON DE LIMPIEZA



con brazo estándar

Altura de excavación: 7.30 m  
 Altura de volteo: 6.00 m  
 Alcance: 8.30 m  
 profundidad: 5.50 m

simbolo	GAMA de cucharas Retro	Ancho	Dientes	Capacidad
112.082	CUCHARA RETRO con ejector	450	8	300
112.090		550	8	220
112.091	CUCHARAS RETRO	650	8	250
112.092		850	8	350
112.093		1000	8	420
112.094		1150	8	530
		1000	8	500

FIG.17.7 CUCHARON "RETRO"

## d) Cucharón cargador frontal.

Este cucharón sirve para cargar rápida y eficientemente el material producto de excavación a los camiones. Su capacidad es de 0.45 a 0.85 m<sup>3</sup> (fig. 17.8).

Todos los cucharones están contruidos a base de chapas laterales de acero reforzadas y la cuchilla con portadientes en acero moldeado. Los dientes con que van implementados estos equipos son removibles y por su gran variedad de forma y tamaño pueden adaptarse a todo tipo de terreno.

## 17.3.2.- Traíllas.

Este es un equipo acarreador de gran velocidad el cual se puede emplear en el relleno para mover material de un lugar a otro. (fig. 17.9).

Existen dos tipos de traíllas:

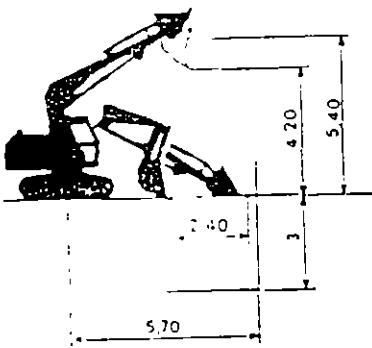
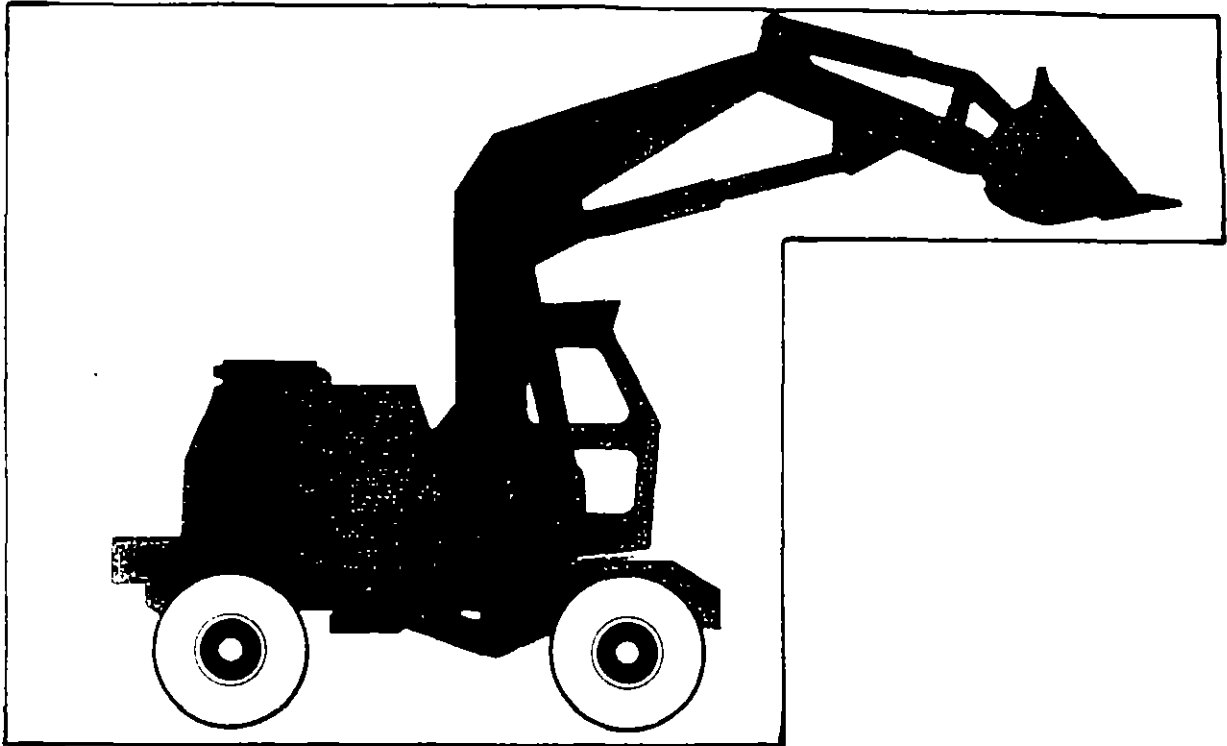
## 17.3.2.1.- Traíllas estandar.

Se fabrican en cuatro modelos que van desde 300 a 550 HP en el volante.

## 17.3.2.2.- Traíllas autocargadoras.

Se fabrican en tres modelos que van desde 150 a 415 HP en el volante.





Recorrido al ras del suelo 2,40 m  
 Altura de descarga 5,40 m  
 Alcance desde eje giro 5,70 m



**GAMA DE CUCHARAS CARGADOR**

simbolo	ancho	cuchilla de la	capacidad
* 100 034	1 100	4 dientes	430 lt (9 / 16 yd <sup>3</sup> )
* 100 035	1 300	6 dientes	520 lt (11 / 16 yd <sup>3</sup> )
* 100 037	70		850 lt (1 1 / 8 yd <sup>3</sup> )

**FIG. 17.7 CUCHARA CARGADOR FRON L**

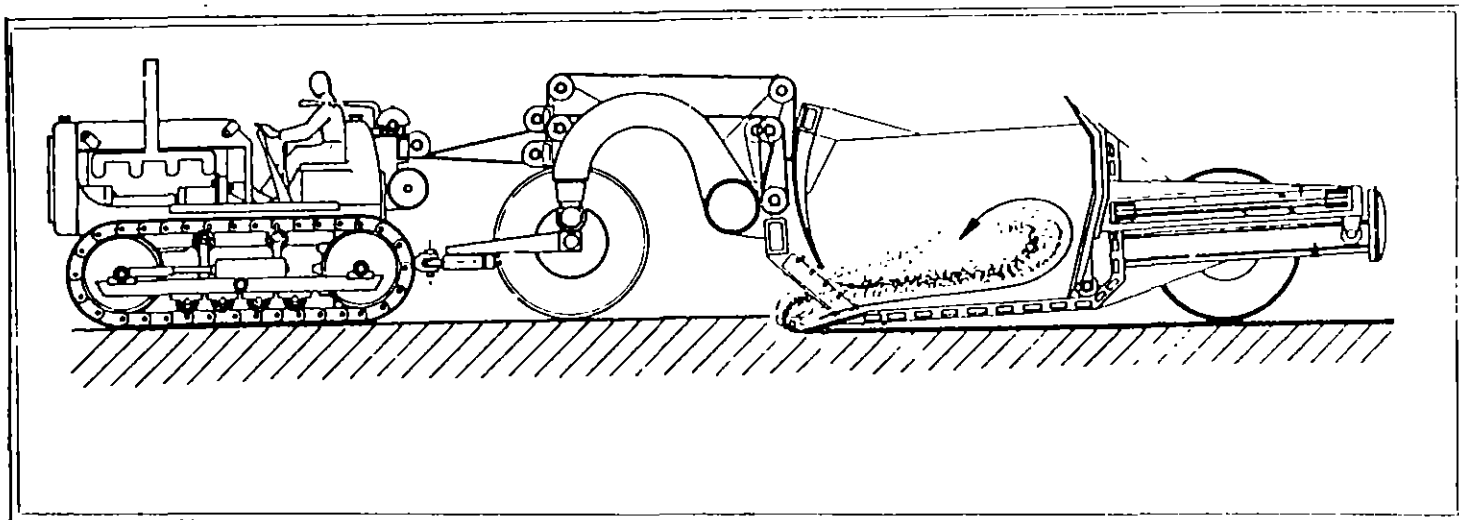


FIG. 17.9 TRAILLAS

## 17.3.3.- Motoconformadoras.

Este equipo es usado para nivelar y alzar terrenos, para abrir pequeñas zanjas, construir taludes o para empuje lateral. (fig. 17.10 y 17.10a).

La motoconformadora está compuesta por los siguientes elementos:

Bastidor.- Este bastidor apoyado sobre muelles independientes tiene por función recibir el peso del motor y a la vez fijar los neumáticos a la máquina.

Motor.- Es tipo diesel y varía su potencia desde 100 HP hasta 225 HP en el volante.

Caseta.- Es donde se encuentra ubicado el control de mandos de la motoconformadora.

Cuchilla.- Fabricada de acero, va montada sobre un plato el cual permite que tenga giros de  $200^{\circ}$  aproximadamente en el sentido horizontal y de  $20^{\circ}$  en el vertical.

Rastra.- Se usa para "escarificar" el terreno. Está compuesta aproximadamente de 8 a 10 dientes de acero, unidos por un soporte el cual puede bajar o subir a voluntad del operador, lo cual nos permite aflojar la capa superficial del terreno y posteriormente con la cuchilla levantarla y acamellonearla.

#### 17.3.4.- Compactadores Cilíndricos.

Existen dos tipos de compactadores cilíndricos.

- Estáticos. (fig. 17.11).
- Vibratorios. (fig. 17.12).

##### 17.3.4.1.- Compactadores Cilíndricos Estáticos.

Están formados por dos o tres rodillos metálicos soportados en un bastidor. Estos rodillos tienen una abertura lateral sobre la cual se vacía agua para dar más peso a la máquina. Son usados generalmente para dar la compactación final comúnmente llamada planchado ya que por la textura misma del rodillo deja una superficie lisa.

##### 17.3.4.2.- Compactadores cilíndricos vibratorios.

Dentro de estos compactadores existen dos tipos que son:

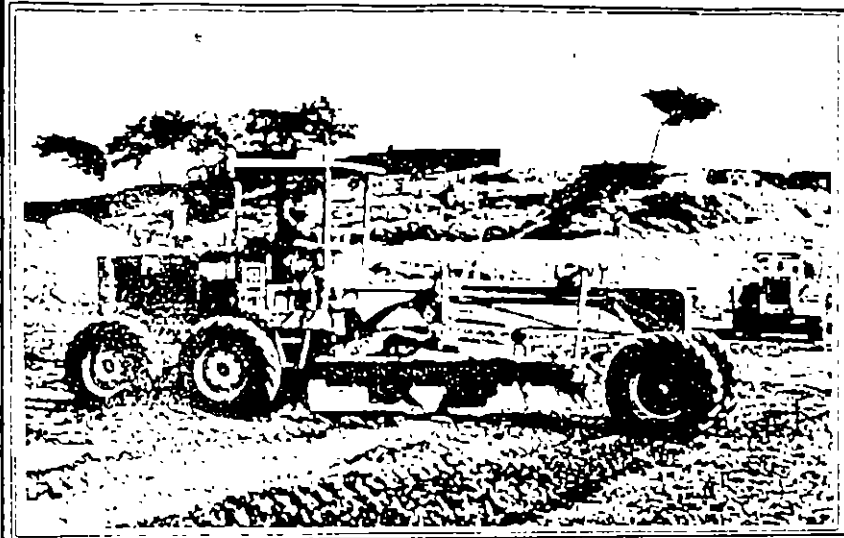


FIG. 17.10  
MOTOCONFORMADORA

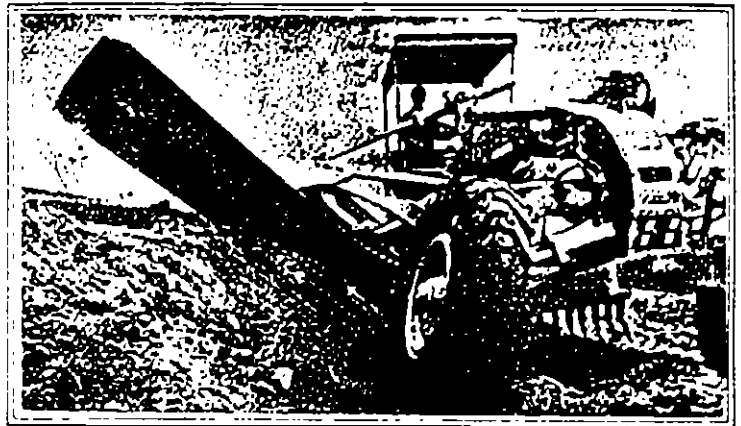


FIG. 17.10 a

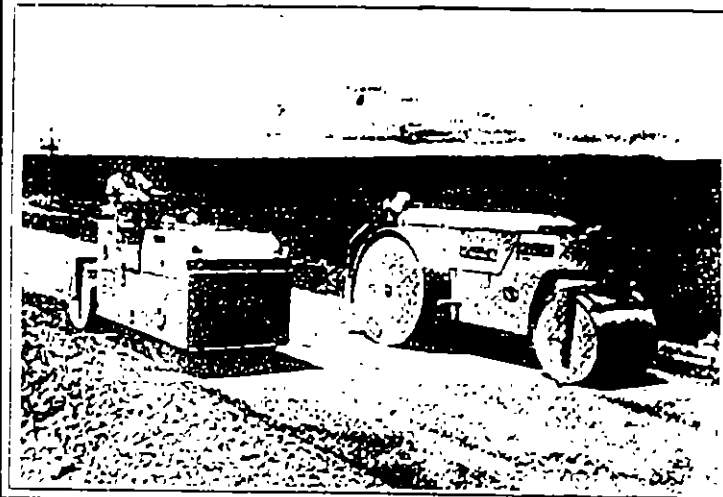


FIG. 17.11  
COMPACTADOR ESTÁTICO

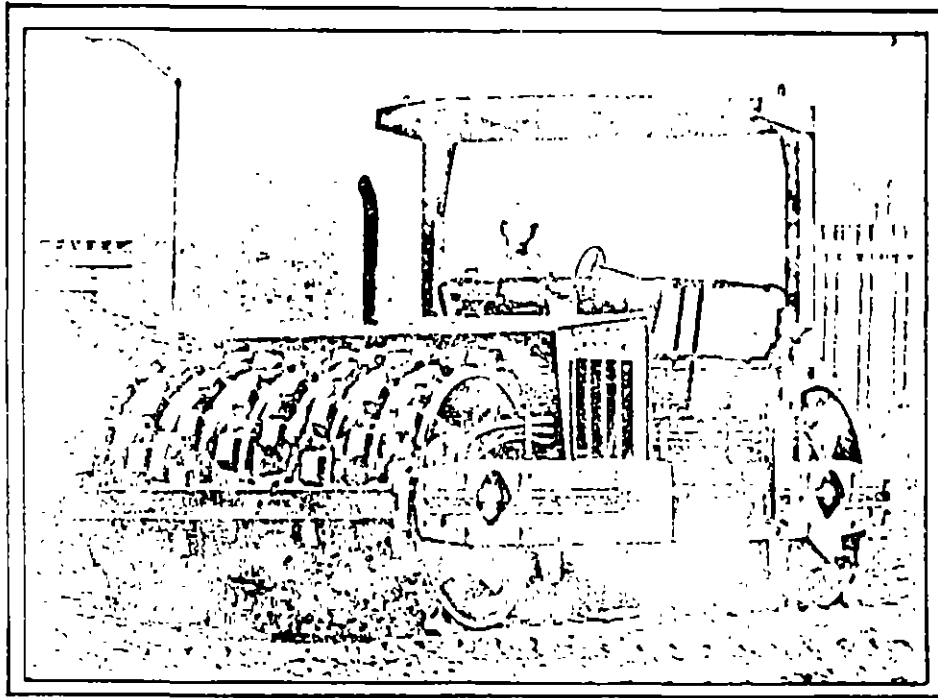


FIG. 17.12 COMPACTADOR "PATA DE CABRA"

- Vibropactor.
- Rodillo Vibratorio.

#### 17.3.4.2.1.- Vibropactor.

Consiste en dos llantas neumáticas en la parte posterior y un rodillo de acero en la parte delantera, el cual vibra al accionar el control de mando, produciendo impactos de 10 a 20 Ton. Funciona también como rodillo estático.

Este rodillo compacta capas de material de 0.20 a 0.40 m de espesor dando con material adecuado una compactación hasta del 95% PROCTOR. Existen dentro de estos equipos los de rodillo de pata de cabra que tiene una protuberancia de acero de 0.20 m de altura lo cual nos permite dar compactaciones en capas de material de mayor espesor.

#### 17.3.4.2.2.- Rodillo Vibratorio.

Consiste en un rodillo con un motor de gasolina en la parte superior con un aditamento para que pueda ser remolcado por otra máquina (un tractor agrícola por ejemplo). Este rodillo cumple con las funciones del anterior de una marca muy satisfactoria, además de que su costo de adquisición es con mucho menor que el vibropactor.

# FIGURA II.1 ESQUEMA DE FORMACIÓN DE LIXIVIADOS

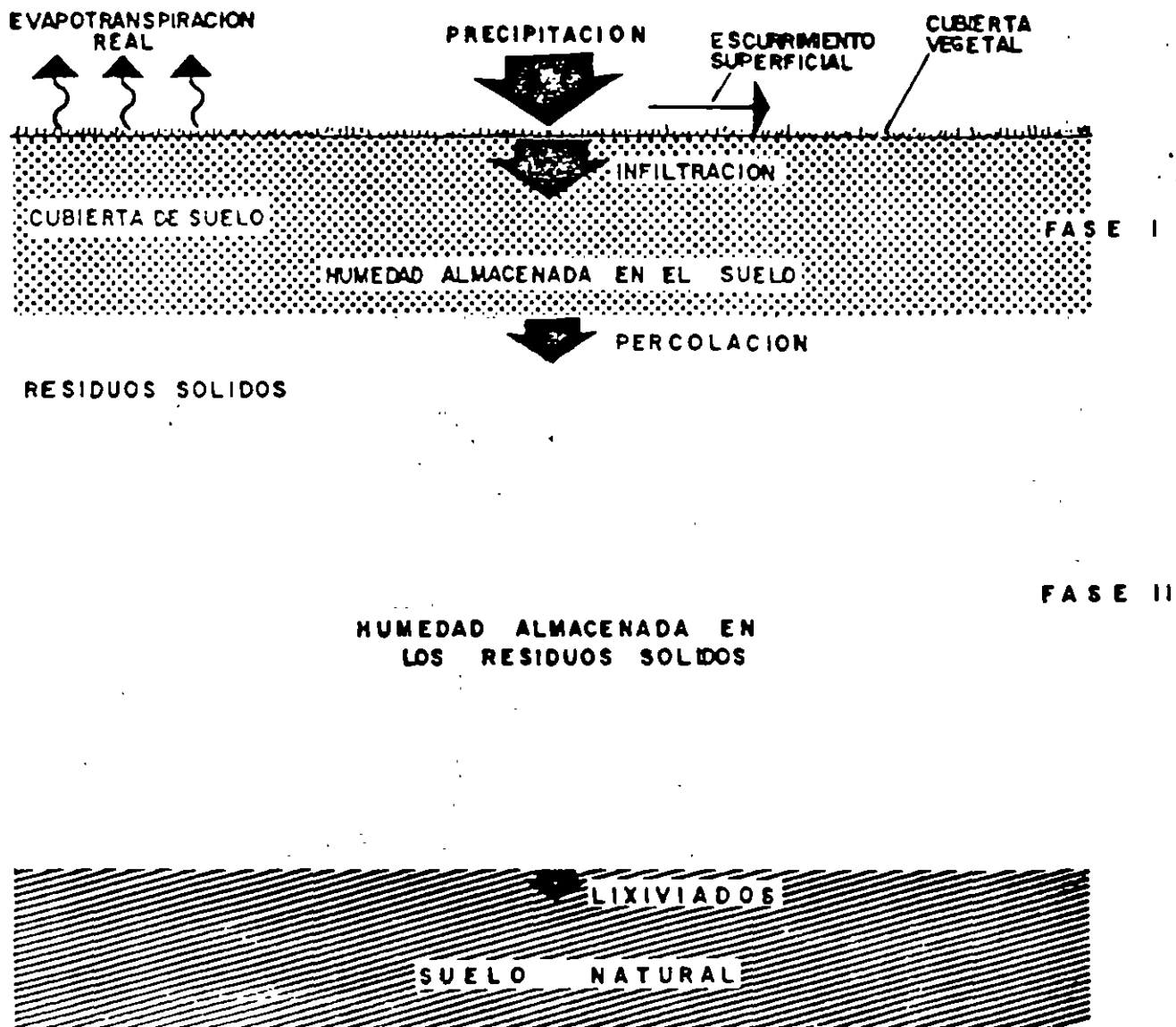
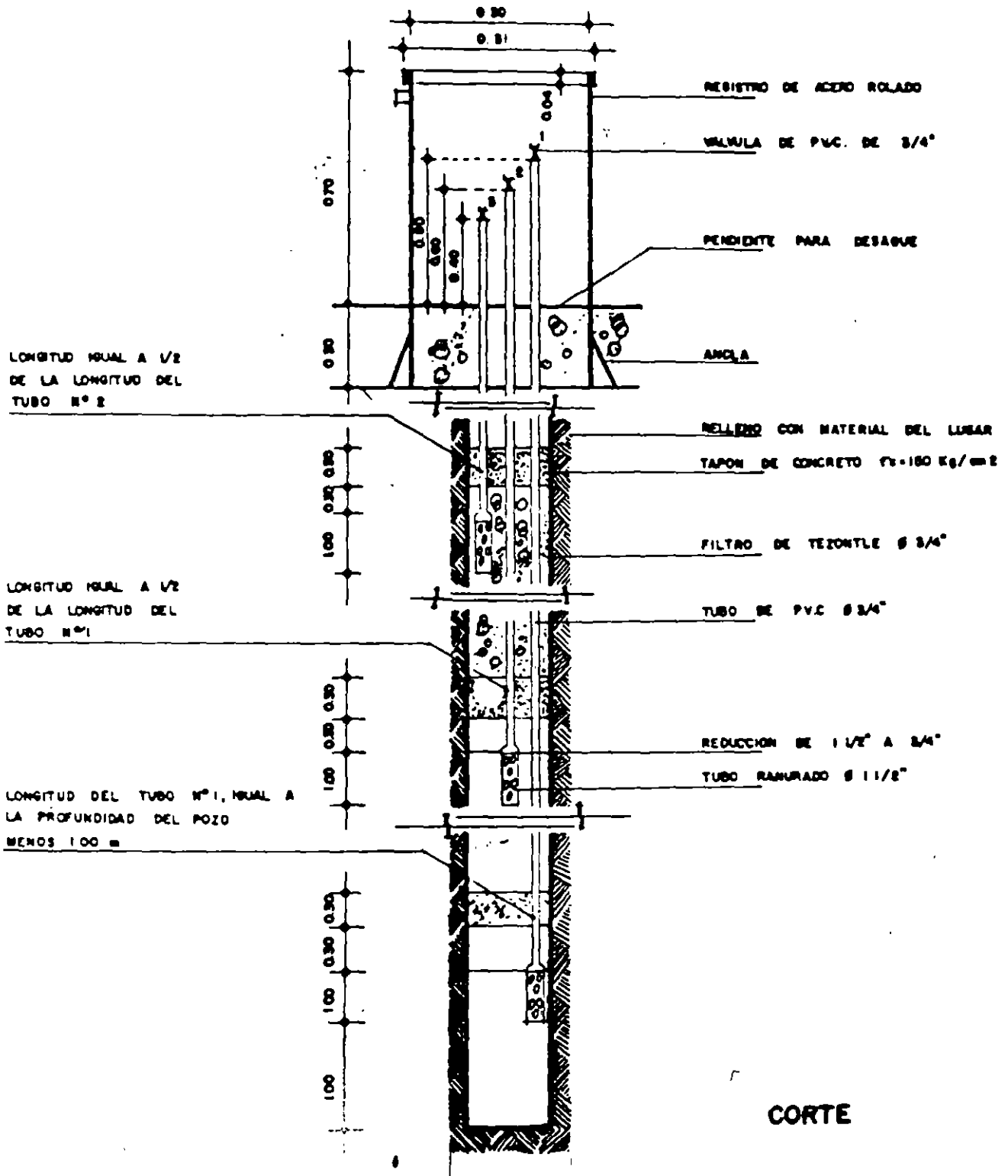




FIGURA V.10

SISTEMA DE MONITOREO PARA BIOGAS





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

Diplomado: "PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS"

MODULO VII

ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS

**P U E R T O S**

Ing. Jaime Serafin Vázquez  
Palacio de Minería  
1995

## A

**ABARLOADO:** COLOCAR UN BUQUE MUY CERCANO DE OTRO. O DE UN MUELLE DE MODO QUE SUS COSTADOS SE TOQUEN O CASI LLEGUEN A TOCARSE.

**ABANDERAR:** INSCRIBIR UN BUQUE DE PROCEDENCIA EXTRANJERA EN LA LISTA CORRESPONDIENTE DEL REGISTRO DE PAIS CUYA BANDERA SOLICITA.

**AGENTE ADUANAL:** PERSONA QUE SE ENCARGA DE LOS TRAMITES ADUANALES QUE SE REALIZAN PARA LAS MERCANCIAS DE IMPORTACION Y EXPORTACION ACUTUANDO COMO REPRESENTANTE DEL DUEÑO DE LA CARGA.

**AGENTE BARCO:** VER. AGENTE NAVIERO.

**AGENTES NAVIEROS:** SON LAS PERSONAS NATURALES O JURIDICAS QUE EN REPRESENTACION DEL DUEÑO, ARMADOR O CAPITAN DE LA NAVE ACTUA ANTE LAS AUTORIDADES COMPETENTES.

### **AGENCIA CONSIGNATARIA**

**DE LA CARGA:** PERSONA A LA CUAL SE LE ENVIA LA MERCANCIA O QUE SELECCIONA AL AGENTE ADUANAL Y AL AGENTE DE BARCOS PARA EL MANEJO DE LA MERCANCIA.

**ALIJAR:** ALIGERAR, DESEMBARCAR LA CARGA DE UN BUQUE, DESEMBARCAR O TRANSBORDAR GENEROS DE CONTRABANDO.  
FRAS. MAR. EN LA MAR: ECHAR CARGA AL AGUA DURANTE EL VIAJE PARA CORRER O COPEAR MEJOR TEMPORAL.  
PARA SALIR A FLOTE: ALIVIAR AL BUQUE DE CARGA PARA PONERLO A FLOTE CUANDO ESTA VARADO O EMBARRACADO.

**ALIJADOR:** LANCHAS O BARCAZAS EMPLEADAS EN LA CARGA Y DESCARGA DE MERCANCIAS DE LOS BUQUES.

**ALIJO:** ACCION Y EFECTO DE ALIJAR - FORZADO.- EL QUE SE EFECTUA EN EL MAR DURANTE UN TEMPORAL.

**ALMACEN:** LUGAR DONDE SE GUARDAN PERTRECHOS Y OTROS ASPECTOS, MERCANCIAS: LA MAYOR PARTE DE LAS MERCANCIAS QUE SE MANIPULAN EN LOS PUERTOS NECESITAN ESTAR EN RESGUARDO DE LAS CONDICIONES ATMOSFERICAS.

HAY DOS TIPOS:

- 1.- CON CARACTER DE REGULACION PARA MERCANCIAS DESCARGADAS MASIVAMENTE DE UN BUQUE.
- 2.- PARA MERCANCIAS QUE HAN LLEGADO A DESTINO Y SE HAN DE ALMACENAR PARA PERIODOS DE TIEMPO MAS LARGOS Y EN OCASIONES INDEFINIDOS.

**ALMACENISTA:** PERSONA QUE CONTROLA LAS MERCANCIAS QUE SE ADQUIEREN.

**AMARRA:** CABO CON QUE SE ASEGURA UNA EMBARCACION.

**AMARRAS:** NOMBRE GENERICO PARA TODO CABO O CUERDA QUE SE USA EN UN BUQUE. APLICASE PRINCIPALMENTE ESTA PALABRA A LOS CABOS, JARCIAS, CADENAS, ETC., CON QUE SE SUJETAN Y ASEGURAN LAS NAVES QUE ESTAN FONDEADAS E IGUALMENTE LAS EMBARCACIONES MENORES. LA TOTALIDAD O CONJUNTO DEL CABLE O CADENA Y ANCLA QUE FORMAN LA AMARRADURA Y SUJECION DEL BUQUE.

**AMARRADERO:** POSTE O ARGOLLA DONDE SE AMARRAN LAS EMBARCACIONES.

**ANDEN:** ESPACIO DESTINADO EN LOS MUELLES A LAS MANIPULACIONES DE MERCANCIAS Y TAMBIEN EL LUGAR DONDE AGUARDAN LOS PASAJEROS QUE VAN A EMBARCARSE O POR DONDE PASEAN LAS GENTES.

**APAREJO:** CONJUNTO DE TODAS LAS VELAS, PALOS, VERGAS Y JARCIAS DE UN BUQUE. LOS PRINCIPALES APAREJOS SON: IRAGATA, CORBATA O BRIABARCA, BERGANTIN REDONDO, BERGANTIN GOLETA, POLACRA Y GOLETA.

**APICO DE GANCHO:** POSICION QUE GUARDA EL GANCHO QUE PENDE DE LA PLUMA.

**ARGOLLON:** ANILLO DE METAL USADO ABORDO O EN EL MUELLE PARA AMARRAR LA EMBARCACION.

**ARREJADERO:** FONDEAR TRES ANCLAS, DOS POR LA PROA Y UNA POR LA POPA. CUANDO SE HACE ESTA MANIOBRA A UN MUELLE, LOS CABOS DADOS A POPA SUBSTITUYEN EL ANCLA.

**ARRIBO:** (DE ARRIBAR) LLEGADA.

**ARRIAR:** AFLOJAR UN CABO, CABLE O CADENA. III BAJAR LAS VELAS, VERGAS U OTRO OBJETO III SOLTAR O ALARGAR.

**ARRUMAJE:** ESTIBA DE LA CARGA DE UN BUQUE.

**ASEGURAR:** PONER A CUBIERTA EL BUQUE, EFECTOS, MERCANCIAS U OTRAS COSAS DE VALOR DE TODO O DETERMINADOS RIESGOS, OBLIGANDOSE EL ASEGURADOR MEDIANTE EL PREMIO CONVENIDO, A RESPONDER DE LAS PERDIDAS Y DAÑOS SEGUN LAS ESTIPULACIONES DE LA POLIZA O CONTRATO. TAMBIEN PUEDE REFERIRSE AL SEGURO DE LA TRIPULACION, PASAJEROS Y OTRAS PERSONAS.

**ASOCIACION DE AGENTES NAVIEROS:** AGRUPACION DE AGENTES NAVIEROS PARA QUE SEAN REPRESENTADOS Y PRESERVAR UN SOLO FRENTE DE ACCION.

**ATADO:** CONJUNTO DE COSAS ATADAS O AMARRADAS.

<b>ATRAQUE:</b>	LUGAR DETERMINADO DE UN MUELLE, ESPIGON O CONSTRUCCION ANALOGA A LA QUE SE AMARRA UN BUQUE.
<b>ATRACADERO:</b>	LUGAR DONDE PUEDEN ATRACARSE A TIERRA SIN PELIGRO LAS EMBARCACIONES MENORES.
<b>AVITUALLAR:</b>	PROVEER DE VITUALLAS O DE OTROS PRODUCTOS. PROVEER, SUMINISTRAR, ABASTECER, APROVISIONAR.
<b>AZOCAR:</b>	APRESTAR BIEN NUDO, TRINCA O CUALQUIER FORMA DE AMARRE

## B

<b>BABOR:</b>	COSTADO DEL BUQUE SITUADO A LA IZQUIERDA DE UN EXPECTADOR QUE MIRE DE FRENTE A LA POPA, O SEA A LA DERECHA MISMA DEL BUQUE.
<b>BALANCIN:</b>	PIEZA DE MAQUINA DE BOMBA DE CIRCULACION, DE BOMBA DE AIRE, ETC., UNO DE LOS ANILLOS DE SUSPENSION DE LA AGUJA NAUTICA.
<b>BALLESTRINQUE:</b>	NOMBRE DE UN NUDO QUE SE USA CON MUCHA FRECUENCIA EN LA MARINA.
<b>BANDA TRANSPORTADORA:</b>	EQUIPO QUE TRASLADA HORIZONTALMENTE, POR MEDIO DE, CINTAS SOBRE RODILLOS, PRODUCTOS A GRANEL.
<b>BARANDILLA:</b>	ESPECIE DE BALAUSTRADA COMPUESTA DE CANDELEROS DE FIERRO, NO MAS ALTOS DE UN METRO, ATRAVESADOS POR DOS O MAS FILAS DE BARRAS CILINDRICAS DEL MISMO METAL QUE RODEA LOS PUENTES, COTAS, CASTILLOS TOLDILLA, ETC. DE LOS BUQUES A FIN DE IMPEDIR QUE LAS PERSONAS CAIGAN AL MAR CON LOS BALANCES.
<b>BARRA:</b>	BANCO O BAJO DE ARENA EN LA DESENVOCADURA DE UN RIO A CORTA DISTANCIA O PARALELA A LA PLAYA.
<b>BITA:</b>	ELEMENTO METALICO O DE OTRO MATERIAL, BIEN ANCLADO, QUE SIRVE PARA QUE LAS EMBARCACIONES SE AMARREN.
<b>BITONES:</b>	BITAS PEQUEÑAS COLOCADAS EN DIFERENTES PARAJES SOBRE LA CUBIERTA ALTA; SIRVEN PARA AMARRAR A ELLOS LOS CALABROTES, LOS ESCOTINES Y OTROS CABOS DE LABOREO.
<b>BOBEDILLA:</b>	MAMPARO TRANSVERSAL COLOCADO A PROA, CERCA DE BAUPRES, EN LOS NAVIOS DE PROA ABIERTA.
<b>BOCANA:</b>	ENTRADA DE UN PUERTO ESTRECHA Y LARGA ENTRE TIERRA FIRME, BAJOS Y ROCAS.

**BOCOYO:** BULTO DE TABACO EN FORMA DE BARRIL O BOLA.

**BODEGA:** ESTRUCTURA O DEPOSITO PARA GUARDAR MERCANCIAS CON RIESGOS MINIMOS.

**BODEGUERO:** INDIVIDUO EN LA TRIPULACION QUE DURANTE LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA QUE EN PUERTO REALIZAN A BORDO LOS OBREROS CONTRATADOS PARA EL CASO. PERMANECEN EN LA BODEGA VIGILANDO LAS OPERACIONES DE ESTIBA Y DESTIBA.

**BOLARDO:** IGUAL QUE BITA.

**BORDA:** EL CANTO SUPERIOR DE UN BUQUE DE LA CLASE QUE SEA.

**BOTALON:** PALO REDONDO DE DIMENSIONES PROPORCIONADAS HERRADO Y APAREJADO CONVENIENTEMENTE. EL CUAL SE SACA HACIA AFUERA, YA DEL COSTADO DEL MISMO BUQUE YA DE LAS VERGAS PARA MAREAR LAS VELAS LLAMADAS ALAS Y ARRASTRADERAS. AMARRAR EMBARCACIONES MENORES Y DESTACARSE DE LAS MAYORES.

**BOYA:** CUERPO FLOTANTE SUJETO EN EL AGUA, QUE SE COLOCA COMO SEÑAL O COMO ELEMENTOS DE AMARRE.

**BRAGUERO:** CADA UNO DE LOS CABOS GRUESOS QUE SE AFIANZAN POR CADA UNA DE LAS PALAS DE LA CARA DEL TIMON Y QUE SIRVE PARA GOBERNARLO, CUANDO FALTA LA CAÑA, Y PARA QUE NO SE VAYAN SIN FALLAR LOS GOZMES EN QUE ESTRIBA Y GIRA.

**BRAZEAR LA PLUMA:** TIRAR DE LAS BRAZAS PARA UNA U OTRA BANDA PARA SITUAR LAS VERGAS EN EL PLANO O DIMENSION CONVENIENTE.

**BRAZOLA:** LA BARANDA DE PLANCHA METALICA O DE MADERA QUE PROTEGE LA BOCA DE LAS ESCOTILLAS Y A LO LARGO DE CUYA PARTE SUPERIOR INTERNA HAY UNA PESTAÑA EN LA QUE DESCANSAN LOS CUARTELES CUANDO LAS ESCOTILLAS DEBEN TAPARSE.

**BULTO:** FARDO, CAJA, PAQUETE.

**BUQUE:** PALABRA QUIZA LA MAS GENERALIZADA PARA DESIGNAR CUALQUIER EMBARCACION EXCEPTO AQUELLAS QUE SON IMPELIDAS A REMO.

## C

**CABEZA DE NEGRO:** TAMBOR EXTREMO DE UN MALACATE QUE NO ENROLLA CABLE Y SIRVE SOLAMENTE PARA AYUDAR A JALAR UN CABO SIN ENROLLARLO TOTALMENTE.

- CABLE:** CALABROTE O CABO MUY GUESO DE CAÑAMO O DE ALAMBRE DE FIERRO, O BIEN DE AMBOS MATERIALES A LA VEZ Y OTROS MAS. CON EL QUE SE AMARRA UN BUQUE. MEDIDA DE LONGITUD QUE VIENE DESPUES DE LA MILLA Y REPRESENTA LA DECIMA PARTE DE LA MILLA, O SEA. 185 METROS. PICAR CANLE: CORTAR EL CALABROTE O CADENA CON QUE ESTÁ AMARRADO EL BUQUE TENDER EL CABLE, COMUNICAR UN PUNTO CON OTRO POR MEDIO DE TELEGRAFO SUBMARINO
- CABO: (JARCIA, BETA):** EN GENERAL EN NUESTRA ARMADA, ESTAS TRES PALABRAS TIENEN LA MISMA SIGNIFICACION, PERO EL EMPLEO DE LA ULTIMA ES LA MAS LIMITADA. CON ELLAS SE DENOMINA CUALESQUIERA DE LAS CUERDAS QUE SE USAN A BORDO, SEA DE CAÑAMO ABACA, ALAMBRE DE FIERRO, ESPARTO, ETC. **CABO NEGRO:** LA JARCIA ALQUITRANADA Y CABO BLANCO LA QUE NO LO ESTA. **CABO DE LABOR:** LOS QUE ESTAN EN JUEGO PARA EL MANEJO DE TODO EL APAREJO. **CABO FIRME O MUERTO:** QUE SIRVE PARA SUJECION DE PALOS Y MASTELEROS, COMO SON LOS OBENQUES, ESTAYES, BRANDALES, ETC. MONTE O PUNTA DE TIERRA QUE SE INTERNA EN EL MAR.
- CABO DE AMARRE O TOA:** CUERDA QUE SE USA PARA ATAR ALGUN OBJETO.
- CABOTAJE:** NAVEGACION ENTRE LOS PUERTOS DEL PAIS.
- CABRESTANTE:** MAQUINA COMPUESTA DE UNA ARMAZON FUERTE Y SOLIDA DE MADERA O FIERRO, EN PARTE CILINDRICA, EN PARTE CONICA, QUE GIRA SOBRE UN EJE VERTICAL, BIEN SEA POR MEDIO DEL TRABAJO MANUAL O YA DE VAPOR O ELECTRICIDAD, PARA EJECUTAR GRANDES ESFUERZOS.
- CABRIA:** ARMAZON O APARATO QUE SE ARMA A BORDO, CON DOS O TRES PERCHAS DE MADERA, UNIDAS EN SUS EXTREMOS SUPERIORES, EN DONDE SE COLOCAN APAREJOS PARA LEVANTAR PESOS ENORMES.
- CABULLERIA:** CONJUNTO DE CABOS DE UN BUQUE, YA ESTEN EN SERVICIO O SEAN DE REPUESTO.
- CADENA:** CONJUNTO DE ESLABONES ENLAZADOS UNO CON OTRO.
- CAJA:** PIEZA HUECA, DE MADERA, METAL, CARTON, PLASTICO U OTRO MATERIAL, CON TAPA, DE FORMA RECTANGULAR GENERALMENTE, QUE SIRVE PARA METER DENTRO ALGUNA COSA.
- CALADO:** ALTURA O MEDIDA VERTICAL (METROS, VARAS, PIES, ETC.) DE LA PARTE SUMERGIDA DE UN BUQUE A CONTAR DESDE EL CANTO INTERIOR DE LA QUILLA O ZAPATA HASTA ENCIMA DE LA LINEA DE FLOTACION. (MARCAS DE); CIFRAS, GENERALMENTE EN NUMEROS ROMANOS, INSCRITAS EN EL CODASTE Y EN EL CODASTE Y EN LA RODA PARA INDICAR EL CALADO DE UN BUQUE, A PROA Y POPA.
- CALADO NEGATIVO:** SE PRESENTA CUANDO LA PROA DEL BARCO SOBRESALE DEL AGUA.

- CAMA BAJA:** ES AQUEL ELEMENTO DE TRANSPORTE QUE ES JALADO POR UN TRACTOR Y CUYA ELEVACION SOBRE EL PISO NO REBASA LOS OCHENTA CENTIMETROS. SE EMPLEA ESPECIALMENTE PARA EL TRANSPORTE DE PIEZAS PESADAS AL BAJAR EL CENTRO DE GRAVEDAD Y CORRER MENOS RIESGOS DE VOLCAMIENTO.
- CAMION DE BOLTEO:** VEHICULO MOTOR DE CARGA CON UNA CAJA QUE MEDIANTE ACCION MECANICA, HIDRAULICA O ELECTRICA PUEDE SER LEVANTADA PARA VACIAR SU CONTENIDO, YA SEA LATERALMENTE O HACIA OTRAS.
- CAMION PLATAFORMA:** VEHICULO MOTOR DE CARGA CUYO ELEMENTO PARA RECIBIR LA CARGA ES UNA PLATAFORMA.
- CANCAMO:** CABILLA REDONDO DE FIERRO QUE TIENE POR UN LADO OJO, GANCHO O GRILLETE. Y PUNTA POR EL OTRO PARA PODER CLAVAR PRIMERAMENTE EN LAS CUBIERTAS, COSTADOS Y OTROS PUNTOS DEL BUQUE.
- CANAL DE ACCESO:** CAUSE ARTIFICIAL PROFUNDO, EN LA ENTRADA DE UN PUERTO.
- CANAL DE NAVEGACION:** CAUSE PROFUNDO ANTERIOR A LA ENTRADA DE UN PUERTO.
- CANDELERO:** TODO PUNTAL DE MADERA, O BARRA DE CUALQUIER METAL, SITUANDO VERTICALMENTE, Y QUE SIRVE PARA BARANDILLA, PASAMANOS, O BIEN PARA SOSTENER ARMAZONES DE TABLAS, DE LONA, ETC., EN BUQUES Y EMBARCACIONES MENORES; INSTRUMENTO DE BRONCE O NIQUEL QUE SE UTILIZA PARA COLOCAR LAS VELAS PARA EL ALUMBRADO DE CAMARAS, CAMAROTES Y OTROS DEPARTAMENTOS DE UN BUQUE.
- CARGA:** MERCANCIAS EMBARCADAS Y ESTIBADAS EN UN BUQUE, PARA SU TRANSPORTE.
- CARGA AGRICOLA:** CARGA COMPUESTA DE PRODUCTOS CULTIVADOS EN EL CAMPO.
- CARGA CAUTIVA:** ES AQUELLA CARGA QUE EN SU ALMACENAJE QUEDA RODEADA DE OTRA CARGA, SOBRE TODO EN LAS BODEGAS DE UN BARCO CUANDO ES NECESARIO REMOVER LA CARGA ADYACENTE PARA RETIRAR LA QUE SE NECESITA DESCARGAR EN DETERMINADO PUNTO.
- CARGA COMPACTA:** ES AQUELLA CARGA SUELTA GRANULADA QUE CUANDO LLEGA A SU DESTINO HA SUFRIDO ASENTAMIENTOS QUE NO PERMITEN SU FACIL RETIRO DE LA BODEGA.
- CARGA COMUN:** ES AQUELLA CUYA NATURALEZA ES DE TIPO VALIOSO COMO ORO, MATERIAL RADIOACTIVO, LICORES, ETC.
- CARGA CORROSIVA:** CARGA PELIGROSA QUE PUEDE DESGASTAR LENTAMENTE UNA COSA ROYENDOLA CUANDO ENTRA EN CONTACTO CON OTRA.



- CARGADOR FRONTAL (PAY-LOADER):** EQUIPO SOBRE NEUMATICOS U ORUGAS CON CUCHARON FRONTAL ELEVADIZO PARA CARGAR CAMIONES O FURGONES DE CAJA ABIERTA EN SU PARTE SUPERIOR, TAMBIEN SE EMPLEA PARA REMOVER CARGA GRANULAR EN EL FONDO DE BODEGA DEL BARCO.
- CARGA EXPLOSIVA:** ES UNA CARGA CLASIFICADA COMO PELIGROSA Y QUE EN CONDICIONES PROPICIAS PUEDE ABRIRSE Y SALTAR EN PEDAZOS CON ESTRUENDO.
- CARGA FRAGIL:** CARGA QUE PUEDE HACERSE PEDAZOS FACILMENTE SI NO SE LE MANEJA CON EXTREMO CUIDADO.
- CARGA GASEOSA:** CARGA QUE TIENE UN ESTADO FISICO DE FLUIDO AERIFORME A LA PRESION Y TEMPERATURA ORDINARIA.
- CARGA GENERAL:** ES LA CARGA QUE POR SU NATURALEZA PRESENTA UNA GRAN VARIEDAD DE MANUFACTURAS Y ENVASES/EMBALAJES.
- CARGA GRANEL LIQUIDA:** CARGA LIQUIDA EN GRAN CANTIDAD QUE NO VIENE EN UN RECIPIENTE.
- CARGA GRANULADA:** CARGA QUE PRESENTA UN ESTADO FISICO DE GRANOS O PORCION O PARTE MENUDA DE OTRA COSA.
- CARGA INFLAMABLE:** SE CONSIDERA CARGA PELIGROSA YA QUE EN CONDICIONES PROPICIAS PUEDE ENCENDERSE PRODUCIENDO LLAMA.
- CARGA LIGERA:** ES AQUELLA CARGA DE FACIL MANIPULACION POR SU PESO Y VOLUMEN, QUE PUEDE SER MANEJADO POR EL HOMBRE SIN NECESIDAD DE EQUIPOS ESPECIALES.
- CARGAMENTOS ESPECIALES:** SON AQUELLOS QUE NO SON COMUNES EN EL MANEJO Y TRANSPORTE DE LA RUTA. TAMBIEN LAS QUE POR SUS CARACTERISTICAS PUEDEN PRESENTAR CIERTOS RIESGOS.
- CARGA MINERAL:** CARGAS DE ESTADO FISICO PERTENECIENTE AL GRUPO DE SUBSTANCIAS INORGANICAS, O DE EXPLOTACION MINERA.
- CARGA NOCIVA:** ES AQUELLA CARGA QUE PRESENTA RIESGO A LA SALUD HUMANA EN SU MANEJO.
- CARGA PASTOSA:** ES AQUELLA CARGA QUE PRESENTA UN ASPECTO Y CONSISTENCIA QUE REQUIERE CONDICIONES ESPECIALES DE MANEJO POR SU SUAVIDAD Y BLANDURA COMO MASA.
- CARGA PELIGROSA:** SON AQUELLAS CARGAS QUE PUEDEN SER INFLAMABLES, ESPLOSIVAS, DE FACIL ALTERACION QUE PROVOQUEN UN PELIGRO, INFECTANTES O CUALQUIER SITUACION QUE PRESENTEN Y PUEDAN AFECTAR LA SEGURIDAD DE LAS CARGAS, PERSONAS O NAVES CON LAS CUALES ENTREN EN CONTACTO.

**CARGA PESADA:** ES AQUELLA CARGA DE ACUERDO A LOS MEDIOS PARA LA MANEJO DE QUE SE DISPONGA REQUIERA DE UN ESFUERZO Y ATENCION ESPECIAL POR SU PESO CON EQUIPOS DE GRAN POTENCIA.

**CARGAR:** EMBARCAR Y ESTIBAR EN LA BODEGA DE UN BUQUE LOS EFECTOS Y MERCADERIAS QUE CONSTITUYEN EL CARGAMENTO.

**CARGA REFRIGERADA:** ES AQUELLA CARGA CUYAS CARACTERISTICAS REQUIEREN DE UNA TEMPERATURA BAJA CON RELACION AL MEDIO AMBIENTE PARA SU ADECUADA CONSERVACION..

**CARGA SECA:** ES LA QUE PRESENTA LA CARACTERISTICA DE ESTAR SECA O SEA LIBRE DE HUMEDAD.

**CARGA SUCIA:** CARGA O MERCANCIA QUE EN SU MANEJO, PRODUCE INCONVENIENTES DE POLVOS, OLORES, MANCHAS, ETC.

**CARGA SUELTA:** CARGA QUE NO TRAE EMPAQUE NI EMBALAJE.

**CARGA UNITIZADA:** CARGA EMBALADA QUE AGRUPA VARIAS UNIDADES DE LA MISMA MERCANCIA.

**CARGA VISCOSA:** CARGA QUE PRESENTA UN ESTADO FISICO PEGAJOSO O GLUTINOSO GENERALMENTE ES SEMILIQUIDO Y FLUYE LENTAMENTE.

**CASTILLO:** CUBIERTA DE LOS BARCOS EN LA PROA.

**CATARINA:** RUEDA DENTADA COMO ENGRANE GRANDE.

**CELADOR:** VIGILANTE, GUARDIA, PERSONA QUE TIENE ALGUIEN O ALGO A SU CUIDADO.

**CIABOGA:** ACCION DE VIRAR UNA EMBARCACION DE REMOS, BOGANDO LOS DE UNA BANDA, CIANDO LOS DE LA OTRA. ACCION DE VIRAR UN BUQUE POR MEDIO DE ESPIAS.

**COBERTIZO:** EDIFICACION SIN MUROS Y SOLO CON TECHO PARA RESGUARDO Y ALMACENAJE DE MERCANCIA.

**COMPARTIMIENTO:** CADA UNO DE LOS ESPACIOS O DEPARTAMENTOS EN QUE ESTA UN BUQUE DIVIDIDO INTERIORMENTE. EN LAS MODERNAS NAVES DE GUERRA ESTOS COMPARTIMIENTOS, QUE SON A PRUEBA DE AGUA, PUEDE CERRARLOS O ABRIRLOS A VOLUNTAD DEL COMANDANTE, POR MEDIO DE UN SENCILLO MECANISMO ELECTRICO.

**CONFERENCIA:** CONJUNTO DE LINEAS NAVIERAS QUE SIRVEN UN DETERMINADO TRAFICO Y CUYA FINALIDAD PRINCIPAL ES ESTABLECER UNA POLITICA COMUN DE FLETES.

**CONSIGNACION:** ACCION Y EFECTO DE CONSIGNAR BUQUES O MERCANCIAS PARA SU VENTA.

- CONSIGNATARIOS DE CARGA:** NEGOCIANTE A QUIEN SE DIRIGE O DESTINA UN BUQUE PARA SU VENTA O DESARME, O MERCADERIAS PARA DEPOSITARLAS. EL CONSIGNATARIO SE OCUPA REGULARMENTE DE LOS ASUNTOS QUE CONCERNEN AL BUQUE.
- CONTENEDOR:** CAJA PRISMATICA DE ANCHO 2.40 M. (8 PIES), ALTURA DESDE 2.40 A 3.00 M (8 A 10 PIES) CON UNA LONGITUD DE 6.00 Y 12.00 M. (20' Y 40' ) EN LA QUE SE GUARDAN MERCANCIAS PARA SU TRANSPORTE TERRESTRE MARITIMO AEREO.
- CONTRA-MAESTRE:** HOMBRE DE MAR EXPERIMENTADO QUE, BAJO LAS ORDENES DE LOS OFICIALES DEL BUQUE, TIENE AUTORIDAD SOBRE LA MARINERIA CLASE DE NUESTRA ARMADA, DE SARGENTO DE MAR O SUB-OFICIAL, QUE TIENE A SU CARGO LAS FAENAS PROPIAMENTE MARINERAS.
- CONVENIOS BILATERALES:** ACUERDOS QUE TOMAN DOS O MAS NACIONES PARA LA CARGA QUE SE COMERCIA ENTRE ELLAS, SE EMPLEE LOS BARCOS DE SUS PROPIAS FLOTAS NACIONALES.
- CORDON:** TORZAL DE VARIAS FILASTICAS CON QUE SE FORMA EL CABO, COLCHANDO TRES O MAS DE ELLOS. SERIE O CONTINUIDAD DE HOMBRES O DE PUESTOS, QUE SE APOYAN Y COMUNICAN ENTRE SI, INTERCEPTANDO, CERRANDO, IMPIDIENDO LA COMUNICACION O PASO, CUBRIENDO O VIGILANDO UNA POSICION O TROPA.
- CORNAMUSA:** TROZO DE MADERA O METAL EN FORMA DE CUERNOS DE BUEY, QUE SE FIJA EN VARIOS LUGARES DEL BUQUE PARA AMARRAR CABOS.
- COSTADO:** CADA UNO DE LOS LADOS QUE FORMAN EL CASCO DE UN BUQUE O EMBARCACION, DE POPA A PROA Y DESDE LA LINEA DE AGUA HASTA LA BORDA.
- COSTAL:** RECEPTACULO, POR LO COMUN DE TELA, ABIERTO POR UNO DE LOS EXTREMOS PARA CONTENER ALGO.
- COSTALERA:** MEXICO / CONJUNTO DE COSTALES.
- CUADERNAL:** CONJUNTO DE DOS O TRES POLEAS O ROLDANAS, PARALELAMENTE COLOCADAS DENTRO DE UNA MISMA ARMADURA. (DE DOS OJOS), EL QUE TIENE DOS CAJERAS ( DE TRES OJOS), EL QUE TIENE TRES ROLDANAS EN SUS CORRESPONDIENTES CAJERAS . SE DICE QUE EL CUADERNAL ES CIEGO CUANDO ESTA COMPUESTO DE UNA SOLA CAJERA Y CONTIENE UN TROZO DE MADERA CIRCULAR EN UN LADO Y ANGULAR EN EL OTRO, CON UNA CURVIDAD EN LA PARTE ANTERIOR PARA COLOCAR LA GRASA Y UN HUECO EN EL MEDIO POR DONDE PASA EL CABO QUE SE TESA EN EL. TAMBIEN SE LE LLAMA MOTON CIEGO, VIGOTA CIEGA, OJO DE BUEY Y BRANQUE.
- CUARTEL:** COMPUERTA O ARMAZON DE TABLA CON QUE SE CIERRAN LAS BOCAS DE ESCOTILLAS Y ESCOTILLONES DE UN BUQUE. EDIFICIO DESTINADO A VIVIENDA DE TROPAS.

- CUBIERTA:** CADA UNO DE LOS PISOS HORIZONTALES QUE, UNIENDO LOS COSTADOS DE UN BUQUE POR MEDIO DE LOS BARCOS SOBRE LOS QUE DESCANSAN, SIRVEN DE PLATAFORMA PARA SOSTENER LA ARTILLERIA, Y DEMAS PESOS Y OBJETOS DE VARIAS CLASES QUE LLEVA UN BUQUE, Y PARA ALOJAMIENTO DE LA TRIPULACION Y PASAJEROS, SEGUN SU CLASE DE DISTRIBUCION Y PUNTOS QUE OCUPAN, SE DIVIDEN EN PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA, CUBIERTA ALTA, DEL COMBES, DEL ALCAZAR, DEL CASTILLO; DE LA TOLDILLA, DEL SOLLADO DEL ENTREPUENTE, LEVADIZA DE CINGASTE, DE ENJARETADO; CORTADA, ARQUEDA, DE POZO, CUBIERTA DE CASTILLO, ETC.
- CUIJE:** PERSONA QUE TRABAJA LA CARGA DE UN BARCO SUSTITUYENDO AL TRABAJADOR DE PLANTA Y QUE LE PAGA UNA PARTE DEL SUELDO TOTAL
- CRIOGENICO:** NOMBRE GENERICAMENTE EMPLEADO PARA TODO LO QUE SE REFIERE A ESTADO GASEOSO CONVERTIDO A LIQUIDO POR BAJA TEMPERATURA EN TANQUES, BARCOS, ETC.

## CH

- CHALAN:** ESPECIE DE BARCA DE FONDO PLANO MUY USADA PARA CARGA Y TRANSPORTE EN AGUAS TRANQUILAS.
- CHECADOR:** PERSONA QUE VERIFICA FISICAMENTE EL NUMERO DE UNIDADES DE CARGA QUE ESTAN MANEJANDOSE.
- CHINGUILLO:** RED HECHA DE CABLE DE MANILA FORRADA CON TELA DE YUTE Y CON ASAS E LAS ESQUINAS QUE AL SER UNIDAS Y PUESTAS EN EL GAUCHO DE CARGA FORMA UNA BOLSA, EN OCASIONES TIENE AL CENTRO UN CILINDRO DE LA MISMA TELA QUE AL SOLTAR EL CABO CON QUE SE AMARRA PERMITE QUE FLUYA LA CARGA.
- CHORREARSE:** UN CABLE O CABO QUE SE DESLIZA A TRAVES DE UNA CUADERNA EN FORMA VIOLENTA SOLTANDO SU CARGA.
- CHIBASQUERO:** LONA QUE SE SUSPENDE EN FORMA CONICA ENCIMA DE UNA BODEGA ABIERTA DE BARCO CON OBJETO DE NO CERRARLA, ESPECIALMENTE CUANDO ES DE CUARTELES.
- CHUTE:** TUBO O CAJON DE METAL, LONA, ETC. POR DONDE SE ARROJAN AL MAR LOS DESPERDICIOS DE LAS COCINAS DE LOS BUQUES.

## D

- DARSENA DE CIABOGA:** PARTE RESGUARDADA DE UN PUERTO DONDE SE EFECTUA LA MANIOBRA DE GIRAR EL BARCO.

- DERECHO DE ATRAQUE:** ES EL PAGO QUE EFECTUA EL ARMADOR DEL BARCO POR HACER USO DEL MUELLE PARA ATRACAR.
- DERECHO DE MUELLAJE:** ES AQUEL PAGO QUE HACE LA MERCANCIA POR USAR LAS INSTALACIONES TERRESTRES DE UN PUERTO, COMO SON PATIOS, LOS, ALMACENES, ETC.
- DERECHO DE PUERTO:** ES AQUEL PAGO QUE EFECTUA EL BARCO POR ENTRAR A UN PUERTO HACIENDO USO DE LAS OBRAS DE PROTECCION: DRAGADO, SANEAMIENTO.
- DESARRUMAR:** DESHACER O ROMPER LA ESTIBA, CAMBIAR O REMOVER LA CARGA YA ESTIBADA, BIEN PARA HECHARLO A TIERRA O DISPONERLA DE OTRO MODO. ALJAR UNA EMBARCACION DE CARGA Y LASTRE CON OBJETO DE REGISTRAR EL FONDO DE SU BODEGA.
- DESATRACAR:** SEPARAR UN BUQUE O EMBARCACION DE UN MUELLE Y OTRO SITIO Y EN GENERAL SEPARAR UN OBJETO DE OTRO.
- DESCARGAR:** QUITAR O DESEMBARCAR LA CARGA DE UN BUQUE.
- DESEMBARCAR:** CON SENTIDO ANTAGONICO A LA VOZ EMBARCAR, SIGNIFICA DE UN MODO GENERICO LA DEL EPIGRAFE LA TRASLACION DE ABORDO A TIERRA DE PERSONAS O EFECTOS.
- DESEMPACAR:** ABRIR EL EMPAQUE EN EL QUE VIENE UNA MERCANCIA O RETIRARLA DE SU EMPAQUE.
- DESESTIBA:** ACCION Y EFECTO DE DESESTIBAR.
- DESPLAZAMIENTO:** PESO DEL BUQUE EN UN MOMENTO CONSIDERADO. SE EXPRESA EN TONELADAS METRICAS (1,000 Kg.) Y NO DEBE CONFUNDIRSE CON LA TONELADA INGLESA QUE EQUIVALE A 1,016 Kg. EL DESPLAZAMIENTO SE LLAMA ASI POR QUE EL PESO DEL BUQUE ES EXACTAMENTE IGUAL AL PESO DEL LIQUIDO DESALOJADO.
- DESPLAZAMIENTO EN CARGA:** ES EL PESO DEL BARCO, LISTO PARA NAVEGAR Y CON LA MAXIMA CARGA QUE ES CAPAZ DE TRANSPORTAR.
- DESPLAZAMIENTO EN LASTRE:** ES EL PESO DE LA NAVE, LISTO PARA NAVEGAR, INCLUYE COMBUSTIBLE, AGUA, LASTRE, ETC., PERO SIN CARGA.
- DESPLAZAMIENTO EN ROSCA:** ES EL PESO DEL BUQUE COMPLETAMENTE DESCARGADO, ESTO ES SIN COMBUSTIBLE, AGUA, ACEITE Y NI EFECTO DE CONSUMO ALGUNO, ES DECIR, EL PESO DEL CASCO CON TODOS LOS PERTRECHOS, INSTALACIONES COMPLETAS DE MAQUINAS, CALDERAS Y MAQUINAS AUXILIARES Y CON LOS FLUIDOS DE CIRCULACION, TALES COMO AGUA EN CALDERAS, CONDENSADORES, ETC. Y ACEITE DE LUBRICACION.
- DESLINGAR:** QUITAR LA ESLINGA A CUALQUIER OBJETO QUE LO TENGA DADO, EMPLEASE TAMBIEN COMO RECIPROCO.

**DESEMGRILLETAR:** QUITAR UN GRILLETE SEA UNA CADENA O APAREJO A CUALQUIER OBJETO QUE LO USE.

**DOBLE RODADA:** EJE TRACERO DE PLATAFORMAS DE CARGA CON DOBLE LLANTA.

## E

**EFICIENCIA:** EJECUCION DE UN TRABAJO O MANIOBRA CON LA CAPACIDAD MAXIMA DE DESARROLLO DEL MISMO. SE USA COMO INDICE DE PRODUCTIVIDAD.

**EMBALAJE:** ES EL ENVOLTORIO PROTECTOR DEL EMPAQUE QUE RESGUARDA LOS OBJETOS QUE HAN DE TRANSPORTARSE.

**EMBARCAR:** HACER SUBIR A BORDO PERSONAS O MERCANCIAS.

**EMBARCACION:** UNA DE LAS DENOMINACIONES GENERALES QUE SE APLICAN A TODA CONSTRUCCION NAVAL, CAPAZ DE FLOTAR Y DE SER DIRIGIDA POR EL HOMBRE.

**EMPAQUE:** ES EL ENVOLTORIO PRIMERO DEL ENVASE O RECIPIENTE QUE CONTIENE LA MERCANCIA.

**EMPAQUETAR:** PONER ESTOPAS U OTRO PRODUCTO ESPECIAL PARA IMPEDIR EL PASO DE FLUIDO POR UNA JUNTA U OTROS SITIOS DE LA MAQUINA.

**EMPRESA DE SERVICIOS PORTUARIOS:** ORGANO INTEGRADO PARA PROPORCIONAR ATENCION A LA CARGA Y LOS CONEXOS A ELLA.

**ENCABEZAR:** UNIR DOS TABLONES O VIGAS POR SUS EXTREMOS.

**ENCAPILLAR:** AFIRMAR UN CABO POR MEDIO DE UNA GAZA EN UN PENOL, VERGA, BITA, ETC., POR UNO DE SUS EXTREMOS.

**ENCERADO:** TROZO DE LONA DE FORMA RECTANGULAR CORTADO Y COSIDO A MEDIDA PARA TAPAR LAS ESCOTILLAS ENCIMA DE LOS CUARTELES. LA CARGA ESTIBADA SOBRE CUBIERTA.

**ENJARETADO:** REJILLA FORMADA DE LISTONES CRUZADOS A ESCUADRA E ENMARCADOS POR OTROS MAS GRUESOS.

**ENMIENDA:** CAMBIAR DE FONDERADERO O MUELLE SEGUN CONVENIENCIAS U ORDENES RECIBIDAS.

**ENTRE PUENTE:** EN LOS NAVIOS ERA EL ESPACIO COMPRENDIDO ENTRE LA CUBIERTA PRINCIPAL Y LA INMEDIATA INFERIOR Y EN LAS FRAGATAS ENTRE EL SOLLADO Y LA BATERIA. ACTUALMENTE EN LOS BUQUES QUE SOLAMENTE TIENEN DOS BODEGAS (EN ALTURA), ES LA MAS ALTA, Y EN LOS QUE TIENEN MAS DE DOS, LA QUE ESTA INMEDIATAMENTE DEBAJO DE LA CUBIERTA PRINCIPAL.

**ENVASE:** ES EL RECIPIENTE ORIGINAL O PRIMARIO QUE CONTIENE EL PRODUCTO.

**EQUIPAJE:** TRIPULACION O DOTACION DE UN BUQUE.

**ESCOBEN:** UNO DE LOS DOS AGUJEROS CIRCULARES O ELPTICOS QUE SE ABREN EN LO ALTO DEL CASCO, UNO A CADA LADO DE LA RODA, PARA PASAR POR ELLOS LA CADENA DEL ANCLA.

**ESCORAR:** PONER PUNTALES A UN BUQUE.

**ESCOTILLA:** ABERTURA DE FORMA RECTANGULAR HECHA EN LA CUBIERTA PRINCIPAL Y EN LAS DEMAS DEL BUQUE Y QUE SE EMPLEA PARA IZAR O ARRIAR POR ELLA LA CARGA O EL CARBON PARA EL CONSUMO.

**ESLINGA:** TROZO DE CABO CON SUS DOS CHICOTES ENTOLLADOS O GUARNIDOS CON GUARDA CABOS O GAFAS, QUE SE EMPLEA PARA SUSPENDER BULTOS DE LA CARGA COMO ESTROBO.

**ESLORA:** LONGITUD DE UN BUQUE.

**ESLORA ENTRE PERPENDICULARES:** ES LA QUE SE CUENTA DESDE LAS NORMALES BAJADAS A QUILLA EN EL PUNTO EN DONDE ARRANCA LA RODA Y DONDE COMIENZA EL CODASTE.

**ESTADIA:** CANTIDAD QUE DEBE PAGAR EL FLETADOR DE UN BUQUE AL ARMADOR DE ESTE POR CADA DIA QUE EL BUQUE DEMORE SU SALIDA DEL PUERTO MAS DE LO DETERMINADO EN LA POLIZA DE FLETAMIENTO Y SIEMPRE QUE LA CULPA DE DICHA DEMORA PUEDA SER ATRIBUIDA AL FLETADOR.

**ESTADISTICA DE MOVIMIENTO PORTUARIO DE CARGA Y BUQUES:** RECOPIRAR, CLASIFICACION, CUANTIFICACION Y ANALLISIS DE LOS DATOS REFERENTES A LA CARGA MANEJADA EN LOS PUERTOS.

**ESTAY:** CABO QUE SUJETA LA CABEZA DE TODO PALO, MASTELERO O CHIMENEA PARA QUE NO CAIGA HACIA POPA.

**ESTA LADO PARA ARRIBA:** SEÑAL INTERNACIONAL PARA INDICAR LA UBICACION DE LA CARGA.

**ESTIBA:** DISPOSICION Y ACOMODO DE MERCANCIAS EN BODEGAS DE BARCO O EN LUGARES DE ALMACENAMIENTO EN TIERRA.

**ESTIBADOR:** EL ENCARGADO DE LA ESTIBA EN CADA PUERTO, O AQUEL QUE HACE LA CARGA Y DESCARGA POR CONTRATA.

**ESTRIBOR:** LA BANDA O COSTADO DERECHO DEL BUQUE HACIA PROA.

**ESTROBO:** TROZO DE CABO ENTOLLADO POR SUS CHICOTES QUE SE EMPLEA PARA EMBARCAR LOS BULTOS QUE SE DEBEN CARGAR O DESCARGAR.

**EXPORTACION:** ACCION Y EFECTO DE ENVIAR PRODUCTOS DEL PROPIO PAIS A OTRO.

## F

<b>FARDO:</b>	LIJO GRANDE DE COSAS MUY APRETADAS. BULTO.
<b>FILASTICA:</b>	HILO DE CAÑAMO SIN TRENZAR, CADA UNO DE LOS HILOS DE QUE ESTAN FORMADOS LOS CORDONES DE LOS CABOS.
<b>FLETAMIENTO:</b>	LA ACCION DE FLETAR UN BARCO.
<b>FLETADOR:</b>	EL QUE FLETA UNA EMBARCACION.
<b>FLETAR:</b>	ALQUILAR UNA EMBARCACION O PARTE DE ELLA PARA CONDUCIR MERCADERIA O CON OTRO OBJETO.
<b>FLETE:</b>	EL PRECIO ESTIPULADO POR EL ALQUILER DE UNA EMBARCACION O POR LA CONDUCCION DE LAS MERCADERIAS U OTRAS COSAS.
<b>FLOTA:</b>	EL CONJUNTO DE EMBARCACIONES MERCANTES DESTINADAS A CONDUCIR EFECTOS Y MERCANCIAS. LA ESCUADRA COMPUESTA DE BUQUES DE GUERRA DESTINADA A LOS COMBATES NAVALES.
<b>FOLD:</b>	DENOMINACION QUE SE LE DA AL CABLE DE ACERO.
<b>FONDEADERO:</b>	EL PARAJE DESTINADO A PROPOSITO POR SU PROFUNDIDAD O ABRIGO PARA FONDEAR LAS EMBARCACIONES.
<b>FONDEADO:</b>	SE DICE DE UN BARCO QUE DEJA CAER SU ANCLA AL FONDO MARINO EN UN LUGAR QUE A PROPOSITO, POR SU PROFUNDIDAD O ABRIGO, SE USA PARA QUE LA EMBARCACION PERMANEZCA MIENTRAS PUEDA ATRACAR AL MUELLE.
<b>FRAGIL:</b>	DELICADO, QUEBRADIZO, INCONSISTENTE, QUE SE ROMPE CON FACILIDAD.

## G

<b>GABARRA:</b>	BARCAZA GRANDE, GENERALMENTE SIN MEDIOS DE PROPULSION, AUNQUE LAS HAY A REMO, VELA Y MOTOR. SE USA EN LOS PUERTOS EN OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DE LOS BUQUES, TRANSPORTE DE CARBON, MATERIALES A EMPLEAR EN OBRAS PORTUARIAS, DESPERDICIOS, ETC., ASI COMO EN LA NAVEGACION PLUVIAL Y HASTA DE CABOTAJE.
<b>GALIBO:</b>	PLANTILLA DE MADERA DELGADA QUE SE UTILIZA PARA DAR A LAS CUADERNAS LA FORMA DEBIDA // FIGURA QUE SE DA AL CONTORNO DE LAS BAZONES DE UN BUQUE.



- GALGA:** ANCLOTE Y EL CABO GRUESO VORINQUE CON QUE SE ENGALGA UNA ANCLA /// ESTACA CLAVADA DELANTE DE UNA ANCLA DADA EN TIERRA PARA QUE ESTE AGUANTE MEJOR AL AMARRARSE AL BUQUE A ELLA.
- GANCHO:** INSTRUMENTO QUE PUEDE TENER DISTINTAS FORMAS, AUNQUE LA MAS CORRIENTE ES CURVA EN PUNTO, ADECUADO A SU FINALIDAD DE PRENDER O COLGAR COSAS. EL GANCHO ORDINARIO, FORMADO POR UNA COBILLA DE HIERRO O ACERO. CONSTA DE LAS SIGUIENTES PARTES: PUNTA, ENTRADA, CODILLO, LONGITUD, ANCHO O LUZ DEL OJO. LOS GANCHOS EN VEZ DE POR SU MENA TAMBIEN SE MIDEN POR EL CALIBRE O DIAMETRO DE LA SECCION MAXIMA CUANDO SON CIRCULARES O POR EL EJE MAYOR EN LA PROPIA SECCION MAXIMA CUANDO SON CIRCULARES O POR EL EJE MAYOR EN LA PROPIA SECCION CUANDO SON ELIPTICOS. LA LONGITUD DE LOS GANCHOS ORDINARIOS SUELE SER SEIS VECES LA LONGITUD DE LA MENA.
- GARRUCHA:** POLEA.
- GATERA:** ORIFICIO REVESTIDO DE UN ANILLO, EN DISTINTAS PARTES DEL BUQUE, PARA EL PASO DE CADENAS Y CABOS DE AMARRE.
- GAZA:** ESPECIE DE LAZA, OJO, CIRCULO Y OVALO QUE SE FORMA EN UN CABO A OCABLE, DOBLANDO Y UNIENDO CON UNA COSTURA OLIGADA. LAS HAY DE VARIAS CLASES Y TAMAÑOS, SEGUN SU OBJETO, QUE PUEDEN SER EL ENGANCHAR UNA COSA EN ELLA, CORTARLA O E CEPILLARLA E DETERMI ADA PARTE Y TAMBIE CENIR U OBJETO.
- GRANEL:** DICESE DE AQUELLOS CARGAMENTOS DE COSAS MUY MENUDAS, COMO TRIGO, ARROZ, SAL, ETC., QUE SE TRANSPORTA SIN ENVANSAR. PARA ELLO HAY QUE SUBDIVIDIR LAS BODEGAS EN MANPARAS ESTANCAS Y CUMPLIR LAS DISPOSICIONES DEL CONVENIO INTERNACIONAL PARA LA SEGURIDAD DE LA VIDA HUMANA EN EL MAR.
- GRANEL GASEOSO:** ES LA CARGA QUE SE MANEJA EN FORMA DE GAS Y QUE NO VIENE CONFINADA A UN RECIPIENTE SI NO AL LUGAR PARA ALMACENARLA EN EL BARCO.
- GRANEL LIQUIDO:** ES LA CARGA QUE SE MANEJA O MANIPULA EN ESTADO LIQUIDO O SIN ENVASES, EN GRANDES CANTIDADES, EJEMPLOS: COMBUSTIBLES, MIEL INCRIALIZABLE, ETC.
- GRANEL SOLIDO:** CARGA QUE SE MANEJA SIN ENVASE Y SE CONFORMA AL RECIPIENTE QUE LO CONTIENE.
- GRILLETE:** PIEZA DE HIERRO O ACERO DOBLADO EN ARCO O EN "U" Y AUN DE OTRAS FORMAS CON LOS EXTREMOS ATRAVESADOS POR UN PERNO A FIN DE ASEGURARLO AL OBJETO DESEADO. EL PERNO PUEDE IR ROSCADO O FIJO POR MEDIO DE CHAVETA. LOS GRILLETES MAS EMPLEADOS ABORDO SE LLAMAN: CORAZON, PERNO CON TORNILLO, LLAVE REVIRADA, ALARGADO CON PERNOS OVALADOS Y ALARGADOS, CON PERNO CIRCULAR ROSCADO.

**GRUA PORTICO DE PATIO SOBRE NEUMATICOS O RIEL: (TRANSFER, GRANE, TRAVELIFT, TRANSTEINER).** : MARCO METALICO ADAPTADO CON SISTEMA DE IZADO Y TRANSFERENCIA TRANSVERSAL PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES EN PATIO PARA EL SISTEMA DE BLOQUES.

**GRUA PORTICO DE MUELLE SOBRE RIELES. (TRANSFER, GRANE, TRAVELIFT, TRANSTEINER):** EQUIPO QUE SE DESPLAZA PARALELAMENTE AL FRENTE DE ATRAQUE Y QUE TIENE UN BRAZO EXTENDIDO SOBRE EL AGUA PARA ALCANZAR LA MANGA DEL BARCO. EL BRAZO DE LA GRUA PUEDE SER FIJO O BASCULANTE.

**GRUA TRACTO-APILADORA. (STRADDLE CARRIER):** VEHICULO ADAPTADO CON SISTEMA DE TRANSPORTE E IZADO PARA MANEJO Y ESTIBADO DE CONTENEDORES EN FILAS.

**GUARDA CABO:** ANILLO DE MADERA O METALICO ACANALADO POR LA SUPERFICIE EXTERIOR PARA QUE PUEDA AJUSTARSE UN CABO O CABLE, SIRVE PARA PASAR OTRO CABO O CABLE POR DENTRO SIN QUE ROCE AL ANTERIOR O BIEN PARA ENGANCHAR UN APAREJO. CUANDO LLEVAN PASADO A MODO DE CADENA, SE DICE QUE ESTAN ENGARGOLADOS.

**GUINDAR:** ELEVAR, LLEVAR MAS ARRIBA ALGUNA COSA. ABORDO, CUANDO EL VERBO SE EMPLEA EN ABSOLUTO, SE REFIERE A GUINDAR LOS MASTELEROS O MASTILLEROS.

**GUINDOLA:** ANDAMIO, VOLANTE EMPLEADO EN HACER CUALQUIER TRABAJO EN PALO, CHIMENEA, EN PINTOR Y ROSCA EL COSTADO, ETC.

**GUINCHERO:** EL OPERADOR DEL GUINCHE.

**GUIÑAR:** DIRIGIR CON TIMON LA PROA DEL BUQUE HACIA UN LADO Y HACIA OTRO, BIEN SEA ALTERNATIVA O CONSECUENTEMENTE Y, CON UN PROPOSITO DETERMINADO.

**GUINCHE:** ES EL APARATO MOVIDO POR VAPOR, ELECTRICIDAD O HIDRAULICO CON EL CUAL LOS BUQUES EFECTUAN LAS OPERACIONES DE IZAR O ARRIAR CARGA A BODEGA ABORDO O A MUELLE.

## H

**HALAR:** TIRAR DE UN CABO.

**HECHAZON:** TIRAR LA MERCANCIA DE LA BODEGA DE UN BARCO AL MAR, A JUICIO DEL CAPITAN CUANDO SE PRESENTA UN PERCANCE.

**HORQUILLA:** BARRA DE METAL DOBLADA EN ANGULO QUE TIENE EN SU PARTE DELANTERA EL MONTACARGA EN DONDE SE APLICA LA MERCANCIA QUE MANEJA.

**HUACAL:** CAJA HECHA CON TIRAS DE MADERA.

## I

**IMPORTACION:** ACCION DE INTRODUCIR EN UN PAIS MERCANCIAS, COSTUMBRES, ETC. EXTRANJERAS.

**IZAR:** HACER SUBIR ALGUNA COSA, HALANDO DEL CABO O CUERDA DE QUE ESTÁ COLGADA, LA CUAL PASA, AL EFECTO, POR UN PUNTO MAS ELEVADO.

**IZAR AQUI:** MARCA QUE SE PONE EN LA CAJA O EMBALAJE PARA QUE EN ESE PUNTO SE ENGANCHE O PASE LA CADENA O CABLE.

## J

**JALAR:** ATRAER O TIRAR.

**JARCIA:** EL TOTAL DE CORDAJE O CABULLERIA DE UN BUQUE, EL DE UN APAREJO Y EL NOMBRE GENERAL PARA PIEZA ENTERA DE CABO. SE DA ESTE NOMBRE TAMBIEN A LA JARCIA VIEJA, EXCLUIDA DE USO Y QUE DIVIDIDA EN TROZOS, SE USA PARA LAMPAZOS, PALLETES, ETC.

## K

**KILOGRAMO:** UNIDAD FUNDAMENTAL DE MASA PARA IDENTIFICAR EL PESO DE LA CARGA.

## L

**LARGO:** SUELTO, Y ASÍ SE DICE: TAL CABO ESTA LARGO. SE APLICA AL VIENTO CUANDO LA DIRECCION DE ESTE FORMA CON LA DE LA QUILLA UN ANGULO DE MAS DE SEIS CUARTAS. LARGO: SE DICE DE LOS CABOS QUE DADOS AL MUELLE, POR UN BARCO, TRABAJAN A LO LARGO Y EN SENTIDO OPUESTO AL SPRING.

**LASCAR:** ARRIAR POCO A POCO UN CABO, SEGUN VAYA PIDIENDO. DAR UN SALTO O ARRIAR SOBRE VUELTA UN CABO, ALREDEDOR DE UN CABRESTANTE, BITA, ETC.

**LASH (LIGHETER ABORAD-SHIP):** EMBARCACIONES QUE TRANSPORTAN BARCAZAS ABORDO.

**LASTRAR:** PONER LASTRE A UNA EMBARCACION. COMER ALGO ANTES DE SALIR EN CAMINO.

**LASTRE LIMPIO:** MATERIAL LIMPIO QUE SE COLOCA EN EL FONDO DE LA EMBARCACION PARA DARLE ESTABILIDAD.

**LASTRE SEGREGADO:** MATERIAL QUE SE SEPARA AL COLOCARLO EN EL FONDO DE LA EMBARCACION PARA DARLE ESTABILIDAD.

**LIBRETA DE CARGA:** UN CUADERNO DONDE SE ANOTA LA CARGA DE CADA MANIFIESTO Y SIRVE PARA CHECAR LA MERCANCIA EN SU DESCARGA.

**LIFT ON-LIFT OFF:** SISTEMA DE MANEJO DE CONTENEDORES EMPLEANDO UNA GRUA TERRESTRE PARA SUBIRLOS Y BAJARLOS DEL BARCO.

**LINEA MENSAJERA:** CABO DE POCO DIAMETRO CON UNA BOLA EN UN EXTREMO QUE SE LANZA AL MUELLE PARA QUE LOS AMARRADORES JALEN EL CABO DE AMARRE.

**LINGADA:** PASO O CONJUNTO DE OBJETOS QUE LEVANTA DE UNA VEZ LA PLUMA DEL BARCO.

**LINGOTE:** (DE HIERRO) BARRA DE DICHO METAL, DE FORMA, PRISMATICA, QUE SE EMPLEA COMO LASTRE PERMANENTE.

## **M**

**MALACATES:** VEASE GUINCHES.

**MALACATERO** VEASE GUINCHERO.

**MAMPARA:** DETENER CON LA MANO. ARMAZON A MODO DE MARCO O BASTIDOR CUBIERTO DE MADERA, CRISTAL, ETC., QUE SE UTILIZA PARA DIVIDIR UNA ESTANCIA.

**MAMPARO:** LA DIVISION DE FIERRO, MADERA, ETC. QUE EN EL INTERIOR DE LAS EMBARCACIONES SIRVE PARA FORMAR LOS PAÑOLES, CAMAROTES, CAMARAS Y OTROS DEPARTAMENTOS. ESTA DIVISION CIERRA COMPLETAMENTE, MIENTRAS QUE LA MAMPARA DEJA PASAR LA LUZ.

**MANIOBRA:** LA FAENA QUE SE REALIZA CON LAS PLUMAS DE LOS BARCOS PARA EL MOVIMIENTO DE MERCANCIAS O BIEN CON EL EQUIPO Y FUERZA LABORAL DE TIERRA.

**MANIFIESTO:** DECLARACION, TODO EL CARGAMENTO QUE DEBE PRESENTAR EL CAPITAN DEL BUQUE, AL ADMINISTRADOR DE LA ADUANA.

**MANIOBRISTA:** EL QUE SABE Y EJECUTA MANIOBRAS.

<b>MANGA:</b>	LA MAYOR ANCHURA DEL BUQUE TOMADA SOBRE EL BAO MAESTRO O PRINCIPAL.
<b>MANEJESE CON CUIDADO:</b>	LETRAS QUE SE COLOCAN EN LA CARGA PARA SE TOMA LA PRECAUCION DEBIDA EN SU MANEJO.
<b>MASTIL:</b>	POSTE VERTICAL QUE SOSTIENE LAS PLUMAS.
<b>MATRICULA:</b>	CATALOGO QUE SE LLEVA POR LOS CAPITANES DE PUERTO DE TODAS LAS EMBARCACIONES QUE HACEN EL SERVICIO DE PASAJERO Y CARGA CON ESPECIFICACIONES DE SUS PROPIETARIOS Y CARACTERISTICAS PRINCIPALES. REGISTRO EN EL QUE CONSTAN LOS DUEÑOS, CLASES, PARTES, DIMENSIONES, ETC. DE TODOS LOS BUQUES MERCANTES DEL PAIS.
<b>MENAJE:</b>	MOBILIARIO O CONJUNTO DE UTENSILIOS, EN ESPECIAL DE UNA CASA.
<b>MERCANCIAS DE ALTA DENSIDAD:</b>	PRODUCTOS QUE TIENEN GRAN PESO EN RELACION A SU VOLUMEN (FIERRO).
<b>MERCANCIAS DE VOLUMEN:</b>	PRODUCTOS QUE TIENEN GRAN VOLUMEN EN RELACION A SU PESO (ALGODON).
<b>MONTACARGAS:</b>	APARATO QUE SIRVE PARA SUBIR CARGAS, BULTOS, ETC.
<b>MONTACARGAS LATERAL: (SIDE LIFT SIDE LOADER).</b>	APARATO QUE MANEJA LA CARGA TRANSVERSALMENTE AL EJE LONGITUD Y DESPLAZAMIENTO.
<b>MOTON:</b>	CAJETA O GARRUCHA DE MADERA O FIERRO DE DIVERSAS FORMAS Y TAMAÑOS POR DONDE LABORAN LOS CABOS.
<b>MUELLE:</b>	CONSTRUCCION A LA ORILLA DEL MAR, RIO O LAGO, QUE SIRVE PARA QUE LAS EMBARCACIONES PUEDAN ATRACAR Y EMBARCAR O DESEMBARCAR LAS PERSONAS O COSAS.
<b>MUELLAJE:</b>	EL MOVIMIENTO DE MERCANCIAS A TRAVES DEL MUELLE.

## N

<b>NAVE:</b>	NOMBRE GENERICO DE LAS EMBARCACIONES.
<b>NO USE GANCHO:</b>	SIGNO INTERNACIONAL QUE SE REPRESENTA CON UN GANCHO DE MANO CRUZADO CON UNA X.
<b>NO VOLTEAR:</b>	SIGNO INTERNACIONAL QUE CONSISTE EN UNA FLECHA CURVA TACHADA CON UNA X.
<b>NUDO:</b>	ENLACE, UNION O LIGADURA DE DOS CUERDAS O CABOS.

## O

- OBRA MUERTA:** ES LA PARTE DEL CASCO DEL BARCO COMPRENDIDA ENTRE LA BORDA Y LA LINEA DE FLOTACION.
- OFICIAL DE ESTIBA:** PERSONA CON MANDO EN EL BARCO ENCARGADO DE VIGILAR Y CONTROLAR LA ESTIBA DE CARGA EN EL BARCO.
- ORINQUE:** CABO HECHO FIRME A LA CRUZ DEL ANCLA POR UN EXTREMO, Y POR EL OTRO AL LADO DE UNA PEQUEÑA BOYA O FLOTADOR EN QUE AQUELLA SE ENCUENTRA.

## P

- PALANCA:** BARRA RIGIDA DE FORMAS VARIADAS QUE APOYADA O ARTICULADA EN UN PUNTO SIRVE PARA TRASMITIR MOVIMIENTO O FUERZA, LEVANTA PESOS, ETC.
- PALET:** TARIMA FORMADA DE MADERA, PLASTICO O CARTON SOBRE EL CUAL SE COLOCA MENRCANCIA PARA SER MANEJADA UNITARIAMENTE.
- PANTOQUE:** PARTE CURVADA DEL FORRO O CUADERNA, QUE UNE LA VERTICAL DE LOS COSTADOS CON LA CASO HORIZONTAL DEL FONDO DEL BUQUE. DAR EL PANTOQUE, ES CUANDO EL BARCO GIRA SOBRE SU EJE LONGITUDINAL.
- PAÑOL:** CUALQUIERA DE LOS COMPARTIMIENTOS DE REDUCIDAS DIMENSIONES DONDE SE GUARDAN LOS VIVERES, PINTURAS, JARCIAS, RESPECTO DE MAQUINAS MUNICIONES, ETC. TOMO EL NOMBRE DE LOS EFECTOS QUE CONTIENEN O DEL CARGO DE LA PERSONA QUE LOS CUSTODIA.
- PAQUETE:** LIO O BULTO (SINONIMO: BALA FARDOS, HATILLO).
- PASAJERO:** ES LA PERSONA QUE CONTROLA DIRECTAMENTE O INDIRECTAMENTE CON UNA EMPRESA NAVIERA EL TRANSPORTE DE SU PERSONA Y EFECTOS ACCESORIOS DE UN PUERTO A OTRO POR VIA MARITIMA Y PRECIO CIERTO.
- PASTECA:** ESPECIE DE MOTON HERRADO QUE TIENE ABIERTA UNA DE SUS CARAS LATERALES POR UN PUNTO SUPERIOR AL LUGAR QUE OCUPA EL CIRCULO DE LA ROLDANA A FIN DE QUE PUEDA METERSE POR SENO EL CABO QUE HA DE LABOREAR POR ELLA, Y TAMBIEN PARA SACARLO SIN QUE HAGA FALTA PASARLO POR EL CHICOTE.- PARA QUE NO SALGA EL SENO DEL CABO SE ACOSTUMBRA A PONER UNA PALANCUELA CON BISAGRA Y EL GOZNE EN LA GAZA, CERRANDOSE ASÍ LA QUIJADA CON UN PASADOR.

**PATIO:** AREA ABIERTA PARA EL ALMACENAMIENTO DE MERCANCIAS AL DESCUBIERTO EN EL AREA PORTUARIA.

**PEDIMENTO DE EMBARQUE:** SOLICITUD DE USUARIO DEL SERVICIO MARITIMO AL AGENTE DEL BARCO.

**PERNO:** ESPECIE DE CLABO LARGO Y GRUESO DE HIERRO, ACERO, LATON, COBRE, ETC., SIRVE PARA AFIRMAR Y UNIR FUERTEMENTE DIVERSAS PIEZAS DEL BUQUE O DE LA MAQUINA. POR UN LADO LOS PERNOS TIENEN CABEZA Y POR OTRO LADO TUERCA O CHAVETA, TAMBIEN SE ASEGURA CON REMACHES.

**PIEZAS PESADAS:** MERCANCIA VOLUMINOSA Y PESADA QUE REQUIERE DE EQUIPO Y MANIOBRA ESPECIAL.

**PIOLA:** CABO DELGADO DE TRES HILOS COLCHADOS O TORCIDOS A LA IZQUIERDA, O SEA AL REVES QUE EL VAIVEN, Y UNO 12 MM. DE MECHA. ES MAS DELGADO QUE EL MERLIN Y SE USA EN HACER COSIDURAS Y GARGANTEADURAS, HABIENDOLO BLANCO Y ALQUITRANADO.

**PLAN DE ESTIBA:** PLAN DE CONTROL PARA LA MERCANCIA QUE SE ALMACENA ABORDO DEL BARCO.

**PLUMAS:** LOS PALOS Y PERCHAS DE UN BARCO, QUE SE USAN PARA GUARNIR LOS APAREJOS DE CARGA, Y DESCARGA.

**POLEA:** EN EL USO COMUN, MOTON, CUADERNA O GARRUCHA, PERO ENTRE LA GENTE DE MAR, MOTON DOBLE CON LAS ROLDANAS EN UN MISMO PLANO.

**PONTON:** BARCO PLANO QUE SIRVE PARA DEPOSITO DE MERCANCIAS O COSAS O PARA PASAR RIOS.

**POPA:** POSTE POSTERIOR DE UNA EMBARCACION.

**PORTE:** DESPLAZAMIENTO UTIL DE UN BUQUE, O SEA LA DIFERENCIA ENTRE EL DESPLAZAMIENTO TOTAL O EN CARGA Y EL DESPLAZAMIENTO EN LASTRE EXPRESADO EN TONELADAS METRICAS. EQUIVALE AL PESO DE CARGA, EQUIPAJE, PASAJES, DOTACION, AGUA, COMBUSTIBLE, PERTRECHOS, ETC., TAMBIEN SE DENOMINA PORTE BRUTO.

**PORCENTAJE DE OCUPACION DE UN MUELLE:** ES LA RELACION ENTRE LOS TIEMPOS DE OCUPACION DEL MUELLE Y EL TIEMPO UNIDAD (DIA, SEMANA, MES, AÑO).

**PORTALON:** ABERTURA DE PUERTA, HECHA EN LA AMARRADURA O COSTADO DEL BUQUE PARA EL EMBARCO O DESEMBARCO DEL PERSONAL Y EFECTOS PORTATILES.

**PRACTICAJE:** EJERCICIO DE LA PROFESION DE PRACTICO DE PUERTO O COSTA. DERECHO QUE PAGAN LOS BUQUES POR EL SERVICIO DEL PRACTICO.

**PROA:** PARTE DELANTERA DEL BUQUE, COMPRENDIDA ENTRE LA ULTIMA CUADERNA Y EL TAJAMAR: TIENE FORMA DE CUÑA A FIN DE PRESENTAR MENOS RESISTENCIA AL AGUA EN SU MOVIMIENTO.

**PUENTE:** SUPERESTRUCTURA MAS ELEVADA DE UN BUQUE EN EL SENTIDO DE LA MANGA. ANTES SE DESIGNABA CON ESTE NOMBRE A UNA CUBIERTA CUALQUIERA. EN EL PUENTE DE LOS BUQUES ACTUALES SE HALLA EL PUESTO DE MANDO, CUARTO DE DERROTA Y EL CAMAROTE DE MAR DEL CAPITAN O COMANDANTE. CUANDO EN LA MISMA SUPERESTRUCTURA HAY DOS, SE LLAMA PUENTE ALTO O SUPERIOR Y PUENTE BAJO AL INFERIOR.

**PUENTE TERRESTRE:** TRAMO TERRESTRE QUE SE OCUPA PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCIAS MARITIMAS ENTRE TERMINALES PORTUARIAS.

## Q

**QUILLA:** ES LA PIEZA PRIMERA QUE SE COLOCA AL CONSTRUIR UN BUQUE. HORIZONTAL O VERTICAL, QUE CORRE A LO LARGO DE LA PARTE CENTRAL DEL FONDO DEL BUQUE.

## R

**RECOGEDOR:** APILADOR:  
**(STACKER-RECLAIMER):** EQUIPO QUE SE TIENE EN LOS PATIOS DE ALMACENAMIENTO PARA PRODUCTOS GRANULADOS QUE PUEDE RECOGER O APILAR EL PRODUCTO.

**RED:** TEJIDO DE MALLA HECHO CON HILOS, CUERDAS, ALAMBRES, QUE SE USA PARA PESCAR, CAZAR, ETC.

**REGALA:** EL TABLON QUE SE PONE SOBRE LAS CABEZAS DE LAS LIGAZONES DE POPA O PROA Y FORMA EL BORDE DE LA EMBARCACION.

**REMOLCADOR:** EMBARCACION DE MOTOR POTENTE EN RELACION A SU TAMAÑO QUE AUXILIA A LAS EMBARCACIONES MAYORES DE CARGA EN SU MANIOBRA DE ENTRADA Y SALIDA A UN PUERTO.

**REMONTE:** ESTIBAR MERCANCIA ARRIBA DE LA ALTURA QUE MARCA LA TARIFA ORDINARIA DE MANEJO DE CARGA.

**RESERVA DE CARGA:** EL PAIS DA EL DERECHO DE TRANSPORTAR CON SU FLOTA MANCIONAL UNA PARTE DE LA CARGA QUE LLEGA O SALE DEL PAIS.

**RETENIDA:** EL CABO O APAREJO QUE SE PONE A UN OBJETO CUALQUIERA PARA CONTENERLO EN SU LUGAR.



**ROCIÓN:** ASPERSIÓN DE AGUA O PORCIÓN DE ELLA QUE, EN FORMA DE LLUBIA ENTRA EN EL BUQUE O UNA EMBARCACIÓN MENOR, POR LA FUERZA DEL VIENTO Y DE LOS GOLPES DE MAR QUE CHOCAN EN LA ARMADURA O COSTADO.

**RODA:** LA PIEZA CURVA QUE TERMINA LA PROA DEL BUQUE Y SE UNE A LA QUILLA POR MEDIO DEL PIE DE RODA.

**ROL:** LA LISTA DE LA TRIPULACIÓN DE UN BUQUE DE GUERRA DE DONDE SE SACO EL PERSONAL DE GUARDIA, POR LA ANTIGUEDAD, GRADO, ETC.

**ROLLO:** OBJETO DE FORMA CILÍNDRICA.

**ROLL-ON- ROLL OF:** SISTEMA PARA CARGAR UN BUQUE QUE SUBE O BAJA RODANDO.

**RONZAR:** EN MARINA, HALAR LAS BOLINAS DESPUÉS DE BRACEADO EL APAREJO, MOVER ALGUNA COSA PESADA, LADEÁNDOLA POR MEDIO DE PALANCAS, O ESPEQUES COMO SE HACE POR LA ARTILLERÍA. IRSE DE RONZA UNA EMBARCACIÓN, ES DECIR NAVEGANDO DE COSTADO.

## S

**SACOS:** ENSENADA PROFUNDA EN LA CUAL ES PELIGROSO INTERNARSE CON VIENTOS FUERTES DE LA MAR. LA PERPENDICULAR BAJADA DESDE EL PUNTO MÁS INTERNO DE UNA BAHÍA, ENSENADA, ETC., A LA LINEA TIRADA DE UNA Y OTRA PUNTA DE BOCA O ABRA. PRENDA DEL EQUIPO DE UN MARINERO PARA GUARDAR SU ROPA, ETC. HAY ADEMÁS SACOS PARA HARINA, CARBÓN METÁLICOS, PARA CLAVOS, ETC.

**SENTADO (BARCO):** SE USA EN FRASES COMO SENTAR UN BUQUE SOBRE LOS PICADEROS DEL DIQUE, SENTAR UN PALO, SENTAR LA OLLA, SENTAR PLAZA DE MARINERO, DE SOLDADO, DE MOZO, ETC.

**SENTINA:** EL LUGAR MÁS BAJO DE LAS BODEGAS, Y LA PARTE INFERIOR DE LAS MÁQUINAS EN DONDE SE REUNEN LOS DESPERDICIOS LÍQUIDOS DE ESTAS.

**SOBORDO:** REGISTRO QUE SE HACE A UN BUQUE MERCANTE POR LA AUTORIDAD MARÍTIMA.

**SOCAIRE:** ABRIGO, RESGUARDO, DEFENSA, ETC, LA PARTE DEL CABO QUE QUEDA SUELTA DESDE EL LUGAR EN QUE SE LE TOMA VUELTA. EL PARAJE DE LA NAVE POR DONDE LA VELA EXPELE EL VIENTO. (PONERSE, ESTAR AL SOCAIRE) SITUARSE O HALLARSE AL ABRIGO DE ALGUNA COSA.

**SOTAVENTO:** LA PARTE DEL BUQUE U OTRO OBJETO CUALQUIERA OPUESTO A AQUELLA DE DONDE VIENE EL VIENTO. LA PARTE OPUESTA AL BARLOVENTO.

**SPRING:** UNO DE LOS CABOS QUE SE DAN AL MUELLE PARA SU AMARRE, ES EN SENTIDO OPUESTO AL LARGO.

**SURTO:** SE DICE DEL BUQUE QUE ESTA FONDEADO.

## T

**TAMBOR:** EL CILINDRO DE MADERA EN QUE SE ENVUELVEN LOS GUARDINES DEL TIMON. MASA O RUEDA CON QUE SE MANEJA EL TIMON.

**TAPA O ESCOTILLA:** ES EL RECUBRIMIENTO DE LA ABERTURA PRACTICADAS SOBRE LA CUBIERTA.

**TARIMA:** TABLADO MOVIBLE SOBRE EL CUAL SE PONEN MERCANCIAS PARA QUE NO ESTEN EN CONTACTO DIRECTO CON EL SUELO Y PARA TRANSPORTARLAS COMODAMENTE.

**TARJA:** SEÑA, MARCAM PESO Y VOLUMEN DE LAS MERCANCIAS.

**TARJADORES:** ES EL PERSONAL ENCARGADO DE VERIFICAR NUMEROS, MARCAS Y PESO DE LAS MERCANCIAS.

**TARUGO:** PEDAZO DE MADERA DE FORMA CONICA QUE SOLO O FORRADO CON TRAPO, SIRVE PARA TAPAR UN AGUJERO, ESPECIALMENTE PARA EVITAR LA SALIDA O ENTRADA DE LIQUIDOS.

**TECLE:** APAREJO QUE EN LOS FALUCHOS SIRVE PARA CARGAR POR ALTO, IGUAL QUE EL DE CENAL.

**TINGALDO:** COBERTIZO EN CUBIERTA SOSTENIDO POR PUNTALES DE FIERRO O MADERA, QUE SIRVE PARA PEQUEÑOS TALLERES AL AIRE LIBRE O PARA RESGUARDAR DE LA INTEMPERIE A DETERMINADOS EFECTOS.

**TOAS:** SON CABLES O CADENAS FUJAS EN EL LECHO DE UN RIO O CANAL QUE SIRVE PARA TIRAR DE LAS EMBARCACIONES.

**TOLDILLA:** LA CUBIERTA QUE SIRVE DE TECHO A LA CAMARA ALTA, COLOCADA A POPA, O SOLAMENTE PARA RESGUARDO DE LA GENTE Y SE EXTIENDE ALGUNAS VECES DESDE ANTES DEL PALO DE MESANA HASTA EL CORONAMIENTO DE POPA.

**TONEL:** MEDIDA USADA ANTIGUAMENTE PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE LA BODEGA DE UN BUQUE Y POR LO REGULAR, DOCE CONSTITUIAN UNA TONELADA.

**TONELADA:** UNIDAD DE PESO O DE CAPACIDAD QUE SE USA PARA CALCULAR EL DESPLAZAMIENTO DE LOS BUQUES.

**TONELADAS HORA - BUQUE. (THB):** RENDIMIENTO OPERACIONAL DE LAS TONELADAS OPERADAS HORA- BARCO.

**TONELADAS HORA - GANCHO. (THG):** RENDIMIENTO OPERACIONAL DE LAS TONELADAS OPERADAS HORA - GANCHO.

**TONELADA HORA - HOMBRE.** ES TONELAJE OPERADO POR CADA HOMBRE EN UNA HORA EFECTIVA DE TRABAJO.

**TONELAJE DE PESO MUERTO:** ES EL PESO DE LA CARGA INCLUYENDO COMBUSTIBLE, AGUA Y ACCESORIOS (EL PESO MUERTO SE MIDE EN TONELADAS METRICAS).

**TONELAJE DE REGISTRO BRUTO:** ES EL ARQUEO BRUTO DE UN BUQUE, CONSIDERANDO TODOS LOS ESPACIOS INTERIORES EXISTENTES INCLUYENDO: BODEGAS, SALAS DE MAQUINA, SUPERESTRUCTURA Y ALOJAMIENTOS DE TRIPULACION.

**TONELAJE DE REGISTRO NETO:** ES EL ARQUEO NETO DE LAS BODEGAS DE CARGA DEL BUQUE UNICAMENTE Y SE OBTIENE DEDUCIENDO DEL ARQUEO BRUTO EL VOLUMEN DE LOS ESPACIOS QUE POR SU USO NO PUEDEN ALOJAR CARGA./ ARQUEO: ES LA MEDIDA DE CAPACIDAD EXPRESADA EN TONELADAS MOORSOM EQUIVALENTE A 100 PIES CUBICOS O 2.832 M3.

**TORNILLO:** CILINDRO DE METAL, MADERA, ETC CON RESALTO EN HELICE QUE ENTRA Y JUEGA EN LA TUERCA.

**TORRE SIMPLE:** ES EL MASTIL DEL MONTACARGAS QUE SE LEVANTA EN TRES TRAMOS.

**TORRE TRIPLE:** ES EL MASTIL DEL MONTACARGAS QUE SE LEVANTA EN UN SOLO TRAMO (2.54 MTS.).

**TRABAJADOR PORTUARIO:** SON LAS PERSONAS QUE LABORAN EN LAS ACTIVIDADES DE CARGA Y DESCARGA DE LOS BARCOS, VEHICULOS TERRESTRES Y ALMACENES.

**TRACTORES:** VEHICULOS PORTUARIOS CUYO USO PRINCIPAL ES EL ARRASTRE DE PLANAS CON O SIN CARGA.

**TRACTO - CAMION:** VEHICULO PORTUARIO CUYO USO PRINCIPAL ES EL ARRASTRE DE OPERAR CARGA GRANEL (MINERALES Y CEMENTO).

**TRACTOR INDUSTRIAL:** EQUIPO QUE SE EMPLEA PARA JALAR PLATAFORMAS QUE LLEVAN CARGA.

**TRAFICO:** ES EL TRANSITO DE UN LUGAR A OTRO, CUALQUIER EMBARCACION. TAMBIEN SE ENTIENDE COMO EL FLUJO DE MERCANCIA.

**TRAMPA:** EMBARCACIONES QUE NO TIENEN RUTA NI ITINERARIO FIJO.

**TRANSBORDO:** EL ACTO DE TRANSBORDAR.

**TRANSITO MARITIMO:** VEASE TRAFICO.

**TRANSPORTAR:** LA ACCION QUE EFECTUA EL TRANSPORTE.

**TRANSPORTE:** UNIDAD MOVIL QUE SE EMPLEA PARA ACARREAR, CONDUCIR O TRASLADAR EFECTOS O MERCANCIAS DE UN LUGAR A OTRO.

**TRATESE CON CUIDADO:** FRAGILIDAD DE LAS MERCANCIAS.

**TRAVES:** LA DIRECCION PERPENDICULAR AL COSTADO DEL BUQUE. TODO ABRIGO, RESGUARDO. DEFENSA CONTRA EL TIRO DE TRAVES: DE ENFILADA, DE FLANCO, DE REVES, DE REBOTE.

**TRIMAR:** EMPAREJAR O NIVELAR LA CARGA DENTRO DE LA BODEGA DEL BUQUE O CONTENEDOR.

**TRINCAR:** AMARRAR O SUJETAR CON TRINCAS.

**TRIPULACION** PERSONAS ENROLADAS ABORDO DE UN BUQUE DEDICADAS A LA MANIOBRA Y SERVICIO DEL MISMO.

**TROZO:** CADA UNO DE LOS GRUPOS DE INSCRITOS MARITIMOS PERTENECIENTESA DISTINTOS PUEBLOS DE LA COSTA.

## U

**UNCTAC:** CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE COMERCIO Y DESARROLLO.

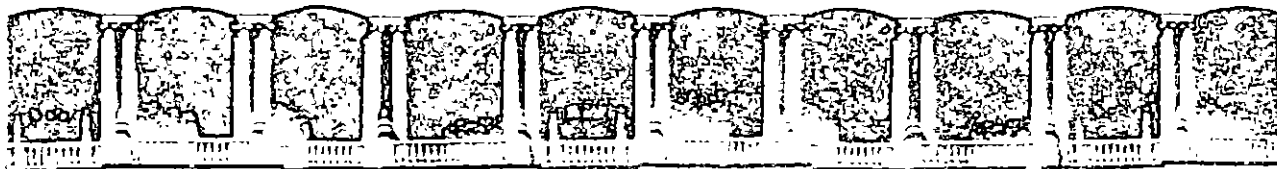
**UÑA:** EL EXTREMO O PUNTA DE CADA BRAZO DE CUALQUIER ANCLA, ANCLOTE O REZON. (DE ESPEQUE), CHAFLAN QUE TIENE ESTE INSTRUMENTO EN EL EXTREMO MAS GRUESO. **UÑA DE PIE DE CABRA:** LAS OREJAS DEL MARTILLO EN QUE TERMINA LA BARRA DE HIERRO POR UNO DE SUS EXTREMOS. **APEAR LA UÑA:** ARRIAR LA BOZA QUE SOSTIENE LA UÑA DE UNA ANCLA HASTA CERCA DEL AGUA. ES UNA MANIOBRA PREPARATORIA PARA DAR FONDO.

**USUARIOS:** QUE USA DE UNA COSA AJENA. POR DERECHO O CONCESION, DICESE COMUNMENTE AL REFERIRSE A LA PERSONA QUE USA LAS INSTALACIONES PORTUARIAS.

## Y

### YUGO:

CADA UNO DE LOS MADEROS QUE SE UNEN CON LAS ALETAS, FORMANDO CON ELLAS LA ARMAZON DE LA POPA LLANA DE LA NAVE. YUGO PRINCIPAL. ES EL QUE TERMINA DEL TODO LOS DELGADOS Y CONTORNOS DE LA POPA DE LA NAVE. YUGO DE CAÑA DEL TIMON: EL QUE SE COLOCA EN LA CABEZA MISMA DEL CODASTE; DE BRAZAS O DEL SALTILLO DE PROA: CADA UNO DE LOS QUE SE CRUZAN DE UNA A OTRA SERVIOLA Y SIRVEN PARA SOSTENER LOS PUNTALES Y FORMAR EL MAMPARO DEL SALTILLO DE PROA.



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

**D I P L O M A D O**

**PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS**

**MODULO VII: ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS**

**I M P A C T O   A M B I E N T A L**

**ING. RAFAEL LOPEZ RUIZ**

**PALACIO DE MINERIA**

**1995**

## 1. CONCEPTOS BASICOS DEL IMPACTO AMBIENTAL

## IMPACTO AMBIENTAL

### CARACTERISTICAS DEL AMBIENTE

- Area de influencia
- Rasgos físicos
- Rasgos Sicológicos
- Medio socioeconómico

### PROYECTO

- Planeación
- Preparación del sitio
- Construcción
- Montaje
- Operación
- Abandono

### RELACIONES ENTRE AMBIENTE Y PROYECTO

- Efecto
- Impacto

### MEDIDAS DE MITIGACION



## **DEFINICIONES:**

### **- IMPACTO**

**Legal:** Modificación del ambiente, ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza.

**Técnica:** Todo efecto causado por la intervención del hombre, ya sea positivo o negativo, que se perciba en el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y tiempo determinado.

### **- IMPACTO SIGNIFICATIVO**

- Un impacto que pudiera alterar las propiedades de un recurso natural o artificial de una manera que se considere importante.
- Aquel de carácter irreversible, existan o no medidas para mitigarlo, de alcance puntual o regional, que cause efectos indirectos y que se presenten en el corto, mediano o largo plazo.

### **- IMPACTO POCO SIGNIFICATIVO**

- Aquel que es reversible, de corta duración o temporal, directo, puntual y que se presentará en el corto, mediano y largo plazo.

ELEMENTOS  
DEL AMBIENTE

- AIRE
- AGUA
- SUELO
- FACTORES BIOLÓGICOS
- SONIDO
- ASPECTOS HUMANOS
- ECONOMÍA
- RECURSOS

## PRINCIPALES ATRIBUTOS DEL AMBIENTE QUE SE ANALIZAN EN ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

### **AIRE**

Partículas, óxidos de azufre, factor de difusión, hidrocarburos, óxidos de Nitrógeno, monóxido de carbono, oxidantes fotoquímicos, tóxicos peligrosos, olores.

### **AGUA**

Seguridad en la producción de acuíferos, variaciones de flujo, aceites, radioactividad, sólidos suspendidos, contaminación térmica, ácidos y alcalis, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), oxígeno disuelto, sólidos disueltos, nutrientes, (fosfatos y nitratos), compuestos tóxicos, vida acuática, coliformes fecales.

### **SUELO**

Estabilidad de suelos, peligros naturales, normas de uso del suelo, pérdida de suelo.

### **FACTORES BIOLÓGICOS**

Animales mayores (salvajes y domésticos); aves depredadores; animales menores; peces, moluscos y aves acuáticas.

### **SONIDO**

Efectos fisiológicos y psicológicos; efectos en la comunicación; perturbación de las actividades; efectos en la conducta social.

### **ASPECTOS HUMANOS**

Estilos de vida, necesidades psicológicas, necesidades fisiológicas, necesidades comunitarias (cultura, recreación).

### **ECONOMIA**

Estabilidad económica regional; acción del sector público; consumos (por capita).

### **RECURSOS**

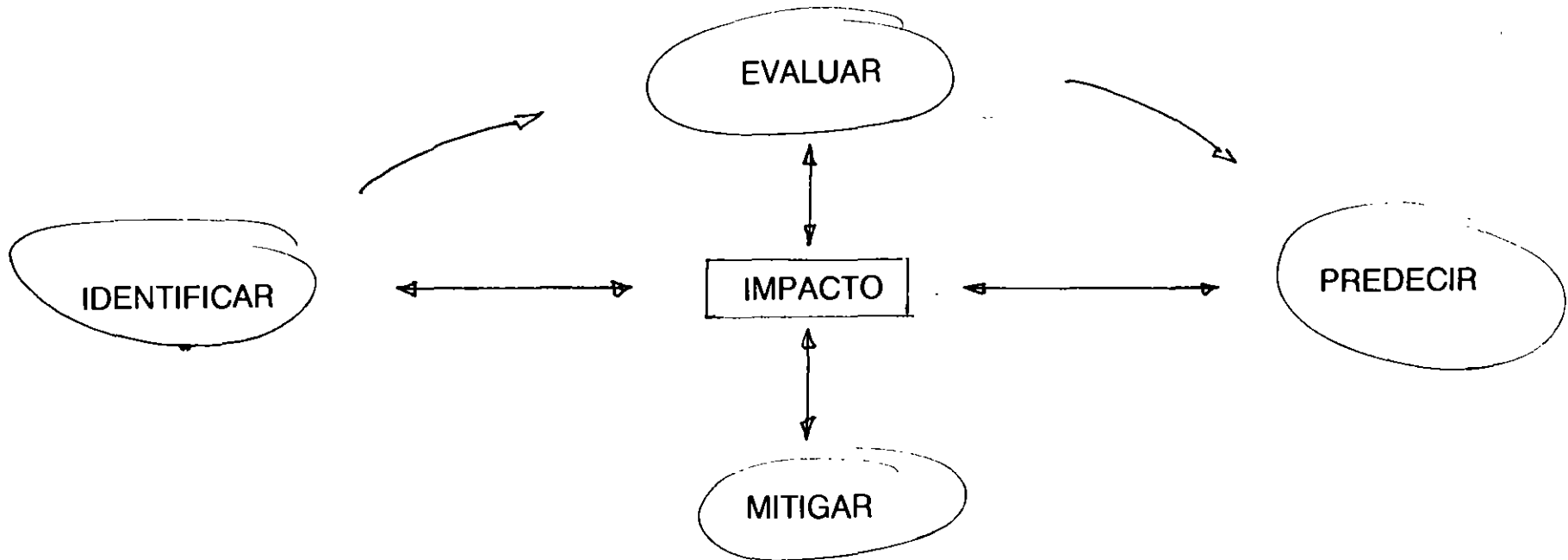
Energéticos, incombustibles, estéticos.

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### OBJETIVOS

1. Identificar, predecir, evaluar los efectos en el ambiente (biológico, físico y socioeconómico), provocados por las obras y actividades de un proyecto (planeación, estudios previos, preparación del sitio, construcción, operación y abandono)
2. Proponer las medidas de prevención, control, mitigación y compensación de los efectos adversos y promover efectos positivos.

## ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL



## ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

### A. IDENTIFICACION DE IMPACTOS

ACTIVIDAD -----> MEDIO AMBIENTE  
Qué sucede?  
Porque sucede?

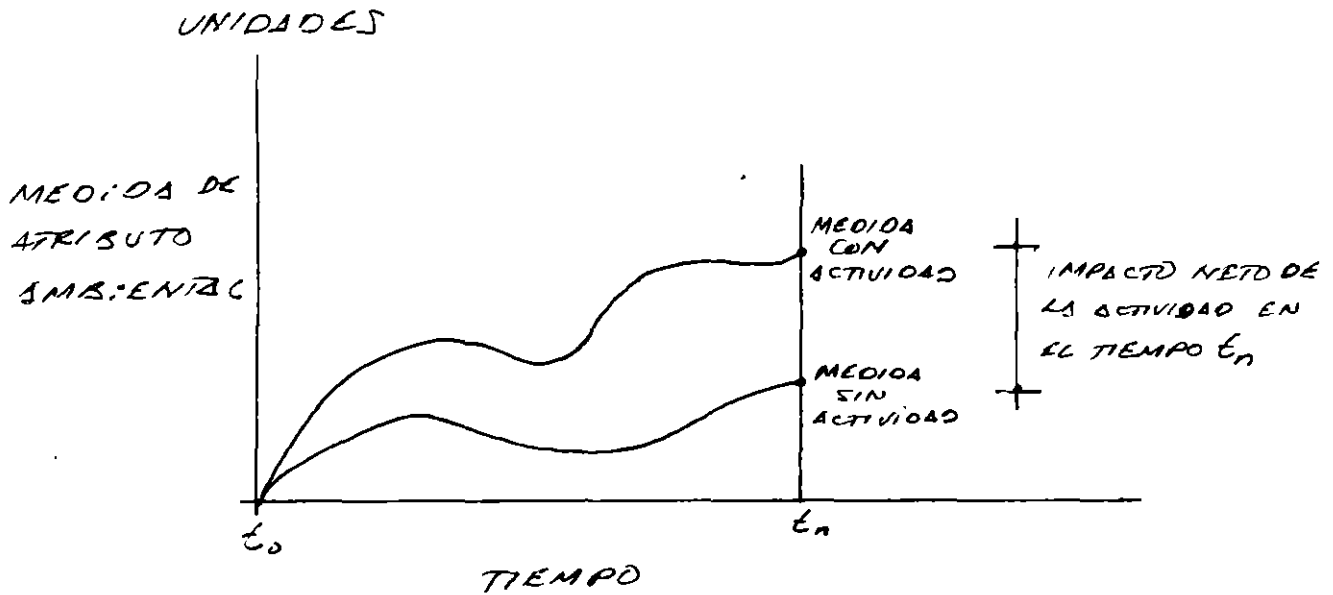
### B. EVALUACION DE IMPACTOS

ACTIVIDAD -----> MEDIO AMBIENTE  
Cómo sucede?  
Cuándo sucede?  
Que tanto sucede?

### C. PREDICCION DE IMPACTOS

ACTIVIDAD -----> MEDIO AMBIENTE  
Qué pasará?  
Cuándo pasará?

## MEDICION DE IMPACTOS



### MEDIDA CUANTITATIVA

Están basadas en técnicas para proyectar los cambios en el futuro de un atributo, los que pueden ser: uso de modelos, comparación con índices o dimensionando el impacto.

### MEDIDA CUALITATIVA

Algunos atributos no pueden definirse bien en su relación con el ambiente, ni determinar cual podría ser la forma de medirlo, por lo que su evaluación es con base al ESTABLECIMIENTO DE ESCALAR "ARBITRARIAS" EN BASE AL CONSENSO DE EXPERTOS.

- CALIDAD
- MAGNITUD

### **INTENSIDAD**

- REVERSIBILIDAD
- NATURALEZA

## **EVALUACION DE IMPACTOS**

- MARCO GEOGRAFICO
- DURACION

### **EXTENSION**

- ORDEN
- PRESENTACION



## EVALUACION DE IMPACTOS

INTENSIDAD	CALIDAD	POSITIVO		
		NEGATIVO		
	MAGNITUD	INSIGNIFICANTE (SUPERFICIAL)		COMPATIBLE
		INTERMEDIO		MODERADO
		SIGNIFICATIVO (PROFUNDO)		SEVERO CRITICO
	REVERSIBILIDAD	REVERSIBLE		
		IRREVERSIBLE		
	NATURALEZA	MITIGABLE		
		PARCIALMENTE MITIGABLE		
		NO MITIGABLE (RESIDUAL)		

## EVALUACION DE IMPACTOS

	MARCO GEOGRAFICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ SITIO</li> <li>◆ LOCAL</li> <li>◆ MUNICIPAL</li> <li>◆ ESTATAL</li> <li>◆ REGIONAL</li> <li>◆ NACIONAL</li> <li>◆ INTERNACIONAL</li> </ul>	
	DURACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ TEMPORAL</li> <li>◆ PERMANENTE</li> </ul>	
-EXTENSION	ORDEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ PRIMARIO</li> <li>◆ SECUNDARIO</li> <li>◆ TERCIARIO</li> <li>◆ COMPLEJO</li> </ul>	DIRECTO INDIRECTO
	PRESENTACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ INMEDIATO</li> <li>◆ CORTO PLAZO</li> <li>◆ MEDIANO PLAZO</li> <li>◆ LARGO PLAZO</li> </ul>	

## **MEDIDAS DE MITIGACION**

### **\*EVASION**

No tomar una acción o partes de una acción

### **\*DISMINUCION**

Limitar el grado o magnitud de la acción.

### **\*RESTAURACION**

Reparar, rehabilitar o restaurar el ambiente.

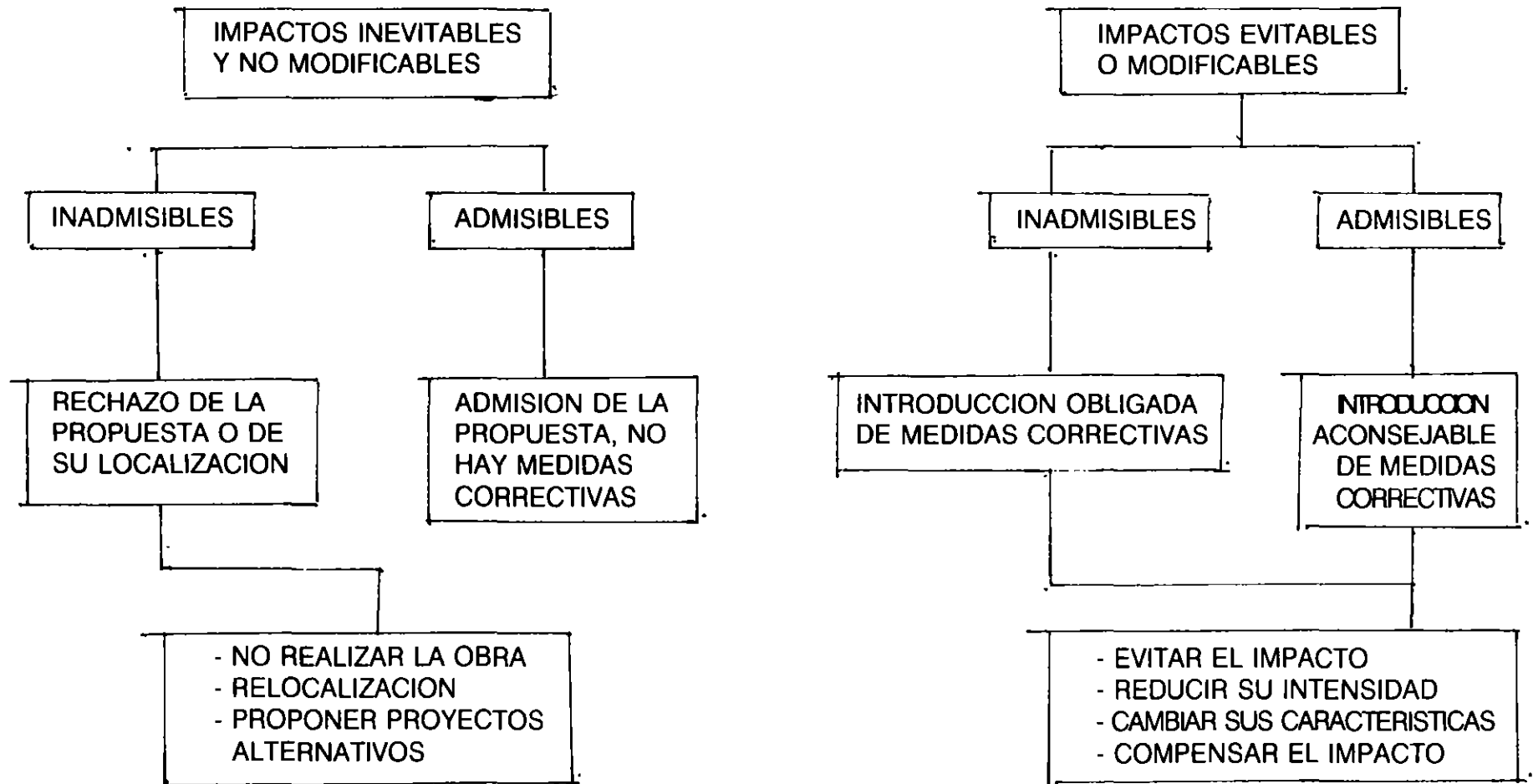
### **\*REDUCCION**

Operaciones de preservación y mantenimiento durante la acción.

### **\*COMPENSACION**

Reemplazar o sustituir recursos ambientales.

## MEDIDAS DE MITIGACION



## 2.- LEGISLACION NACIONAL

ING. RAFAEL LOPEZ RUIZ

---

**ANTECEDENTES HISTÓRICO LEGISLATIVOS EN MÉXICO.**

- 1971 - LEY FEDERAL PARA PREVENIR Y CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.

- 1971 - REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA ORIGINADA POR LA EMISIÓN DE HUMOS Y POLVOS.

- 1973 - REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS.

- 1976 - REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL ORIGINADA POR LA EMISIÓN DE RUIDOS.

- 1982 - LEY FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE. (REFORMADA EN 1984).

- 1987 - DECRETOS A LA IMPORTACIÓN O EXPORTACIÓN DE MATERIALES O RESIDUOS PELIGROSOS QUE POR SU NATURALEZA PUEDAN CAUSAR DAÑOS AL MEDIO AMBIENTE O A LA PROPIEDAD O CONSTITUYEN UN RIESGO A LA SALUD O BIENESTAR PÚBLICO.

- 1988 - LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

---

## FUNDAMENTO CONSTITUCIONAL ACTUAL

### INSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

#### ART. 4. DERECHO A LA SALUD.

#### ART. 25 DESARROLLO SOSTENIBLE.

#### ART. 27 RECURSOS NATURALES.

#### ART. 73 FACULTADES DEL CONGRESO.

#### ART. 115 FACULTADES DE LOS MUNICIPIOS.

#### ART. 4. EL DERECHO A LA SALUD.

D.O.F. 3 DE FEBRERO DE 1983.

SALUD HUMANA: UNO DE LOS CONCEPTOS CENTRALES DEL DERECHO AMBIENTAL.

EL DETERIORO DE LOS RECURSOS Y/O LOS CONTAMINANTES EN FORMA DIRECTA AFECTAN A LA SALUD. EN REALIDAD COMPRENDE "EL DERECHO A UN AMBIENTE SANO". FUNDAMENTE AFECTACIONES A LA LIBERTAD, PROPIEDAD ETC. QUE SE ESTABLECE EN LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL. LA REFORMA ESTABLECIÓ CLARAMENTE LA CONCURRENCIA DE LA FEDERACIÓN Y ESTADOS EN MATERIA DE SALUBRIDAD GENERAL.

#### ART. 25 DESARROLLO SOSTENIBLE.

D.O.F. (REFORMA) 2 DE FEBRERO DE 1983.

"SE APOYARA E IMPULSARA A LAS EMPRESAS DE LOS SECTORES SOCIAL Y PRIVADO DE LA ECONOMÍA, SUJETÁNDOLOS A LAS MODALIDADES QUE DICTE EL INTERÉS PÚBLICO Y AL USO, EN BENEFICIO GENERAL, DE LOS RECURSOS PRODUCTIVOS, CUIDANDO SU CONSERVACIÓN Y EL MEDIO AMBIENTE". NO SE CONSAGRA CLARAMENTE EL PRINCIPIO DE "DESARROLLO SOSTENIBLE" PERO PONE LAS BASES EN LAS QUE AHORA SE HA APOYADO LA LEGISLACIÓN. PRIMERA VEZ QUE LA CONSTITUCIÓN MENCIONA: MEDIO AMBIENTE. DA BASES PARA VIGILANCIA Y CONTROL DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS ES REITERATIVO DEL ARTICULO 27. (PROPIEDAD-ACTIVIDAD).

#### ART. 27 RECURSOS NATURALES.

TEMAS VARIADOS

DESDE SU ORIGEN: CONSERVACIÓN. (3er. PÁRRAFO).

INCLUYE REFERENCIAS AL ORDENAMIENTO DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS Y A USOS Y RESERVAS DE TIERRAS, AGUAS Y BOSQUES, ASÍ COMO, PARA EVITAR LA DESTRUCCIÓN DE LOS ELEMENTOS NATURALES (REFORMA DE 1976). REFORMA "ECOLÓGICA" (D.O.F. 10 DE AGOSTO DE 1987). SE ADICIONO EN EL 3er. PÁRRAFO: "... MEDIDAS... PARA PRESERVAR Y RESTAURAR EL EQUILIBRIO ECOLÓGICO".

#### ART. 73 FACULTADES DEL CONGRESO.

FACULTADES EXCLUSIVAS, FACULTADES IMPLÍCITAS, CONCURRENCIA. D.O.F. 6 DE JULIO DE 1971 FR. XVI BASE 4a. DA OBLIGATORIEDAD A LAS MEDIDAS DICTADAS POR EL CONSEJO DE SALUBRIDAD GENERAL. EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y COMBATE A LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL (FEDERALIZA LA MATERIA). D.O.F. JULIO DE 1987 REFORMA LA FR. VI PARA INCLUIR COMO FACULTADES DE LA ASAMBLEA DEL DISTRITO FEDERAL LAS RELATIVAS A PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE Y PROTECCIÓN ECOLÓGICA (OBVIAMENTE QUEDARON INCLUIDOS TAMBIÉN TODOS LOS TEMAS AMBIENTALES-MUNICIPALES). D.O.F. 10 DE AGOSTO DE 1987, FR. XXIX-G FACULTAD DEL CONGRESO PARA DICTAR LEYES QUE ESTABLEZCAN LA CONCURRENCIA DE LA FEDERACIÓN, ESTADOS Y MUNICIPIOS EN "MATERIA DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE Y DE PRESERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO"; INCISO "C" EN EL CASO DE ASENTAMIENTOS HUMANOS.

#### ART. 115 FACULTADES DE MUNICIPIOS.

D.O.F. 3 DE FEBRERO DE 1983, FR. V.

ANTES DE LA REFORMA LA PARTICIPACIÓN DE MUNICIPIOS EN ALGUNOS ASPECTOS AMBIENTALES (RESIDUOS DOMÉSTICOS, DRENAJE, ETC.) ERA MAS MATERIAL QUE JURÍDICA. LA REFORMA FUE EXPLÍCITA EN CUANTO A QUE LOS MUNICIPIOS TIENEN A SU CARGO ESOS SERVICIOS PÚBLICOS (FR.III). LA FR. V. LES FACULTA A PARTICIPAR EN LA CREACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE "ZONAS DE RESERVAS ECOLÓGICAS" Y EN OTRAS FUNCIONES RELATIVAS A USOS DE SUELO. (CONCEPTO DE "RESERVA ECOLÓGICA" EN FUNCIÓN A LA LEGISLACIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y L.G.E.E.P.A.).

## ¿QUE AUTORIDADES SON LAS ENCARGADAS DE APLICAR LAS LEYES AMBIENTALES?

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es una LEY GENERAL, lo que significa que la Federación, los Estados y los Municipios tienen competencia; la base para determinar la competencia es que la Federación tiene las facultades que la ley le reserva y lo que no este reservado será competencia de los Estados y Municipios.

## CONCURRENCIA Y FACULTADES ENTRE LA FEDESOL Y LOS ESTADOS Y MUNICIPIOS.

### FEDERACIÓN

(Alcance general o interés general).

- Política Ecológica General.
- Criterios Ecológicos Generales.
- Complejos.
- Bienes y Zonas Federales.
- Internacionales.
- Interestatales.
- Normas Técnicas Ecológicas.
- Emergencias y Contingencias Graves.
- Actividades Altamente Riesgosas.
- Residuos Peligrosos.
- Áreas Naturales Protegidas (Federales).
- Flora y Fauna Silvestres.
- Flora y Fauna Acuáticas (Aguas Nacionales).
- Fuentes Emisoras Federales.
- Aguas Federales, Bosques, Minas.
- Ordenamiento Ecológico General.

### ESTADOS Y MUNICIPIOS

(Las demás)

- Política Ecológica Estatal.
- Criterios Ecológicos Estatales.
- Bienes y Zonas Estatales.
- A Nivel Estatal.
- Actividades No Riesgosas.
- Residuos Sólidos No Peligrosos.
- Parques Urbanos y Zonas de
- Fuentes Emisoras No Federales (Aire, Ruido).
- Aguas Estatales, Minería no Concesible.
- Ordenamiento Ecológico Local.
- Servicios Públicos.

## CONCURRENCIA Y FACULTADES ENTRE LA SEDESOL Y DEPARTAMENTO DEL D.F.

### SECRETARIA.

- Fuentes Fijas que No Funcionen como Establecimientos Mercantiles y de Espectáculos.
- Normas Técnicas Ecológicas de Emisiones de Fuentes Móviles.
- Tecnologías de Reducción de Emisiones.
- Normas Técnicas Ecológicas de Combustibles.
- Operación Sistema de Monitoreo
- Condiciones de Descargas de Aguas a Cuerpos Receptores.
- Normas Técnicas Ecológicas con SARH y SS, sobre Aguas Residuales.
- Normas Técnicas Ecológicas con SS, sobre Residuos.
- Propuestas al Ejecutivo con SS., sobre Materiales y Residuo Peligrosos.
- Propuestas al Ejecutivo con SARH, SS Y S sobre Plaguicidas Fertilizantes, y Sustancias Tóxicas.
- Contaminación de Fuentes Emisoras Federales.
- Evaluación de Impacto Ambiental en casos Federales.
- Propuestas al Ejecutivo sobre Contingencias.
- Coordinar Acciones en Contingencias.
- Bases para Parques Nacionales.
- Vigilar y Sancionar en su Competencia.

### DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.

- Las que Funcionen como Establecimientos Mercantiles y de Espectáculos y Fuentes Móviles.
- Verificación y Control del Parque Vehicular.
- Medidas de Tránsito y Vialidad.
- Verificación del Transporte Público.
- Red de Laboratorios de Análisis.
- Aplicar Normas Técnicas Ecológicas de SEDESOL y SS a Descarga a Drenaje.
- Reuso de Aguas (con SS.).
- Tratamiento de Aguas.
- Propuestas al Ejecutivo sobre Residuos Sólidos no Peligrosos y Sitios de Disposición Final.
- Criterios Ecológicos de Desarrollo Urbano.
- Participar en Programas de Restauración.
- Vigilar Uso de Suelo.
- Fuentes de Contaminación No Federales.
- Evaluación de Impacto Ambiental en Casos No Federales.
- Aplicar Medidas de Contingencias.
- Participar en Parques Nacionales.
- Cumplir Normas Técnicas Ecológicas para Servicios Públicos.
- Vigilar y Sancionar en su Competencia.



**MARCO JURÍDICO DEL  
DERECHO AMBIENTAL.**

*LEY DE AGUAS NACIONALES*  
D.O.F. 1-XII-94 **LEY FEDERAL DE AGUAS**  
D.O.F. 11-1-71

**LEY AGRARIA.**

**LEY DE CONSERVACIÓN DE SUELO Y AGUAS.**

D.O.F. 06-VI-66

D.O.F. 26-II-81

**LEY DE EXPROPIACIÓN.**

D.O.F. 25-XI-56

**LEY GENERAL DE ASENTAMIENTOS HUMANOS.**

D.O.F. 25-V-76

**LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA  
PROTECCIÓN AL AMBIENTE.**

D.O.F. 28-1-88

**LEY FEDERAL DEL MAR.**

D.O.F. 9-1-86

**LEY MINERA.**

D.O.F. 26-VI-91

**LEY REGLAMENTARIA DEL ARTICULO 27  
CONSTITUCIONAL EN LA RAMO DEL PETRÓLEO.**

D.O.F. 28-XI-88

**LEY REGLAMENTARIA DEL ARTICULO 27  
CONSTITUCIONAL EN MATERIA NUCLEAR.**

D.O.F. 4-II-85

**LEY DE PESCA.**

D.O.F. 5-1-91

**LEY FEDERAL DE CAZA.**

D.O.F. 25-VI-91

**LEY FEDERAL DE TURISMO**

D.O.F. 6-II-84

**LEY FEDERAL DE VIVIENDA.**

D.O.F. 7-II-84

**LEY DE FOMENTO AGROPECUARIO.**

D.O.F. 2-1-84

**LEY FEDERAL PARA EL FOMENTO DE LA  
MICROINDUSTRIA.**

D.O.F. 26-1-88

**LEY FORESTAL.**

D.O.F. 22-12-91

**LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES.**

D.O.F. 8-1-82

**LEY ORGÁNICA DE LOS TRIBUNALES AGRARIOS.**

D.O.F. 28-II-91

*LEY DE OBRAS PÚBLICAS*

D.O.F. 28-XII-88

**LEY DE DISTRITOS DE DESARROLLO RURAL.**

D.O.F. 28-II-82

**LEY GENERAL DE SALUD.**

D.O.F. 7-II-84

**LEY DE PLANEACIÓN.**

D.O.F. 5-1-83

**LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

D.O.F. 22-XII-75

**LEY DE SANIDAD FITOPECUARIA DE LOS ESTADOS  
UNIDOS MEXICANOS.**

D.O.F. 23-XII-74

**LEY FEDERAL SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN**

D.O.F. 1-VII-92

**LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN.**

D.O.F. 28-II-88

**LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO  
ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN  
AL AMBIENTE.**  
**D.O.F. 28-I-1988**

**REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO  
ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN  
MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.**  
**D.O.F. 07-VI-1988**

**REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO  
ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN  
MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS.**  
**D.O.F. 25-XI-1988**

**REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO  
ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN  
MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA  
CONTAMINACIÓN A LA ATMÓSFERA.**  
**D.O.F. 25-XI-1988.**

**REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA  
CONTAMINACIÓN DE AGUAS.**  
**D.O.F. 29-III-73**

**REGLAMENTO PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE  
CONTRA LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA POR LA  
EMISIÓN DE RUIDO.**  
**D.O.F. 06-XII-1981**

---

# LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE:

## TITULO PRIMERO

### DISPOSICIONES GENERALES.

CAPITULO I	NORMAS PRELIMINARES.
CAPITULO II	CONCURRENCIA ENTRE LA FEDERACIÓN, LAS ENTIDADES FEDERATIVAS Y LOS MUNICIPIOS.
CAPITULO III	ATRIBUCIONES DE LA SECRETARIA Y COORDINACION ENTRE LAS DEPENDENCIAS Y ENTIDADES DE LA ADMINISTRACIÓN PUBLICA FEDERAL.
CAPITULO IV	POLÍTICA ECOLÓGICA.

SECC. I PLANEACIÓN ECOLÓGICA.
SECC. II ORDENAMIENTO ECOLÓGICA.
SECC. III CRITERIOS ECOLÓGICOS EN LA PROMOCIÓN DEL DESARROLLO.
SECC. IV REGULACION ECOLÓGICA DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS.
SECC. V EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.
SECC. VI NORMAS TÉCNICAS ECOLÓGICAS.
SECC. VII MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE ÁREAS NATURALES.
SECC. VIII INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN ECOLÓGICAS.
SECC. IX INFORMACIÓN Y VIGILANCIA.

CAPITULO V	INSTRUMENTOS DE LA POLÍTICA ECOLÓGICA.
------------	--

## TITULO SEGUNDO

### ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

CAPITULO I	CATEGORÍAS, DECLARATORIAS Y ORDENAMIENTO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	SECC. I TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS A.N.P. SECC. II DECLARATORIAS PARA EL ESTABLECIMIENTO, CONSERVACIÓN ADMINISTRACIÓN, DESARROLLO Y VIGILANCIA DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.
CAPITULO II	SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.	
CAPITULO III	FLORA FAUNA SILVESTRES Y ACUÁTICAS.	

## TITULO TERCERO.

### APROVECHAMIENTO RACIONAL DE LOS ELEMENTOS NATURALES.

CAPITULO I	APROVECHAMIENTO RACIONAL DEL AGUA Y LO ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.
CAPITULO II	APROVECHAMIENTO RACIONAL DEL SUELO Y SUS RECURSOS.
CAPITULO III	EFFECTOS DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS NO RENOVABLES EN EL EQUILIBRIO ECOLÓGICO.

## TITULO CUARTO

### PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

CAPITULO I	PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA.
CAPITULO II	PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.
CAPITULO III	PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO.
CAPITULO IV	ACTIVIDADES CONSIDERADAS COMO RIESGOSAS.
CAPITULO V	MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.
CAPITULO VI	ENERGÍA NUCLEAR.
CAPITULO VII	RUIDO, VIBRACIONES, ENERGÍA TÉRMICA, LUMINICA Y OLORES.

## TITULO QUINTO.

### PARTICIPACIÓN SOCIAL.

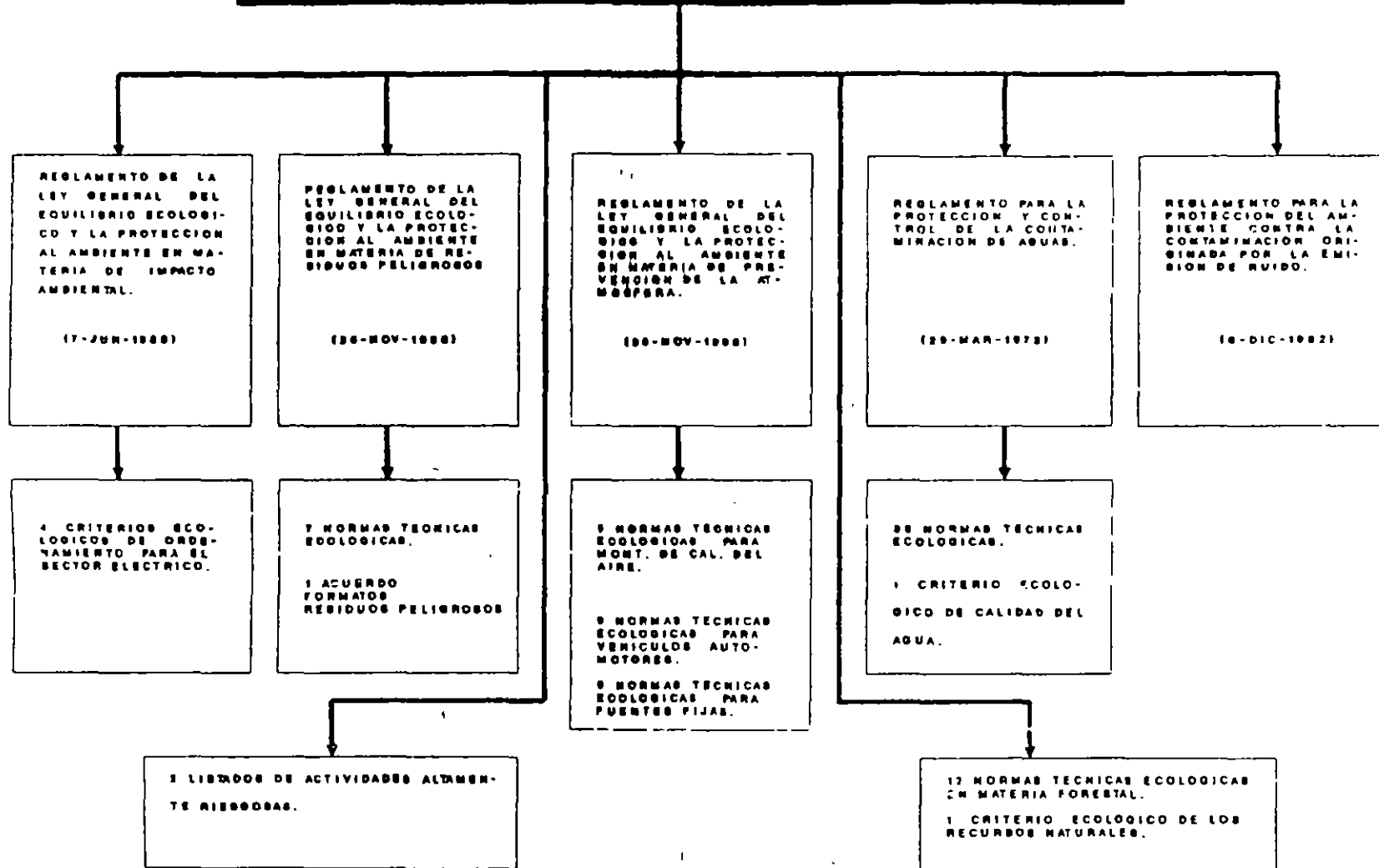
#### CAPITULO ÚNICO.

## TITULO SEXTO.

### MEDIDAS DE CONTROL Y DE LA SEGURIDAD Y SANCIONES.

CAPITULO I	OBSERVANCIA DE LA LEY.
CAPITULO II	INSPECCIÓN Y VIGILANCIA.
CAPITULO III	MEDIDAS DE SEGURIDAD.
CAPITULO IV	SANCIONES ADMINISTRATIVAS.
CAPITULO V	RECURSO DE INCONFORMIDAD.
CAPITULO VI	DE LOS DELITOS DEL ORDEN FEDERAL.
CAPITULO VII	DENUNCIA POPULAR.

**LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO  
Y LA PROTECCION AL AMBIENTE  
(28 - ENERO - 1988)**



# **LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE**

## **ARTICULO 28**

**REQUIEREN AUTORIZACION PREVIA DE:**

**GOBIERNO FEDERAL, ENTIDADES FEDERATIVAS, MUNICIPIOS**

**LA REALIZACION DE OBRAS O ACTIVIDADES PUBLICAS O PRIVADAS QUE  
PUEDAN:**

- . CAUSAR DESEQUILIBRIO ECOLOGICO**
- . REBASAR LIMITES Y CONDICIONES SEÑALADOS EN LOS  
REGLAMENTOS Y NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

## **OBLIGACIONES DE LAS EMPRESAS EN MATERIA AMBIENTAL Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN.**

### **LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO**

- 1.- SOLICITUD DE LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO.
- 2.- CEDULA DE OPERACIÓN. FEBRERO DE CADA AÑO.
- 3.- ENCUESTA INDUSTRIAL (INVENTARIO DE EMISIONES).

### **EMISIONES A LA ATMÓSFERA.**

- 4.- PERMISO DE COMBUSTIÓN A CIELO ABIERTO (EN CASO DE QUE SE REALICE).
- 5.- BITACORA DE EMISIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE PROCESO Y CONTROL DE EMISIONES DE CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA.
- 6.- RESULTADO DE MEDICIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

### **EN MATERIA DE AGUA.**

- 7.- EN CASO DE USAR AGUAS NACIONALES, SE REQUIERE LA EXPEDICIÓN DE TÍTULO DE ASIGNACIÓN, CONCESIÓN, AUTORIZACIÓN O PERMISO DE APROVECHAMIENTO.
- 8.- PERMISO DE DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE INDUSTRIAS A UN CUERPO RECEPTOR FEDERAL.
- 9.- SOLICITUD DE DESCARGA DE AGUA RESIDUAL.
- 10.- CUESTIONARIO PARA DETERMINACIÓN DE CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES.

### **RESIDUOS PELIGROSOS.**

- 11.- MANIFIESTO PARA EMPRESAS GENERADORAS DE RESIDUOS PELIGROSOS (UNO POR CADA RESIDUO).
- 12.- MANIFIESTO DE ENTREGA, TRANSPORTE Y RECEPCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.
- 13.- MANIFIESTO PARA CASOS DE DERRAME DE RESIDUOS PELIGROSOS POR ACCIDENTE.
- 14.- REPORTE SEMESTRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS RECIBIDOS PARA RECICLAJE O TRATAMIENTO.
- 15.- REPORTE SEMESTRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS ENVIADOS PARA SU RECICLAJE, TRATAMIENTO, INCINERACIÓN O CONFINAMIENTO.
- 16.- REPORTE MENSUAL DE RESIDUOS PELIGROSOS CONFINADOS EN SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL.
- 17.- MANIFIESTO PARA LA IMPORTACIÓN O EXPORTACIÓN DE MATERIALES O RESIDUOS PELIGROSOS.

### **PLAGUICIDAS.**

- 18.- SOLICITUD DE REGISTRO DE PLAGUICIDA.
- 19.- REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIRSE PARA OBTENER EL REGISTRO ÚNICO DE PLAGUICIDAS DOMÉSTICOS, DE JARDINERÍA E INDUSTRIALES.
- 20.- REQUISITOS PARA MODIFICACIÓN DE REGISTRO DE PLAGUICIDAS DOMÉSTICOS, URBANOS, DE JARDINERÍA INDUSTRIALES.
- 21.- REQUISITO DE RENOVACIÓN DE REGISTRO DE PLAGUICIDAS DOMÉSTICOS, URBANOS, DE JARDINERÍA INDUSTRIALES.

### **INDUSTRIAS DE NUEVA CREACIÓN, AMPLIACIONES, OBRAS NUEVAS.**

- 22.- INFORME PREVENTIVO.
- 23.- MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD GENERAL (EN SU CASO)
- 24.- MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD INTERMEDIA. (EN SU CASO)
- 25.- MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD ESPECIFICA. (EN SU CASO)

### **NORMAS TÉCNICAS ECOLÓGICAS. (NOM)**

- 26.- OBLIGACIÓN DE CUMPLIR SEGÚN EL CASO CON NORMAS TÉCNICAS OBLIGATORIAS, RESPECTO DE CALIDAD DE AGUA, RESIDUOS PELIGROSOS, CALIDAD DE AIRE, ANÁLISIS DE AGUA, DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA, NIVELES MÁXIMO DE RUIDO. ESTAS NORMAS ACTUALMENTE ESTÁN EN PROCESO DE EXPEDIRSE DE CONFORMIDAD CON LA LEY SOBRE METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN PARA CONVERTIRLAS EN NORMAS OBLIGATORIAS.

### 3. SISTEMAS ECOLOGICOS

- SISTEMAS ECOLOGICOS

En el mundo vivo existen diferentes niveles de organización de la materia, así tenemos:

ATOMOS

MOLECULAS

CELULAS

TEJIDOS

ORGANOS

SISTEMAS

ORGANISMOS

POBLACIONES

ECOSISTEMAS

BIOSFERA



- DEFINICIONES EN ECOLOGIA

**ECOLOGIA** Relación entre los seres vivos y su ambiente.

**ECOSISTEMA** Interacción de organismos o grupos de organismos entre sí y con el medio en un espacio y tiempo determinado.

**HABITAT** Lugar donde vive el organismo (domicilio)

**NICHO ECOLOGICO** Papel que desempeña el organismo en el ecosistema (rol)

- ELEMENTOS DE UN ECOSISTEMA

MEDIO  
BIOTICO

MEDIO  
ABIOTICO

FUENTE DE  
ENERGIA

- ORGANISMOS PRODUCTORES (AUTOTROFOS)  
VEGETALES (FOTOSINTESIS CLOROFILA)
  
- MEDIO BIOTICO
  
- ORGANISMOS CONSUMIDORES (HETEROTROFOS)  
PRIMARIOS (HERBIVOROS)  
SECUNDARIOS (CARNIVOROS)  
TERCIARIOS (CARNIVOROS Y PARASITOS)
  
- ORGANISMOS DESINTEGRADORES (REDUCTORES)  
BACTERIAS, HONGOS Y PROTOZOARIOS

- TERRESTRE

Sustancias minerales, agua,  $O_2$ ,  $CO_2$ , temperatura, clima, humedad, iluminación, latitud, topografía, orientación entre otros

- MEDIO ABIOTICO

- ACUATICO

Sustancias minerales, sustrato, color, profundidad, salinidad, transparencia, sólidos, temperatura, acidez, (pH) entre otros.

- FUENTE DE  
ENERGIA

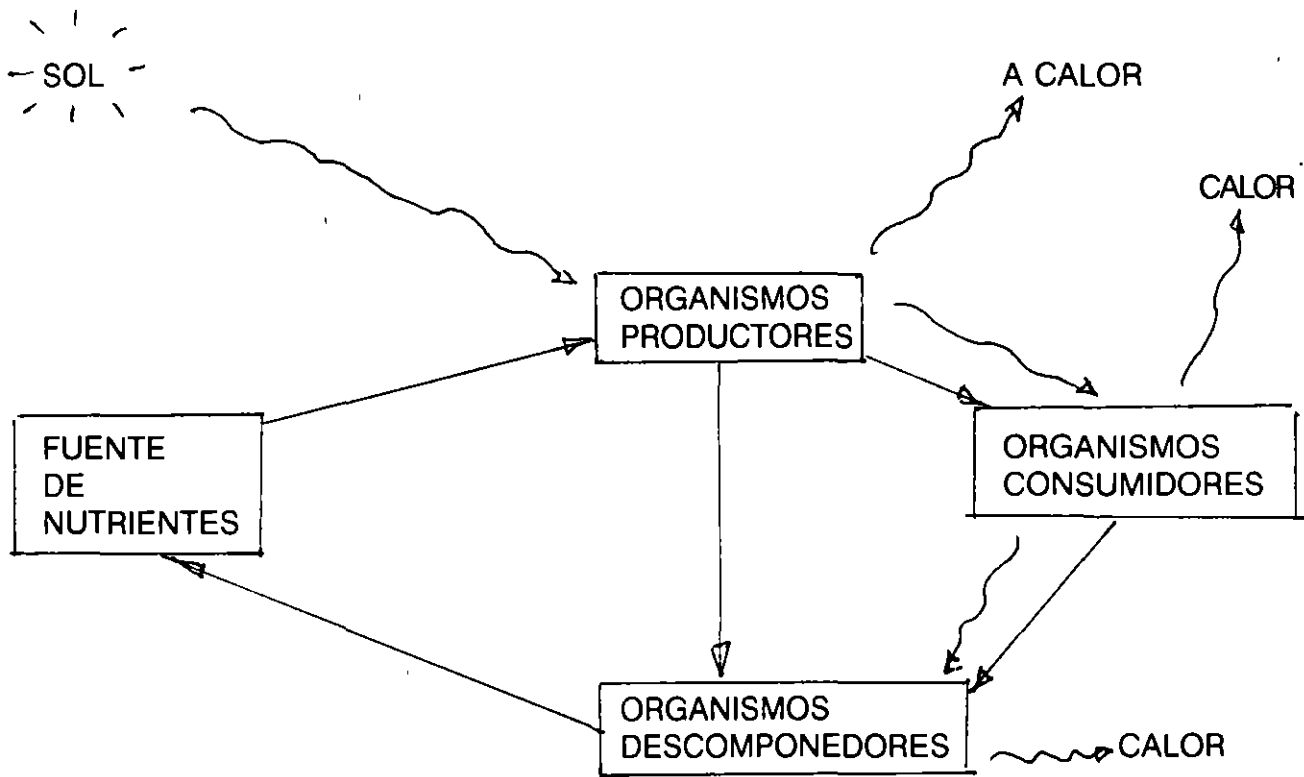
- RADIACION SOLAR

## - COMPONENTES DE LOS ECOSISTEMAS

- ESTRUCTURALES**
- 1.- Composición de la comunidad de seres vivos y su distribución en tiempo y espacio.
  - 2.- Cantidad y distribución de elementos naturales (fósforo, nitrógeno, potasio, agua, sales, tierra, etc).
  - 3.- Condiciones físicas de sobrevivencia de los seres vivos (temperatura, humedad, luminosidad).
- FUNCIONALES**
- 1.- Flujo de energía (fotosíntesis y cadena alimenticia).
  - 2.- Ciclo de nutrientes (cadena alimenticia y ciclos biogeoquímicos)
  - 3.- Relaciones entre los organismos (regulaciones biológicas de poblaciones y comunidades).

# ECOSISTEMAS

## CIRCULACION DE NUTRIENTES Y FLUJO DE LA ENERGIA



————→ NUTRIENTES

~~~~~→ ENERGIA

## RELACIONES ENTRE LOS ORGANISMOS

| RELACION                                | ESPECIE I | ESPECIE II               |
|-----------------------------------------|-----------|--------------------------|
| 1.- COMPETENCIA<br>directa espacio      | (-)       | (-)                      |
| 2.- COMPETENCIA<br>utilización recursos | (-)       | (-)                      |
| 3.- AMENSALISMO                         | (-)       | (0)                      |
| 4.- PARASITISMO                         | (+)       | (-) Parásito<br>pequeño  |
| 5.- DEPREDACION                         | (+)       | (-) Depredador<br>grande |
| 6.- COMENSALISMO                        | (+)       | (0)                      |
| 7.- PROTOCOOPERACION                    | (+)       | (+) no obligatoria       |
| 8.- MUTUALISMO                          | (+)       | (+) obligatoria          |

## CARACTERÍSTICAS DE LOS ECOSISTEMAS

### 1.- AUTORREGULABLE

Evita que el cambio numérico de los individuos de una especie altere la relación con los demás factores

### 2.- AUTOSUFICIENTE

Cerrado en cuanto a materiales que lo integran. Abierto desde el punto de vista energético.

### 3.- TIENE VARIEDAD

Cuando mayor número de especies lo forman es mas estable.

### 4.- TIENE ESTABILIDAD

No varía en corto tiempo.

### 5.- TIENE OCUPADOS TODOS SUS NICHOS ECOLOGICOS

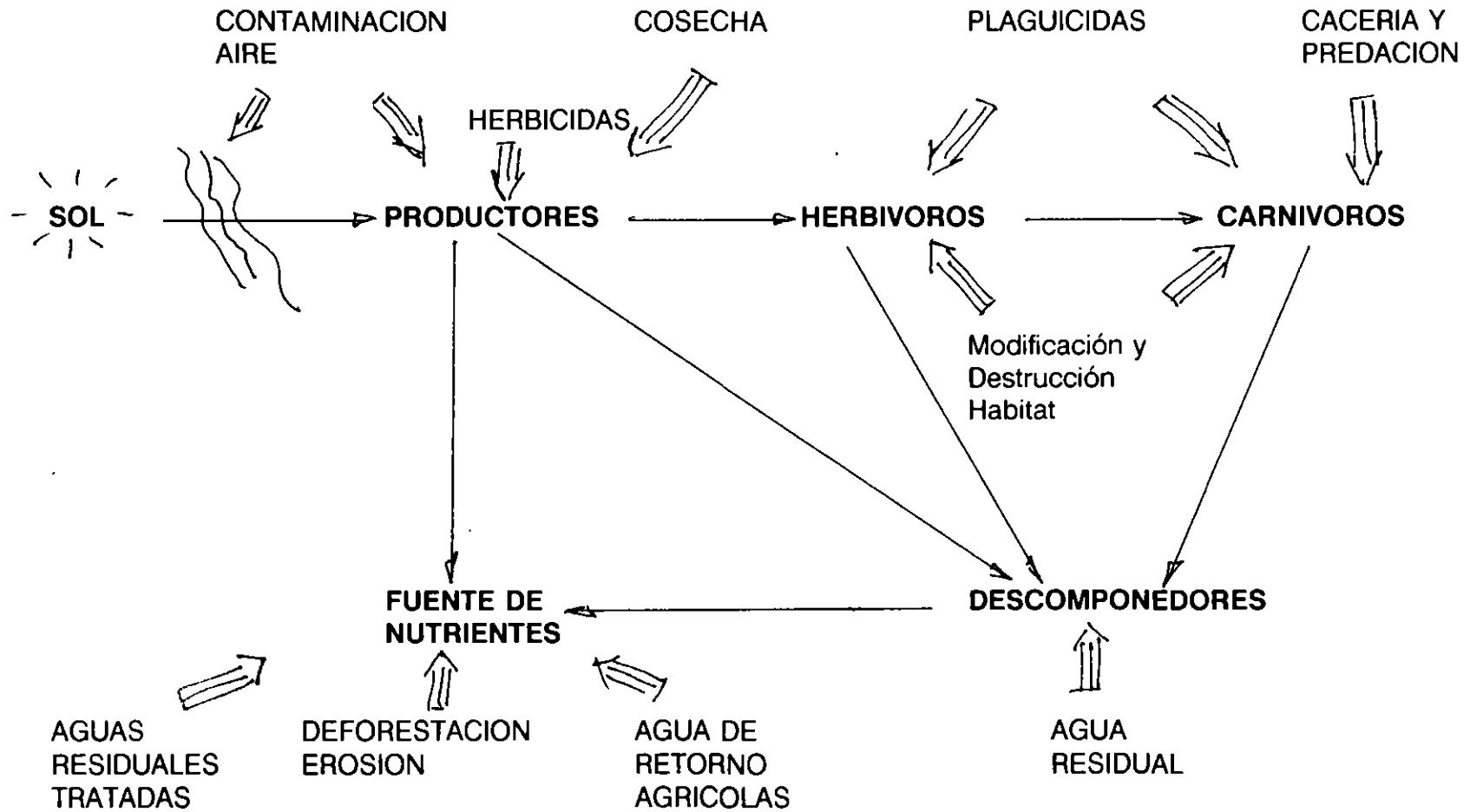
### 6.- MAYORES SISTEMAS

Tienen mas capacidad de adaptarse a la desigualdad.

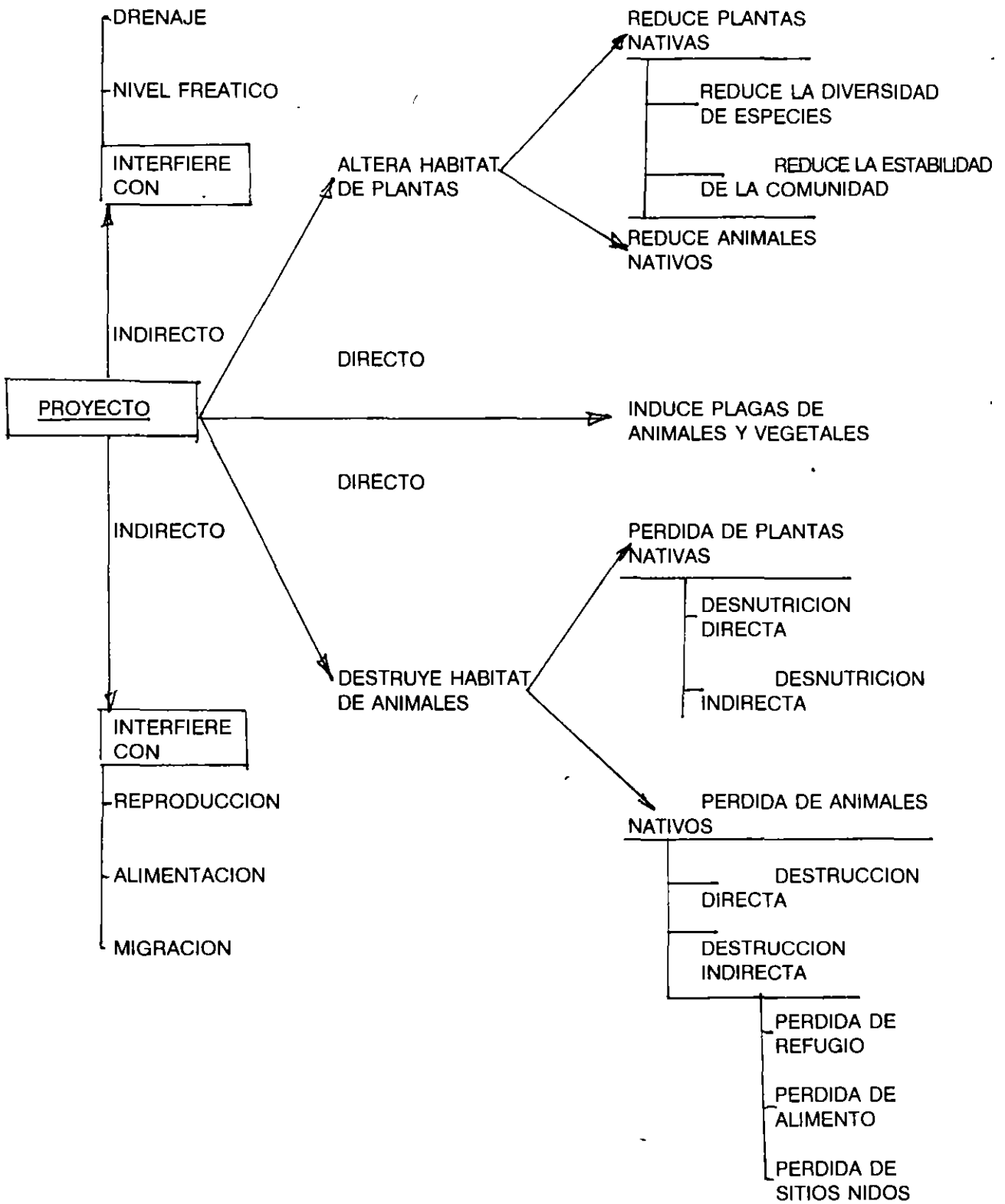


## PRINCIPALES ECOSISTEMAS

|            |                                                                   |
|------------|-------------------------------------------------------------------|
|            | POLAR                                                             |
|            | TUNDRA                                                            |
|            | BOSQUE BOREAL (TAIGA)                                             |
|            | SELVA TEMPLADA                                                    |
| TERRESTRES |                                                                   |
|            | DESIERTO                                                          |
|            | PASTISAL                                                          |
|            | MATORRAL                                                          |
|            | SABANA                                                            |
|            | SELVA TROPICAL                                                    |
|            | MARINO (océano, golfo, mar, bahía)                                |
| ACUATICOS  | ESTUARINO (estuarios, riberas, manglar)                           |
|            | ACUIDULCE                                                         |
|            | lagos, vasos, charcas, pantanos de agua dulce, corrientes y ríos. |



- ALTERACIONES A LOS ECOSISTEMAS POR LAS ACTIVIDADES HUMANAS



## 4. INFRAESTRUCTURA Y AMBIENTE

ING. RAFAEL LOPEZ RUIZ

**PROYECTOS**

**APROVECHAMIENTO DE  
RECURSOS NATURALES**

**OBRAS DE  
INFRAESTRUCTURA**

**DESARROLLOS  
INDUSTRIALES**

**DESARROLLOS TURISTICOS  
Y URBANOS**

AL GOBIERNO FEDERAL CORRESPONDE EVALUAR EL IMPACTO AMBIENTAL PARTICULARMENTE DE LAS SIGUIENTES MATERIAS (ART. 29 L.G.E.E. y P.A.

### **RECURSOS NATURALES**

- Aprovechamientos forestales de bosques y selvas tropicales y de especies de difícil regeneración.
- Exploración, extracción, tratamiento y refinación de sustancias minerales y no minerales reservadas a la Federación.

### **INDUSTRIA**

- Química, petroquímica, siderurgia, papelera, azucarera, de bebidas, del cemento, automotriz.

### **INFRAESTRUCTURA**

- Generación y transmisión de electricidad.
- Obra pública federal
- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboconductos.

### **DESARROLLOS TURISTICOS**

- Desarrollos turísticos federales.

### **DESECHOS**

- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos.

## **OBRAS DE INFRAESTRUCTURA**

**PRESAS**

**CARRETERAS**

**VIAS FERREAS**

**PUERTOS**

**AEROPUERTOS**

## **ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCION**

- **OBRAS PROVISIONALES**
- **CAMINOS DE PENETRACION**
- **VIALIDADES**
- **OBRAS AUXILIARES**
- **UTILIZACION DE BANCOS**
- **TERRACERIAS**
- **DRAGADOS**
- **CONSTRUCCIONES**
- **INSTALACION DE EQUIPO**

## **ETAPA DE OPERACION**

- **MOVIMIENTO DE VEHICULOS**
- **GENERACION DE RESIDUOS**
- **USO DE EQUIPO Y MAQUINARIA**
- **CONSERVACION**
- **ALMACENAJE DE MATERIALES**
- **TRANSPORTACION DE MATERIALES**

## **ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO**

- **CLAUSURA DE OBRAS**
- **NIVELACION DE TERRENOS**
- **DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES**
- **TRANSPORTACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIA**
- **RESTAURACION DEL SITIO**

## ELEMENTOS DEL AMBIENTE IMPACTADOS POR PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA

- MEDIO SOCIOECONOMICO
- MEDIO BIOLÓGICO
- MEDIO FÍSICO



**MEDIO  
SOCIO  
ECONOMICO**

**DEFINICION DEL AREA  
DE INFLUENCIA**

**SELECCION DE LOS  
FACTORES AFECTABLES**

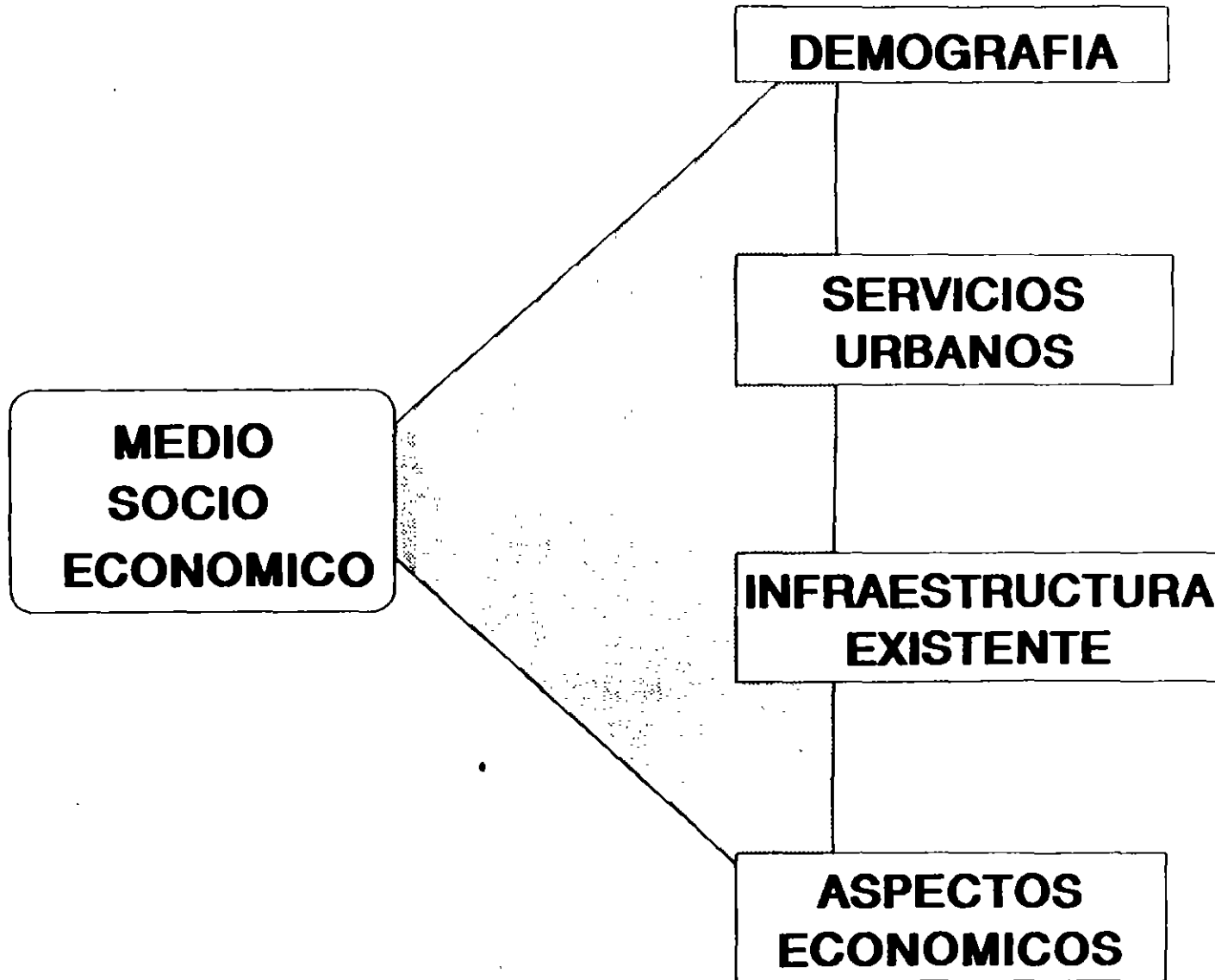
**DESCRIPCION DE LOS  
FACTORES AFECTABLES  
ANTES DEL PROYECTO**

64

**MEDIO  
SOCIO  
ECONOMICO**

**DEFINICION DEL AREA  
DE INFLUENCIA**

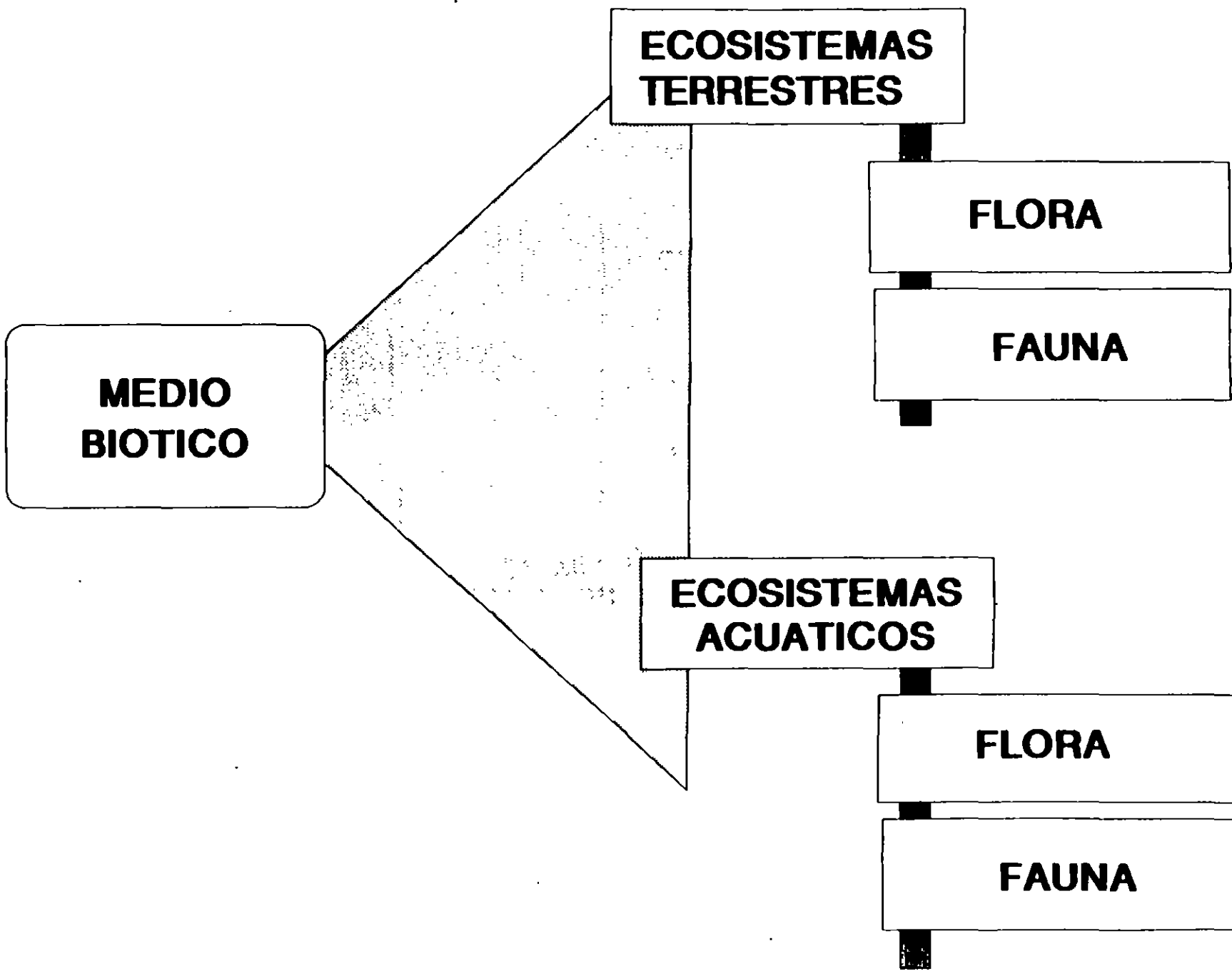
- \* LOCALIDAD
- \* MUNICIPIO
- \* REGION
- \* ENTIDAD FEDERATIVA
- \* PAIS
- \* INTERNACIONAL



**MEDIO  
BIOLOGICO**

**DEFINICION DEL AREA  
DE INFLUENCIA**

- \* CUENCA O SUBCUENCA HIDROLOGICA
- \* ECOSISTEMA ESPECIFICO
- \* BAHIA O LITORAL AFECTADO
- \* CUERPO DE AGUA
- \* TRAZO DE PROYECTO Y DERECHO DE VIA



04

(e/)

**MEDIO  
FISICO**

**DEFINICION DEL AREA  
DE INFLUENCIA**

**SELECCION DE LOS  
FACTORES AFECTABLES**

**DESCRIPCION DE LOS  
FACTORES AFECTABLES  
ANTES DEL PROYECTO**

25

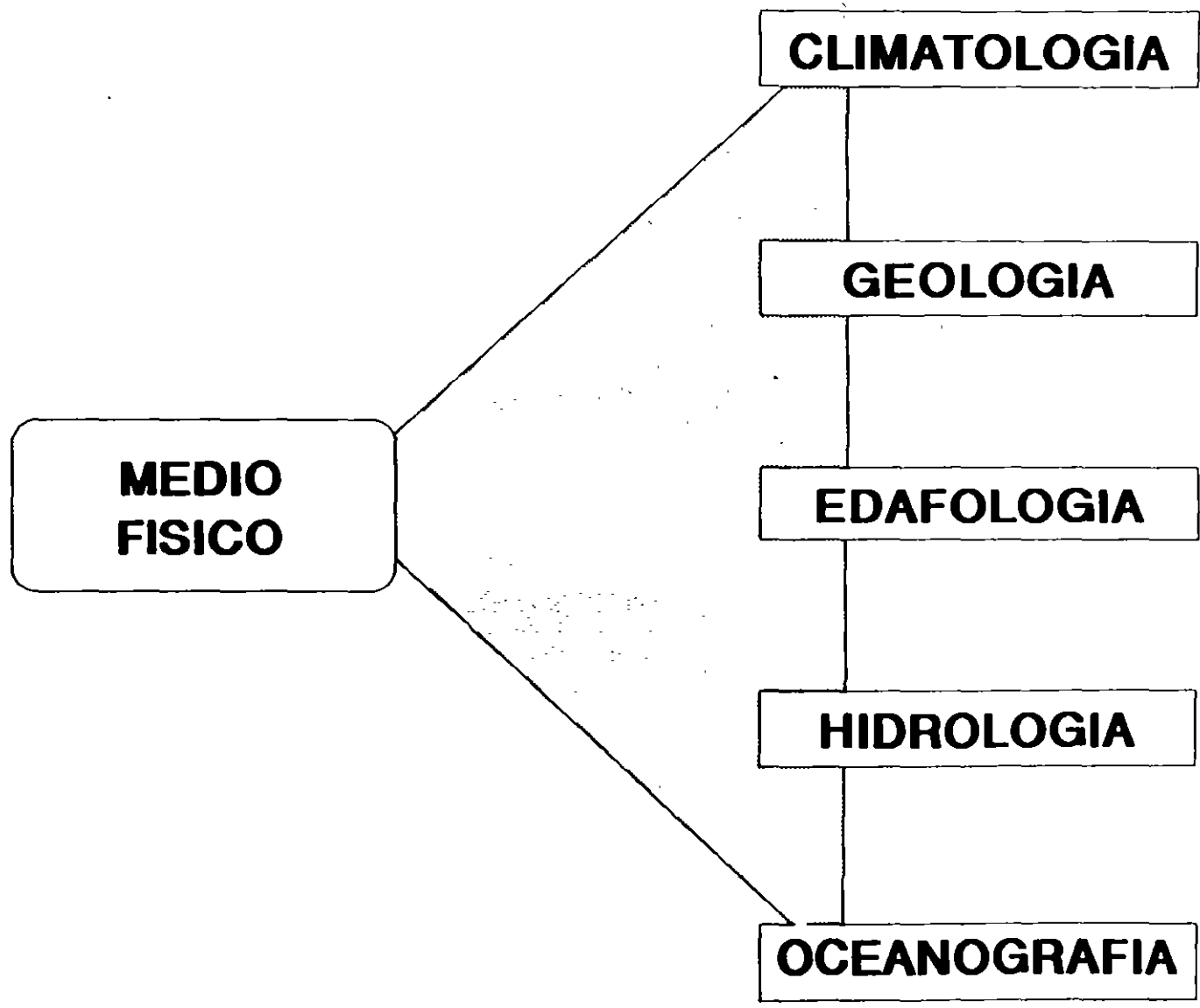
W

**MEDIO  
FISICO**

**DEFINICION DEL AREA  
DE INFLUENCIA**

- \* **AREA AFECTADA POR EMISIONES A LA ATMOSFERA**
- \* **CUENCA O SUBCUENCA HIDROLOGICA**
- \* **UNIDAD NATURAL ESPECIFICA**
- \* **BAHIA O LITORAL AFECTADO**
- \* **CUERPO DE AGUA**
- \* **TRAZO DE PROYECTO Y DERECHO DE VIA**

22





**PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO PARA EVALUAR EL  
IMPACTO AMBIENTAL  
"MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL"**

| <b>AUTORIDAD IDENTIFICA</b>                                                                                                  | <b>PROPONENTE INFORMA</b>                                                                                                                                                                                                                                      | <b>AUTORIDAD EVALUA DICTAMEN</b>                                                                               | <b>PROPONENTE INSTRUMENTA</b>                                                                                                                                    | <b>AUTORIDAD SUPERVISA</b>                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>. Localización</li> <li>. Cribado</li> <li>. Selección</li> <li>. Registro</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Informe Preventivo (art. 7)</li> <li>. Manifestación del Impacto Ambiental (art. 9)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- General</li> <li>- Intermedia</li> <li>- Especifica</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Autoriza</li> <li>. Autoriza Condicionada</li> <li>. Niega</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Acciones               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prevención</li> <li>- Mitigación</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Normal               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Continua</li> </ul> </li> <li>. Anomalías               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificar</li> <li>- Suspensión de obra</li> </ul> </li> </ul> |

# **PROCEDIMIENTO DE EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL**

**ART. 7 INFORME PREVENTIVO**

**ART. 9 MODALIDADES DE LAS MANIFESTACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL:**

**GENERAL**

**INTERMEDIA**

**ESPECIFICA**

**ART. 46 REGISTRO DE LOS PRESTADORES DE SERVICIOS**

**INFORME  
PREVENTIVO**

**IMPACTO  
SIGNIFICATIVO**

**NO**

**APROBACION  
DEL  
PROYECTO**

**SI**

**NECESIDAD DE  
PRESENTAR  
M.I.A.**

14

25

**MODALIDADES  
DE  
PRESENTACION**

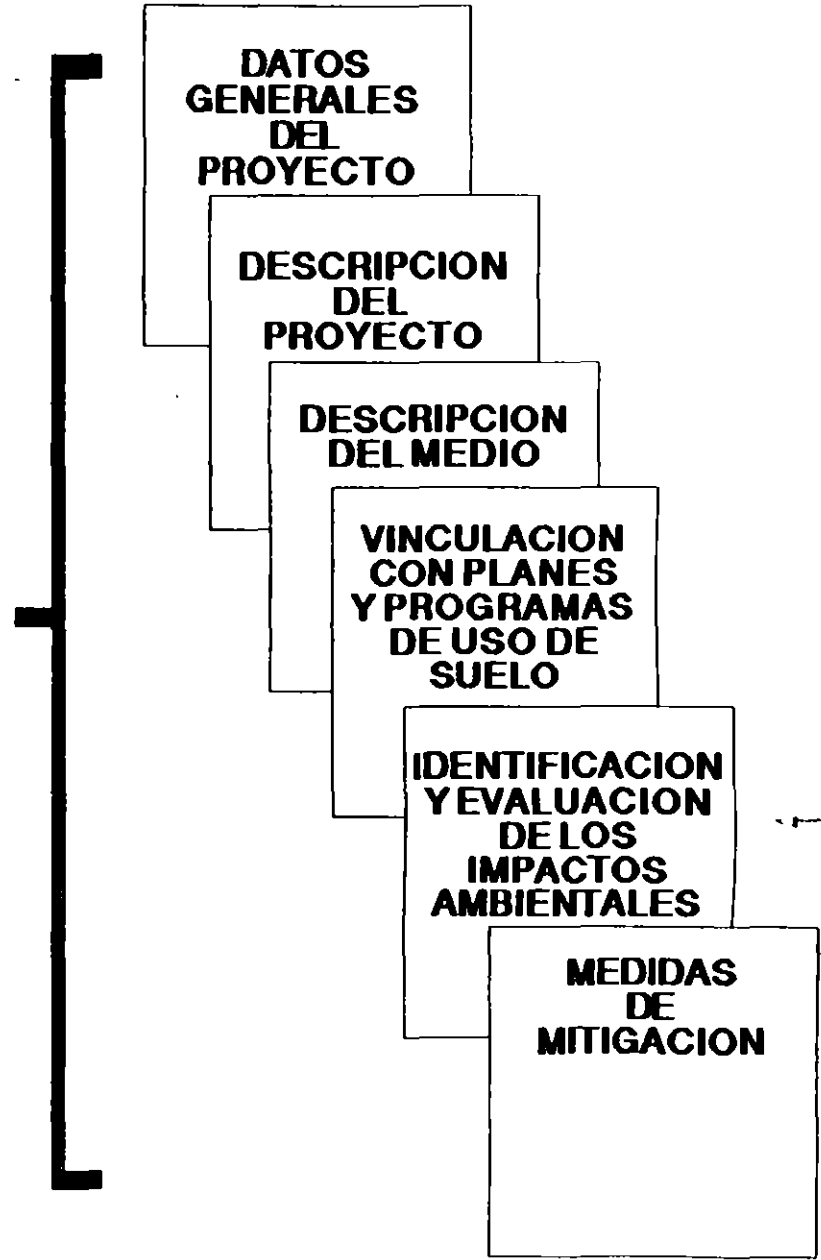
**M.I.A.  
GENERAL**

**M.I.A.  
INTERMEDIA**

**M.I.A.  
ESPECIFICA**

16

**MANIFESTACION  
DE  
IMPACTO  
AMBIENTAL**



# **PLAZOS PARA EMITIR LA RESOLUCION DE IMPACTO AMBIENTAL**

## **INFORME PREVENTIVO**

NO SE ESPECIFICA

## **MODALIDAD GENERAL**

30 DIAS HABILES O 45 DIAS SI SE PIDE DICTAMEN

## **MODALIDAD INTERMEDIA**

60 DIAS HABILES O 90 DIAS SE PIDE DICTAMEN

## **MODALIDAD ESPECIFICA**

90 DIAS HABILES O 120 DIAS SI SE PIDE DICTAMEN

## COMPARACIÓN DE MODALIDADES DE MANIFESTACIONES

| <b>GENERAL</b>                                                                                                                                            | <b>INTERMEDIA</b>                                                                                                                                              | <b>ESPECÍFICA</b>                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>I. DATOS GENERALES</b>                                                                                                                                 | <b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>                                                                                                                                  | <b>I. DATOS DEL ORGANISMO PROPONENTE</b>                                                                                                                                      |
| <b>II. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA O ACTIVIDAD PROYECTADA</b><br>Mencionar estudios de campo<br>Descripción breve del proceso constructivo<br>Indicar residuos | <b>II. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA O ACTIVIDAD PROYECTADA</b><br>Describir estudios de campo<br>Descripción amplia del proceso constructivo<br>Cuantificar residuos | <b>II. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA OBRA O ACTIVIDAD PROYECTADA</b><br>Realizar estudios de campo<br>Descripción amplia del proceso constructivo<br>Cuantificar residuos |
| <b>III. ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO</b><br>Descripción bibliográfica de flora y fauna                                           | <b>III. ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO</b><br>Estudios de flora y fauna                                                                 | <b>III. DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO AMBIENTAL CON ANTERIORIDAD A LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO</b><br>Realización de estudios de campo                                              |
| <b>IV. VINCULACIÓN CON LAS NORMAS Y REGULACIONES SOBRE USO DEL SUELO</b>                                                                                  | <b>IV. VINCULACIÓN CON LAS NORMAS Y REGULACIONES SOBRE USO DEL SUELO</b>                                                                                       | <b>IV. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD ACTUAL Y PROYECTADA DE LOS FACTORES AMBIENTALES</b>                                                                             |

**V. IDENTIFICACIÓN DE  
IMPACTOS AMBIENTALES**  
No requiere descripción del  
escenario ambiental modificado

**V. IDENTIFICACIÓN Y  
DESCRIPCIÓN DE LOS  
IMPACTOS AMBIENTALES QUE  
OCASIONARÍA LA EJECUCIÓN  
DEL PROYECTO EN SUS  
DISTINTAS ETAPAS**  
Incluye descripción del escenario  
ambiental modificado

**V. IDENTIFICACIÓN Y  
EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS  
AMBIENTALES**

**VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y  
MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS  
AMBIENTALES IDENTIFICADOS**

**VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y  
MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS  
AMBIENTALES IDENTIFICADOS**

**VI. DESCRIPCIÓN DEL POSIBLE  
ESCENARIO AMBIENTAL  
MODIFICADO**

**VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y  
MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS  
AMBIENTALES ADVERSOS.  
IDENTIFICADOS Y TÉRMINO DE  
LA VIDA ÚTIL O CESE DE  
ACTIVIDADES**

**CONCLUSIONES Y  
REFERENCIAS**

**CONCLUSIONES Y  
REFERENCIAS**

**VIII. REFERENCIAS**



## 5.- ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

ING. RAFAEL LOPEZ RUIZ

PARTICIPANTES EN LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

EQUIPO CONSULTOR  
(EXTERNO O INTERNO)

PROPONENTE DEL PROYECTO  
PROYECTO

AUTORIDAD AMBIENTAL

INVESTIGACION Y  
DOCENCIA

COMUNIDAD

TECNICAS PARA ESTUDIAR LOS  
IMPACTOS AMBIENTALES

1. **GRUPOS AD HOC** GRUPO INTERDISCIPLINARIO DE ESPECIALISTAS
2. **LISTADOS** SIMPLE  
DESCRIPTIVO  
ESCALA  
ESCALA Y PESO
3. **MATRICES** LISTAS DE POSIBLES ACTIVIDADES DE UN PROYECTO Y FACTORES AMBIENTALES
4. **REDES** TRAZADO DE LIGAS CAUSALES
5. **SOBREPOSICIONES** EVALUACION VISUAL CON MAPAS
6. **MODELOS** CONCEPTUAL.- RELACIONES ENTRE LAS PARTES DEL SISTEMA  
  
MATEMATICO.- C O N C E P T U A L  
CUANTITATIVO  
  
SIMULACION EN  
COMPUTADORA.- REPRESENTACION  
DINAMICA DEL  
SISTEMA
7. **PROCEDIMIENTO ADAPTATIVO** COMBINACION DE VARIAS TECNICAS

## ASPECTOS FUNDAMENTALES QUE DEBEN CONSIDERAR LAS METODOLOGIAS PARA EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1. Que en ellas se incluyan todos los factores o procesos clave del ambiente y del proyecto en cuestión.
2. Que sirvan como guías para la búsqueda y generación de información del estado basal y del posible ambiente modificado.
3. Que ayuden en la evaluación de alternativas sobre una base común.
4. Que se puedan utilizar en la selección de medidas de mitigación, incluyendo la posibilidad de integrar análisis costo-efectividad de mitigación para las diferentes opciones.

## **L TAS DE VERIFICACION**

Dentro de las listas de verificación se tienen una gran variedad de métodos que varían en cuanto a sus características y grado de complejidad, la situación común entre ellas es el de presentar listados de factores del medio natural y social que potencialmente puedan verse afectados por el proyecto o actividad en cuestión.

**Listas simples.-** Se señalan los factores en grandes componentes del medio (agua, aire, suelo biota y social) de tal forma que ayudan para la identificación de impactos y cuidando a su vez, que no se pasen por alto ciertas características o procesos prioritarios (ver listas anexas).

**Listas cuestionario.-** Estas listas tienen una serie de preguntas al respecto del medio que pudiera verse afectado por un proyecto. Los encuestados van llenando los espacios bien sea con un comentario o señalando la opción correspondiente (con impacto-sin impacto-no se sabe); estas listas se utilizan frecuentemente cuando se quiere una participación social amplia (ver lista anexa).

**Listas descriptivas.-** Aquí se hace referencia a métodos que incluyen listas de factores-procesos ambientales conjuntamente con información de medida, predicción y evaluación de los impactos.

**Listas con rangos-escalas y pesos.-** Son una variante de las anteriores y en estas se establecen pesos de importancia relativos de los factores y escalas de impactos a través de relaciones funcionales (ver Battelle).

PHYSICAL

1. Geology

- 1.1 Unique Features
- 1.2 Mineral Resources
- 1.3 Slope Stability/Rockfall
- 1.4 Depth to Impermeable Layers
- 1.5 Subsidence
- 1.6 Consolidation
- 1.7 Weathering/Chemical Release
- 1.8 Tectonic Activity/Vulcanism

2. Soils

- 2.1 Slope Stability
- 2.2 Foundation Support
- 2.3 Shrink-Swell
- 2.4 Frost Susceptibility
- 2.5 Liquefaction
- 2.6 Erodibility
- 2.7 Permeability

3. Special Land Features

- 3.1 Sanitary Landfill
- 3.2 Wetlands
- 3.3 Coastal Zones/Shorelines
- 3.4 Mine Dumps/Spoil Areas
- 3.5 Prime Agricultural Land

4. Water

- 4.1 Hydrologic Balance
- 4.2 Ground Water
- 4.3 Ground Water Flow Direction
- 4.4 Depth to Water Table
- 4.5 Drainage/Channel Form
- 4.6 Sedimentation
- 4.7 Embankment Leakage and Slope Failure
- 4.8 Flooding
- 4.9 Water Quality

5. Biota

- 5.1 Plant and Animal Species
- 5.2 Vegetative Community
- 5.3 Diversity
- 5.4 Productivity
- 5.5 Nutrient Cycling

6. Climate and Air

- 6.1 Macro-Climate Hazards
- 6.2 Forest and Range Fires
- 6.3 Heat Balance
- 6.4 Wind Alteration
- 6.5 Humidity and Precipitation
- 6.6 Generation and Dispersion of Contaminants
- 6.7 Shadow Effects

7. Energy

- 7.1 Energy Requirements
- 7.2 Conservation Measures
- 7.3 Environmental Significance

SOCIAL

8. Services

- 8.1 Education Facilities
- 8.2 Employment
- 8.3 Commercial Facilities
- 8.4 Health Care/Social Services
- 8.5 Liquid Waste Disposal
- 8.6 Solid Waste Disposal
- 8.7 Water Supply
- 8.8 Storm Water Drainage
- 8.9 Police
- 8.10 Fire
- 8.11 Recreation
- 8.12 Transportation
- 8.13 Cultural Facilities

9. Safety

- 9.1 Structures
- 9.2 Materials
- 9.3 Site Hazards
- 9.4 Circulation Conflicts
- 9.5 Road Safety and Design
- 9.6 Ionizing Radiation

10. Physiological Well-Being

- 10.1 Noise
- 10.2 Vibration
- 10.3 Odor
- 10.4 Light
- 10.5 Temperature
- 10.6 Disease

11. Sense of Community

- 11.1 Community and Organization
- 11.2 Homogeneity Diversity
- 11.3 Community Stability and Physical Characteristics

12. Psychological Well-Being

- 12.1 Physical Threat
- 12.2 Crowding
- 12.3 Nuisance

13. Visual Quality

- 13.1 Visual Content
- 13.2 Area and Structure Coherence
- 13.3 Apparent Access

14. Historic and Cultural Resources

- 14.1 Historic Structures
- 14.2 Archaeological Sites and Structures

## CUESTIONARIO \*

### Vectores de enfermedad

- |    |                                                                                                                                                                          |        |        |                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|----------------|
| a) | ¿Existen problemas de salud conocidos en el área del proyecto transmitidos por especies de vectores tales como mosquitos, moscas, caracoles, etc.?                       | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| b) | ¿Estos vectores están asociados con:                                                                                                                                     |        |        |                |
|    | habitat acuático?                                                                                                                                                        | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | habitat boscoso?                                                                                                                                                         | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | tierras agrícolas?                                                                                                                                                       | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | habitat degradado?                                                                                                                                                       | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | asentamientos humanos?                                                                                                                                                   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| c) | ¿El proyecto podrá:                                                                                                                                                      |        |        |                |
|    | incrementar el habitat del vector?                                                                                                                                       | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | disminuir el habitat del vector?                                                                                                                                         | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
|    | proporcionar la oportunidad de controlar vectores?                                                                                                                       | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| d) | ¿La fuerza de trabajo del proyecto podría ser una posible fuente de introducción de vectores que no se encuentren actualmente en el área del proyecto?                   | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| e) | ¿El mayor acceso y el incremento comercial con el área del proyecto podrán ser una posible fuente de vectores de enfermedad que actualmente no se encuentren en la zona? | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| f) | ¿Proporcionará el proyecto oportunidad para controlar vectores a través de una mejor calidad de vida?                                                                    | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |

### IMPACTO ESTIMADO SOBRE VECTORES DE ENFERMEDAD

#### Salud Pública

- |    |                                                                                                                                                          |        |        |                |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|----------------|
| a) | ¿Las enfermedades transmitidas por vectores forman una parte importante de la situación local de salud pública?                                          | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| b) | ¿Existen clínicas u otros programas de control de enfermedades en operación o planeadas para la zona?                                                    | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| c) | ¿La decisión del proyecto provocará un aumento en la densidad o distribución de vectores de enfermedad?                                                  | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| d) | ¿La decisión del proyecto provocará que trabajadores u otras personas que entren a la zona traigan enfermedades contagiosas o transmitidas por vectores? | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |
| e) | ¿La decisión del proyecto, durante su fase de preparación, provocará la exposición de los trabajadores a vectores de enfermedad?                         | Sí ___ | No ___ | No se sabe ___ |

\* Traducido y adaptado por ECO de US AID (1980)

Tabla 4.1.-LISTA DE VERIFICACION DE IMPACTOS

| ETAPA DEL PROYECTO                                                                                                                          | PONDERACION DE IMPACTOS |          |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|---------------|
|                                                                                                                                             | BENEFICOS               | ADVERSOS | NO APLICABLES |
| <b>1.- DISEÑO Y PREPARACION DEL SITIO</b>                                                                                                   |                         |          |               |
| 1.1.- Impactos sobre el uso del suelo, por especulación de propiedades                                                                      |                         | •        |               |
| 1.2.- Impactos en aspectos económicos y sociales en el área rural                                                                           | •                       |          |               |
| 1.3.- Impactos sobre actividades primarias                                                                                                  | •                       |          |               |
| 1.4.- Impactos sobre las actividades secundarias y terciarias                                                                               | •                       |          |               |
| 1.5.- Afectaciones a familias o negocios por la adquisición de propiedades para el proyecto; así como desalojo y/o reubicación de personas. | •                       |          |               |
| <b>2.- CONSTRUCCION</b>                                                                                                                     |                         |          |               |
| 2.1.- Ruidos.                                                                                                                               |                         |          | •             |
| 2.2.- Inducción de procesos erosivos y/o modificación del drenaje natural.                                                                  |                         | •        |               |
| 2.3.- Interferencia con el nivel freático.                                                                                                  | •                       |          |               |
| 2.4.- Modificación de la calidad del agua.                                                                                                  |                         |          | •             |
| 2.5.- Cambios en la calidad del aire.                                                                                                       |                         |          | •             |
| 2.6.- Destrucción o modificación de hábitats.                                                                                               |                         |          | •             |
| 2.7.- Afectación a parques, áreas de recreación y sitios de interés histórico.                                                              |                         |          | •             |
| 2.8.- Destrucción o creación de interferencias en áreas de interés escénico.                                                                |                         |          | •             |



## EJEMPLO DEL METODO DE ADKINS BURKE PARA LA EVALUACION DE ALTERNATIVAS DEL TRAZO DE UNA CARRETERA

| FACTOR AMBIENTAL                                              | ALTERNATIVAS |       |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------|--------------|-------|------|------|------|
|                                                               | A            | B     | C    | D    | E    |
| Efecto en el uso potencial del suelo                          | 0            | 0.95  | 0.7  | 0.8  | 0.9  |
| Efecto en el drenaje natural                                  | 0.1          | 0     | 0.4  | 0.6  | 0.8  |
| Efecto en la fauna y flora                                    | 0            | 0.3   | 0    | 0.5  | 0    |
| Ruido potencial                                               | 0.2          | 0.1   | 0.1  | 0.4  | 0.1  |
| Contaminación del aire                                        | 0.1          | 0.1   | 0.1  | 0.1  | 0.1  |
| Efecto en la temperatura por el tráfico                       | 0            | 0     | 0    | 0    | 0    |
| Cambios en el área en relación con su valor (agrícola p. ej.) | 0.5          | 0.6   | 0.3  | 0.1  | 0.7  |
| Efecto en lagos y estanques                                   | 0            | 0     | 0    | 0    | 0    |
| Realce ambiental                                              | 0            | 0.2   | 0.4  | 0    | 0    |
| a) Número de factores calificados con signo positivo          | 1            | 0     | 1    | 2    | 3    |
| b) Número de factores calificados con signo negativo          | 3            | 6     | 5    | 4    | 2    |
| c) Relación de factores positivos                             | 0.25         | 0     | 0.16 | 0.33 | 0.6  |
| d) Relación de factores negativos                             | 0.75         | 1     | 0.83 | 0.67 | 0.4  |
| e) Suma algebraica de valores                                 | -0.7         | -2.25 | -1.2 | 0.3  | 2.2  |
| f) Promedio de valores                                        | -0.18        | -0.38 | -0.2 | 0.05 | 0.44 |

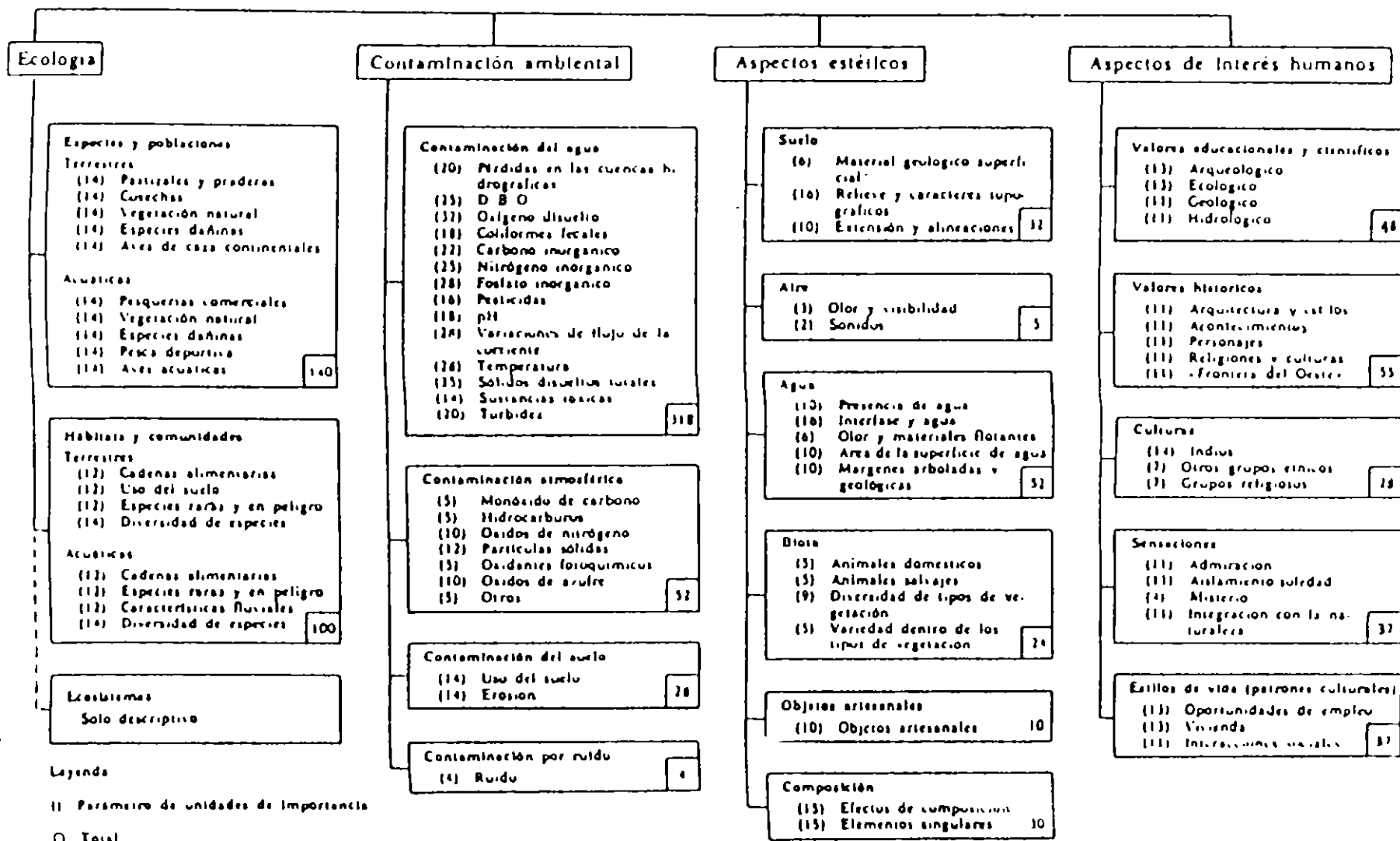
$$c = \frac{1}{4} = 0.25 \quad d = 1 - 0.25 = 0.75$$

En el Cuadro ~~1~~, el renglón (a) es la suma de los conceptos calificados con signo positivo independientemente de su valor.

El renglón (b) corresponde a la suma de los conceptos con signo negativo.

El renglón (c) es el promedio de los valores positivos, que resulta de dividir la cantidad consignada en el renglón (a) entre la suma de las cantidades consignadas en el renglón (a) más el renglón (b). El renglón (d) es el promedio de los valores negativos. El renglón (e) es la suma algebraica de valores, es decir, la suma de los valores de la calificación, considerando su signo. El renglón (f) es el promedio de valores que resulta de dividir la cantidad consignada en (e) entre el número de calificaciones que es la suma del renglón (a) más el renglón (b). (e)

# IMPACTOS AMBIENTALES



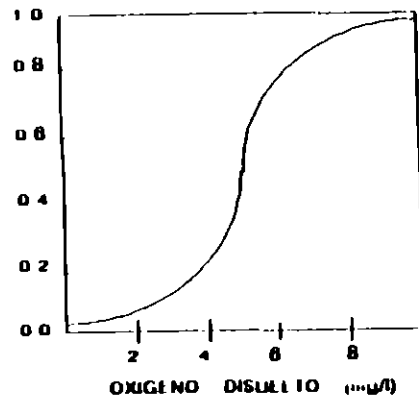
Parámetros ambientales usados en el método Battelle y sus unidades de importancia.

( Extraído de Curso sobre Evaluaciones de Impacto Ambiental, MOPU 1985)

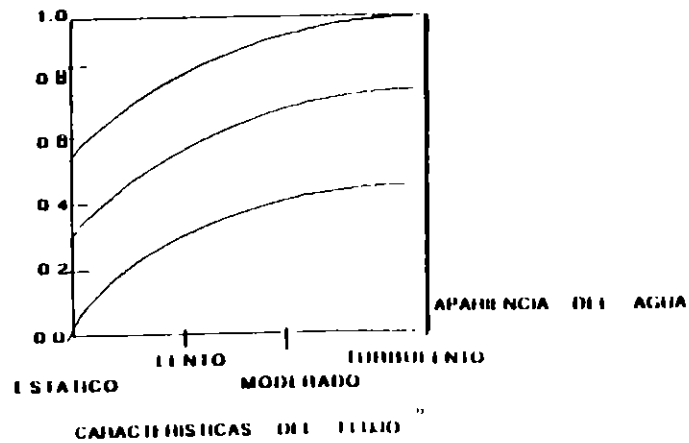
*EJEMPLO DE "ESCALA Y PÉSO"*

# INDICES O INDICADORES AMBIENTALES

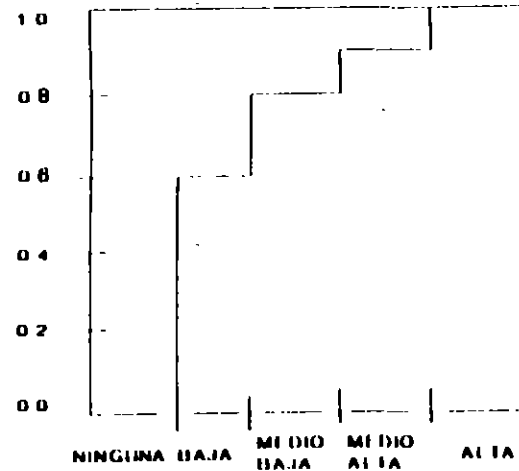
CALIDAD DEL AGUA



VALOR ESTÉTICO

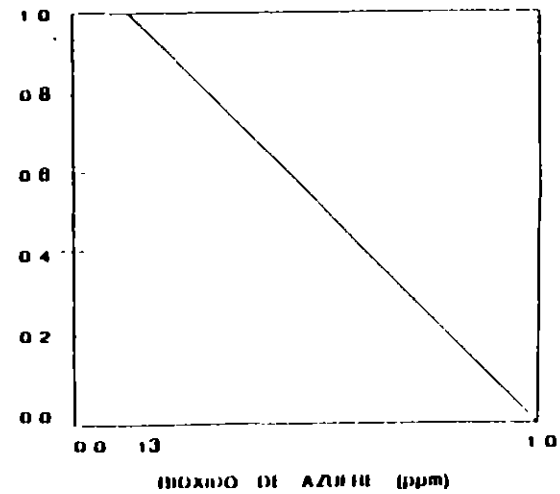


ARQUITECTURA Y ESTILOS



SIGNIFICANCIA

CALIDAD DEL AIRE



t3

## MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL.

La elaboración de matrices de impacto ambiental es una técnica desarrollada por Leopold y cuya función es identificar los impactos que podría ocasionar la implementación de una obra o actividad.

Las técnicas de análisis son varios y esta se presenta como ejemplo a ser utilizado por el proponente: su ejecución no es obligatoria que, como se ha mencionado en el punto respectivo para la identificación de impactos en la cual se deja abierta la posibilidad de utilizar la metodología que más se apegue a las características del proyecto.

El primer paso para la elaboración de la matriz consiste en identificar las interacciones existentes, para lo cual se deberán tomar en cuenta todas las acciones necesarias para el desarrollo del proyecto, así como los factores ambientales que puedan resultar afectados para cada una de las acciones previstas.

Su formulación se lleva a cabo colocando en columnas ( forma vertical ) las actividades previstas en las diferentes etapas del proyecto y en los renglones ( forma horizontal ) las áreas que pueden sufrir efectos ambientales. Esto puede hacerse sobre un papel cuadrulado de manera que se facilite la intersección de las actividades con las áreas, e identificar en el cuadro respectivo el posible impacto ambiental.

Las alteraciones sobre el medio natural pueden ser positiva o negativas y varían en cuanto a la magnitud del mismo. Por lo tanto, en la elaboración de la matriz es importante evaluar qué impacto es más importante que otro: la evaluación de este tipo se lleva a cabo usando: técnicas numéricas en donde se aplica una escala del 1 al 10 , representando este último la magnitud mayor y el 1 la menor; así como criterios ponderativos en donde se asignan categorías como : significativo, poco significativo, considerable, etc., e incluso el desconocimiento del efecto.

Con el fin de que el proponente elabore la matriz de impacto ambiental a continuación se enlistan una serie de acciones y áreas que podrían verse afectadas, sin que ello implique que se deberán aplicar a todas las acciones mencionadas. Es importante que se elabore la misma considerando las características propias de cada proyecto, ya que incluso puede darse el caso que el presente listado no incluya efectos peculiares inherentes al proyecto en cuestión.

**ETAPA I**  
**PREPARACION DEL SITIO**

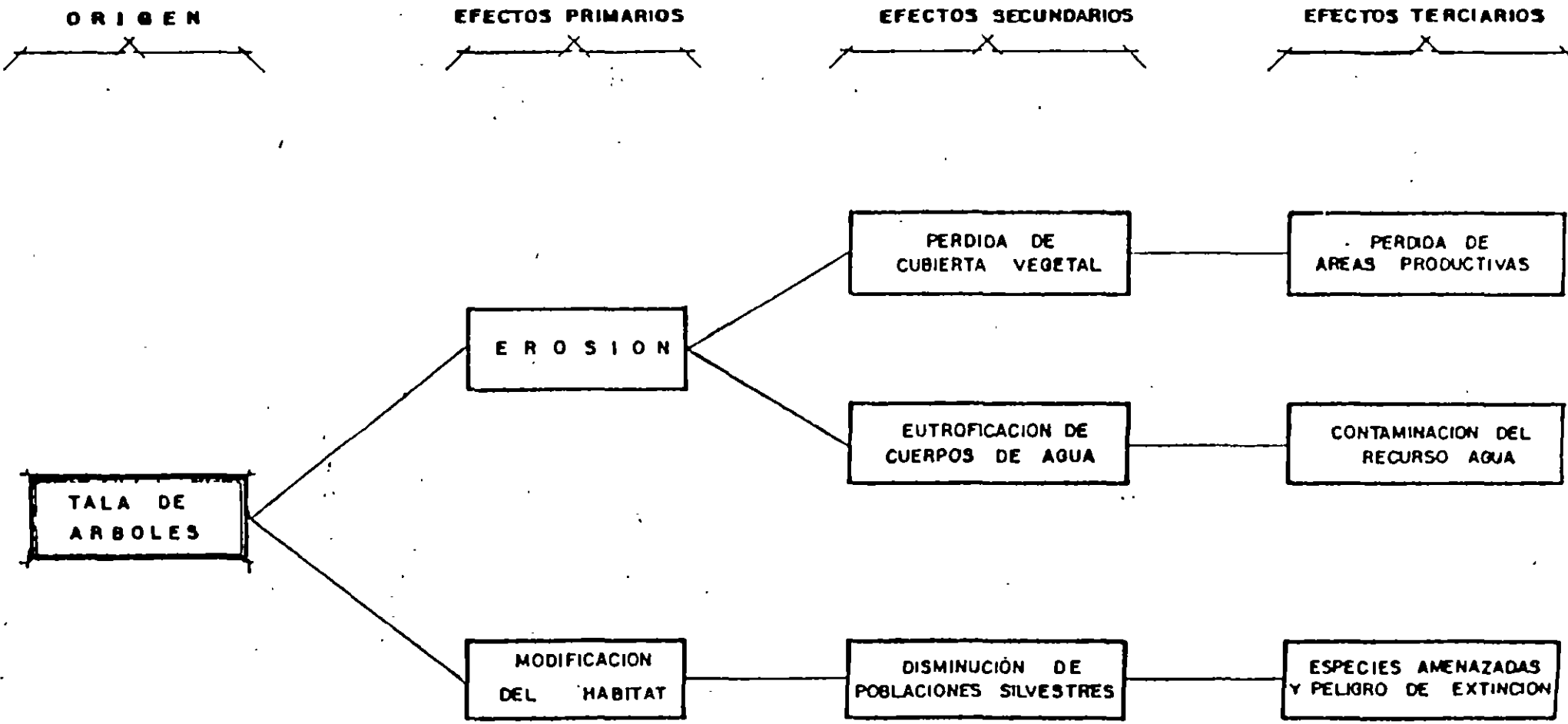
|                                                                       | Delimitación del predio y áreas de construcción | Nivelación y rellenos | Señalamientos para áreas de uso restringido | Obras y construcciones temporales | Desplazamiento de terreno | Aprovisionamiento y manejo de insumos | Transporte de personal |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| <b>ELEMENTOS IMPACTANTES</b>                                          |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Reducción y/o eliminación de la cobertura vegetal                     |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Compactación y asentamiento del sustrato                              |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Generación de residuos y vibraciones                                  |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Emisión de gases y partículas                                         |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Pérdida de áreas para aprovechamiento de recursos naturales           |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Pérdida de áreas cultivadas                                           |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Eliminación de hábitats                                               |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Incremento de áreas expuestas a insolación y precipitación            |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Eliminación de barreras para el desplazamiento de flora y fauna       |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Formación de barreras para el desplazamiento de flora y fauna         |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Incremento de procesos erosivos                                       |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Modificación del drenaje superficial                                  |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Afectación de la salinidad del suelo                                  |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Afectación en la hidrodinámica natural del sitio                      |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Formación de corredores para el libre desplazamiento de flora y fauna |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Deposición y sedimentación de materiales                              |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Modificación del paisaje                                              |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |
| Afectación de la calidad del aire                                     |                                                 |                       |                                             |                                   |                           |                                       |                        |

## REDES

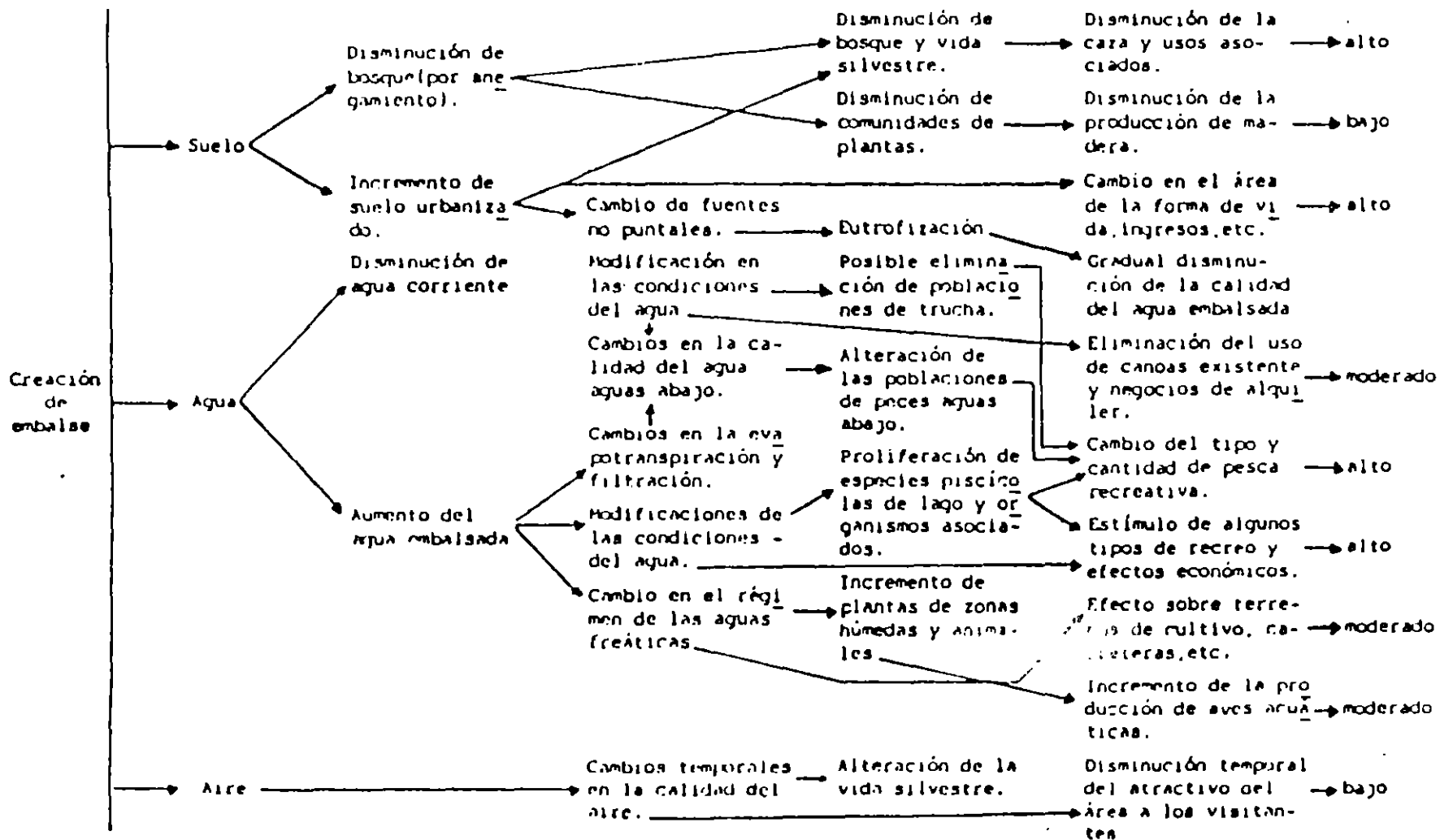
Aquí se hace referencia a los métodos que muestran a partir de una condición inicial en un factor o proceso, como se van presentando interrelaciones (impactos) causa-efecto entre los diversos componentes del medio en estudio, dando por resultado efectos secundarios y terciarios (eventualmente se pueden señalar de orden superior).

El análisis de redes es particularmente útil para identificar el área de influencia del proyecto, la cual también será establecida por el grupo de trabajo, tomando en cuenta que no siempre (rara vez!) puede tener una forma circular, en muchos estudios esta área de influencia se maneja a nivel cuenca o subcuenca.

Figura 4.2  
Ejemplo de RED de Efectos Ambientales Concatenados



| ALTERNATIVA ESPECÍFICA | RECURSOS NATURALES AFECTADOS | CAMBIOS EN EL TIPO DE CUBIERTA O USOS DEL SUELO | EFFECTOS FISICOS Y QUIMICOS | EFFECTOS BIOLÓGICOS | PROBABLES EFFECTOS SOCIALES ECONÓMICO O DE OTRO TIPO | PROBABILIDAD DE IMPACTO TERMINAL |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|
|------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|





## **SOBREPOSICIONES**

Esta técnica está basada en el uso de una serie de mapas transparentes que se pueden sobreponer para producir una caracterización compuesta del ambiente regional. Los mapas describen factores ambientales o características del suelo y la distribución superficial del proyecto con todas sus obras complementarias. Este enfoque es efectivo para seleccionar alternativas e identificar ciertos tipos de impactos, ya que esta técnica localiza los factores limitativos para ciertos usos, pudiéndose así conocer los factores del ambiente más sensibles de ser afectados; sin embargo, no puede usarse para cuantificar estos impactos o identificar interacciones secundarias o terciarias.

# **SOBREPOSICION DE PLANOS**

**TOPOGRAFIA**

**GEOLOGIA**

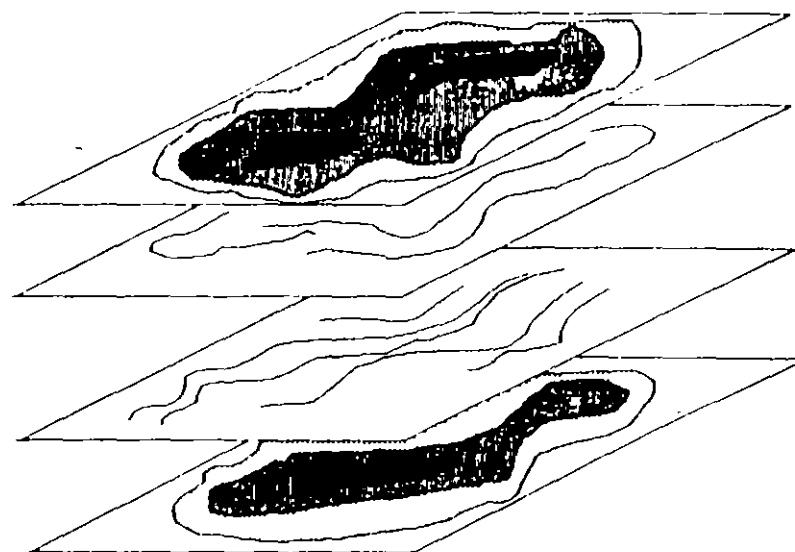
**EDAFOLOGIA**

**HIDROLOGIA**

**VEGETACION**

**ZONIFICACION**

**UBICACION DE PROYECTO**



# METODOLOGIAS RECOMENDADAS SEGUN LA ACTIVIDAD A REALIZAR

## ACTIVIDAD

IDENTIFICACION DE  
IMPACTOS

DESCRIPCION ESTADIO  
BASAL

EVALUACION

SELECCION DE  
PROPUESTAS

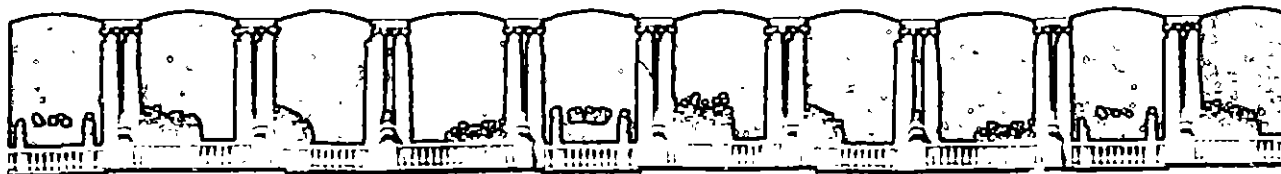
## METODOLOGIA

MATRICES Y REDES

MATRICES, DIAGRAMAS  
LISTAS DESCRIPTIVAS

LISTADOS DE ESCALA  
Y PESO; REDES

MATRICES Y LISTAS



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

DIPLOMADO  
"PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS"

I M P A C T O   A M B I E N T A L   2A. PARTE

ING. ENRIQUE HERAS HERRERA

## IMPACTO AMBIENTAL. SEGUNDA PARTE

Ing. Enrique Heras Herrera\*

Objetivo general: Presentar y explicar los aspectos mas importantes del impacto ambiental de diversos proyectos de infraestructura.

### INTRODUCCION

II.1 Impacto ambiental de un proyecto de vivienda y urbanización.

II.2 Impacto ambiental de un proyecto de vías terrestres.

II.3 Impacto ambiental de un proyecto de electrificación.

II.4 Impacto ambiental de un proyecto de puertos.

II.5 Impacto ambiental de un proyecto de irrigación.

\*Jefe del Departamento de Ingeniería Sanitaria. Facultad de Ingeniería, UNAM.

## INTRODUCCION

Como se mencionó en la primera parte del tema de Impacto Ambiental, la legislación nacional vigente correspondiente indica que la realización de obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos y en las normas oficiales emitidas al respecto, deberán contar previamente con la autorización respectiva por parte de los gobiernos federal, estatal o municipal según sea el caso.

Un factor muy importante para contar con la autorización oficial (federal, estatal o municipal) para la realización de las obras o actividades citadas, es la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) la cual, si el caso lo amerita, deberá ir acompañada de un estudio de riesgo ambiental. Este estudio está definido en el "Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental" publicado en el Diario Oficial de la Federación del 7 de junio de 1988.

En este Reglamento se indica (Art. 7) que si la persona física o moral que pretende realizar una obra o actividad de las que requieren autorización previa, considera que el impacto ambiental de dicha obra o actividad no causará desequilibrio ecológico ni rebasará los límites y condiciones señalados en la legislación aplicable, antes de dar inicio a la obra o actividad podrá presentar a la Secretaría (actualmente Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca) un Informe Preventivo en los términos que el propio Reglamento indica. (En los anexos se incluye completo el instructivo para

formular este Informe).

Una vez analizado el informe preventivo, la Secretaría o la autoridad competente estatal o municipal, comunicará al interesado si procede o no la presentación de una MIA, así como la modalidad conforme a la cual debe presentarse.

En el Reglamento (Art. 9) se estipula que las MIA pueden ser de tres tipos: General, Intermedia y Específica, también indica en que casos debe presentarse cada una de ellas.

A la fecha la autoridad federal ha publicado los instructivos ( se incluyen completos en los anexos) que deben seguirse para elaborar tanto el Informe Preventivo como las MIA en cada una de sus tres modalidades.

Es importante señalar que de acuerdo al Reglamento el Informe Preventivo puede prepararlo el mismo proponente del proyecto sea persona física o moral, en cambio las MIA, en cualquiera de sus tres modalidades, deben ser elaboradas sólo por personas físicas o morales que están debidamente registrados ante la Secretaría después de cumplir con los requisitos y procedimientos que la misma indica.

## **II.1 IMPACTO AMBIENTAL DE UN PROYECTO DE VIVIENDA Y URBANIZACION**

Dentro de los instrumentos de política ecológica que establece la "Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente" publicada en el Diario Oficial de la Federación del 28 de enero de 1988, (LGEEPA) se encuentran los relativos al Ordenamiento Ecológico y a la Regulación Ecológica de los Asentamientos Humanos (Secciones II y IV del Capítulo V).

En el primero se hace mención de los criterios aplicables a los asentamientos humanos, entre otros aspectos en cuanto al equipamiento urbano y a la vivienda. El segundo se refiere al conjunto de normas, disposiciones y medidas de desarrollo urbano y vivienda para mantener, mejorar o restaurar el equilibrio de los asentamientos humanos con los elementos naturales y asegurar el mejoramiento de la calidad de vida de la población. Las disposiciones generales antes enunciadas se complementan con lo estipulado por la "Ley General de Asentamientos Humanos" publicada en el Diario Oficial del 25 de mayo de 1976 y la "Ley Federal de Vivienda" publicada en el Diario Oficial del 7 de febrero de 1984.

Como se mencionó en el tema dedicado a la planificación del desarrollo urbano, los principales impactos ambientales que dichos proyectos pueden ocasionar son los provocados por las obras o las actividades directamente relacionadas con los servicios públicos que debe tener un proyecto integral de este tipo.

Los principales servicios públicos de un desarrollo urbano de los cuales puede decirse que depende la calidad de vida en el mismo son:

- El sistema de abastecimiento de agua potable;
- El sistema de alcantarillado incluyendo el tratamiento y disposición de las aguas residuales;
- El sistema de recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos;
- El sistema de distribución de energía eléctrica;
- El sistema de transporte público; etc.



En base a lo anterior cuando se planea un proyecto de vivienda y urbanización sea completamente nuevo o como una ampliación de alguna población, los componentes (o sea las obras y/o actividades) de los sistemas enumerados, además de cumplir adecuada y estrictamente con su función técnica (tal como se ha visto a lo largo de las conferencias dedicadas a cada uno de los sistemas anteriores), deben analizarse a la luz de la legislación aplicable en cuanto al impacto ambiental o sea deben estudiarse con base en los instructivos detallados que se citaron en la introducción de este documento o sea los relativos a :

- Informe Preventivo
- Manifestación de Impacto Ambiental General.
- Manifestación de Impacto Ambiental Intermedia.
- Manifestación de Impacto Ambiental Específica.

El estudio del impacto ambiental de cada obra (componente) o actividad de cualquiera de los sistemas de los servicios públicos del desarrollo urbano debe hacerse con el método mas adecuado en función de los recursos financieros, humanos y materiales disponibles.

## **II.2 IMPACTO AMBIENTAL DE UN PROYECTO DE VIAS TERRESTRES.**

Como se comentó en el tema correspondiente, se consideran como vías terrestres las obras de infraestructura que permitan el transporte de personas y de mercancías entre dos puntos (poblaciones) diferentes o sea entre el origen y el destino.

También se comentó que las partes principales de un sistema de transporte son:

- **Las conexiones o vías de transporte**, que son aquellas partes o elementos fijos del sistema que conectan las terminales y sobre las cuales se desplazan las unidades transportadoras. Estas vías pueden ser de dos tipos:
  - . Conexiones o vías físicas tales como carreteras, calles, rieles, ductos o cables;
  - . Conexiones o vías navegables como: ríos, mares, la atmósfera o el espacio.
- **Las unidades transportadoras**, que son los elementos móviles en los que se desplazan las personas y/o las mercancías, tales como: vehículos automotores (coches, camiones, autobuses, etc.) trenes, aviones, embarcaciones, vehículos no motorizados, cabinas, bandas, motobombas, etc.
- **Las terminales**, que son los puntos donde el viaje o el embarque comienza o termina, o donde tiene lugar un cambio de unidad transportadora o modo de transporte, las terminales de manera convencional se clasifican en:
  - . Grandes, como aeropuertos, puertos, terminales de autobuses y de camiones de carga, estaciones ferroviarias y estacionamientos en los edificios;
  - . Pequeñas, como plataformas de carga, paradas de autobuses y garajes residenciales;
  - . Informales, como estacionamientos en las calles y zonas de carga y descarga;
  - . Otros, tanques de almacenamiento, depósitos, almacenes, etc.

La gran mayoría de las actividades de transporte se realizan a través de cinco grandes sistemas, los que a su vez se subdividen en dos o mas modos específicos. Estos sistemas son:

- Carreteras
- Vías férreas
- Vías aéreas
- Vías acuáticas
- Sistemas de flujo continuo (como cierto tipo de ductos).

De los cinco sistemas anteriores los que mas se utilizan en nuestro país son las denominadas vías terrestres que básicamente son las carreteras y las vías férreas o ferrocarriles. Estas vías terrestres se clasifican en diversos tipos según el servicio que prestan, contando cada tipo con un conjunto de especificaciones técnicas para su diseño, construcción y operación.

De manera general los impactos ambientales que puede ocasionar un proyecto de una carretera o de una vía férrea son similares, debido a que los componentes (obras) que integran este tipo de vías de transporte son muy parecidos. Por tanto el estudio del impacto ambiental de un proyecto de vías terrestres debe realizarse a través del estudio del impacto ambiental que puede ocasionar cada una de las obras que lo integran (componentes) con base en los instructivos relativos al Informe Preliminar o a las Manifestaciones de Impacto Ambiental en sus tres modalidades, aplicando el método de estudio que se considere mas conveniente.

Los componentes (obras) principales de una carretera o de una vía férrea son los

siguientes:

- . **Superficie de rodamiento y derecho de vía.** Se construye a todo lo largo del trazo de la vía férrea o de la carretera. En el caso de la primera no es una superficie, sino que se trata del conjunto de rieles y durmientes sobre los cuales se mueven los trenes. En el caso de la carretera puede ser un simple recubrimiento de grava y arena o estar formada por un pavimento asfáltico o de concreto. Para el estudio del impacto ambiental puede considerarse que esta parte comprende la superficie propiamente dicha junto con las áreas necesarias a cada lado para los acotamientos (hombros) cunetas, contracunetas, taludes de corte y/o terraplén y el derecho de vía.
- . **Obras para drenaje superficial.** Son las alcantarillas o puentes que permiten el paso de los escurrimientos superficiales de agua (generalmente por abajo de la carretera) para que no ocasione problemas en las obras de la propia carretera o vía férrea. Los puentes también se utilizan para salvar depresiones del terreno u obstáculos de diversos tipos a lo largo del trazo de la vía de transporte.
- . **Túneles.** Utilizados principalmente para acortar el recorrido de la vía de transporte terrestre cuando esta atraviesa terrenos montañosos permitiendo que la vía cumpla con ciertas especificaciones de diseño.
- . **Servicios auxiliares o complementarios.** Tales como casetas de cobro, áreas de descanso, gasolinerías, etc.

Una parte muy importante de las vías terrestres durante su etapa de construcción y que interesa mucho para el estudio del impacto ambiental de las mismas lo constituyen los

bancos de préstamo y los tiraderos de materiales sobrantes de las excavaciones. Los primeros son los lugares mas o menos cercanos a la vía terrestre donde se localizan y se extraen materiales que pueden aprovecharse en la construcción de la propia vía de transporte. Los segundos se explican por su nombre.

### **II.3 IMPACTO AMBIENTAL DE UN PROYECTO DE ELECTRIFICACION**

Como se comentó en el tema respectivo, un proyecto de electrificación consiste básicamente en extender una red de distribución de energía eléctrica para dar servicio a un conjunto de nuevos usuarios.

También se comentó que el transporte de la energía eléctrica desde los lugares en que se produce (plantas termoeléctricas, plantas hidroeléctricas o inclusive plantas nucleares) hasta las regiones o zonas de consumo, se hace a través de las llamadas líneas de alta tensión que cubren prácticamente todo el país y se encuentran interconectadas formando una red nacional.

Para poder suministrar la energía eléctrica en las regiones de consumo es necesario transformar la energía conducida en las líneas de alta tensión o sea reducir su tensión (su voltaje) primero mediante las subestaciones de transformación que alimentan a su vez las líneas de distribución de mediana tensión y finalmente a través de transformadores localizados estratégicamente en la red de distribución, ya sea aéreos, superficiales o subterráneos, que permitan entregar la energía eléctrica en baja tensión directamente a los usuarios.

Con base en lo anterior, los componentes principales de un proyecto de electrificación

que deben analizarse en cuanto al impacto ambiental que podrían ocasionar son:

- . Las líneas aéreas de alta y mediana tensión con su correspondiente derecho de vía, primordialmente las primeras;
- . Las líneas de baja tensión de la red de distribución con sus correspondientes transformadores para baja tensión;
- . Las subestaciones de transformación;
- . Los servicios complementarios o auxiliares principalmente los caminos de acceso para construir (extender) el proyecto de electrificación o para realizar las labores de conservación y de mantenimiento de las obras que forman parte de las líneas de alta tensión.

El estudio del impacto ambiental de estos proyectos es mas conveniente llevarlo a cabo con alguno de los métodos desarrollados especialmente para sistemas de transporte, siguiendo los lineamientos indicados por los instructivos correspondientes.

#### **II.4 IMPACTO AMBIENTAL DE UN PROYECTO DE PUERTOS.**

En el tema correspondiente se hizo notar que un puerto constituye una terminal donde se tiene un cambio en el sistema o modo de transporte de las personas y las mercancías y que en general los puertos son terminales multimodales.

También se comentó que esencialmente los puertos pueden ser marítimos o fluviales, que casi todos los puertos de México son marítimos y que pueden agruparse en los siguientes tipos dependiendo de las principales actividades económicas que en ellos se realizan: comerciales, pesqueros, turísticos, petroleros e industriales. En realidad

muchos de los puertos de nuestro país tienen características de dos o más de los tipos enumerados.

Por lo que toca a los componentes (obras) de cualquier puerto se comentó también que estos se agrupan en los correspondientes a las áreas de agua y a las áreas de tierra, siendo unos y otros los siguientes:

- **Áreas de agua:**

- . Obras exteriores (rompeolas, diques).
- . Bocana.
- . Canal de navegación principal.
- . Antepuerto y fondeadero.
- . Dársena de ciaboga.
- . Dársena de maniobras
- . Canales secundarios
- . Dársena de servicios.

- **Áreas de tierra:**

- . Muelles
- . Área de transferencia
- . Almacenamiento (cubierto, descubierto)
- . Circulaciones
- . Reparaciones
- . Servicios

Por consiguiente el estudio del impacto ambiental de un puerto es necesario realizarlo mediante el análisis del impacto ambiental que pueden provocar sus componentes principales tanto en los ecosistemas acuáticos como en los terrestres. Para esto deben seguirse los lineamientos contenidos en los instructivos relativos a la elaboración de las Manifestaciones de Impacto Ambiental.

## II.5 IMPACTO AMBIENTAL DE UN PROYECTO DE IRRIGACION

Como se comentó en el tema correspondiente, un proyecto de irrigación consiste en el diseño, construcción y operación de un conjunto de obras encaminadas a captar, conducir, distribuir y aplicar agua superficial o subterránea a un suelo con el objeto de lograr el sano crecimiento de cierto tipo de plantas (cultivos agrícolas).

Los proyectos de irrigación o riego constituyen una parte muy importante de los aspectos técnicos de un proyecto agrícola, que es aquel elaborado para mejorar la productividad de la agricultura en una determinada zona o región.

Los componentes (obras) principales de un proyecto de irrigación son:

- **Obras de captación**, aquellas que permiten captar aguas superficiales (presas de almacenamiento, presas de derivación, tomas por gravedad o por bombeo en cuerpos o corrientes de agua) o aguas subterráneas (pozos someros, pozos profundos, cajas para manantiales) con el fin de aprovecharlas para riego.
- **Obras de conducción**, preferentemente canales funcionando por gravedad o conductos cerrados a presión, para transportar el agua desde la captación hasta a la zona de riego.



- **Obras de distribución**, las que permiten distribuir el agua en la zona de riego consistentes en una red de conductos abiertos y/o cerrados que reparten el agua a las parcelas de la zona de riego. Esta red llamada interparcelaria está complementada, según el caso, por otras obras complementarias, tales como, alcantarillas, puentes canal, sifones invertidos, cunetas, contracunetas, compuertas, etc.
- **Obras de aplicación**, son las que permiten entregar el agua en cada parcela. Estas se inician en la llamada toma granja, la cual se localiza sobre el canal secundario (lateral, sublateral o ramal) y esta formada por una compuerta para darle paso al agua del canal secundario hacia el terreno de la parcela; dentro de ésta se pueden tener las acequias o regaderas para entregar el agua en los surcos, las melgas, los cajetes, etc., según el tipo de cultivo que se tenga.
- **Obras de drenaje agrícola**, son aquellas que permiten recolectar y desalojar adecuadamente de la zona de riego tanto las aguas de lluvia como el agua excedente de riego, integradas básicamente por conductos abiertos naturales o artificiales.
- **Obras complementarias**, tales como caminos internos de acceso y de operación, puentes vehiculares, puentes peatonales, puentes de maniobras en las represas de los canales primarios o secundarios, estructuras para la medición de gastos en los canales, etc.

Con base en lo anterior las obras de irrigación de un proyecto agrícola deben analizarse en cuanto al impacto ambiental que pueden ocasionar cada una de ellas y en su

conjunto con base en los instructivos mencionados en los incisos anteriores, aplicando el método de estudio de impacto ambiental que se considere mas adecuado de acuerdo con el tipo y magnitud del proyecto y con la disponibilidad de recursos económicos, humanos y materiales.

## A N E X O S

Instructivo para la formulación del Informe Preventivo al que se refieren los artículos 7o. y 8o. del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental (RLGEEPAMIA).

Instructivo para desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en la modalidad General a que se refieren los artículos 9o. y 10o. del RLGEEPAMIA.

Instructivo para desarrollar y presentar la MIA en la modalidad Intermedia a que se refieren los artículos 9o., 10o. y 11o. del RLGEEPAMIA.

Instructivo para desarrollar y presentar la MIA en la modalidad Específica a que se refieren los artículos 9o. y 12o. del RLGEEPAMIA.

## Instructivo para la Formulación del Informe Preventivo al que se refieren Los Artículos 7o y 8o del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia De Impacto Ambiental

- I. Datos generales  
Contestar las preguntas que a continuación se presentan en forma clara y concreta:
  1. Nombre de la empresa u organismo solicitante.
  2. Nombre y puesto del responsable del proyecto.
  3. Nacionalidad de la empresa.
  4. Actividad principal de la empresa u organismo.
  5. Domicilio para oír y recibir notificaciones.
  6. Cámara o asociación a la que pertenece la empresa u organismo, indicando:
    - Número de registro.
    - Fecha de ingreso.
    - Registro Federal de Causantes
- II. Ubicación y descripción general de la obra o actividad proyectada, indicando:
  1. Nombre del proyecto.
  2. Naturaleza del proyecto (descripción general del proyecto, indicando la capacidad proyectada y la inversión requerida)
  3. Vida útil del proyecto.
  4. Programa de trabajo.
  5. Ubicación física del proyecto. Anexar plano de distribución de la planta y plano de localización del predio, especificando:
    - Estado.
    - Municipio.
    - Localidad.
    - Localización.

6. Situación legal del predio.
  7. Superficie requerida (ha, m).
  8. Colindancia del predio y actividad que se desarrolla.
  9. Obra civil desarrollada para preparación del terreno.
  10. Vías de acceso (marítimas y terrestres).
  
  11. Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo en el área correspondiente.
  12. Requerimientos de mano de obra.
  13. Obras o servicios de apoyo a utilizar en las diferentes etapas del proyecto.
  14. Sitios alternativos para el desarrollo de la obra o actividad.
- III. Descripción del proceso
1. Materiales y sustancias que serán utilizados en las etapas de la preparación del sitio, construcción y mantenimiento de la obra o actividad proyectada. Enlistar e indicar volúmenes.
  2. Equipo requerido para las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento de la obra u actividad proyectada. Enlistar e indicar capacidad instalada.
  3. Recursos naturales del área que serán aprovechados en las diferentes etapas. Especificar.
  4. En caso de una industria de transformación y/o extractiva:
    - Indicar las sustancias o materiales que serán utilizados en el proceso
    - Enlistar los productos finales.
  5. Fuentes de suministro de energía eléctrica y/o combustible.
  6. Requerimientos de agua cruda y potable, y fuente de suministro.
  7. Residuos que serán generados en las diferentes etapas del proyecto, y destino final de los mismos.
    - Emisiones a la atmósfera.
    - Descarga de aguas residuales.
    - Residuos sólidos.
    - Emisiones de ruido.
    - Otro.

17

## Instructivo para Desarrollar y Presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en la Modalidad General al que se refieren los Artículos 9o Y 10o del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental

1. Datos generales  
Contestar las preguntas que a continuación se presentan, en forma clara y concreta.
1. Nombre de la empresa u organismo solicitante.
2. Nacionalidad de la misma.
3. Actividad principal de la empresa u organismo.
4. Domicilio para oír y recibir notificaciones, indicando
  - Estado.
  - Municipio.
  - Código postal.
  - Ciudad.
  - Localidad.
  - Teléfono.
5. Cámara o asociación a la que pertenece.
- 5.1 Registro en la Cámara, indicando:
  - Número.
  - Fecha.
6. Registro Federal de Causantes
7. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental, indicando:
  - Nombre.
  - Razón social.
  - Registro SEDUE.

- 7.1 Registro Federal de Causantes.  
7.2 Domicilio para oír y recibir notificaciones y teléfono.

## II. Descripción de la obra o actividad proyectada

En esta sección se solicita información de carácter general de la obra o actividad, con la finalidad de configurar una descripción general de la misma; asimismo se solicita información específica de cada etapa, con el objetivo de obtener los elementos necesarios para la evaluación del impacto (positivo o negativo) de la obra o actividad.

### 1. Descripción general.

- 1.1 Nombre del proyecto  
1.2 Naturaleza del proyecto. Explicar en forma general el tipo de obra o actividad que se desea llevar a cabo, especificando el volumen de producción -si se trata de una industria-, la capacidad proyectada y la inversión requerida.  
1.3 Objetivos y justificación del proyecto. El solicitante debe dejar en claro las causas que motivaron la realización de la obra o actividad y los beneficios económicos, sociales y de otro tipo que ésta contemple.  
1.4 Programa de trabajo. En este punto se debe anexar la calendarización de cada etapa, indicando la fecha de inicio de actividades.  
1.5 Proyectos asociados. Explicar si en el desarrollo de la obra o actividad se requerirá de otros proyectos.  
1.6 Políticas de crecimiento a futuro. Explicar en forma general la estrategia a seguir por la empresa indicando ampliaciones, futuras obras o actividades que pretenderán desarrollarse en la zona.

### 2. Etapa de selección del sitio.

En este apartado se solicita información referente a las características del lugar en que se desarrollará la obra o actividad, así como de los alrededores de la zona.

- 2.1 Ubicación física del proyecto. Anexar plano de localización del predio, indicando las coordenadas en las que se sitúa.  
- Estado.  
- Municipio.  
- Localidad.  
2.2 Urbanización del área. Aclarar si el predio se sitúa en una zona urbana, suburbana o rural.  
2.3 Criterios de elección del sitio. Mencionar los estudios realizados para la selección  
2.4 Superficie requerida (ha, m2).  
2.5 Uso actual del suelo en el predio. Mencionar el tipo de actividad que se desarrolla.  
2.6 Colindancias del predio. Mencionar la orientación de cada predio, indicando la principal actividad que en ellos se desarrolle.  
2.7 Situación legal del predio. Compra, venta, concesión, expropiación, otro.  
2.8 Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra o actividad. En el caso de proyectos relacionados con cuerpos de agua señalar las rutas de navegación que se utilizarán.  
2.9 Sitios alternativos que hayan sido o estén siendo evaluados. Indicar su ubicación regional, municipal, local, otra.  
3. Etapa de preparación del sitio y construcción.  
En este apartado se solicitará información relacionada con las actividades de preparación del

sitio previas a la construcción, así como las actividades relacionadas con la construcción misma de la obra o con el desarrollo de la actividad.

- Se deben anexar los planos gráficos del proyecto y el sistema constructivo, así como la memoria técnica del proyecto, esto último en forma breve.

- 3.1 Programa de trabajo. Presentar en forma gráfica (v. gr. GANTT) fechas de inicio y finalización de la preparación del sitio y construcción, indicando además las principales actividades que se desarrollarán en estas etapas con su respectiva calendarización.  
3.2 Preparación del terreno. Indicar si para la preparación del terreno se requerirá de algún tipo de obra civil (desmontes, nivelaciones, relleno, despiece, desecación de lagunas, otros). En caso de que así sea, especificar:  
3.2.1 Recursos que serán alterados  
3.2.2 Área que será afectada -localización  
3.3 Equipo utilizado. Señalar el tipo de maquinaria que se utilizará durante la etapa de preparación del sitio y construcción, especificando la cantidad y operación por unidad de tiempo.  
3.4 Materiales. Enlistar los materiales que se utilizarán en ambas etapas, especificando el tipo, volumen y forma de traslado del mismo.  
- En caso de que se utilicen recursos de la zona (banco de materiales, madera u otros), indicar cantidad.  
3.5 Obras y servicios de apoyo. Indicar las obras provisionales y los servicios necesarios para la etapa de preparación del terreno, y para la etapa de construcción (construcción de caminos de acceso, puentes provisionales, campamentos, otros)  
3.6 Personal utilizado. Especificar el número de trabajadores que serán empleados, y su tiempo de ocupación.  
3.7 Requerimientos de energía.  
3.7.1 Electricidad. Indicar origen, fuente de suministro, potencia y voltaje  
3.7.2 Combustible. Indicar origen, fuente de suministro, cantidad que será almacenada y forma de almacenamiento  
3.8 Requerimientos de agua. Especificar si se trata de agua cruda o potable, indicando el origen, volumen, traslado y forma de almacenamiento.  
3.9 Residuos generados. Indicar el tipo o tipos de residuos que se generarán durante la etapa de preparación del sitio y la de construcción.  
3.10 Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo. Indicar el destino final de las obras y servicios de apoyo empleados en esta etapa  
4. Etapa de operación y mantenimiento  
La información que se solicita en este apartado, corresponde a la etapa de operación del proyecto, y a las actividades de mantenimiento necesarias para el buen funcionamiento del mismo. Las preguntas 4, 5 y 6 deben ser contestadas en caso de que el proyecto esté relacionado con la industria de la transformación y/o extractiva.  
4.1 Programa de operación. Anexar un diagrama de flujo. Las industrias de la transformación y extractivas agregar una descripción de cada uno de los procesos.  
4.2 Recursos naturales del área que serán aprovechados. Indicar tipo, cantidad y su procedencia.  
4.3 Requerimientos de personal. Indicar la cantidad total del personal que será necesario para la operación, especificando turnos

- Los puntos del 4 al 6 solo deberán ser contestados por proyectos relacionados con la industria de la transformación y/o extractiva.
- 4.4 Materias primas e insumos por fase de proceso:
  - Indicar tipo y cantidad de los mismos, considerando las sustancias que sean utilizadas para el mantenimiento de la maquinaria.
- 4.4.1 Subproductos por fase de proceso.
  - Indicar tipo y volumen aproximado.
- 4.4.2 Productos finales.
  - Indicar tipo y cantidad estimada
- 4.5 Forma y características de transportación de:
  - Materias primas.
  - Productos finales
  - Subproductos.
- 4.6 Forma y características de almacenamiento de:
  - Materias primas.
  - Productos finales.
  - Subproductos.
- 4.6.1 Medidas de seguridad. Indicar las que serán adoptadas.
- 4.7 Requerimientos de energía.
  - 4.7.1 Electricidad.
    - Indicar voltaje y fuente de aprovechamiento.
  - 4.7.2 Combustible.
    - Indicar tipo, origen, consumo por unidad de tiempo y forma de almacenamiento.
- 4.8 Requerimientos de agua.
  - Indicar cantidad y origen, asimismo reportar los requerimientos excepcionales que vayan a ser utilizados y su periodicidad aproximada, plantear otras fuentes alternativas de abasto.

b/

|              | Consumo   |             | Volumen |              |
|--------------|-----------|-------------|---------|--------------|
|              | Ordinario | Excepcional | Origen  | Periodicidad |
| Agua potable | -         | -           | -       | -            |
| Agua tratada | -         | -           | -       | -            |
| Agua cruda   | -         | -           | -       | -            |

- 4.9 Residuos. Indicar el tipo de residuos que serán generados, especificando el volumen
  - Emisiones a la atmósfera. Indicar si son gaseosos, humos o partículas.
  - Descarga de aguas residuales. Indicar aspectos físicos, químicos y bioquímicos.
  - Residuos sólidos industriales. Describir sus componentes, y si se encuentran en estado húmedo o seco.
  - Residuos sólidos domésticos

- Residuos agroquímicos. Indicar tipo y período de vida de sus componentes.
- Otros.
- 4.10 Factibilidad de reciclaje.
  - Indicar si es factible el reciclaje de los residuos que reporta.
- 4.11 Disposiciones de residuo.
  - Especificar forma de manejo y características del cuerpo receptor.
- 4.12 Niveles de ruido.
  - Indicar intensidad (en dB) y duración del mismo.
- 4.13 Posibles accidentes y planes de emergencia.
  - Describa en forma detallada.
- 5. Etapa de abandono de sitio.
  - En este apartado deberá describir el destino programado para el sitio y sus alrededores, al término de las operaciones, y se deberá especificar.
- 5.1 Estimación de vida útil.
- 5.2 Programas de restitución del área.
- 5.3 Planes de uso del área al concluir la vida útil del proyecto.

III. Aspectos generales del medio natural y socioeconómico.  
 Medio natural  
 - En esta sección se deberá describir el medio natural resaltando aquellos aspectos que se consideren particularmente importantes por el grado de afectación que provocarán el desarrollo del proyecto. Como apoyo será necesario anexar una serie de fotografías que muestren al área del proyecto y su zona circundante

- III.1 Rasgos físicos
  - 1. Climatología.
    - 1.1 Tipo de clima:
      - Considerar la clasificación de Köppen modificada por E. García para la República Mexicana.
    - 1.2 Temperaturas promedio.
    - 1.3 Precipitación promedio anual (mm)
    - 1.4 Intemperismos severos.
      - Indicar frecuencia de intemperismos, p. ej. huracanes, heladas, granizadas o algún otro
    - 1.5 Altura de la capa de mezclado del aire. Sólo en caso de información disponible.
    - 1.6 Calidad del aire. Sólo en caso de información disponible.
  - 2. Geomorfología y geología
    - 2.1 Geomorfología general. Elaborar una síntesis en la que se describa, en términos generales, las características geomorfológicas más importantes. Especificar si existen bancos de material, su ubicación y estado actual.
    - 2.2 Descripción breve de las características del relieve
    - 2.3 Susceptibilidad de la zona a:
      - Sismicidad
      - Deslizamientos.

- Derrumbes.
  - Otros movimientos de tierra o roca.
  - Posible actividad volcánica.
3. Suelos:
- 3.1 Tipo de suelos presentes en el área y zonas aledañas.
- 3.2 Composición del suelo. (Clasificación de FAO.)
- 3.3 Capacidad de saturación.
4. Hidrología (rango de 10 a 15 Km).
- 4.1 Principales ríos o arroyos cercanos:
- Permanentes o intermitentes.
  - Estimación del volumen de escorrentía por unidad de tiempo.
  - Actividad para la que son aprovechados.
  - Indicar si reciben algún tipo de residuo.
- 4.2 Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, etc.):
- Localización y distancia al predio.
  - Área inundable del cuerpo de agua o embalse (ha).
  - Volumen (mm<sup>3</sup>).
  - Usos principales.
- 4.3 Drenaje subterráneo.
- Profundidad y dirección.
  - Usos principales (agua, riego, etc.)
  - Cercanía del proyecto a pozos.
- En caso de extracción, consultar si el agua está siendo explotada, subexplotada, etc.
5. Oceanografía (Si el proyecto se asocia a un área de influencia marina, presentar la siguiente información.)
- 5.1 Batimetría:
- Bancos.
  - Composición de sedimentos.
  - Arrecifes o bajos fondos
- 5.2 Cielo de mareas
- 5.3 Corrientes.
- 5.4 Temperatura promedio del agua.
- III. II Rasgos biológicos
- Presentar la información de acuerdo con los alcances del proyecto (en una zona terrestre, marina o ambas).
1. Vegetación.
- 1.1 Tipo de vegetación de la zona.
- 1.2 Principales asociaciones vegetacionales y distribución.
- 1.3 Mencionar especies de interés comercial.
- 1.4 Señalar si existe vegetación endémica y/o en peligro de extinción.

2. Fauna
- 2.1 Fauna característica de la zona.
- 2.2 Especies de valor comercial.
- 2.3 Especies de interés cinegético.
- 2.4 Especies amenazadas o en peligro de extinción
3. Ecosistema y paisaje.
- Responder las siguientes preguntas colocando "SI" o "NO" al final de éstas. En caso de que la respuesta sea afirmativa, explique en términos generales la forma en que la obra o actividad incidirá.
- 3.1 ¿Modificará la dinámica natural de algún cuerpo de agua?
- 3.2 ¿Modificará la dinámica natural de las comunidades de flora y fauna?
- 3.3 ¿Crearé barreras físicas que limiten el desplazamiento de la flora y/o fauna?
- 3.4 ¿Se contempla la introducción de especies exóticas?
- 3.5 Explicar si es una zona considerada con cualidades estéticas únicas o excepcionales.
- 3.6 ¿Es una zona considerada con atractivo turístico?
- 3.7 ¿Es o se encuentra cerca de un área arqueológica o de interés histórico?
- 3.8 ¿Es o se encuentra cerca de un área natural protegida?
- 3.9 ¿Modificará la armonía visual con la creación de un paisaje artificial?
- 3.10 ¿Existe alguna afectación en la zona? Explique en qué forma y su grado actual de degradación?

### III. II Medio socioeconómico

En este apartado se solicitará información referente a las características sociales y económicas del sitio seleccionado y sus alrededores.

1. Población.
- Proporcionar en forma concisa los siguientes datos.
- Población económicamente activa
  - Grupos étnicos
  - Salario mínimo vigente.
  - Nivel de ingresos per cápita.
2. Servicios.
- Indicar con una cruz si el sitio seleccionado y sus alrededores cuenta con los siguientes servicios:
- 2.1 Medios de comunicación
- Vías de acceso. Indicar sus características y su distancia al predio
  - Teléfono.
  - Telégrafo.
  - Correo.
  - Otros.
- 2.2 Medios de transporte.
- Terrestres.
  - Aéreos.
  - Marítimos.
  - Otros.



## 2.3 Servicios públicos.

- Agua (potable, tratada).
- Energéticos (combustibles).
- Electricidad.
- Sistema de manejo de residuos. Especificar su tipo y distancia al predio.
  - Drenaje.
  - Canales de desagüe.
  - Tiradero a cielo abierto.
  - Basurero municipal.
  - Relleno sanitario.
  - Otros.

## 2.4 Centros educativos.

- Enseñanza básica.
- Enseñanza media.
- Enseñanza media superior.
- Enseñanza superior.
- Otros.

## 2.5 Centros de salud. Indicar su distancia al predio.

- De 1er. grado.
- De 2o. grado.

## 2.6 Vivienda. Indicar el tipo de vivienda predominante por su tipo de material de construcción y su distancia al predio.

- Madera.
- Adobe.
- Tabique.

## 2.7 Zonas de recreo.

- Parques.
- Centros deportivos.
- Centros culturales (cine, teatro, museos, monumentos nacionales).

## 3. Actividades.

Indicar con una cruz el tipo de actividad predominante en el área seleccionada y su alrededor.

## 3.1 Agricultura:

- De riego.
- De temporal.
- Otras.

## 3.2 Ganadería:

- Intensiva.
- Extensiva.
- Otras.

## 3.3 Pesca

- Intensiva.
- Extensiva.
- Otras.

## 3.4 Industriales:

- Extractiva.
- Manufacturera.
- De servicios.

## 4 Tipos de economía.

Indicar con una cruz a cuál de las siguientes categorías pertenece el área en que se desarrollará el proyecto.

- Economía de autoconsumo.
- Economía de mercado.
- Otras.

## 5 Cambios sociales y económicos

Especificar con una cruz si la obra o actividad creará.

- Demanda de mano de obra.
- Cambios demográficos (migración, aumento de la población)
- Aislamiento de núcleos poblacionales.
- Modificación en los patrones culturales de la zona.
- Demanda de servicios:
  - Medios de comunicación
  - Medios de transporte.
  - Servicios públicos
  - Zonas de recreo
  - Centros educativos
  - Centros de salud
  - Vivienda

## IV. Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo

En este apartado el solicitante deberá consultar a la Secretaría de Desarrollo Urbano Estatal o Federal para verificar si el uso que pretende darse al suelo corresponde al establecido por las normas y regulaciones.

Los elementos que deberán considerarse son

1. Plan Director Urbano, correspondiente a la Dirección General de Desarrollo Urbano
2. Planes o Programas Ecológicos del Territorio Nacional, correspondientes a la Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica
3. Sistema Nacional de Áreas Protegidas, a cargo de la Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales.

V. Identificación de impactos ambientales.

En esta sección se deberán identificar y describir los impactos ambientales provocados por el desarrollo de la obra o actividad durante las diferentes etapas. Para ello, se puede utilizar la metodología que más convenga al proyecto.

VI. Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados.

En este apartado el proponente dará a conocer las medidas y acciones a seguir por el organismo interesado, con la finalidad de prevenir o mitigar los impactos que la obra o actividad provocará en cada etapa de desarrollo del proyecto.

Las medidas y acciones deben presentarse en forma de programa en el que se precisen el impacto potencial y la(s) medida(s) adoptada(s) en cada una de las etapas.

Conclusiones

Finalmente, con base en una autoevaluación integral del proyecto, el solicitante deberá realizar un balance (impacto-desarrollo) en donde se discutirán los beneficios que genere el proyecto y su importancia en la economía local, regional o nacional, y la influencia del proyecto en la modificación de los procesos naturales.

Referencias

En este punto indicar aquellas fuentes que hayan sido consultadas para la resolución de este estudio.

22

Instructivo para Desarrollar y Presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en la Modalidad Intermedia a que se refieren los Artículos 9o, 10 Y 11 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental

1. Información general.
1. Datos del organismo proponente
  - Nombre de la empresa y organismo proponente
  - Nombre y puesto del responsable del proyecto.
  - Nacionalidad de la misma
  - Actividad principal de la empresa u organismo.
  - Domicilio para oír y recibir notificaciones
    - Teléfono.
  - Responsable de la elaboración del estudio de Impacto Ambiental
    - Nombre:
    - Razón Social
  - Registro SFDUE
    - Registro Federal de Contribuyentes
    - Domicilio para oír y recibir notificaciones:
    - Teléfono.
2. Datos generales del proyecto
  - Nombre del Proyecto.
  - Naturaleza del Proyecto.

- Ubicación física del Proyecto.
  - Localización del predio, coordenadas del mismo y ubicación de las instalaciones en el predio.
- Superficie requerida.
- Tenencia y situación legal del predio.
- Vías de acceso.

## II. Descripción de la obra o actividad proyectada.

### 1. Características del proyecto

Deberá explicar en forma detallada los aspectos que se enlistan a continuación:

- Objetivo del proyecto.
- Justificación del proyecto.
 

En este rubro se deberá incluir:

  - Información sobre la demanda actual del bien o servicio, así como la evaluación histórica de la relación Oferta/Demanda.
  - Cuantificación de los proyectos que en un contexto local atienden la demanda, señalando la parte de la curva de demanda que la obra o actividad pretende cubrir.
  - Alcances del proyecto en un ámbito federal, estatal, municipal u otro.
  - Tiempo calculado durante el cual la obra o actividad propuesta cubrirá la demanda.
  - Forma en que el proyecto propuesto se inserta en los planes federales, regionales y/o municipales.

- Política de crecimiento.
 

Indicar si cuentan con planes de ampliación de la obra, o de aumento en la producción, según sea el caso.
- Proyectos asociados.

Mencionar los proyectos en operación o futuros que tengan relación directa con la obra o actividad propuesta, incluyendo aquellos ubicados fuera de su jurisdicción.

- Programa general de trabajo.
- Calendarización de actividades.

### 2. Selección del sitio

En este apartado se deberán explicar claramente los criterios utilizados para seleccionar el sitio y se describirá el uso que se ha dado al predio.

- Criterios considerados en la selección del sitio en orden de importancia.
- Estudios preliminares de campo.
  - Tipo de estudios y duración de los mismos.
  - Preparación que el área o parte de ella requiere para los estudios de campo.
  - Material y equipo necesario en los estudios de campo.
- Uso actual del suelo en el sitio seleccionado y usos anteriores.
- Compatibilidad del proyecto con el uso del suelo en terrenos colindantes.

- Sitios alternativos.
  - Mencionar los sitios que hayan sido o estén siendo evaluados para la construcción de la obra o para el desarrollo de la actividad.
  - Explicar las causas que determinaron la selección de un sitio y no de otro.
  - Especificar si se han realizado estudios de impacto ambiental para los diferentes sitios.

### 3. Preparación del sitio y construcción

En este apartado se solicitará información relacionada con las actividades de preparación del sitio previas a la construcción, así como las actividades relacionadas con la construcción misma de la obra o con el desarrollo de la actividad.

- Personal requerido, por etapas, cantidad y tiempo de ocupación.
  - Obras y servicios de apoyo que se necesitarán durante la preparación del sitio y durante la construcción de la obra.
    - Ubicación de campamentos, letrinas, etc.
    - Material utilizado en las obras de apoyo.
    - Tipo de servicio.
    - Forma de abastecimiento
    - Desmantelamiento de las obras y servicios de apoyo.
  - Equipo utilizado, especificando si operará durante la preparación, construcción o ambas.
    - Tipo de equipo y cantidad.
    - Eficiencia de combustión de las máquinas.
    - Niveles de ruido producidos (dBB)
  - Material utilizado en la construcción de la obra.
    - Tipo y cantidad. Aclarar cuando se trate de algún recurso del área
    - Bancos de material: localización, procedimiento de extracción, forma de traslado
  - Requerimientos de energía en cada etapa.
    - Eficiencia: fuente, potencia y voltaje, calendario de consumo diario
    - Combustible: tipo, origen, cantidad que será almacenada y forma de almacenamiento,
  - Requerimientos de agua en cada una de las etapas.
    - Tipo de agua (cruda o potable).
    - Volumen utilizado por unidad de tiempo.
    - Fuente.
    - Traslado y forma de almacenamiento
  - Duración y etapas de la preparación del terreno.
  - Tipo de obra civil requerida para la preparación del terreno.
- En el caso de rellenos o nivelaciones, especificar:
- Volúmenes requeridos
  - Origen del material de relleno
  - Ubicación de los bancos de material.

- Forma de extracción.

En el caso de dragados, especificar:

- Volumen de material a extraer.
- Disposición final.
- Forma de traslado.

- Localización y superficie de la zona o zonas que serán afectadas por la preparación del terreno.
  - Estimación cuantitativa y cualitativa de los recursos que serán alterados.
- Procedimiento de construcción. Etapas y duración de la construcción de la obra.
  - Plano constructivo de la obra.
- Residuos generados durante la preparación del sitio y durante la construcción.
  - Emisiones a la atmósfera. Tipo de emisiones y estimación cuantitativa de las mismas.
  - Descarga de aguas residuales: estimación cuantitativa, cuerpo receptor.
  - Residuos sólidos: tipo y disposición final.
  - Otros.
- Medidas de seguridad y planes de emergencia ante posibles accidentes.

#### 4. Operación y mantenimiento

La información que a continuación se solicita, corresponde a la etapa de operación del proyecto. La información se ha dividido en dos secciones: una general aplicable a todos los proyectos y un anexo válido para proyectos relacionados con la industria de la Transformación, Extractiva y/o de Tratamiento.

- Programa de Operación.
  - Tiempo de operación diaria (horario).
  - Calendario mensual de operación.
  - Época de mayor actividad en el año.
  - Personal utilizado y tiempo de ocupación.
- Programa de mantenimiento.
  - Periodicidad del mantenimiento general.
  - Tipo de reparaciones.
  - Equipo utilizado.
  - Material empleado.
- Requerimientos de mano de obra.
  - Cantidad.
  - Tiempo de ocupación.
  - Políticas de contratación.
- Requerimientos de energía eléctrica.
  - Consumo por unidad de tiempo. Desglose del uso de la energía (aluminado, motores, etc.)

- Fuente de energía.
- Fuente alternativa de energía.
- Requerimientos a futuro por aumento de la capacidad instalada.
- Mantenimiento de instalaciones.
- Demanda local del servicio.

- Requerimientos de combustible.
  - Tipo, calidad (características).
  - Consumo por unidad de tiempo.
  - Condiciones de combustión.
  - Fuente.
  - Forma de almacenamiento. Detalle constructivo del almacenamiento.
  - Sitios proyectados para el abastecimiento de combustible.
  - Forma de transportación.
  - Medidas de seguridad en el manejo de combustibles.
- Requerimientos de agua cruda y potable.
  - Tipo.
  - Consumo por unidad de tiempo.
  - Desgloses de los usos del agua.
  - Fuente de suministro.
  - Fuentes alternativas.
  - Requerimientos excepcionales.
  - Factibilidad y programas de reciclaje, volúmenes.
  - Factibilidad y programas de tratamiento, volúmenes.

#### RESIDUOS

##### Aguas residuales

- Fuente(s) emisora(s)
- Volúmenes generados por unidad de tiempo.
- Composición química y biológica de las aguas residuales.
- Temperatura de la descarga.
- Cuerpo receptor.
- Duración química de los residuos en el medio.
- Toxicidad.
- Vida media.

##### Emisiones a la atmósfera

- Tipo de emisión.
- Fuente(s) emi-ora(s)
- Cantidad generada por unidad de tiempo.

- Dinámica química de la emisión en el medio
- Toxicidad.
- Vida media.
- Olores, área circunvecina que se vería afectada por olores desprendidos.

## Residuos sólidos:

- Cantidad generada por unidad de tiempo.
- Principales componentes de los residuos.
- Manejo de los residuos:
  - Forma de remoción.
  - Periodicidad.
  - Disposición final.
  - Factibilidad de reciclaje. Programa, volumen.

## Derrames accidentales:

- Tipo, composición química.
- Volumen aproximados.
- Vida media.

Posibles accidentes y planes de emergencia para cada caso.

## ANEXO

En el siguiente apartado se solicita información que debe ser contestada por proyectos relacionados con la Industria de la Transformación, Extractiva, de Tratamiento y por cualquier proyecto que implique manejo de equipo o maquinaria pesada y procesos industriales.

- Equipo
  - Tipo y cantidad.
  - Operación por unidad de tiempo.
  - Niveles de ruido (dB) por equipo.
  - Eficiencia de combustión.
  - Ubicación del equipo en las instalaciones. Esquema General
  - Medidas de seguridad en la operación del equipo
  - Mantenimiento del equipo. Periodicidad.
- Descripción del proceso industrial indicando las fases del proceso.
- Materia prima por fase de proceso.
  - Tipo. Especificar: toxicidad, inflamabilidad, corrosividad, volatibilidad, etc.
  - Cantidad.
  - Procedencia. Si se trata de algún recurso natural del área especificar:
    - Tipo.
    - Forma de extracción.

- Volumen.
- Estimación del volumen total que será utilizado y la duración del aprovechamiento.
- Forma de almacenamiento. Medidas de seguridad.
- Forma de transportación. Medidas de seguridad.
- Insumos por fase de proceso.
  - Tipo.
  - Cantidad.
  - Procedencia.
  - Transportación. Medidas de seguridad.
  - Forma de almacenamiento. Medidas de seguridad.
- Subproductos por fase de proceso
  - Tipo.
  - Volumen.
  - Transportación.
  - Forma de almacenamiento
  - Medidas de seguridad en transportación y almacenamiento.
- Productos finales.
  - Tipo.
  - Cantidad.
  - Transportación.
  - Forma de almacenamiento.
  - Medidas de seguridad en transportación y almacenamiento.

## 5. Etapa de abandono del sitio al término de su vida útil

En este apartado se deberá describir el destino que se dará al sitio y sus alrededores al término de su vida útil, especificando:

- Estimación de vida útil.
- Programa de restitución del área.
- Planes de uso del área al concluir la vida útil del proyecto

## III. Aspectos generales del medio natural y socioeconómico.

## 1. Medio natural

La información que se solicita en este apartado corresponde a la descripción del medio natural, tanto del predio en el que se desarrollará la obra o actividad como del área de influencia determinada para el proyecto.

Se deberá poner especial atención en aquellos aspectos del medio natural que puedan resultar particularmente afectadas en cada una de las etapas; desde la selección del sitio hasta la operación misma del proyecto. La información que cubra estos aspectos deberá presentarse en forma clara, completa y detallada.

Como punto de apoyo para la evaluación del sitio que se propone, así como de su área de influencia, será necesario anexar material gráfico, cartográfico y fotografías.

### 1.1 Area de influencia

La delimitación del área de influencias se deberá realizar tomando en cuenta los efectos que la obra o actividad tendrá sobre el medio natural en cada una de las etapas del desarrollo del proyecto. Para ello, deben ser considerados no sólo los efectos directos o a corto plazo, sino también aquellos que se manifiesten a mediano y largo plazo.

Las modificaciones sobre el medio pueden ser de carácter positivo o negativo, entendiéndose que en ambos casos hay un cambio a partir del estado original, por lo que deberán ser considerados en la delimitación de la zona o zonas en los que el proyecto incidirá.

El área en la cual incidirá el proyecto en el medio natural difiere sustancialmente de la del medio socioeconómico, por lo cual en este punto sólo deberán ser consideradas aquellas variables que incidan sobre el medio natural.

Debido a la dificultad que representa el delimitar con exactitud el área de influencia y dada la importancia que ello representa, se sugiere utilizar la subdivisión en cuencas hidrológicas que se ha desarrollado para la República Mexicana, apoyado en el hecho de que algunos estudios de Ecología demuestran que una planificación adecuada debe considerar a la cuenca como una unidad mínima integral de manejo.

Sin embargo, tomando en cuenta el hecho de que en nuestro país las cuencas hidrológicas abarcan grandes extensiones, se considera más apropiado para este nivel de evaluación, reportar la información en unidades más pequeñas: subcuencas.

Es importante señalar la relevancia que implica contar con una área de influencia lo más representativa posible, ya que la estabilidad y permanencia de los ecosistemas dependen en gran medida del manejo y control de las fuerzas desestabilizadoras que actuarán sobre él, y la idea de tomar como área de influencia una unidad completa de manejo (la subcuenca) garantiza una visión integral de sus componentes y de la factibilidad de sus cambios en el sistema.

#### A. Delimitación del área de influencia

En este punto deberá precisar qué criterios utilizó para la delimitación del área de influencia, considerando cualquiera de las dos opciones que se plantean.

- Área de influencia determinada.
  - Alcances
  - Argumentos y criterios utilizados para su delimitación.
- Ubicación del sitio de acuerdo con la clasificación de cuenca subcuenca.
  - Subcuenca en que se inserta la obra o actividad proyectada.

### 1.2 Rasgos físicos

#### A. Climatología

- Tipo de clima.
- Temperaturas.
  - Promedio: diaria, mensual, anual
  - Máxima y mínima extremas (mensuales).
- Humedad relativa.
  - Media mensual.
  - Máxima y mínima extremas

- Precipitación.
  - Frecuencia, distribución.
  - Período(s) de sequía
  - Variaciones del régimen pluvial.
  - Precipitación anual.
  - Precipitación promedio mensual.
  - Lluvia máxima en 24 horas (lluvias torrenciales)
- Presión atmosférica.
  - Media anual
- Nubosidad e insolación.
  - Promedios anuales.
  - Meses con valores máximos y mínimos.
- Velocidad y dirección del viento.
  - Rosas estacionales y anuales y su velocidad media en metros/segundos.
  - Frecuencia de calmas (si se dispone de información)
  - Altura de la capa de mezclado del aire.
  - Cantidad del aire (si se dispone de información).
- Estabilidad atmosférica de Pasquill.\*
  - Frecuencia anual.
- Intemperismos severos.
  - Frecuencia de nevadas
  - Frecuencia de heladas
  - Frecuencia de granizadas
  - Frecuencia de huracanes.

#### - Modelo matemático de dispersión de contaminantes

Se debe aplicar un modelo de este tipo cuando el volumen de la emisión rebasa los límites que establece la reglamentación vigente al respecto, y debe contener la siguiente información.

- Concentraciones máximas a nivel de piso
- Trazado de las isopletas correspondientes para los valores contenidos en el "Acuerdo que establece los lineamientos para determinar el criterio que servirá de base para evaluar la calidad del aire en un determinado momento".\*\*
- Fuentes aéreas, puntuales o una combinación de ambas.
- Altura promedio de la capa de mezclado del aire

\* Pasquill, F. Atmospheric Dispersion of Pollution, Quart. J. Roy Meteorol. Soc., vol. 97, No. 411, Oct. 1971, pp. 369-395.

\*\* Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1982.

## B. Geología

- Geología histórica del lugar de interés.
- Grandes unidades geológicas (provincias fisiográficas).
- Descripción litológica del área.
- Formaciones geológicas (estratigrafía).
- Actividad erosiva predominante.
- Porosidad, permeabilidad y resistencia de las capas geológicas.
- Localización de áreas susceptibles de sismicidad, deslizamientos, derrumbes y otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.
- Geología económica.

## C. Geomorfología

- Características del relieve.
- Orientación.
- Altura.
- Pendientes.

## D. Suelo

- Descripción de las propiedades físicas y químicas del suelo.
  - Textura del área donde se desarrollará el proyecto.
    - Estructura.
    - Porosidad.
  - Color.
  - Perfiles.
  - pH.
  - A. Contenidos de materia orgánica.
  - Sodicidad.
  - Contenido de sales.
  - Clasificación del suelo.
    - Grado de erosión (natural y artificial).
  - Uso actual del suelo.
  - Uso potencial del suelo.

## E. Hidrología

La información que se solicita en este rubro corresponde a la descripción de la subcuenca y/o área de influencia en la que el proyecto se localizará, a excepción del primer bloque en el que se solicita información a nivel de cuenca hidrológica.

## Cuenca hidrológica.

Caracterización de la cuenca de acuerdo con la siguiente información:

- Definición de la cuenca.
- Zona de mayor infiltración.

- Avenidas (máximas y extraordinarias).
- Precipitaciones (períodos, duración y volumen anual).
- Cuerpos de agua (lagos, lagunas y presas).
- Ríos superficiales principales.
- Zonas con riesgo de inundación.
- Ríos subterráneos (dirección).

## - Cuerpos de agua.

Caracterización de lagos, lagunas y presas que se localicen a corta distancia del proyecto y/o de aquellos cuerpos de agua que de alguna forma tendrán relación con la obra o actividad proyectada.

- Localización.
- Clasificación y descripción técnica.
- Volumen promedio.
- Contornos litorales.
- Unidades líticas y breve descripción de la dinámica del suelo.
- Porcentaje de asolvamiento.
- Estratigrafía del agua.
- Balance hídrico.
- Calidad del agua.
- Parámetros físicos.
- Descargas residuales que recibe.
- Problemas registrados (azolve, eutroficación, contaminación, otros).
- Usos principales.

## - Ríos superficiales.

Caracterización de los ríos que se encuentran localizados a corta distancia del proyecto y/o de aquellos que de alguna forma tendrán relación con la obra o actividad (extracción de agua, descarga de residuos, etc.).

Clasificación y descripción técnica.

- Unidades líticas y breve descripción de la dinámica del suelo (del fondo y taludes).
- Volumen de escorrentía.
- Avenidas máximas extraordinarias.
- Transporte de material (suspensión y de fondo).
- Calidad del agua.
- Parámetros físicos.
- Usos principales aguas abajo.
- Descargas residuales que recibe.
- Problemas registrados (contaminación, sobreexplotación, modificación de su cauce, otros).

- Población económicamente activa.
- Grupos étnicos (del sitio y sus alrededores).
- Movimientos migratorio (emigración e inmigración).
- Factores que propician el movimiento migratorio.

**B. Empleo**

- Empleo por rama de actividad.
- Salario mínimo vigente.
- Nivel de ingreso per cápita.

**C. Servicios**

- Medios de comunicación.
- Medios de transporte.
- Servicios públicos.
- Educación.
- Salud.
- Vivienda.
- Zonas de recreo.

**2.2 Rasgos económicos**

En este rubro deberá detallar la información que se requiere referente a las características económicas del área y la distancia que los separa del predio en que se pretende instalar la obra o actividad:

**A. Economía de la región**

- Autoconsumo.
- Dé mercado (local, regional, otro).

**B. Tenencia de la tierra**

- Formas de tenencia y/o usufructo de la tierra.
- Precio de la tierra.
- Formas de organización.

**C. Actividades productivas**

- Agropecuario.
- Forestal.
- Pesca.
- Industrial.
- Comercial.

**III. Cambios sociales y económicos**

Indicar si la obra o actividad creará modificaciones en el sitio y su área de influencia en las partes que a continuación se señalan; describiendo las características de dicha modificación.

- Mano de obra.
- Demografía (emigración e inmigración).

- Interacción de los núcleos poblacionales.
- Grupos étnicos.
- Actividad(es) productiva(s).

**V. Tipo de economía (local, regional, otra).**

- Canales de comercialización.
- Forma de tenencia y/o usufructo de la tierra.
- Precio de la tierra.
- Nivel de ingreso per cápita.
- Servicios (comunicación, transporte, servicios públicos, educación, salud, vivienda, zonas de recreo).

**IV. Vinculación con las normas y regulaciones sobre uso del suelo.**

En este apartado, el solicitante deberá consultar a la Secretaría de Desarrollo Urbano Estatal o Federal para verificar si el uso que pretende darse al suelo corresponde al establecido por las normas y regulaciones.

Los elementos que deberán considerarse son:

1. Plan Director Urbano, correspondiente a la Dirección General de Desarrollo Urbano.
2. Planes o Programas Ecológicos del Territorio Nacional, correspondientes a la Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica.
3. Sistema Nacional de Áreas Protegidas a cargo de la Dirección General de Conservación Ecológica de los Recursos Naturales.

**V. Identificación y descripción de los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución del proyecto en sus distintas etapas.**

**1. Identificación de impactos ambientales**

En esta sección se deberán identificar y describir los impactos ambientales provocados por el desarrollo de la obra o actividad durante las diferentes etapas. Para ello, se puede utilizar la metodología que más convenga al proyecto.

**2. Descripción del escenario ambiental modificado.**

En este punto se procederá a describir la posible conformación del medio como consecuencia de la modificación de su dinámica natural. Para ello, se deberán considerar las características particulares del área anteriores al desarrollo del proyecto, así como los impactos ambientales más significativos que el medio sufrirá al ejecutarse la obra o actividad que se proyecta. Es necesario, además, describir detalladamente los impactos ambientales detectados, destacando su origen, evolución, incidencia y repercusión sobre el o los elementos del medio que serán afectados. También se deberá resaltar la posible interrelación entre los impactos, misma que en determinado momento podría ocasionar que actuarán con una magnitud superior.

**VI. Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados.**

En este apartado el proponente dará a conocer las medidas y acciones a seguir por el organismo interesado, con la finalidad de prevenir o mitigar los impactos que la obra o actividad provocará en cada etapa de desarrollo del proyecto.



Las medidas y acciones deben presentarse en forma de programa en el que se precise el impacto potencial y la(s) medida(s) adoptada(s) en cada una de las etapas.

#### Conclusiones

Finalmente, con base en una autoevaluación integral del proyecto, el solicitante deberá realizar un balance (impacto-desarrollo) en donde se discutirán los beneficios que genere el proyecto y su importancia en la economía local, regional o nacional y la influencia del proyecto en la modificación de los procesos naturales.

#### Referencias

En este punto, indicar aquellas fuentes que hayan sido consultadas para la resolución de este estudio.

## Instructivo para Desarrollar y Presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en la Modalidad Específica a que se refieren los Artículos 9o y 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental

- I. Datos del organismo proponente
  - Nombre del proyecto.
  - Nombre y puesto del responsable del proyecto
  - Nombre de la empresa u organismo proponente.
  - Nacionalidad de la empresa u organismo.
  - Actividad principal de la empresa u organismo
  - Experiencia en el ramo de la obra o actividad que se propone.
  - Domicilio y teléfono para oír y recibir notificaciones.
  - Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental:
    - Nombre
    - Razón Social.
    - Registro SEDUE
    - Registro Federal de Contribuyentes
    - Domicilio para oír y recibir notificaciones.
    - Teléfono
  - Identificación de empresas u organismos que coparticipen en el proyecto.
- II. Descripción y justificación de la obra o actividad proyectada.

El presente capítulo se ha subdividido en varios apartados y en cada uno de ellos se han manejado

las líneas de información mínima que deben cubrirse en el momento de la elaboración de la manifestación. Si el proponente decide que deben incorporarse más elementos, podrá hacerlo sin excluir la información que aquí se solicita. Se trata de crear un marco de referencia que permita al evaluador manejar una idea global y completa de la obra o actividades que se pretende desarrollar, desde una perspectiva de desarrollo y de producción y con una visión exhaustiva de las alteraciones que su ejecución ocasionaría al medio natural y socioeconómico. Cuando el proyecto se ubique en una zona difícil de delimitar: más de un predio, o grandes extensiones del territorio (ductos, líneas férreas, carreteras, etc.), la información que se solicita deberá corresponder a cada una de las zonas incluidas.

### 1. Características del proyecto

En primera instancia se deberá desarrollar detalladamente la información correspondiente a la naturaleza, objetivos y justificación de la obra o actividad que se pretende ejecutar. En relación con la justificación, se deberán manejar una serie de elementos que dejen clara la necesidad de desarrollar tal proyecto, elementos tales como su inserción en los Planes Federales, Regionales y/o Municipales, los alcances que tendría en un ámbito federal, estatal, municipal, etc. Por otra parte se debe hacer referencia a la demanda actual e histórica, en un contexto local, del bien o servicio que pretende prestarse con el proyecto y la forma en que éste se ha venido cubriendo. En este sentido es importante resaltar el papel que la obra o actividad tendría en atención a la demanda, señalando la parte de la curva de demanda que la obra o actividad cubriría.

Es importante informar acerca de otras obras y/o actividades asociadas a la propuesta; en este orden de ideas se deberá hacer mención de aquellos proyectos que ya estén en operación y de los que se vayan a instrumentar, incluyendo aquellos que se ubiquen fuera de la jurisdicción de la obra o actividad que se propone.

Muy relacionado con este aspecto es el que tiene que ver con las políticas de crecimiento que la empresa u organismo tengan proyectadas para esta obra o actividad: en este sentido se deberá informar de los planes de ampliación de las obras o de aumento de la producción que a corto, mediano o largo plazo se pretenda poner en práctica, indicando en forma cuantitativa el posible crecimiento.

Finalmente, se deberá anexar el Programa General de Trabajo con la calendarización de las actividades, señalando claramente los plazos en que se irán cubriendo.

### 2. Selección del sitio

En este punto se deberá especificar la ubicación del sitio elegido, indicando coordenadas, la superficie que ocupa el predio, así como la situación legal y tipo de tenencia del mismo, es necesario complementar la información con mapas de localización del predio y fotografías aéreas de la zona.

Por otra parte, deberán explicarse detalladamente los criterios considerados para la selección del sitio, incorporando en el análisis a otros sitios que hayan o estén siendo evaluados y que presenten una alternativa al sitio propuesto; en este sentido es necesario establecer claramente los factores que llevaron a considerar al sitio propuesto con respecto a otro(s), y aquellos que resultaron negativos o desfavorables para los otros sitios, factores que pueden ser elementos importantes en la evaluación del Proyecto. En el caso de que alguno de estos sitios haya sido sometido a una Evaluación de Impacto Ambiental, se deberá informar brevemente el dictamen obtenido.

En relación con las características del terreno seleccionado, se deberá indicar el uso actual del

suelo y el uso o usos que se le ha(n) destinado, de acuerdo con las diferentes normas y regulaciones que se han dictado al respecto: Plan Director Urbano, Planes o Programas Ecológicos del Territorio Nacional y Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Como información complementaria se deberá indicar el uso del suelo en los predios colindantes al propuesto.

Cuando en la selección del sitio se requieran estudios de campo, se deberá anexar una descripción de los trabajos realizados, la duración de los mismos, la preparación que requiere el área o parte de ella y el tipo de material y equipo necesario.

### 3. Preparación del sitio y construcción

La información que se presente para describir la etapa de preparación del terreno, debe proporcionar al evaluador una idea completa de los cambios que se manifestarán en el medio natural, como consecuencia de las actividades preparativas. Se deberá indicar primeramente la duración de las obras de preparación y el tipo o tipos de obra(s) civil que se pondrán en práctica para tal fin.

Por cada obra civil que se pretenda llevar a cabo, se deberá informar detalladamente la localización y superficie de la zona o zonas que serán afectadas en el acondicionamiento del sitio, además de una cuantificación de los recursos que se verán modificados; en este sentido se deberá indicar el uso que se le dará o la disposición final de los mismos.

De la misma forma, en el caso de la etapa de construcción se deberá informar la duración, la calendarización de actividades por etapa de construcción y se deberá anexar el plano o planos de ubicación de las obras y el plano constructivo, señalando en él los avances por etapas.

En relación con los recursos humanos que participarán en estas etapas, es necesario proporcionar una relación del personal ocupado, el nivel de especialización, el tiempo de ocupación, así como su procedencia.

Con respecto a las obras y servicios de apoyo que se adoptarán en estas etapas, es indispensable para su evaluación conocer detalladamente el tipo de obras provisionales que se construirán, especificando su localización en el terreno y la superficie que ocuparán. Por otra parte, se deberá destinar un apartado en el que se describan las condiciones del o de los campamentos, indicando el número de cuartos, el tipo de servicios que se requerirán, la forma de abastecimiento de combustible, alimento, agua potable, electricidad, etc., la ubicación de letrinas y, en general, las medidas sanitarias que se implantarán para el funcionamiento adecuado. En el mismo orden de ideas, se deberá informar sobre las condiciones de salud, tipo de atención, medidas de seguridad, medidas de prevención de accidentes e historial epidémico registrado en alojamientos similares, ubicados en la misma zona.

La información que se incluye en relación al equipo que se utilizará, tanto en la etapa de preparación como en la de construcción, deberá tomar en cuenta especificaciones muy puntuales que pueden presentarse en forma de cuadros. Estas especificaciones son el tipo de maquinaria, la cantidad de máquinas por tipo, el tiempo de ocupación por día o por alguna unidad de tiempo. Otros parámetros importantes que deben indicarse son: la eficiencia de combustión de las máquinas y los niveles de ruido producidos (dB).

En relación al material empleado en ambas etapas, se deberá indicar el tipo y cantidad que se ha calculado utilizar, especificando forma de traslado y procedencia. Si se pretende utilizar recursos naturales de la zona, se deberá indicar la ubicación y la cantidad que se extraerá, los métodos de extracción y la forma de traslado del mismo.

En el caso de que se pretenda utilizar algún tipo de explosivo, se deberá informar el tipo y cantidad, y los lugares en que serán empleados.

La utilización de energía durante estas etapas debe detallarse en función del origen o suministro de electricidad y combustible. Además de indicar la fuente, se deberá especificar la potencia y voltaje de la energía eléctrica y el consumo diario o por alguna unidad de tiempo. En el caso del combustible, es necesario conocer el sitio, la cantidad que se mantendrá almacenada, su calidad, y la forma en que se almacenará. También se deberá dar a conocer el tipo, cantidad empleada por unidad de tiempo y origen del agua que se empleará tanto en la etapa de preparación del sitio como en la construcción de la obra.

Con el objetivo de tener conocimiento de los residuos que se generarán en estas etapas, en todos los casos la información debe manejarse en términos cualitativos y cuantitativos. Emisiones a la atmósfera, residuos sólidos, aguas residuales, ruido, etc. Por otra parte, se indicará su destino final o cuerpo receptor, según sea el caso.

Finalmente, se anexarán las medidas de seguridad a los planes de emergencia que la empresa u organismo tiene previstos, ante posibles accidentes.

#### 4. Operación

La información que se solicita en este apartado corresponde a la etapa de operación de la obra o al desarrollo de la actividad. Esta etapa del Proyecto comprende una serie de acciones de diversa complejidad, dependiendo de la naturaleza del proyecto. Dada la magnitud de las obras o actividades que deben proceder a esta modalidad de Manifestación de Impacto Ambiental, se deberá colocar especial atención en la descripción de los procesos, procedimientos, tecnología, y recursos que serán utilizados. Esta información debe ser exhaustiva en el caso de proyectos relacionados con la industria de transformación, extractiva y/o de tratamiento.

Los puntos que deberán ser cubiertos en forma detallada son: el Programa de Operaciones, incluyendo un diagrama de flujo, los recursos humanos que se requerirán y su nivel de especialización, así como la política de contratación que la empresa u organismo seguirá.

En relación con la energía y agua, los elementos que deben manejarse para esta etapa son los mismos que se piden en el apartado anterior; otros elementos que deben incluirse son, en primer término, una estimación de la demanda local de estos servicios, así como los requerimientos excepcionales y la periodicidad de los mismos. También se debe informar de las fuentes alternativas de suministro que estén siendo consideradas. Para el caso específico del combustible, se deberá tomar en cuenta, además de las condiciones de combustión, la forma de almacenamiento, la forma en que será transportado y las medidas de seguridad para cada caso.

También en esta etapa es necesario realizar una estimación cualitativa y cuantitativa de los residuos sólidos, de las aguas residuales y de las emisiones a la atmósfera, así como la posible dinámica química de los contaminantes en el medio, su toxicidad y vida media. También será necesario especificar la disposición final de los residuos y las características del cuerpo receptor. En cada uno de los casos se deberá indicar la factibilidad de reciclaje o tratamiento, así como las medidas que serán adoptadas para mitigar el impacto que se pueda ocasionar al medio.

En el caso de generación de ruido y/o olores, indicar las áreas aledañas que se verían afectadas y estimar cuantitativa y cualitativamente los niveles producidos.

#### 5. Mantenimiento

En este apartado se deberá hacer un desglose del programa diseñado para el mantenimiento de

la obra o actividad. La información mínima que se deberá presentar es: el Programa de Mantenimiento, la periodicidad con la que se efectuará el servicio general, los recursos humanos que se necesitarán para la realización de tal tarea, indicando el nivel de especialización. Por otra parte, se deberán enlistar los materiales que serán utilizados para dar el mantenimiento, especificando la localización de los sitios de almacenamiento y las medidas de seguridad que se implantarán.

Es importante, sobre todo, en el caso de industrias o cualquier actividad que requiera de maquinaria pesada, reportar su vida útil y las medidas que serán adoptadas al término de la misma.

Finalmente, de igual forma que para las etapas anteriores, se deberá realizar una estimación cualitativa y cuantitativa de los residuos generados en esta actividad y las medidas que se adoptarán para su disposición final.

### III. Descripción del escenario ambiental con anterioridad a la ejecución del proyecto.

La preparación de una Manifestación de Impacto Ambiental requiere de la descripción detallada de las condiciones del ambiente anteriores a la instrumentación del Proyecto. Para lograr esto, es necesario definir claramente tanto el área total donde se ubicará el Proyecto, como el área en que incidirá, es decir, el Área de Influencia.

Para la delimitación del Área de Influencia se deberán tomar en cuenta los efectos de la obra o actividad sobre el medio natural, en cada una de las etapas del desarrollo del Proyecto. Por tal motivo se considerarán no sólo los cambios directos o a corto plazo, sino también aquellos que se manifiestan a mediano y largo plazo.

Las modificaciones sobre el medio natural pueden ser de carácter positivo y de carácter negativo, en ambos casos se manifestará un cambio a partir del estado original, fenómeno que deberá considerarse en la delimitación de la zona o zonas en las que el Proyecto influirá.

El área en el medio natural, en la cual el Proyecto incidirá, difiere sustancialmente de la del medio socioeconómico, por lo cual se deberán considerar aquellas variables que intervengan en cada una de las áreas, como resultado de estas diferencias será necesario delimitar un área o áreas de influencia para cada caso.

Considerando la magnitud del proyecto que se plantea, y partiendo de la importancia que representa el mantener la estabilidad del medio, la información que se solicita en este apartado deberá ser lo más representativa posible, con la idea de lograr una correcta evaluación de la obra o actividad que se propone.

Muchas veces resulta difícil definir el área exacta que está siendo impactada por las actividades propuestas; es importante lograr una buena aproximación; en este sentido se sugiere tomar como base las distintas regionalizaciones que se han desarrollado para el ordenamiento del país. En términos generales una región es un área homogénea de acuerdo con ciertos indicadores físicos, biológicos o socioeconómicos.

Las regionalizaciones del país son varias y, en general, tienden a ser muy específicas, por lo que se deberá decidir por la más adecuada para el Proyecto.

Una vez conocida el área o áreas en que incidirá el proyecto, se procederá a describir el escenario ambiental, entendido como la zona que integra el sitio seleccionado y su área de influencia. El escenario ambiental será descrito por diversos factores ambientales -aire, agua, clima, geología,

suelo, flora, fauna y hombre- factores integrados en tres grandes grupos: factores físicos, factores biológicos y factores socioeconómicos.

Se deberá poner especial atención en aquellos aspectos que puedan resultar, particularmente afectados en cualquiera de las etapas del desarrollo del proyecto: desde la selección del sitio hasta la operación. La información que cubra estos aspectos deberá ser de actualidad y corroborada en campo. Cuando no exista información disponible, ésta deberá obtenerse en estudios de campo, señalando la metodología utilizada y el tiempo destinado. Como complemento de esta información será necesario agregar material gráfico, cartográfico y aerofotografías.

La importancia de cada factor ambiental, y las características particulares del Proyecto determinarán la amplitud y profundidad con que se debe hacer la descripción. La información mínima que debe contener se detalla en los siguientes puntos.

Se pone en conocimiento del organismo solicitante que cuando la información proporcionada no sea suficiente para evaluar el Proyecto, la Secretaría hará uso del artículo 13 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de impacto ambiental, donde se pone de manifiesto su capacidad para solicitar información adicional.

## 1. Area de influencia

- Límites establecidos para el área o áreas de influencia
- Argumentos y criterios utilizados en su delimitación.

### 1.1 Factores físicos

#### A Climatología

- Tipo de clima.
- Temperaturas.
  - Promedio: diario, mensual, anual.
  - Máxima y mínima extremas (mensuales).
- Humedad relativa.
  - Media mensual.
  - Máxima y mínima extremas.
- Precipitación.
  - Frecuencia, distribución.
  - Período(s) de sequía.
  - Variaciones del régimen pluvial.
  - Precipitación anual.
  - Precipitación promedio mensual.
  - Lluvia máxima en 24 horas (lluvias torrenciales).
- Presión atmosférica.
  - Media anual.
  - Media mensual.
- Nubosidad e insolación.
  - Promedios anuales.
  - Meses con valores máximos y mínimos.

- Velocidad y dirección del viento.
  - Rosas estacionales y anuales y su velocidad media en metros/segundo.
  - Frecuencia de calmas.
  - Altura de la capa de mezclado del aire.
- Estabilidad atmosférica de Pasquill.\*
  - Frecuencia anual
- Intemperismos severos.
  - Frecuencia de nevadas.
  - Frecuencia de heladas.
  - Frecuencia de granizadas.
  - Frecuencia de huracanes.

#### B Geología

- Geología histórica del lugar de interés.
- Grandes unidades geológicas (provincias fisiográficas)
- Descripción litológica del área.
- Formaciones geológicas (estratigrafía).
- Actividad erosiva predominante.
- Porosidad, permeabilidad y resistencia de las capas geológicas.
- Localización de áreas susceptibles de sismicidad, deslizamientos, derrumbes y otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.

#### C. Geomorfología

- Características del relieve.
- Orientación.
- Altura
- Pendientes

#### D. Suelo

- Descripción de las propiedades físicas y químicas del suelo donde se desarrollará el proyecto.
  - Textura.
  - Estructura.
  - Porosidad
  - Color.
  - Perfiles
  - pH.
  - Contenidos de materia orgánica.

\* Pasquill, F. Atmospheric Dispersion of Pollution, Quart, J. Roy Meteorol. Soc., vol. 97, No 414, Oct, 1971, pp. 369-395.

- Sodicidad.
- Contenido de sales.
- Clasificación del suelo.
- Grado de erosión (natural y artificial).

## E. Hidrología

### -- Cuenca hidrológica

- Definición de la cuenca.
- Zona de captación.
- Avenidas (máximas y extraordinarias).
- Precipitaciones (período, duración y volumen anual).
- Cuerpos de agua (lagos, lagunas y presas).
- Ríos superficiales principales.
- Zonas con riesgo de inundación.
- Ríos subterráneos (dirección)

### -- Cuerpos de agua.

Localización de lagos, lagunas y presas que se localicen en cercanía del proyecto y/o de aquellos cuerpos de agua que de alguna forma tendrán relación con la obra o actividad proyectada.

- Localización.
- Clasificación y descripción técnica.
- Volumen promedio.
- Contornos litorales.
- Unidades líticas y breve descripción de la dinámica del suelo.
- Porcentaje de azolvamiento.
- Estrategia del agua.
- Balance hídrico.
- Parámetros físicos.

### -- Ríos superficiales.

Caracterización de los ríos que se localicen en cercanía al proyecto y/o de aquellos que de alguna forma tendrán relación con la obra o actividad (extracción de agua, descarga de residuos, etc.).

- Clasificación y descripción técnica.
- Unidades líticas y breve descripción de la dinámica del suelo (del fondo y taludes).
- Volumen de escorrentía.
- Avenidas máximas extraordinarias.
- Transporte de material (suspensión y de fondo).
- Parámetros físicos.

### -- Drenaje subterráneo.

- Infiltración
- Nivel de percolación.
- Profundidad del manto
- Caudal y dirección
- Localización de pozos y manantiales

## F. Oceanografía

### -- Tipo de costa.

### -- Ambientes marinos costeros (descripción).

### -- Ambientes marinos no costeros (descripción)

### -- Descripción de parámetros físicos y químicos

- Corrientes superficiales, profundas y de retorno.
  - Velocidad.
  - Dirección.
- Oleaje.
- Mareas.
- Temperatura
- Turbidez.
- Sólidos sedimentables.
- pH.
- Nutrientes.
- Oxígeno.
- Salinidad.
- DBO.
- DQO.

### -- Descripción de las características bacteriológicas del agua.

### -- Frecuencia de maremotos.

- Alturas máximas extraordinarias

### -- Batimetría.

- Bancos.
- Arrecifes o bajo fondos.
- Diferentes tipos de sedimentos

## 1.2 Factores biológicos

En esta sección se deberá presentar la información de acuerdo con los alcances del proyecto, ya sea acuático, terrestre o ambos. Por otra parte se debe hacer referencia a la metodología utilizada en los estudios de flora y fauna y/o la(s) fuente(s) de información consultada, en el caso de que se trate de un área estudiada

## A. Vegetación

## a) Vegetación terrestre:

## Características de la comunidad.

- Tipo de vegetación.
- Diversidad.
- Asociaciones típicas.
- Estratificación (perfil vegetacional).
- Especies dominantes.
  - Forma de crecimiento.
  - Distribución espacial y temporal.
  - Área de cobertura.
  - Abundancia y densidad relativa.
- Especies acompañantes.
- Flora edáfica.
- Especies endémicas y/o en peligro de extinción.
  - Abundancia relativa.
- Especies de valor cultural para etnias o grupos locales.

## b) Vegetación acuática:

- Tipo de vegetación.
- Plancton, macrófitas (características).
- Diversidad.
- Especies dominantes.
  - Forma de crecimiento.
  - Distribución estacional.
  - Abundancia y densidad relativa.
- Productividad primaria.
- Estado de madurez del ecosistema.
- Especies de interés científico y/o valor estético.
- Especies endémicas y/o en peligro de extinción.
  - Abundancia relativa.

## B. Fauna

## a) Fauna terrestre:

- Diversidad de especies.
- Especies dominantes.
- Abundancia relativa.
- Zonas de reproducción.
- Corredores (rutas migratorias).
- Especies migratorias.

- Especies endémicas y/o en peligro de extinción
- Especies de interés científico y/o valor estético
- Especies de interés cultural para etnias o grupos locales.

## b) Fauna acuática:

- Diversidad de especies (plancton, bentos, necton)
- Abundancia relativa.
- Cambios estacionales.
- Zonas de reproducción
- Corredores (rutas migratorias).
- Especies endémicas y/o en peligro de extinción.

## 1.3 Factores socioeconómicos

## A. Población

- Retrospectiva de 10 años.
- Población total.
- Tasa de crecimiento natural.
- Pirámide de edades (por grupo de edad y sexo).
- Población económicamente activa
- Natalidad y mortalidad
- Grupos étnicos (del sitio y sus alrededores)
- Movimiento migratorio (emigración e inmigración)
  - Factores que propician el movimiento migratorio

## B. Empleo

- Nivel de empleo y subempleo.
- Empleo por rama de actividad
- Salario mínimo vigente
- Nivel de ingreso per cápita

## C. Servicios

- Medios de comunicación
- Medios de transporte
- Servicios públicos
- Educación
- Salud.
- Vivienda
- Zonas de recreo.

## D. Economía de la región

- Autoconsumo.
- De mercado (local, regional, otra)

## E. Tenencia de la tierra

- Formas de tenencia y/o usufructo de la tierra.
- Precio de la tierra.
- Formas de organización.

#### F. Actividades productivas

- Agropecuario.
- Forestal.
- Pesca.
- Industrial.
- Comercial.

#### IV. Analisis y determinación de la calidad actual y proyectada de los factores ambientales.

Una vez descrito el escenario ambiental, en el apartado correspondiente, se procederá a seleccionar y reportar los estudios que se utilizarán en la determinación de la calidad de los factores ambientales.

En esta tarea es importante tomar en cuenta la interacción de los factores ambientales y considerar que, en determinado momento, la calidad de los mismos podría verse afectada considerablemente como consecuencia de la alteración de alguno de ellos. En este orden de ideas, será necesario determinar la interrelación de los factores y atributos del ambiente en forma diagramática, acompañado de un texto en el que se describan tales interacciones. Para su elaboración se sugiere la participación de un grupo interdisciplinario, de manera que se haga una selección completa de los factores.

La calidad de los factores ambientales deberá ser analizada no sólo en su estado actual; será necesario realizar una inferencia del futuro de la zona, en el supuesto de que el proyecto no se implementara.

Posterior a la determinación de la calidad de los factores ambientales seleccionados, se procederá a determinar los indicadores de impacto ambiental, entendiendo éstos como los elementos o parámetros que proporcionarán la magnitud del impacto desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo.

La selección de los indicadores de impacto es de fundamental importancia en el proceso de evaluación del Proyecto. Los más sencillos y específicos son las normas estándares de calidad del aire, del agua, del ruido, etc., especialmente cuando han sido aprobados por una legislación. También pueden utilizarse indicadores numéricos como pueden ser datos estadísticos de morbilidad y mortalidad, o categorías -muy malo, regular, bueno, muy bueno, excelente-, por mencionar algunos.

#### 1. Factores físicos

Los factores físicos que deben considerarse para la determinación de la calidad de los factores ambientales son aire, clima, geología, suelo y agua. A continuación se procederá a exponer una guía con los elementos básicos que deben manejarse en la descripción de los factores ambientales.

##### 1.1 Aire

El análisis del factor aire debe hacerse desde dos enfoques:

- Como factor, cuya calidad influya directamente sobre los seres vivos, construcciones, bienes materiales y actividades humanas.

- Como receptor y transportador de residuos, consecuencia de las actividades humanas. Como primer acercamiento será necesario evaluar su calidad actual, realizando una estimación de la importancia de las fuentes de emisión de contaminantes en la zona. Esta información es muy importante ya que proporciona los elementos necesarios para determinar la compatibilidad con las obras, actividades y recursos humanos contemplados en el Proyecto.

Como información complementaria a las estimaciones cualitativas y cuantitativas de los contaminantes atmosféricos de la zona, se deberá proporcionar datos sobre los vientos e información sobre los factores limitantes de la dispersión de contaminantes, así como la frecuencia de inversión de temperaturas, todo esto con la finalidad de prever la dirección del movimiento de los contaminantes, el tiempo de permanencia en el aire y los impactos potenciales sobre la salud humana, los ecosistemas y los bienes materiales.

En el caso de que la emisión de algún contaminante sobrepase los límites establecidos en las normas vigentes, se deberá aplicar un modelo matemático de dispersión de contaminantes en el que se maneje la siguiente información:

- Concentraciones máximas al nivel del piso
- Trazado de las isopleas correspondientes para los valores contenidos en el "Acuerdo que establece los lineamientos para determinar el criterio que servirá de base para evaluar la calidad del aire en un determinado momento", documento publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1982.
- Fuentes área, puntuales, o una combinación de ambas.
- Altura promedio de la capa de mezcla del aire.

#### 1.2 Clima

El análisis del factor clima puede realizarse desde varias perspectivas:

- Como factor que puede ser modificado al desaparecer extensas áreas de vegetación.
- Como agente que puede propiciar procesos como erosión, azolve, inversión de temperatura, inundación, etc., como consecuencia de alteraciones en el suelo, vegetación, capas de agua, etc.
- Como factor de gran importancia en respuestas fisiológicas de organismos vivos.
- Por la importancia de su relación con los demás factores ambientales.
- Como factor limitante para la construcción, operación y producción de la obra o actividad.

En este aspecto se deberá tomar en cuenta la factibilidad de que, especialmente a niveles microclimáticos, se produzcan alteraciones en el clima causados por la obra o actividad que se propone, en cualquiera de las etapas del proyecto; en este sentido se deberá realizar una investigación de la problemática que prevalece en la zona.

Otro elemento que deberá tomarse en consideración es la compatibilidad del clima con la naturaleza del proyecto que se propone, y se analizará la forma en que el clima puede resultar limitante para la implementación del mismo.

#### 1.3 Geología

Los enfoques que pueden darse al análisis de la geología como factor ambiental son los siguientes:

- Como factor que puede ser alterado como consecuencia de la implementación del proyecto que se plantea.

- Como factor económico de gran importancia.
- Desde el punto de vista de las geoformas naturales.

De esta forma resulta indispensable evaluar las alteraciones que el desarrollo de la obra o actividad acarrearía a este factor, poniendo énfasis en las causas de tales alteraciones y su posible relación-afectación a los mantos freáticos.

Desde el punto de vista de la geología económica, se deberá inventariar los recursos geológicos actuales y potenciales de la zona, indicando su ubicación y realizando una descripción breve de los mismos, especificando su grado de pureza. Cuando el recurso esté siendo explotado, se deberá indicar el grado de aprovechamiento y se analizará la compatibilidad de esta actividad con la propuesta. En caso de que se trate de un recurso potencial, se deberá señalar la posibilidad de que sea aprovechado.

Finalmente, desde el punto de vista de los paisajes naturales, se deberá considerar la presencia de volcanes, montañas, valles, llanos, cañones, paredes y columnas basálticas, monolitos y rocas sobrepuestas, oquedades, dunas y médanos, áreas fósiles, islas, arrecifes y cabos, bahías, playas, etc., que por sus características particulares -estéticas, culturales, históricas, turísticas, etc.- merezcan ser resaltadas. En este caso, deberán indicar la distancia que la separa del predio, la factibilidad de degradarlas y la problemática actual que presenten dichas zonas.

#### 1.4 Suelo

La importancia de considerar el suelo como factor ambiental, puede establecer desde los siguientes puntos de vista:

- Como factor que puede ser degradado e impedir así usos actuales y potenciales.
- Como factor que puede ver disminuido su potencial productivo.
- Como factor que puede ser erosionado por un uso indebido.

De esta forma, el primer paso consistiría en investigar el uso actual y potencial del suelo en la periferia del proyecto incluyendo un estimado de su productividad. Asimismo, es indispensable contar con datos como coeficientes de erosión y erodabilidad y resaltar la problemática actual que prevalece en la zona.

Finalmente, se determinará la compatibilidad del proyecto que se plantea con los usos del suelo que se ha destinado a la zona. Este punto deberá ser complementado con las cartas sobre uso del suelo más apropiadas para el proyecto en cuestión. Cuando la temática de las cartas requiera de mayor detalle, o cuando el área de un proyecto no sea muy extensa, es recomendable utilizar los siguientes criterios en cuanto al manejo de escalas apropiadas:

- Proyectos mayores de 25,000 ha. escala 1: 100,000.
- Proyectos menores de 25,000 ha. escala 1: 50,000.

En este punto será necesario anexar un plano a escala adecuada, en el cual se señalen los principales cuerpos de agua, así como aquellos que por sus características particulares (culturales, históricas, turísticas, científicas, etc.) deban ser resaltadas: lagos, cráteres y axalapascos, cenotes, oasis, marismas, esteros, manantiales, cascadas, etc.

#### 1.5 Agua

Este factor ambiental deberá ser considerado desde la siguiente perspectiva.

- Alteraciones potenciales en la calidad de los cuerpos de agua.
- Alteraciones potenciales en su cantidad y distribución.

- Potencial en sus usos.
- Importancia de su relación con otros factores ambientales.

En este punto, recopilará información sobre el uso actual de cada cuerpo de agua registrado en la entidad. Dependiendo de los alcances y naturaleza del proyecto se deberá tomar en cuenta costas, ríos, lagunas, mantos freáticos, lagos, etc.

En la descripción se incluirá: análisis de la calidad del agua, el potencial del área, potencialidad en su uso, problemas registrados, azolve, eutroficación, contaminación, desvío del cauce natural, descargas residuales, etc.

Con el fin de obtener información de apoyo, se recurrirá a los monitores que la SARH realiza en forma periódica, para los principales cuerpos de agua y para las descargas de aguas residuales. Las determinaciones de laboratorio deberán ajustarse a las Normas Oficiales Mexicanas existentes o, en su caso, se podrá hacer uso de las acordadas con la SARH.

Finalmente, si el volumen de las descargas de aguas residuales excediera el nivel permitido que establece la reglamentación vigente, se deberá incluir la siguiente información del cuerpo receptor.

- Variaciones de gasto de influentes.
- Velocidad y nivel de agua.
- Modelo hidrodinámico con características de dispersión.

## 2 Factores biológicos

### 2.1 Flora terrestre y acuática

El análisis de este factor biológico deberá hacerse considerando los siguientes puntos.

- Como factor directamente relacionado con la fauna.
- Como factor que puede verse irreversiblemente afectado como consecuencia de la obra o actividad.
- Por su relación con los demás factores.
- Por su importancia alimenticia, medicinal, científica y comercial.

En este punto se procederá a investigar aquellas especies acuáticas y terrestres, que estén catalogadas en peligro de extinción y/o endémicas, y se elaborará un estudio de la dinámica poblacional. Por otra parte, es necesario interpretar cuantitativamente (gráficas, modelos matemáticos, etc.) la información obtenida en el capítulo anterior y compararla, cuando sea posible, con información de ecosistemas similares para determinar el posible grado de perturbación y sus consecuencias.

También es necesario elaborar un listado de las especies de interés alimenticio, medicinal, científico, comercial y determinar para estas últimas el potencial productivo del área. Asimismo, es necesario detectar aquellos hábitats que estén relacionados con alta productividad faunística, hábitats únicos o excepcionales, zonas con alto grado de perturbación ambiental, y reportar las especies que pretenda introducir el proyecto.

Finalmente, se deberá exponer en forma esquemática la localización de las comunidades presentes en puntos distintos y que reúnan características comunes, poniendo especial atención a las fronteras o límites entre uno y otro tipo. Además, se indicará la presencia, en caso de que así sea, de alguna Área Natural Protegida.



## 2.2 Fauna terrestre y acuática

Los enfoques para el análisis de este factor pueden ser varios, entre los que se tienen:

- Como factor de gran importancia en la dinámica natural de los sistemas.
- Como factor vulnerable que puede ser modificado en su distribución y abundancia.
- Desde el punto de vista de su importancia alimenticia, cultural, científica y/o comercial.

En este orden de ideas se deberán detectar aquellas especies que estén catalogadas en peligro de extinción y/o endémicas y presentar un estudio de su dinámica poblacional.

También es necesario elaborar un listado de las especies de interés comercial, alimenticio, cultural y/o científico, resaltando los estudios y usos que actualmente se estén desarrollando en la zona.

Posterior a los listados e inventarios de fauna, corresponde elaborar una representación y un análisis de la fauna trófica, con la idea de conocer la dinámica de las comunidades presentes.

Finalmente, es necesario investigar la problemática del área en este aspecto, considerando las principales plagas y las especies introducidas o que el proyecto contemple introducir. También será preciso reportar si el proyecto podría provocar el establecimiento de barreras físicas para los desplazamientos de la fauna.

## 3. Factores socioeconómicos

### 3.1 Hombre

La importancia de considerar al hombre puede resumirse en dos principales puntos:

- Como factor social que puede ser vulnerado en su calidad de vida y sus patrones culturales.
- Como factor que puede ser modificado en su forma de producción y de organización.

Para el análisis de este factor se deberá utilizar la información generada en el capítulo anterior con el objetivo de interpretar los cambios que se producirían en el área en que se incidirá. Para esto, es necesario considerar la evolución que tendría el área sin la presencia del proyecto que se plantea y compararlo con la dinámica que se presentaría de ser instalado éste.

Los rubros que se requieren en este procedimiento son: el aspecto poblacional y su proyección a 10 años, la oferta-demanda de empleo, el ingreso per cápita y la demanda de servicios. Asimismo, es necesario destacar la calidad de la mano de obra que será requerida, el flujo migratorio que provocaría y su posible incompatibilidad con las características culturales de la localidad.

Finalmente, se deberá hacer una proyección de los posibles cambios en el tipo de economía existente, como consecuencia de la variación en las formas de producción y organización, resaltando los efectos que ello podría ocasionar.

## V. Identificación y evaluación de los impactos ambientales.

### Consideraciones generales

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos de la identificación, medición, interpretación y comparación de los impactos ambientales potenciales de las diferentes etapas del proyecto y sus opciones, según la descripción realizada en el capítulo I, así como la ponderación efectuada de los indicadores de impacto ambiental descritos en el capítulo anterior. Asimismo, se presentará la justificación para determinar el uso de las técnicas de análisis de impactos ambientales que hayan sido las más adecuadas al tipo de proyecto propuesto y las consideraciones hechas para su aplicación.

Se deberá poner especial cuidado en analizar los impactos directos, indirectos y acumulativos

que se van a presentar tanto en el área de emplazamiento del proyecto, así como fuera de ella, precisando las áreas de influencia donde se dejarán sentir los impactos del proyecto sobre cada uno de los factores ambientales. Para el análisis de los impactos se tomarán en consideración las normas técnicas legales existentes concierntes al ambiente y los recursos naturales, haciendo notar si dichas normas son locales, estatales, nacionales o extranjeras, expresadas principalmente por los indicadores de impacto ambiental.

Se hará un análisis comparativo entre los impactos que puede causar el proyecto y los que se estima se presentarían por la propia evolución de la zona, aun cuando el proyecto no se llegase a realizar. Tal comparación se hará para los mismos períodos de tiempo y su resultado indicará el impacto real debido al proyecto.

Es importante, además, identificar el tiempo o época en que se realizarán las acciones y la duración de su efecto, ya que de esto dependerá que el impacto resulte severo y aun crítico.

Se utilizan varias técnicas de apoyo para la identificación y análisis de los impactos ambientales.

Las más utilizadas son:

- Técnicas de ad hoc.
- Superposiciones
- Listas.
- Redes.
- Matrices.
- Análisis costo-beneficio.
- Delphi.
- Medición directa
- Juicio experto.
- Índices e indicadores.

Debido a que no existe una técnica universal que satisfaga totalmente los requerimientos de todos los estudios de impacto ambiental, se pueden combinar dos o más de ellas para obtener una técnica compuesta.

### Análisis de impacto ambiental

Se debe procurar que el análisis de impacto ambiental sea lo más objetivo posible, para lo cual será conveniente contar con suficientes recursos económicos y técnicos, así como con información adecuada y tiempo suficiente.

El análisis debe tomar en cuenta tanto los impactos adversos como los beneficios, con el fin de manejar más elementos de juicio al seleccionar la opción del proyecto ambiental más adecuado. El análisis de impactos se basa, principalmente, en tres etapas que van relacionadas entre sí y que son:

- Identificación.
- Evaluación.
- Interpretación.

Identificación: esta etapa consiste en determinar las interacciones entre las acciones del proyecto y los atributos ambientales.

Evaluación: consiste en determinar la significancia de cada uno de los impactos identificados,

mediante el uso de unidades y escalas propias. La evaluación se puede basar en el juicio del grupo de analistas o en estándares de calidad ambiental, y puede apoyarse, en algunos casos, con modelos matemáticos.

Interpretación: consiste en describir los procesos de cambio que se manifestarán en los factores ambientales por las acciones del proyecto y las consecuencias que pueden presentarse en el futuro, a raíz de esos cambios.

Con la información obtenida en las etapas anteriores, se tendrá un marco general de las interacciones proyecto-ambiente, el cual servirá para clasificar cada uno de los impactos, según su naturaleza o características en directos, indirectos, a corto plazo, largo plazo, reversibles, irreversibles, inevitables, acumulativos y residuales.

Evaluaciones de las opciones del proyecto. Al evaluarse las opciones del proyecto se deberán tomar en cuenta los siguientes aspectos:

**Beneficios.** Se discutirán y describirán los beneficios económicos, sociales y ambientales que se deriven de cada opción del proyecto.

**Costos.** Se tomarán en cuenta el costo de cada opción del proyecto.

**Riesgos ambientales.** Se describirán con todo detalle los efectos potenciales sobre el ambiente que se deriven de cada opción.

**Representación de opciones del proyecto.** La(s) opción(es) más viable(s), de acuerdo con los aspectos mencionados, deberá(n) destacarse y justificarse con mayor detalle.

#### VI. Descripción del posible escenario ambiental modificado.

En este apartado, la empresa u organismo proponente deberá presentar una versión escrita complementada gráficamente en la que se describa el medio natural y socioeconómico resultante en el supuesto de que se implemente la obra o actividad proyectada.

El objetivo de la elaboración de esta proyección, es el de conjugar e integrar los elementos manejados en los capítulos anteriores, de manera que en el proceso de evaluación se cuente con una referencia completa del proponente, en relación con el nuevo escenario ambiental:

— Su conformación y características.

Las características del sitio y el área de influencia deberán ser descritas en los términos que a continuación se sugieren, en el entendido de que el proponente podrá incorporar otros elementos si lo considera necesario.

En relación con el medio natural, se deberán explicar:

- Paisaje resultante.
- Los posibles cambios a nivel climático o microclimático que se prevén a mediano y largo plazo.
- La calidad del aire resultante.
- Cambios en la geología como consecuencia de la posible erosión, deslizamientos, consecuencia de las modificaciones realizadas en el sitio.
- Relieve resultante, consecuencia de las obras realizadas en las diferentes etapas.
- Cambios en textura, estructura, porosidad, color, pH, materia orgánica, etc.
- Modificaciones en niveles de agua, forma de los cuerpos, dirección, calidad del agua, etc.; usos, cambios en la dinámica de transporte de material.

- Alteración a los mantos freáticos.
  - Características de la vegetación resultante: tipo, nuevas especies dominantes, distribución, localización, tiempo de regeneración, desaparición de especies.
  - Fauna resultante: comunidades que desaparecerían, nuevas especies, cadenas tróficas potenciales, plagas que pueden desarrollarse favorablemente en el nuevo ambiente.
- En relación con el medio socioeconómico se deberán describir los cambios favorables o adversos, tomando como base:
- Cambios en la población que se manifestarían con la implementación de la obra o actividad, como aumento por migración o disminución por reinstalaciones de grupos, etc.
  - Cambios en la situación laboral como: aumento de la oferta de trabajo, aumento del salario mínimo, cambios en el tipo de contratación, etc.
  - Cambios en los servicios. Explicar si serán suficientes, si se requerirán más, etc.
  - Explicar si el tipo de economía de la región o localidad sufrirá alteraciones y de qué tipo serían.
  - Explicar si habrá cambios en las formas de tenencia de la tierra.
  - Explicar si se crearán nuevas actividades productivas, y cuáles serían éstas.

#### VII. Medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales adversos identificados y término de la vida útil o cese de actividades.

En este apartado deberán considerarse elementos tales como el establecimiento de políticas o estrategias ambientales, la aplicación adicional de equipos, sistemas, acciones y cualquier otro tipo de medidas encaminadas a atenuar o minimizar los impactos adversos, propios de la(s) opción(es) del proyecto que se haya(n) seleccionado. Se deberá dar mayor importancia a aquellos que resulten ser particularmente significativos.

Algunas de las medidas utilizadas para minimizar o evitar los impactos adversos o resaltar los beneficios, son las siguientes:

No llevar a cabo el proyecto, reubicarlo, realizar modificaciones al proyecto, empleo de otras tecnologías, posponer la fecha de su realización, instalar equipos anticontaminantes, etc.

En la descripción de cada medida de atenuación, se deberá mencionar el grado en que será abatido cada impacto adverso, tomando como referencia las normas técnicas y legales existentes para el parámetro o parámetros analizados. Complementario a esto, deberá hacer una estimación del incremento en el costo del proyecto como consecuencia de la implementación de las medidas de atenuación.

Asimismo, deberán describirse los impactos residuales, que son aquellos que persistirán en el ambiente, poniendo énfasis en los siguientes aspectos:

- Naturaleza, extensión y duración del impacto, incluyendo el aspecto socioeconómico.
- Consecuencia de los impactos residuales.

Es también importante considerar un programa de abandono de sitio y definir claramente el destino que se dará, tanto a las obras provisionales, tales como puentes, caminos de acceso, campamentos, etc., así como los bancos de préstamo de materiales una vez concluida la etapa de construcción y la vida útil del proyecto.

En el abandono del sitio se deberá dar cuenta del destino que se planea dar al sitio y a la infraestructura creada en y alrededor del Proyecto cuando deje de ser funcional o útil, especificando:

- Estimación de vida útil.
- Programa de restitución del área.
- Planes de uso del área al concluir la vida útil del proyecto.

#### VIII. Referencias.

En este punto indicar las fuentes consultadas para la realización de este estudio de impacto ambiental.

### Leyes e instituciones concurrentes

El análisis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente permite identificar las siguientes leyes aplicables en la materia, citadas en el texto en los títulos y capitulado sobre: Concurrencia entre Federación, Entidades Federativas y Municipios; Coordinación entre las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal; Instrumentos de la Política Ecológica; Áreas Naturales Protegidas y Aprovechamiento Racional de los Elementos Naturales:

#### LEGISLATIVO FEDERAL

Congreso de la Unión

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Artículo 27)

Ley General de Salud

Ley General de Asentamientos Humanos

Ley Federal de Pesca

Ley Federal del Mar

Ley Federal de Aguas

Ley Federal de Reforma Agraria

Ley de Expropiación

Ley Forestal

Ley de Planeación

Ley de Ingresos de la Federación (estímulos Fiscales)

Ley de Obras Públicas

14



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

DIPLOMADO

"PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS"

MÓDULO VIII  
IMPACTO AMBIENTAL EN EL AREA DE DESECHOS

ING. RAFAEL LÓPEZ RUIZ

# 1. PROYECTOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION AMBIENTAL

ING. RAFAEL LOPEZ RUIZ

## DEFINICIONES

### **CONTAMINACION**

La presencia en el ambiente de uno o mas contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico

### **CONTAMINANTE**

Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condiciona natural.

### **DESEQUILIBRIO ECOLOGICO**

La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

## CONTAMINACION AMBIENTAL

### CAUSAS FUNDAMENTALES

1. Aumento de población
2. Utilización inadecuada de recursos naturales
3. Modelos de desarrollo
4. Aumento de demanda de bienes
5. Sobreexplotación de recursos naturales
6. Aumento de actividades industriales
7. Desechos domésticos
8. Desechos industriales
9. Desechos agropecuarios

## CONTROL Y DISMINUCION DE CONTAMINANTES

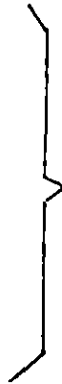
1o. NO PRODUCIRLOS

2o. Reducir la contaminación

3o. Reciclar

4o. Reusar

5o. Repensar



"LEY DE

LAS

CUATRO

ERRES"



**ELEMENTOS DEL AMBIENTE PARA EL ESTUDIO,  
PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION**

- AIRE
- AGUA
- SUELO
- RUIDO

## CONTAMINACION DEL AIRE

### - CAUSAS

. EMISIONES: FUENTES FIJAS

FUENTES MOVILES  
FUENTES NATURALES  
FUENTES DIVERSAS

. FACTORES DEL AMBIENTE

DISPERSION  
ALTURA  
VIENTO  
INVERSION TERMICA

- PARAMETROS CO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, HO<sub>2</sub>, PST, O<sub>3</sub>, HC

### - EFECTOS

. CLIMA (invernadero, lluvia ácida, reflexión, precipitación, disminución O<sub>3</sub>)

. SALUD (enfermedades agudas y crónicas por partículas y gases)

. VEGETACION

. ANIMALES

. PAISAJE

**-PROBLEMAS**

- . Locales: Smog, clima, visión, salud.
- . Globales: Calentamiento, rayos ultravioleta, salud.

**-MEDIDAS PREVENTIVAS**

- . Nuevos centros industriales.
- . Uso de otras tecnologías.
- . Monitoreo (en la fuente, ambiente general).
- . No permitir ampliaciones.
- . Normas (calidad del aire, emisiones).
- . Monitoreo de la calidad del aire (IMECA).

**-MEDIDAS CORRECTIVAS**

- . Otro tipo de energía.
- . Disminuir uso de energía.
- . Mejores combustibles.
- . Cambio de procesos.
- . Cambio de ubicación.
- . Control en la fuente (equipo, proceso, chimeneas).

## CONTAMINACION DEL AGUA

### - CAUSAS

- . **Industria.-** Pulpa y papel, azucarera, minera, petrolera, química, alimentaria, textil.
- . **Doméstico.-** Basura, aguas residuales, detergentes.
- . **Agropecuario.-** Plaguicidas, fertilizantes, materia orgánica, excreta animal.

### - PARAMETROS

DBO, O<sub>2</sub>, NMP Coliformes, detergentes, sólidos, pH, aceites y grasas, temperatura, sustancias tóxicas, nutrientes

### - EFECTOS

- . **SOBREPLOTACION** (disminución o eliminación de acuíferos)
- . **INTRUSION SALINA** (contaminación de acuíferos)
- . **VIDA ACUATICA** (flora, fauna, criaderos y granjas)
- . **SALUD** (bacterias, virus, sustancias tóxicas)
- . **MATERIALES** (corrosión acelerada)
- . **EUTROFICACION** (nutrientes y vegetales)

**- PROBLEMAS**

- . **Locales:** Disponibilidad, cantidad, calidad
- . **Globales:** Ciclo hidrológico, cuerpos de agua, ecosistemas

**- MEDIDAS PREVENTIVAS**

- . Nuevos centros industriales
- . Uso de otras tecnologías
- . Monitoreo (en la fuente, en los cuerpos de agua)
- . No permitir ampliaciones
- . Normas (parámetros, descargas, cuerpos de agua)

**- MEDIDAS CORRECTIVAS**

- . Cambios de procesos
- . Uso racional del agua
- . Reubicación de fuentes
- . Condiciones particulares de descarga fuente
- . Tratamiento en efluentes municipales

## CONTAMINACION DEL SUELO

### - CAUSAS

- **Agropecuario.-** plaguicidas, fertilizantes
- **Aguas Residuales.-** descargas y riego
- **Residuos sólidos.-** domésticos, hospitalarios, industriales
- **Salinización.-** drenaje inadecuado, agua contaminada
- **Uso inadecuado.-** bosque, pastoreo agrícola, minero, urbanización y construcción

### - PARAMETROS

- Pérdida de suelos por erosión
- Pérdida de suelos por minería
- Pérdida de suelos por urbanización
- Pérdida de suelos por construcciones

### - EFECTOS

- Pérdida de suelo orgánico
- Pérdida de suelo para siembra
- Pérdida de vegetación y de acuíferos
- Cambio de clima
- Inundaciones

**- PROBLEMAS**

. **Locales:** Economía, nutrición, fauna, salud

. **Globales:** Clima, fauna

**- MEDIDAS PREVENTIVAS**

- . Control biológico
- . Tratamiento de desechos sólidos y líquidos
- . Riego y lavado de terrenos en forma adecuada
- . No deforestación
- . Rotación de cultivos
- . Descanso de la tierra
- . Pastoreo controlado
- . Urbanización en zonas no agrícolas
- . Planeación adecuada de obras de infraestructura

**- MEDIDAS CORRECTIVAS**

- . Reforestación
- . Recuperación de suelos dañados
- . Utilizar abonos naturales

## **RUIDO**

Sonido no deseado o molesto

### **- CAUSAS**

- . Vehículos automotores
- . Maquinaria
- . Explosiones
- . Procesos
- . Música
- . Claxon
- . Artículos caseros

**- PARAMETROS** Fuentes fijas 68 db (de 6 a 22 hs) y 65 db (de 22 a 6 hs)

### **- EFECTOS**

- . Entorpece la comunicación a través de la palabra
- . Pérdida del oído y dolor de oídos
- . Ansiedad y stress
- . Cambios fisiológicos



**- PROBLEMAS**

- . **Locales:** Comunidad, fauna empleados

**- MEDIDAS PREVENTIVAS**

- . Medidas o rediseño de la fuente
- . Máquinas menos ruidosas
- . Soporte adecuado a las máquinas
- . Uso racional de equipos y artículos caseros

**- MEDIDAS CORRECTIVAS**

- . Aislar la fuente
- . Aumentar distancia fuente-receptor
- . Instalar material absorbente que aisle fuente-receptor
- . Receptor en cámara aislante
- . Empleo de protectores auditivos
- . Limitar el tiempo de exposición

## **2. IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA**

**ING. RAFAEL LOPEZ RUIZ**

# TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES

## - PROBLEMAS

### PARTICULAS

#### 1. Tamaño

|           |        |            |      |   |               |     |      |                     |
|-----------|--------|------------|------|---|---------------|-----|------|---------------------|
| 1/10,000  | 1/1000 | 1/100      | 1/10 | 1 | 10            | 100 | 1000 | Tamaño en $\mu m$ , |
| Disueltas |        | Coloidales |      |   | Sedimentables |     |      | Características     |
|           |        |            |      |   |               |     |      | de las partículas   |

#### 2. Composición

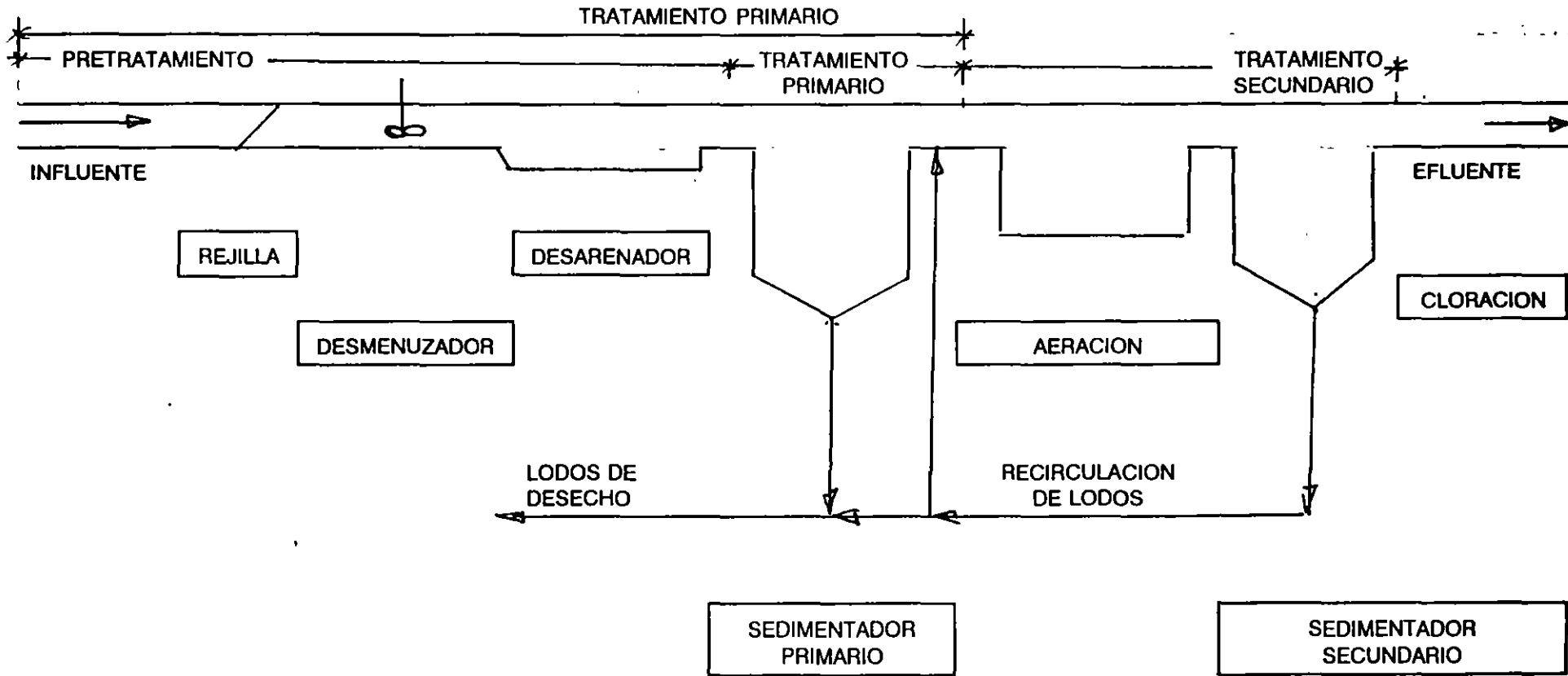
- Sustancias tóxicas
- Nutrientes
- Microorganismos patógenos
- Los que agotan el oxígeno
- Inertes
- Otras

## - PROCESOS DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO

1. **AEROBIO.-** En presencia de oxígeno (el más utilizado para aguas residuales municipales)
2. **ANAEROBIO.-** En ausencia de oxígeno libre.

### TRATAMIENTO CONVENCIONAL DE AGUAS RESIDUALES

LODOS ACTIVADOS



## PROBLEMAS DEL TRATAMIENTO SECUNDARIO

### - OPERACION

- . PROYECTO INADECUADO
- . CONSTRUCCION INADECUADA
- . PERSONAL NO CAPACITADO
- . VARIACION ALTA DE CALIDAD AGUA DEL INFLUENTE
- . PERMITE EL PASO DE SUSTANCIAS TOXICAS Y NUTRIENTES

### - EFLUENTE

- . EXCESO DE NUTRIENTES
- . ALGUNAS SUSTANCIAS TOXICAS (EN SU CASO)
- . NO ELIMINA LOS METALES PESADOS (EN SU CASO)
- . QUISTES DE ORGANISMOS PATOGENOS
- . EN OCASIONES VIRUS

### LODOS

- . NO SON TRATADOS (DESECHO PELIGROSO)

## IMPACTOS RESULTANTES

### - POSITIVOS

- . PROTEGE CUERPOS DE AGUA AL DESCARGAR MINIMA CANTIDAD DE DBO, PARTICULAS TOTALES Y SUSPENDIDAS, BAJO O NULO NMP COLIFORMES.

### - NEGATIVOS

- . NO DISMINUYE LOS NUTRIENTES, PUDIENDO CAUSAR EUTROFICACION EN LOS CUERPOS DE AGUA.
- . ELIMINACION DE LODOS, PUEDEN CONTAMINAR SUELO Y AGUA.

## PRINCIPALES OBRAS PARA USO Y MANEJO DEL AGUA

- SISTEMAS DE AGUA POTABLE
- SISTEMAS DE ALCANTARILLADO
- SISTEMAS DE IRRIGACION
- GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA
- PROTECCION FLUVIAL
- PROTECCION MARITIMA
- ACUACULTURA
- RECREACION

## CONSTRUCCION Y OPERACION DE PRESAS

### GENERALIDADES

#### USOS DE LOS EMBALSES

- 1o. DESNIVEL PARA DERIVAR LA CONDUCCION.- Energía eléctrica, riego, abastecimiento
- 2o. DEPOSITO QUE REGULA LA VARIACION DE APORTACIONES DE UN RIO.- Inundaciones, almacenamiento para: riego, abastecimiento, usos recreativos y retención de materiales.

### ELEMENTOS QUE FORMAN UNA PRESA

- . MASA ROCOSA EN VASO Y LA BOQUILLA
- . VASO DE ALMACENAMIENTO
- . CORTINA
- . OBRA DE EXCEDENCIA
- . OBRA DE TOMA
- . OBRA DE DESVIO

## PRINCIPALES IMPACTOS CAUSADOS POR UNA PRESA

### - ETAPA PLANEACION

- ESPECULACION DE LA TIERRA
- PROTESTA DE LA COMUNIDAD AFECTADA
- ACTIVIDADES POLITICAS

### -ETAPA CONSTRUCCION

- MOVIMIENTO DE LA POBLACION DEL AREA
- CONSTRUCCION DE CAMINOS
- CONSTRUCCION DE LINEAS DE ENERGIA
- CANALIZACION Y PROTECCION CONTRA INUNDACIONES
- FORMACION Y EXPLOTACION DE BANCOS DE MATERIAL
- PERFORACION DEL TUNEL DE DESVIO
- PREPARACION DEL SITIO DE LA CORTINA Y CONSTRUCCION DE LA OBRA CIVIL
- ACUMULACION DE DESPERDICIOS
- CONSTRUCCION DE NUEVOS ASENTAMIENTOS HUMANOS DENTRO Y FUERA DEL AREA



## PRINCIPALES EFECTOS CAUSADOS POR UNA PRESA

### - ETAPA: LLENADO DEL EMBALSE

- TRANSFORMACIONES FISICO, QUIMICAS DEL AGUA
- MODIFICACION DE ECOSISTEMAS ACUATICOS Y TERRESTRES
- MODIFICACION DE CARACTERISTICAS ESTETICAS
- MODIFICACION DE AMBIENTE SOCIOECONOMICO (CULTURA, CAZA, PESCA).
- PERTURBACIONES AGUAS ABAJO EN: ABASTECIMIENTOS DE AGUA, ECOSISTEMAS, RIEGO Y ACTIVIDADES RECREATIVOS

## PRINCIPALES EFECTOS CAUSADOS POR UNA PRESA

### -ETAPA.- OPERACION Y MANTENIMIENTO

#### AGUAS ARRIBA

- Erosión y contaminación por descargas de aguas residuales.
- Problemas ecológicos en el embalse (aparición maleza acuática)
- Mortalidad de peces y desaparición de especies.
- Disminución en la calidad de productos acuícolas comestibles.
- Acumulación de materiales tóxicos.
- Problemas de maleza indeseable (lirio)

#### AREA DE INFLUENCIA

- Sustitución de habitat terrestre por acuático.
- Aumento de sedimentos.
- Aumenta la evaporación.
- Erosión de playas.
- Modificación de características del clima.
- Aumento en el nivel freático.
- Destrucción de especies cuya ovoposición es afectada por los cambios bruscos de nivel.
- Introducción de especies exóticas.

#### AGUAS ABAJO

- Entradas de agua diferentes en calidad y cantidad a las existentes antes del proyecto.
- Mayor exposición a márgenes de erosión.
- Vegetación invade el lecho del río.
- Afecta la migración y dispersión de poblaciones de peces.
- Desaparición de especies (ictiofauna)
- Puede favorecer la intrusión salina.
- Afectación a la productividad biótica de pantanos, manglares y lagunas litorales, afectando la actividad pesquera.

## PRINCIPALES IMPACTOS EN LOS APROVECHAMIENTOS PARA AGUA POTABLE

- INADECUADA EXPLOTACION DEL AGUA
  - Afectación de cuencas
  - Afectación de acuíferos
  - Altos costos de explotación del agua.
  - Abatimiento de los niveles freaticos.
  - Undimimiento del suelo.
  - Aumento de sustancias y compuestos no deseables (As, Fe, Dureza etc.)
  - Intrusión salina.
- CONFLICTO POR USO Y DISPONIBILIDAD DE AGUA
- AFECTACION DE TERRENOS EN OBRAS DE CAPTACION, CONDUCCION, TRATAMIENTO Y ALMACENAMIENTO.
- MESURA LA SALUD DE LA POBLACION.
- PERMITE LA INSTALACION DE INDUSTRIAS Y SERVICIOS.

## PRINCIPALES IMPACTOS POR OBRAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO

- CONTAMINACION DE CUERPOS DE AGUA POR FALTA DE TRATAMIENTO.
- CONTAMINACION DE CUERPOS DE AGUA POR TRATAMIENTO DEFICIENTE.
- CONTAMINACION DE ACUIFEROS POR INFILTRACION.
- CONTAMINACION DE SUELOS Y CULTIVOS POR RIEGO CON AGUAS NO TRATADAS.
- AFECTACION DE COMUNIDADES ACUATICAS Y TERRESTRES.
- RIESGOS PARA LA SALUD HUMANA.

## PRINCIPALES IMPACTOS POR OBRAS DE IRRIGACION Y DRENAJE DE TERRENOS

### OPERACION

- SE DEGRADA LA CALIDAD DE CUERPOS RECEPTORES.
- AGUA DE RETORNO CONTIENE AGROQUIMICOS, ALTA CONCENTRACION DE SALES, NUTRIENTES Y MATERIA ORGANICA
- ALTERACION DE LOS ECOSISTEMAS ACUATICOS

PRINCIPALES IMPACTOS POR OBRAS  
DE NAVEGACION FLUVIAL (MUELLES Y MUROS)

- PERTURBACIONES DEL REGIMEN DE LOS RIOS
- AUMENTO DE SOLIDOS SUSPENDIDOS, COLOIDALES Y DISUELTOS POR REMOCION DE MATERIAL EN MARGENES Y FONDO.
- AUMENTO DE TURBIEDAD.
- CAMBIO DEL POTENCIAL HIDROGENO (pH).
- VARIACIONES EN EL OLOR DEL AGUA.
- EROSION DE MARGENES POR MALA UBICACION O MAL DISEÑO DE LAS OBRAS.
- CAMBIOS ESTETICOS EN INTERFASE AGUA-SUELO.
- MODIFICACION DEL PAISAJE.
- EFECTOS SOCIO-ECONOMICOS LOCALES Y REGIONALES

PRINCIPALES IMPACTOS POR OBRAS DE NAVEGACION MARITIMA  
(PUERTOS, MUELLES, ESCOLLERAS, DIQUES, ETC)

- PERTURBACION DEL REGIMEN MARINO
- PERTURBACION DE ARRECIFES CORALINOS
- ALTERACION TEMPORAL DE LAS AGUAS EN EL SITIO POR MATERIALES DE CONSTRUCCION
- EROSION EN COSTAS Y AUMENTO DE TURBIEDAD POR FALLAS EN ESTUDIOS, DISEÑO O CONSTRUCCION.
- AFECTACION A LOS COMPONENTES DEL ECOSISTEMA ACUATICO (manglares, arrecifes, zonas ecológicas únicas, aprovechamiento pesquero)
- DEGRADACION DE LOS USOS DEL SUELO (habitacionales o turísticas) POR OBRAS DE MANTENIMIENTO, DESCARGAS -Y EMISIONES A LA ATMOSFERA.
- EFECTOS-SOCIOECONOMICOS LOCALES Y REGIONALES.

### 3. IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS PARA EL MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES



## CARACTERISTICAS DE LOS DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES

- LO QUE YA NO ES UTIL PARA QUIEN LO GENERA

- CANTIDAD

EUA - 300 hg/hab/día

INDIA - 0.200 hg/hab/día

MEXICO - 1.00 hg/hab/día

- COMPOSICION

Papel cartón - 20%

Materia putrecible (animal y vegetal) - 50%

Vidrio - 5%

Plástico - 4%

Metales - 3.5%

Textiles - 4.2%

Diversos - 13.3%

## PASOS O ETAPAS DE UN SISTEMA DE MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES (SISTEMA DE LIMPIA)

### - PRODUCCION

- . DOMICILIARIO
- . COMERCIAL
- . SERVICIO

### - ALMACENAMIENTO

- . BOLSAS
- . BOTES
- . DEPOSITOS

### - RECOLECCION

- . ESQUINA
- . BANQUETA
- . CONTENEDOR

### - TRANSPORTE

- . SIN TRANSFERENCIA
- . CON TRANSFERENCIA

### - DISPOSICION FINAL Y ELIMINACION

- . SIN TRATAMIENTO
- . CON TRATAMIENTO

## PROBLEMAS AMBIENTALES EN CADA ETAPA

### - PRODUCCION

La cantidad y calidad dependerá de las actividades que se realicen en el lugar que se produce, DOMICILIARIA O DOMESTICA, ESTABLECIMIENTO DE SERVICIO, COMERCIAL O INDUSTRIAL, además de la que se genera en los lugares públicos.

### - PROBLEMAS

Si no es depositada pronto y en un lugar adecuado causará problemas de:

- . mal aspecto
- . malos olores
- . contaminación de suelo y agua
- . propiciará proliferación de fauna nociva

## PROBLEMAS AMBIENTALES EN CADA ETAPA

### ALMACENAMIENTO

En el lugar que se producen los desechos se deben almacenar en forma adecuada hasta que son recolectados y trasladados fuera del predio.

Según la cantidad y el tipo de basura, será el recipiente; pequeñas cantidades en bolsas; medianas en botes con tapa y grandes cantidades en depósitos que pueden ser metálicos o de mampostería, pero, siempre protegidos contra el acceso de moscas, ratas y otros animales.

#### - PROBLEMAS

Proliferación de fauna y olores debido a bolsas abiertas o botes sin tapa.

Contaminación del suelo por escurrimientos.

Los perros pueden voltear los depósitos o romper las bolsas y diseminar la basura.

## PROBLEMAS AMBIENTALES EN CADA ETAPA

### RECOLECCION

El sistema puede ser casa por casa, también llamado de banqueta, el camión se detiene frente al predio y recibe el recipiente vaciándolo y dejándolo en la banqueta ya vacío.

El sistema de esquina, se detiene el camión en una esquina y los vecinos depositan en el camión la basura.

El sistema de contenedor, consiste en colocar un depósito en una esquina, que dé el servicio a un área determinada, donde los vecinos depositan la basura a cualquier hora.

### - PROBLEMAS

El traslado de los recipientes puede causar la diseminación de la basura si no son manejados adecuadamente.

El vaciado de los recipientes en los camiones colectores, en ocasiones no se hace en forma adecuada, quedando basura en el lugar que estuvo detenido, causando problemas de contaminación.

## PROBLEMAS AMBIENTALES EN CADA ETAPA

### TRANSPORTE

Una vez recolectados los desechos, según la ruta establecida para cada uno de ellos, son transportados hacia el lugar en los que se van a disponer (relleno sanitario, incinerador, planta procesadora, etc.)

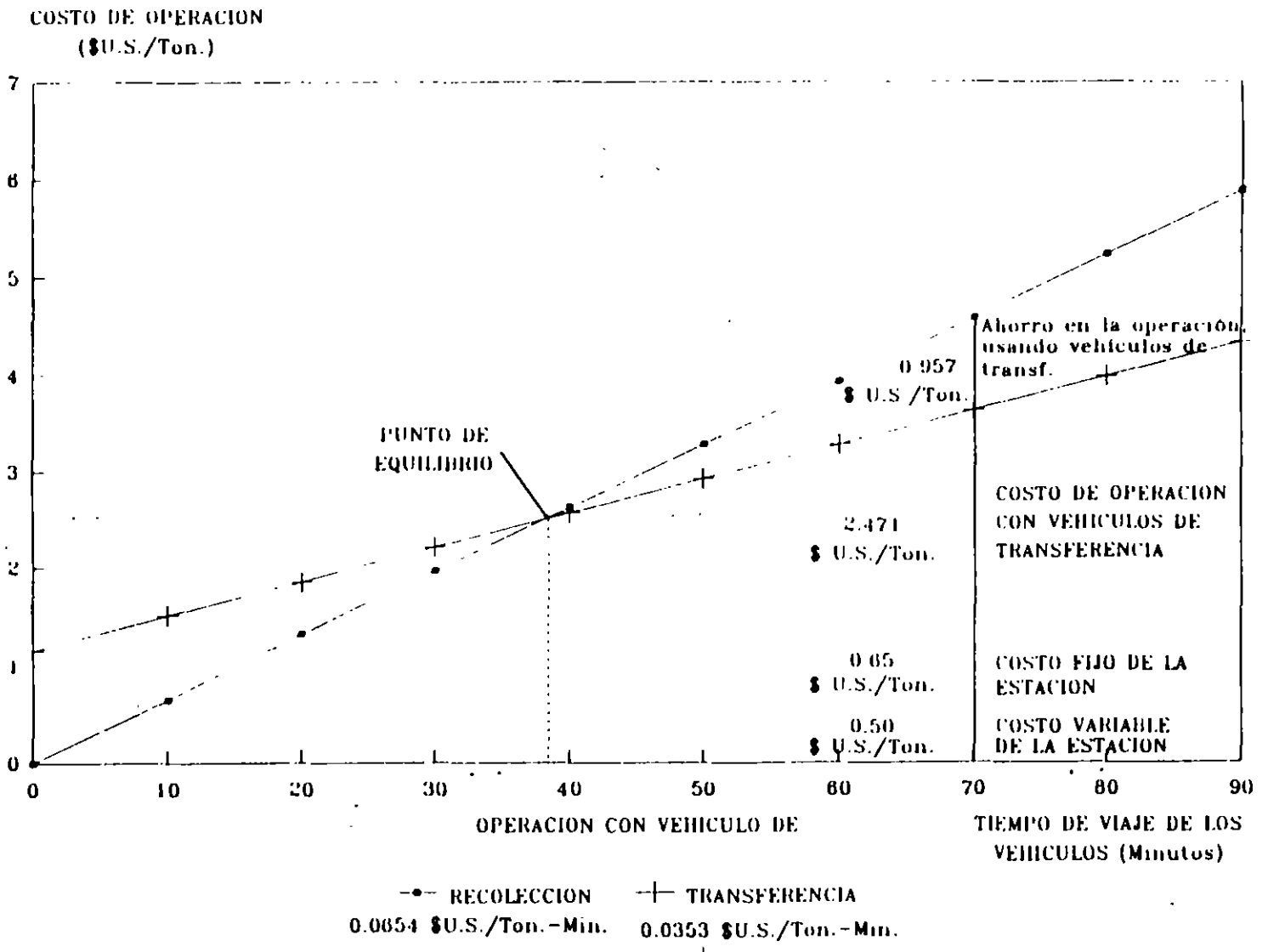
En ocasiones, cuando es mucha la distancia o el tiempo de recorrido, se requiere contar con una estación de transferencia.

#### - PROBLEMAS

Si los camiones no son adecuados o tienen un mal mantenimiento, pueden arrojar basura en el camino o en los lugares por los que pasan.

Si los camiones no tienen mantenimiento adecuado, causarán problemas de ruido, humo, aceite y emisión de hidrocarburos.

FIG. No. 3.6.1: GRAFICO PARA DETERMINAR LA NECESIDAD DE CONT CON UNA ESTACION DE TRANSFERENCIA



## PROBLEMAS AMBIENTALES EN CADA ETAPA

### ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

Este es el sitio donde los camiones recolectores vacían su carga, puede ser a un trailer o a un depósito y de ahí a la caja del trailer, estos trailers, con capacidad hasta de 10 camiones recolectores, trasladan las basuras hasta los sitios de disposición final.

### PROBLEMAS

El principal problema es su ubicación, pues se pretende que quede ubicada en o cerca del centro de gravedad de un área determinada en que los camiones recolectores recorren su ruta.

Es necesario llevar a cabo un estudio de impacto ambiental que determine las medidas correctivas y de mitigación correspondientes, es muy necesario y conveniente tener informada a la comunidad.

Los principales elementos a estudiar son:

- . Vialidad
- . Ruido
- . Polvos
- . Olores
- . Contaminación de suelo, aire y agua
- . Paisaje
- . Uso del suelo
- . Vendedores ambulantes



## ELIMINACION DE DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES

### - SIN TRATAMIENTO

- . DEPOSITADO EN EL MAR
- . DEPOSITADO EN TIRADERO A CIELO ABIERTO

### - CON TRATAMIENTO

- . RÉLLENO SANITARIO
- . PLANTA DE RECUPERACION O PROCESADORA
- . INCINERACION

### - RECICLAJE

- . FUNDICIÓN
- . REVULCANIZACION
- . REDUCCION A PULPA Y CONVERSION A PAPEL
- . CONVERSION EN ABONO
- . DERRETIMIENTO
- . FERMENTACION
- . DESTILACION DESTRUCTIVA (PIROLISIS)
- . RECUPERACION MUNICIPAL E INDUSTRIAL
- . ALIMENTO DE ANIMALES

TENDENCIAS DE UTILIZACION DEL RELLENO SANITARIO Y DE LAS TECNICAS MAS COMUNES PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS, EN PAISES CON ALTO DESARROLLO EN MATERIA AMBIENTAL

| PAIS     | RELLENO SANITARIO | OPCIONES DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS |           |           |      | COMENTARIOS                                                                                                |
|----------|-------------------|-----------------------------------------------------|-----------|-----------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                   | INCINERACION                                        | COMPOSTEO | RECICLAJE | OTRO |                                                                                                            |
| E.U.A.   | 73 %              | 14 %                                                | 1 %       | 12 %      | —    | ALTA DEMANDA DEL RELLENO SANITARIO.                                                                        |
| JAPON    | 27 %              | 25 %                                                | 2 %       | 46 %      | —    | GRAN PARTE DEL RECICLO SE UTILIZA PARA INCINERACION. SE INCLUYE EN RECICLAJE ESCOMBROS Y OTROS MATERIALES. |
| ALEMANIA | 52 %              | 30 %                                                | 3 %       | 15 %      | —    | UTILIZACION IMPORTANTE DEL RELLENO SANITARIO Y ELEVADO % DE RECICLO                                        |
| FRANCIA  | 46 %              | 40 %                                                | 10 %      | <3 %      | —    | IMPORTANTE UTILIZACION DE COMPOSTA E INCINERACION                                                          |
| SUECIA   | 40 %              | 52 %                                                | 5 %       | <4 %      | —    | INTENSIVA UTILIZACION DE LA INCINERACION                                                                   |

**Tipos de materiales aprovechables**

| Material                          | Ejemplos                                                                                       | Características                                  | Aprovechamiento |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|
| Desechos de fundición             | Restos de escorias                                                                             | 25 - 75% recuperable                             | > 75%           |
| Desechos de manufacturas          | Restos mecanizados, recortes de troquelado                                                     | 90% recuperable                                  | Cerca del 100%  |
| Sobrantes de fabricación          | Repuestos usados y partes defectuosas                                                          | Composiciones variables                          | Cerca del 100%  |
| Desechos complejos de manufactura | Recortes de chapa galvanizada, recortes de máquinas textiles, residuos de fabricación de papel | No suelen ser recuperables todos los componentes | 0 - 100%        |
| Hollin                            | Fundiciones metálicas y de alto horno                                                          | No rentable                                      | < 25%           |
| Desechos químicos                 | Residuos de destilación, procesos, aguas negras                                                | Frecuentemente recuperables                      | < 10%           |
| Desechos de composición fija      | Tropos de algodón, tuberías de cobre                                                           | Más del 90% del material es recuperable          | > 75%           |
| Desechos de composición           | Troqueles, radiadores, automóviles, residuos laminados                                         | No suele ser rentable recuperar los materiales   | 0-100%          |
| Desechos de composición compleja  | Carrocerías, accesorios baterías                                                               | No todos los materiales son recuperables         | 50%             |
| Desechos sólidos diversos         | Desechos urbanos, industriales                                                                 | Actualmente el 1% de recuperabilidad             | < 1%            |

Fuente: *Técnicas de defensa del medio ambiente* Federico de Lara Tomo I

## DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES

### INCINERACION

Proceso controlado que usa la combustión para convertir los desechos a menos voluminosos, menos tóxicos o material menos nocivo.

Cuando los productos en los gases de combustión, en un proceso de incineración contienen compuestos indeseables, se requiere un tratamiento secundario como un postquemado, lavado o filtración para bajar la concentración a niveles aceptables antes de su liberación a la atmósfera.

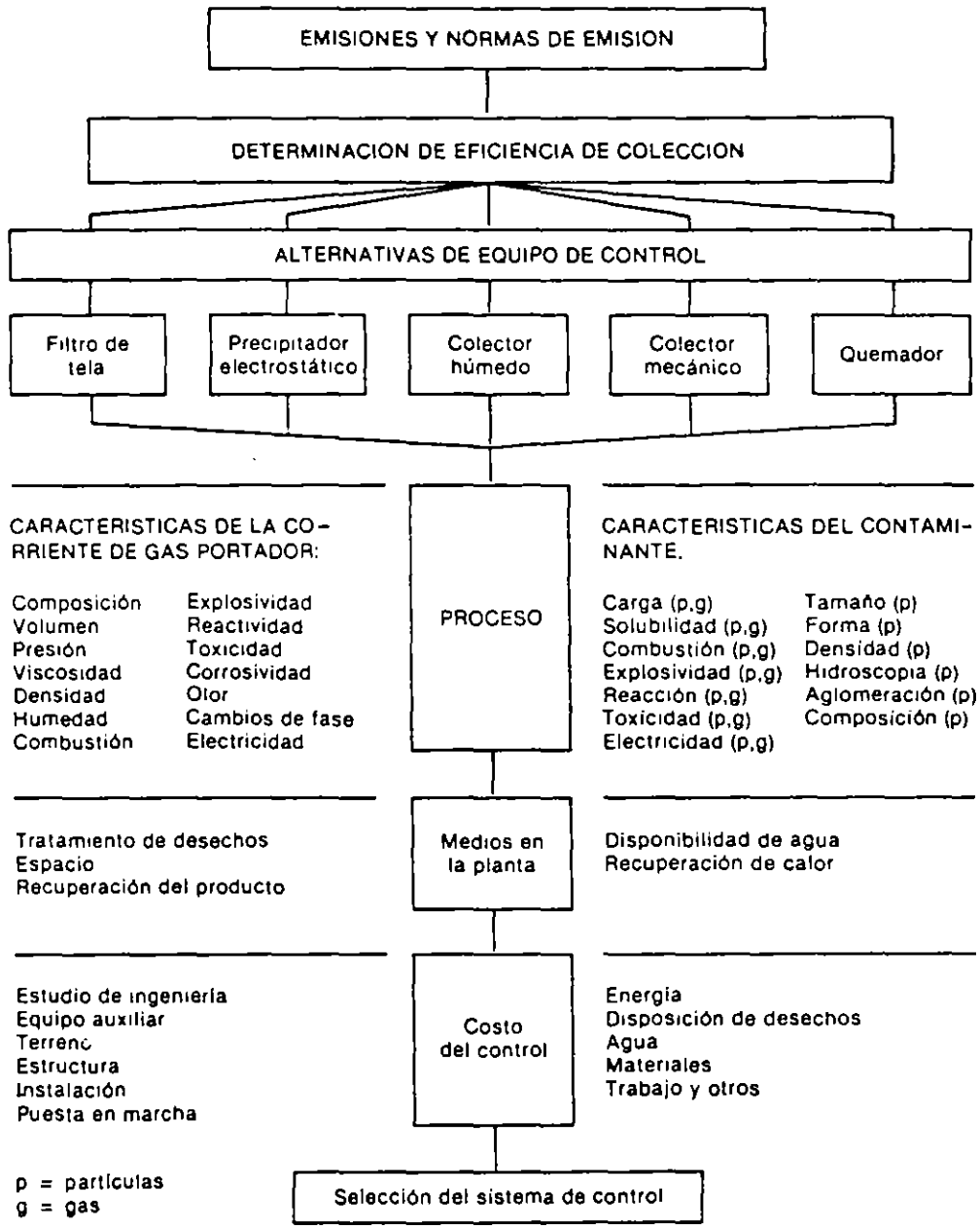
Los productos de cenizas sólidas del proceso de incineración tienen mucha importancia y deben alcanzar una disposición adecuada.

Las partículas y gases producto de la combustión pueden ser peligrosos para la salud o dañinas a la propiedad.

Se recomienda la utilización de hornos de los siguientes tipos:

- Incinerador de foso abierto
- Hornos rotatorios
- Incineradores de corazón múltiple

### Proceso para la selección del equipo de control



## RELLENOS SANITARIOS

Son obras de ingeniería que reúnen características específicas para la disposición final y segura de residuos sólidos municipales.

### **OBRAS BASICAS**

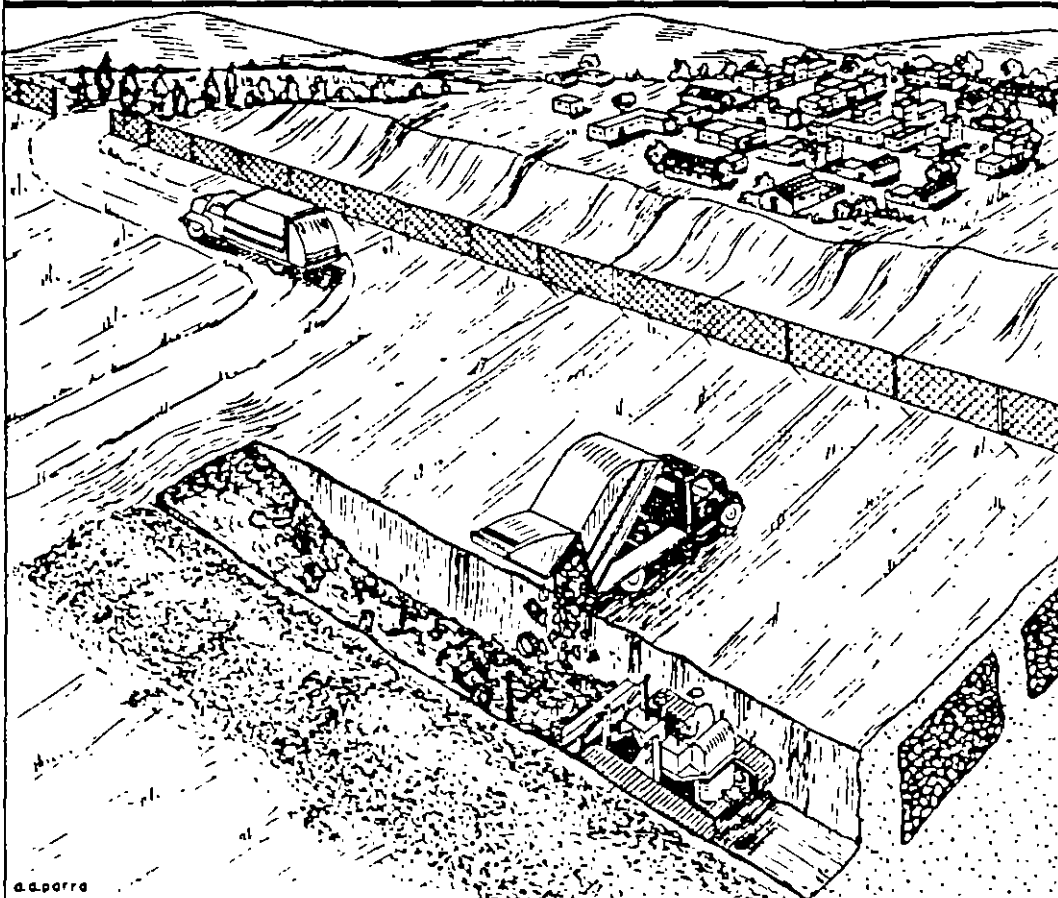
- IMPERMEABILIZACION
- CAPTACION Y EXTRACCION DE LIXIVIADOS
- POZOS MONITOREO DE LIXIVIADOS
- CAPTACION DE BIOGAS
- MONITOREO PARA BIOGAS

# BASURAS RELLENO SANITARIO

DESECHOS

S.VII

90



El relleno sanitario es un método de disposición económico y satisfactorio para la salud pública, mediante el cual, los desechos sólidos recolectados en un día son vaciados, compactados y enterrados.

Los principios básicos de operación en los rellenos sanitarios son: 1) la basura debe estar compactada en capas de 15 a 30 cms., 2) la profundidad del relleno no debe exceder de 1.80 a 2.40 de profundidad y 3) cada acumulación diaria de basura debe cubrirse con 15 cms. de tierra y la capa superior sellarse con 60 cms. de tierra.

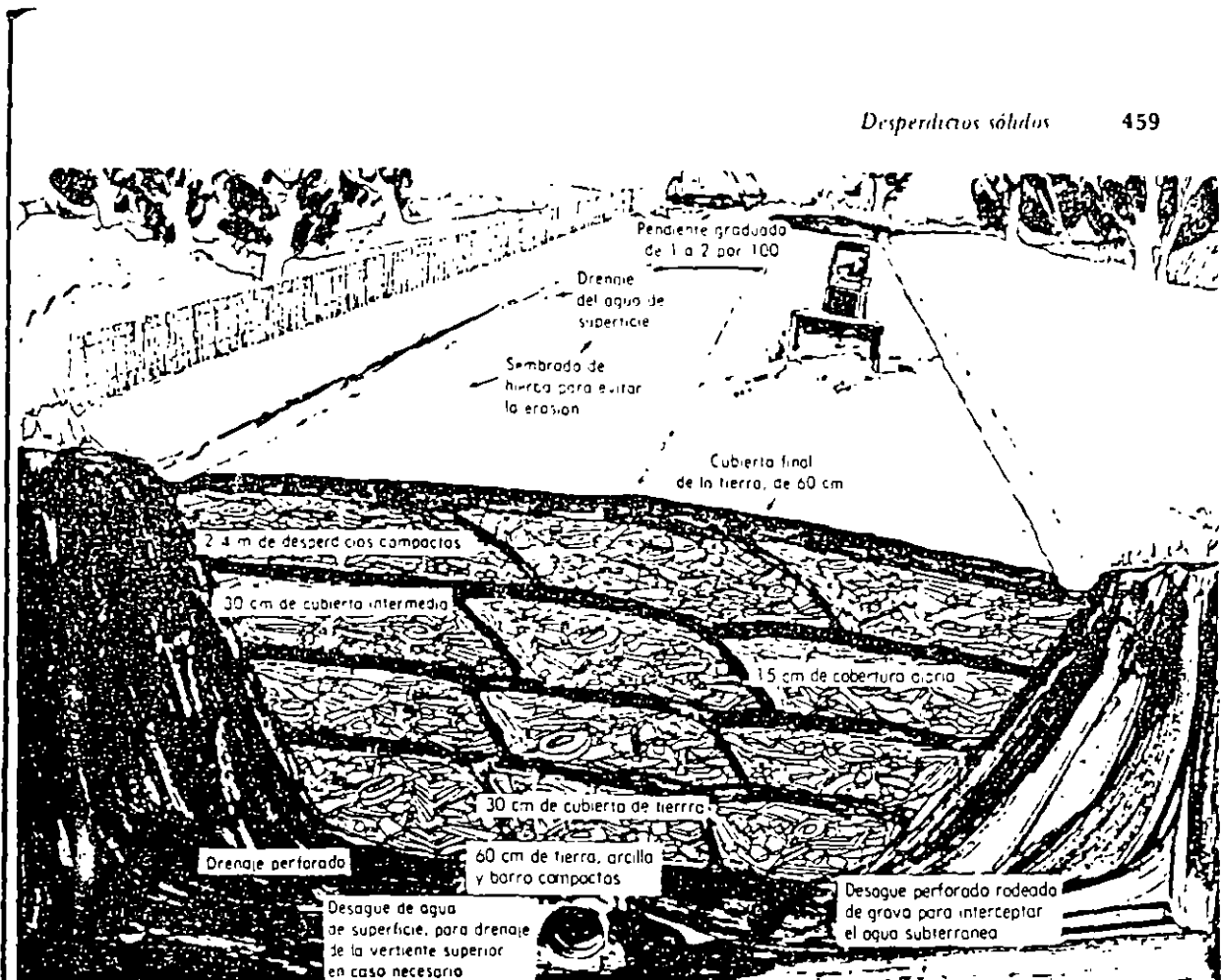


Fig. 15-5. Terraplenados de saneamiento en un barranco o un valle. Ahí donde el barranco es profundo, los desechos deberían colocarse en levantamientos de dos a tres metros de profundidad. El material de cobertura puede obtenerse de los lados del barranco. Para reducir al mínimo los problemas de sedimentación, es conveniente dejar que el primer levantamiento se asiente durante un año más o menos. Sin embargo, esto no siempre es necesario si los desechos han sido bien comprimidos. Los levantamientos sucesivos se construyen descargando los desechos sobre el primero a la entrada del barranco. La contaminación de las aguas de superficie y subterráneas puede evitarse si se intercepta y desvía el agua de la región de relleno mediante trincheras o tubos de desviación, o bien si se coloca una capa de tierra altamente permeable debajo de los desechos, para interceptar el agua antes de que llegue a ellos. Es importante conservar la superficie de los levantamientos terminados para prevenir el estancamiento y las filtraciones del agua (Cortesía de New York State Department of Environmental Conservation).



## RELLENOS SANITARIOS

### OBRAS COMPLEMENTARIAS

- AREA DE AMORTIGUAMIENTO
- AREA DE ACCESO Y ESPERA
- CERCA PERIMETRAL
- CASETA DE VIGILANCIA
- CASETA DE PEAJE Y BASCULA
- CAMINOS INTERIORES Y EXTERIORES
- AREA DE EMERGENCIA
- DRENAJE SUPERFICIAL
- INSTALACIONES DE ENERGIA ELECTRICA
- SEÑALAMIENTOS
- ALMACEN Y COBERTIZO
- AREA ADMINISTRATIVA
- SERVICIOS SANITARIOS

## LOCALIZACION DE RELLENOS SANITARIOS

### ESPECIFICACIONES (NOM-084-ECOL-1994)

- Profundidad del manto freático > 10 m.
- Zona de recarga > 1 km.
- Zona de fracturación o falta > 100 m.
- Estratos del suelo - 120 m prof.
- Características del suelo  $1 \times 10^{-5}$  cm/seg. permeabilidad.
- Material para cobertura 25% del volumen disponer.
- Vida útil del sitio - 7 años mínimo.
- Ubicación respecto a:
  - centros de población > 500 m.
  - vías terrestres > 70 m.
  - aeropuertos y áreas protegidas > 3 km.
  - conductos de energía eléctrica, oleoductos, poliductos, gaseoductos > 20 m.
  - áreas de almacenamiento de hidrocarburos > 150 m.

**RELLENOS SANITARIOS**  
**RESTRICCIONES DE UBICACION (EPA)**

1. **SEGURIDAD AEROPORTUARIA**

1500 a 3000 mts. mínimo de aeropuertos.

2. **LLANURAS DE INUNDACION**

No exista peligro por:

Obstrucción del flujo de inundación  
Posibilidad de deslaves

3. **PANTANALES, MARISMAS Y SIMILARES**

No riesgos en calidad de aguas, efluentes tóxicos, especies.

4. **FALLAS GEOLOGICAS**

Mínimo 60 m distancia a las fallas que hayan tenido desplazamiento.

5. **ZONAS SISMICAS**

Estructuras, membranas y sistemas de control de aguas superficiales y lixiviados deberán resistir aceleración sísmica horizontal

6. **ZONAS INESTABLES**

Tomar en cuenta:

- Condiciones del suelo
- Características geológicas locales
- Características especiales por obras del hombre (túneles, minería).

## RELLENOS SANITARIOS

### DATOS BASICOS PARA SELECCION DEL SITIO

- . DISPONIBILIDAD Y CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES PARA COBERTURA.
- . ACONDICIONAMIENTO DEL SITIO.
- . CERCANIA A ZONAS URBANAS.
- . INCIDENCIA DEL VIENTO.
- . VISIBILIDAD DEL SITIO.
- . UBICACION RESPECTO A CUERPOS DE AGUA POR POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.
- . UBICACION DEL SITIO DENTRO DE LA CUENCA HIDROLOGICA.
- . PERMEABILIDAD.
- . CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO.
- . PROFUNDIDAD DEL MANTO FREATICO.
- . EXISTENCIA DE CAMINOS DE ACCESO.

## **EVALUACION Y SELECCION DE SITIOS PARA EL EMPLAZAMIENTO DE RELLENOS SANITARIOS**

### **1 Consideraciones Generales de la Metodología Propuesta.**

La selección de un determinado sitio de entre un conjunto de posibilidades, para la ubicación de un relleno sanitario; plantea una serie de aspectos económicos, políticos, sociales, técnicos y ecológicos que siempre resultan difíciles de evaluar cuando no se cuenta con una metodología clara, precisa y racional, sobre todo aquellos donde no es posible establecer con claridad las relaciones existentes entre el hombre y su entorno, a partir de las características intrínsecas que identifican a cada uno de los sitios por evaluar. De acuerdo con esto, puede decirse entonces que para la evaluación de los sitios propuestos, es necesario establecer una especie de enfrentamientos entre el "HOMBRE Y SU ENTORNO", como si fueran dos adversarios que buscan definir aquellas estrategias, que les permitan maximizar y minimizar sus ganancias y pérdidas respectivamente.

La metodología para conocer las estrategias anteriores se conoce como "TEORIA DE JUEGOS", donde "JUEGO" se refiere al grupo de reglas y convenciones para instrumentar el enfrentamiento; requiriéndose establecerlo para cada uno de los sitios en conflicto, con el fin de conocer la afectación potencial ambiental de cada uno de ellos, cuidando de aplicar adecuadamente las reglas de juego previamente establecidas, con el fin de jerarquizarlos ambientalmente.

De acuerdo con lo anterior, las acciones del hombre que necesariamente influirán en los "ELEMENTOS DEL ENTORNO", pueden evaluarse a partir de la definición y medición de ciertos indicadores de la afectación ambiental, definidos como "FACTORES DE CAMPO".

Así mismo, cabe aclarar que con esta metodología, no se pretenden conocer las acciones alteradoras del hombre para instrumentarlas en la realidad, sino más bien, la idea es resolver el juego numéricamente, con objeto de conocer cuales de sus acciones serán más impactantes, así como los elementos del entorno que serán afectados en mayor proporción, para de esta forma,

estar en condiciones de formular los controles más adecuados que permitan minimizar el efecto ambiental.

Para poder establecer el juego entre el hombre y su entorno, se tomaron en cuenta los siguientes "FACTORES DE CAMPO". Existencia de Material para la Cobertura de los Residuos, Necesidad de Acondicionamiento del Sitio, Cercanía a Zonas Urbanas, Incidencia de Vientos, Visibilidad del Sitio, Ubicación Respecto a Cuerpos de Aguas Superficiales y Pozos de Abastecimiento de Agua Potable, Características del Suelo (Permeabilidad y Cap. de Intercambio Catiónico), Profundidad del Manto Freático, Existencia de Caminos de Acceso y Ubicación del Sitio Dentro de su Cuenca Aportante. Cabe aclarar que la descripción de los conceptos empleados en la definición de los factores de campo, a partir de los cuales se eligieron los señalados en el párrafo anterior, se presentan en la sección de anexos de este documento. Los conceptos elegidos para este método, involucran a la mayor parte de los eventos que intervienen en el emplazamiento de cualquier relleno sanitario, amén de estar íntimamente relacionados con los elementos que integran el entorno de cualquier sitio, donde se pretenda instrumentar un relleno sanitario.

Por otro lado, como "ELEMENTOS DEL ENTORNO" se consideraron al Agua, al Aire, al Suelo, al Bienestar y a la Salud; por ser los que principalmente se ven afectados con la implantación de un relleno sanitario.

Las "MATRICES DE PAGOS" para cada uno de los sitios en conflicto, se construirán con los resultados del producto de la "MATRIZ DE CONTRIBUCIONES PROPORCIONALES" de los Factores de Campo a los Elementos del Entorno (Cuadro No. 1.1), por las "MATRICES DE CALIFICACION" de los factores de campo de cada uno de los sitios. La Matriz de Contribuciones Proporcionales, se estructuró evaluando el efecto de cada uno de los Factores de Campo, sobre cada uno de los Elementos del Entorno considerados. Para evaluar numéricamente estos efectos se hace necesario dividir proporcionalmente el impacto de cada Factor de Campo sobre cada uno de los Elementos del Entorno. Por ejemplo, para el caso del material de cubierta, se consideró que puede haber una afectación de 10 % al aire, de 40 % al agua, del 30 % al suelo y del 20 % a la salud.

CUADRO No. 1.1

MATRIZ DE CONTRIBUCION PROPORCIONAL DE LOS FACTORES DE CAMPO  
A LOS ELEMENTOS DEL ENTORNO

| FACTOR DE CAMPO                                                                               | ELEMENTOS DEL ENTORNO |      |       |           |       | TOTAL |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|-------|-----------|-------|-------|
|                                                                                               | AIRE                  | AGUA | SUELO | BIENESTAR | SALUD |       |
| MATERIALES PARA COBERTURA DE LOS RESIDUOS                                                     | 0 10                  | 0 35 | 0 35  |           | 0 20  | 1 00  |
| ACONDICIONAMIENTO DEL SITIO                                                                   | 0 25                  | 0 15 | 0 20  | 0 25      | 0 15  | 1 00  |
| CERCANIA A ZONAS URBANAS                                                                      | 0 20                  | 0 15 | 0 15  | 0 25      | 0 25  | 1 00  |
| INCIDENCIA DEL VIENTO                                                                         | 0 30                  | 0 15 | 0 05  | 0 25      | 0 25  | 1 00  |
| VISIBILIDAD DEL SITIO                                                                         |                       |      |       | 1 00      |       | 1 00  |
| UBICACION RESPECTO A CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES Y POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE |                       | 0 50 |       | 0 20      | 0 30  | 1 00  |
| UBICACION DEL SITIO DENTRO DE LA CUENCA APORTANTE                                             |                       | 0 45 | 0 25  |           | 0 30  | 1 00  |
| PERMEABILIDAD (K)                                                                             |                       | 0 50 | 0 20  |           | 0 30  | 1 00  |
| CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC)                                                      |                       | 0 40 | 0 25  |           | 0 35  | 1 00  |
| PROFUNDIDAD DEL MANTO FREATICO                                                                |                       | 0 50 | 0 15  | 0 10      | 0 25  | 1 00  |
| EXISTENCIA DE CAMINOS DE ACCESO                                                               | 0 20                  |      | 0 15  | 0 40      | 0 25  | 1 00  |
| TOTALES                                                                                       | 1 05                  | 3 15 | 1 75  | 2 45      | 2 60  | 11 00 |

Al respecto, cabe aclarar que únicamente se consideraron las condiciones más adversas y los efectos más directos, ya que de otra manera hubieran intervenido todos los elementos ambientales.

Ahora bien, para formular las matrices de "Calificación" de los Factores de Campo, correspondientes a cada uno de los sitios por evaluar; se debe hacer uso de ciertas funciones de sensibilidad cuyos tipos y límites se fijaron tomando como base, las normas y recomendaciones existentes en la bibliografía del tema, así como la importancia del Factor de Campo que se trate y la experiencia que hasta la fecha se ha alcanzado en el medio mexicano, respecto a la disposición de los residuos sólidos empleando el método del relleno sanitario. Los tipos de función, fundamentos de sus límites y expresiones que las engloban, aparecen en el Cuadro No. 1 2. Así mismo, en las Figuras de la 1 1 a la 1 12, se presentan las gráficas de dichas funciones, así como los valores numéricos. El objetivo de utilizar las funciones de sensibilidad, es eliminar al máximo la subjetividad al calificar cada Factor de Campo.

Los criterios que se emplearon para asignar los valores límites fijados para las funciones de sensibilidad correspondientes a los factores de campo considerados, se describen a continuación:

**Material para Cobertura de los Residuos.** El rango varia de 0 a 3 donde el valor mínimo de 0 corresponde a sitios con autosuficiencia de material de cubierta, el valor de 1 para cuando los acarreo sean menores de 5 Kms, el valor de 2 para cuando los acarreo sean entre 5 y 10 Kms y el valor de 3 para cuando los acarreo sean mayores a 10 Kms (Ver Fig. No. 1.1).

**Acondicionamiento del Sitio.** Se establece el rango de 0 a 4, tomando 0 cuando no se requiera un acondicionamiento adicional ligado a la operación en sí del relleno; y de 4 cuando el acondicionamiento sea previo a la iniciación de la operación del relleno y con un alto grado de dificultad (Ver Fig. No. 1 2).

**Cercanía a Zonas Urbanas.** El rango establecido varia de 0 a 12 Kms.; siguiendo un comportamiento parabolóide, con valores máximos para la función iguales a 1, para cuando la



CUADRO No. 1.2

FUNDAMENTOS Y EXPRESIONES ALGEBRAICAS DE LAS FUNCIONES DE SENSIBILIDAD

| FACTOR DE CAMPO                                                                               | TIPO DE FUNCION | FUNDAMENTO DE LIMITES            | EXPRESION Y LIMITES                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MATERIAL PARA COBERTURA DE LOS RESIDUOS                                                       | LINEAL          | IMPORTANCIA DEL FACTOR DE CAMPO  | $f(x) = x/3 ; 0 \leq x \leq 3$                                                                                    |
| ACONDICIONAMIENTO AL SITIO                                                                    | LINEAL          | IMPORTANCIA DEL FACTOR DE CAMPO  | $f(x) = x/4 ; 0 \leq x \leq 3$                                                                                    |
| CERCANIA A ZONAS URBANAS                                                                      | PARABOLICA      | IMPORTANCIA DEL FACTOR DE CAMPO  | $f(x) = 1 - (a^2 - (x-a)^2) / a^2 ;$<br>$0 \leq x \text{ (Kms.)} \leq 12$<br>$f(x) = 1 ; x > 12 \text{ Kms.}$     |
| INCIDENCIA DE VIENTOS                                                                         | LINEAL          | EXPERIENCIA EN EL MEDIO MEXICANO | $f(x) = x/4 ; 0 \leq x \leq 4$<br>(Criterios No. 1)<br><br>$f(x) = x/365 ; 0 \leq x \leq 365$<br>(Criterio No. 2) |
| VISIBILIDAD DEL SITIO                                                                         | LINEAL          | EXPERIENCIA EN EL MEDIO MEXICANO | $f(x) = x/2 ; 0 \leq x \leq 2$                                                                                    |
| UBICACION RESPECTO A CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES Y POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE | LINEAL          | EXPERIENCIA EN EL MEDIO MEXICANO | $f(x) = 1 - (x/3) ;$<br>$0 \leq x \leq 3$                                                                         |
| UBICACION DEL SITIO DENTRO DE LA CUENCA APORTANTE                                             | LINEAL          | RECOMENDACION SEDESOL            | $f(x) = 1 - (x/3) ;$<br>$0 \leq x \leq 3$                                                                         |
| PERMEABILIDAD (K)                                                                             | LINEAL          | RECOMENDACION SEDESOL            | $f(x) = k/f$<br><br>$10^{-2} \leq x(\text{cm/s}) \leq 10^{-7}$                                                    |
| CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (K)                                                        | LINEAL          | RECOMENDACION SEDESOL            | $f(x) = 1 - (x/28)$<br><br>$0 \leq x(\text{meq}/100 \text{ gr}) \leq 28$                                          |
| PROFUNDIDAD DEL MANTO ACUIFERO                                                                | LINEAL          | IMPORTANCIA DEL FACTOR DE CAMPO  | $f(x) = 1 - (x/50)$<br><br>$0 \leq x(\text{m}) \leq 50$                                                           |
| EXISTENCIA DE CAMINOS DE ACCESO                                                               | LINEAL          | EXPERIENCIA EN EL MEDIO MEXICANO | $f(x) = 1 - (x/4)$<br><br>$0 \leq x \leq 4$                                                                       |

distancia es de 0 Kms. o mayor de 12 Kms. El valor de 0 para la función, será para cuando la distancia sea de 6 Kms. (Ver Fig. No. 1.3).

**Incidencia de Vientos.** Se considera un rango de 0 a 4, correspondiendo el 0 a aquella situación en que el viento incide en un ángulo de 180° de la población hacia el sitio; y de 4 cuando incide también en un ángulo de 180° pero de manera inversa, es decir del sitio a la población, o bien, cuando no hay incidencia sobre la población. El valor intermedio de 2.0, es para cuando la incidencia se presenta a partir del sitio y en dirección a la población, con un ángulo que de 90° a 180°, medido sobre un eje lineal que ligue al sitio con la población (Ver Fig. No. 1.4). Cuando no haya posibilidad de utilizar esta función, se aplicará el criterio de considerar el No. de días al año con vientos incidiendo del sitio a la población (Ver Fig. No. 1.5).

**Visibilidad del Sitio.** Se establece un rango de 0 a 2, donde el mínimo valor corresponde a un sitio completamente oculto mientras que el máximo corresponde a uno totalmente visible (Ver Fig. No. 1.6).

**Ubicación Respecto a Cuerpos de Agua Superficiales y Pozos de Abastecimiento de Agua Potable.** El rango establecido varia de 0 a 3, donde el valor de 0 corresponde a la ubicación del sitio dentro del área de aportación de un embalse, presa o lago. El valor de 1.5, corresponderá a la ubicación de un sitio fuera del área de aportación de un embalse, presa o lago, pero descargando directamente a un escurrimiento natural de tipo perene. El valor de 3.0, corresponderá a una situación semejante a la del valor de 1.5, pero descargando a un cauce natural con escurrimiento intermitente (sólo en época de lluvia). (Ver Fig. No. 1.7)

**Ubicación del Sitio dentro de la Cuenca Aportante.** El rango varia de 0 a 3, y se considera que el máximo valor corresponde a aquella condición en que el sitio se halla al inicio del escurrimiento de manera tal que las aguas escurren del sitio hacia aguas abajo; mientras que el mínimo valor será para aquella condición en que el escurrimiento sea de aguas arriba hacia el sitio. (Ver Fig. No. 1.8)

**Permeabilidad (K).** La relación de este parámetro es de tipo lineal, tomando un valor mínimo de 0 para una permeabilidad de  $1 \times 10^{-7}$  cm/seg., un valor intermedio de 0.5 para una permeabilidad de  $1 \times 10^{-5}$  cm/seg; y un valor máximo de 1 para una permeabilidad de  $1 \times 10^{-3}$  cm/seg. (Ver Fig No. 1.9).

**Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C).** El rango de variación es de 0 a 28 meq/100 gr de suelo siguiendo un comportamiento lineal donde el valor de 0 corresponde a un C.I.C. de 28 meq/100 gr de suelo, mientras que el valor intermedio de 0.5 se refiere a un C.I.C. de 14 meq/100 gr de suelo. (Ver Fig. No. 1.10)

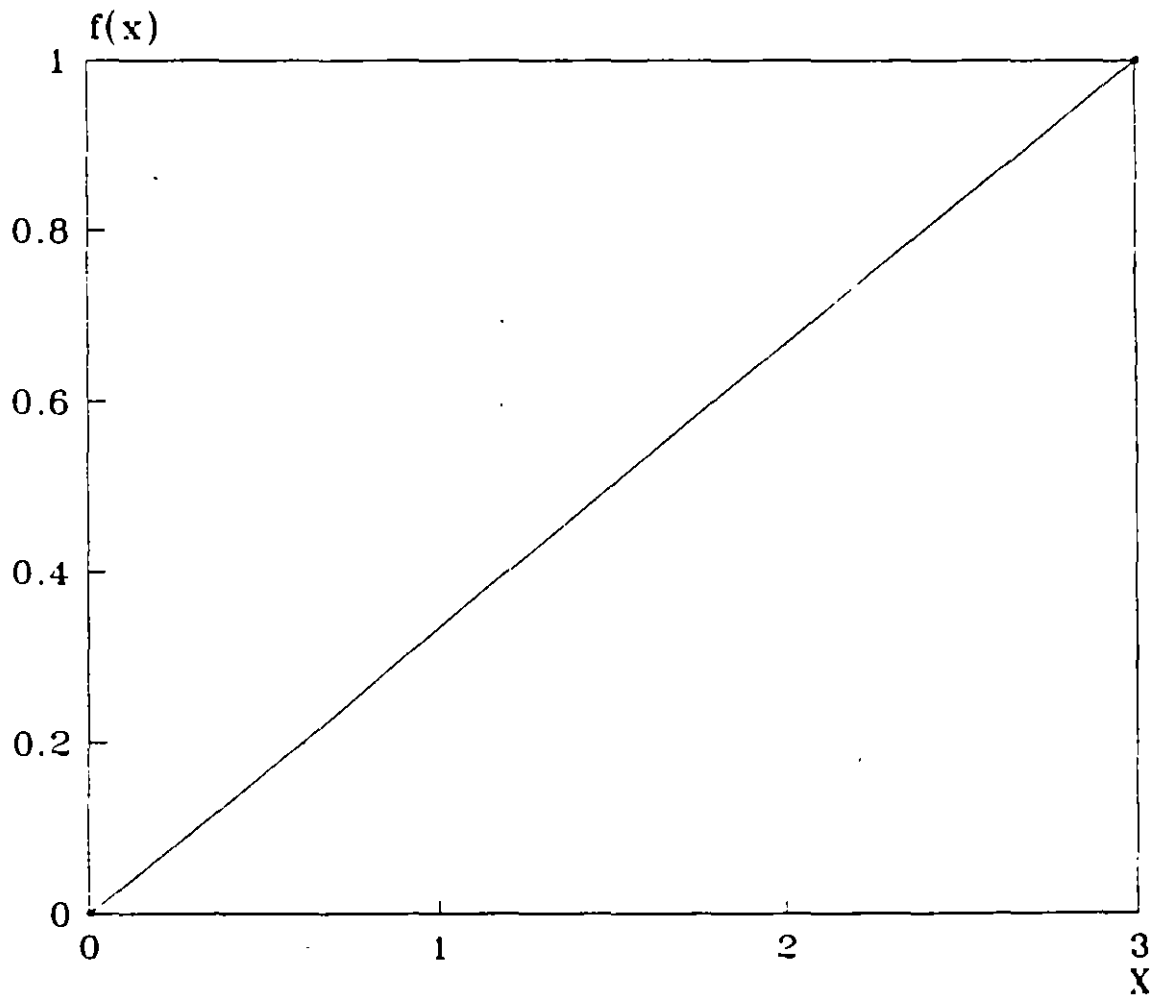
**Profundidad del Manto Freático.** También para este parámetro se tendrá una variación de tipo lineal, con un valor máximo de 1 para una profundidad de 0 mts., un valor intermedio de 0.5 para una profundidad de 25 mts. y un valor mínimo de 0 para una profundidad de 50 mts. o más. (Ver Fig. No. 1.11)

**Existencia de Caminos de Acceso.** El rango de variación es de 0 a 4, donde el valor máximo de la función corresponde al 0 (inexistencia de camino); el valor intermedio de 0.5 de la función corresponde a 2 (camino de terracería); y el valor mínimo de la función siempre se relacionará con el 4 (camino asfaltado). (Ver Fig. No. 1.12).

Una vez establecidas las matrices de pagos para cada uno de los sitios en conflicto, se estará en condiciones de calificarlos y jerarquizarlos, mediante la solución al juego planteado entre el "Hombre y su Entorno".

Aunque existen varios métodos para resolver un determinado juego, para dar solución al formulado anteriormente, se propone la utilización del Método de Newman-Dantzig, el cual con las adecuaciones del caso, resuelve el juego mediante programación Lineal. Para ello, el juego para cada sitio, se debe plantear a través de la propia matriz de pagos, la cual como ya se comentó anteriormente, relaciona dos conjuntos; el de las acciones del hombre que causan impacto a su entorno y el de los elementos del entorno que pueden verse impactados. Ambos conjuntos representan las diferentes estrategias que pueden ser consideradas por los antagonistas, mientras

# FUNCION DE SENSIBILIDAD MATERIAL DE CUBIERTA (Adimensional)



$$f(x) = x/3 ; 0 \leq x \leq 3$$

Fig. 1.1

# FUNCIÓN DE SENSIBILIDAD ACONDICIONAMIENTO DEL SITIO (Adimensional)

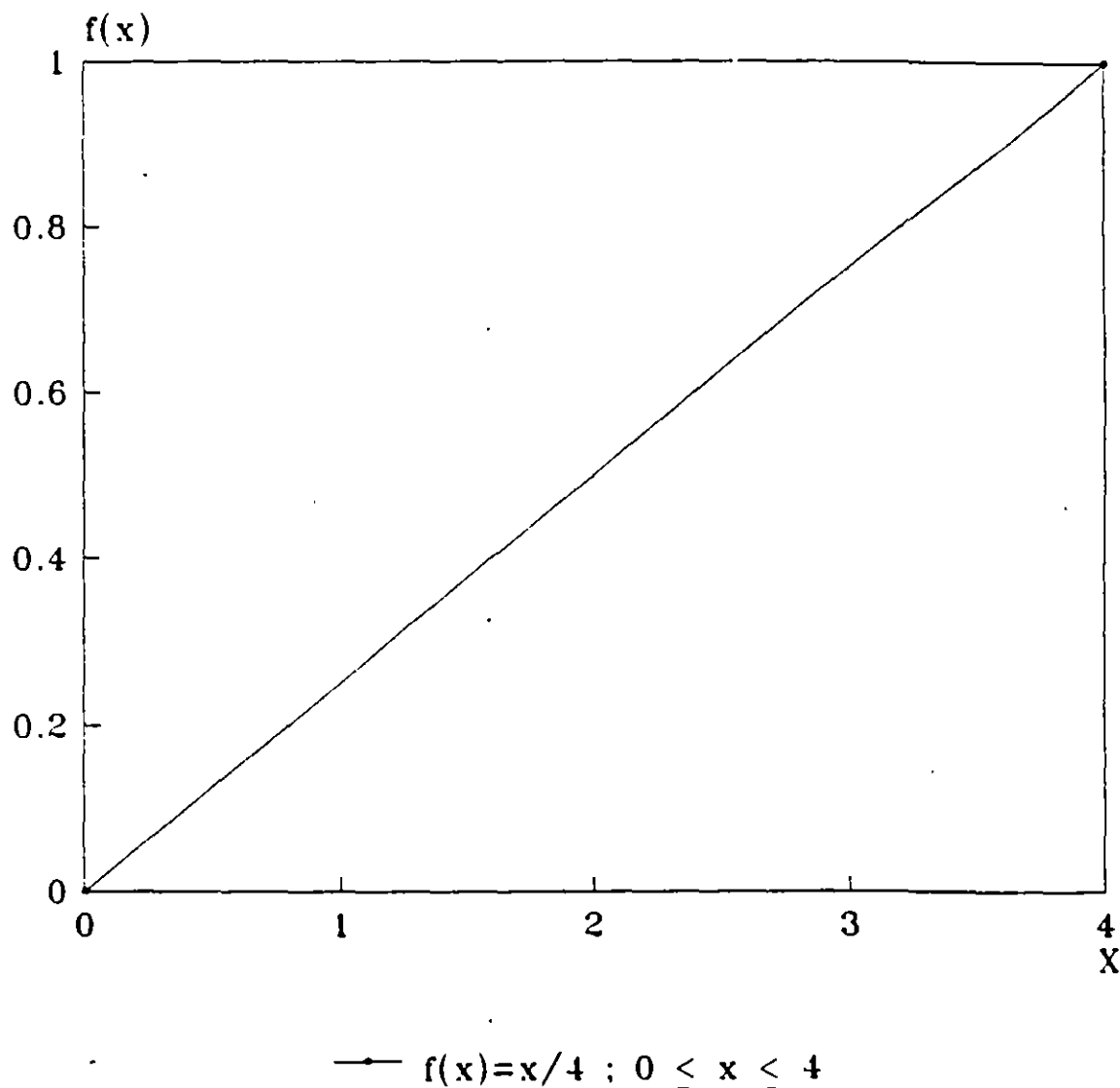


Fig. 1.2

# FUNCION DE SENSIBILIDAD CERCANIA A ZONAS URBANAS

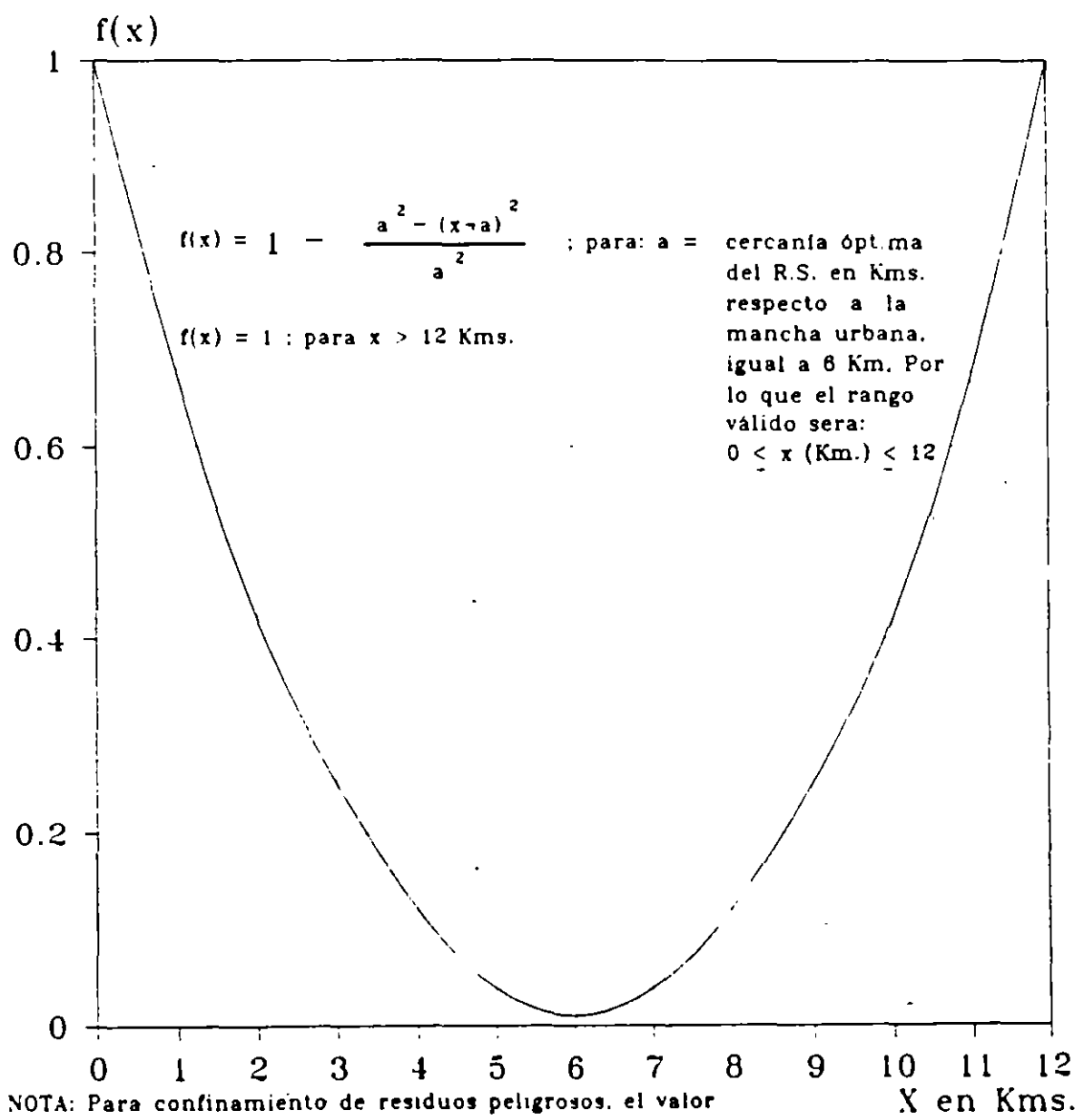
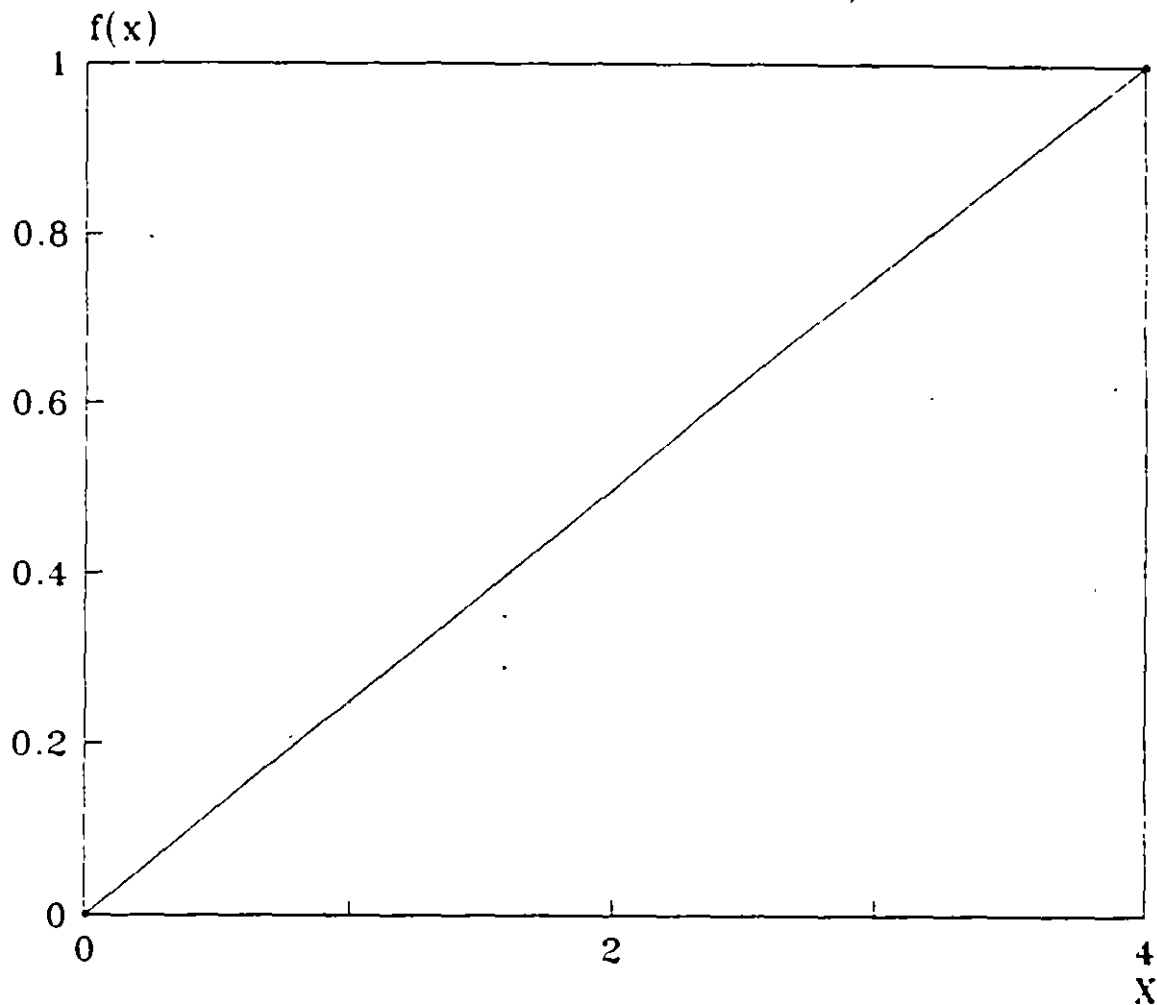


Fig. 1.3

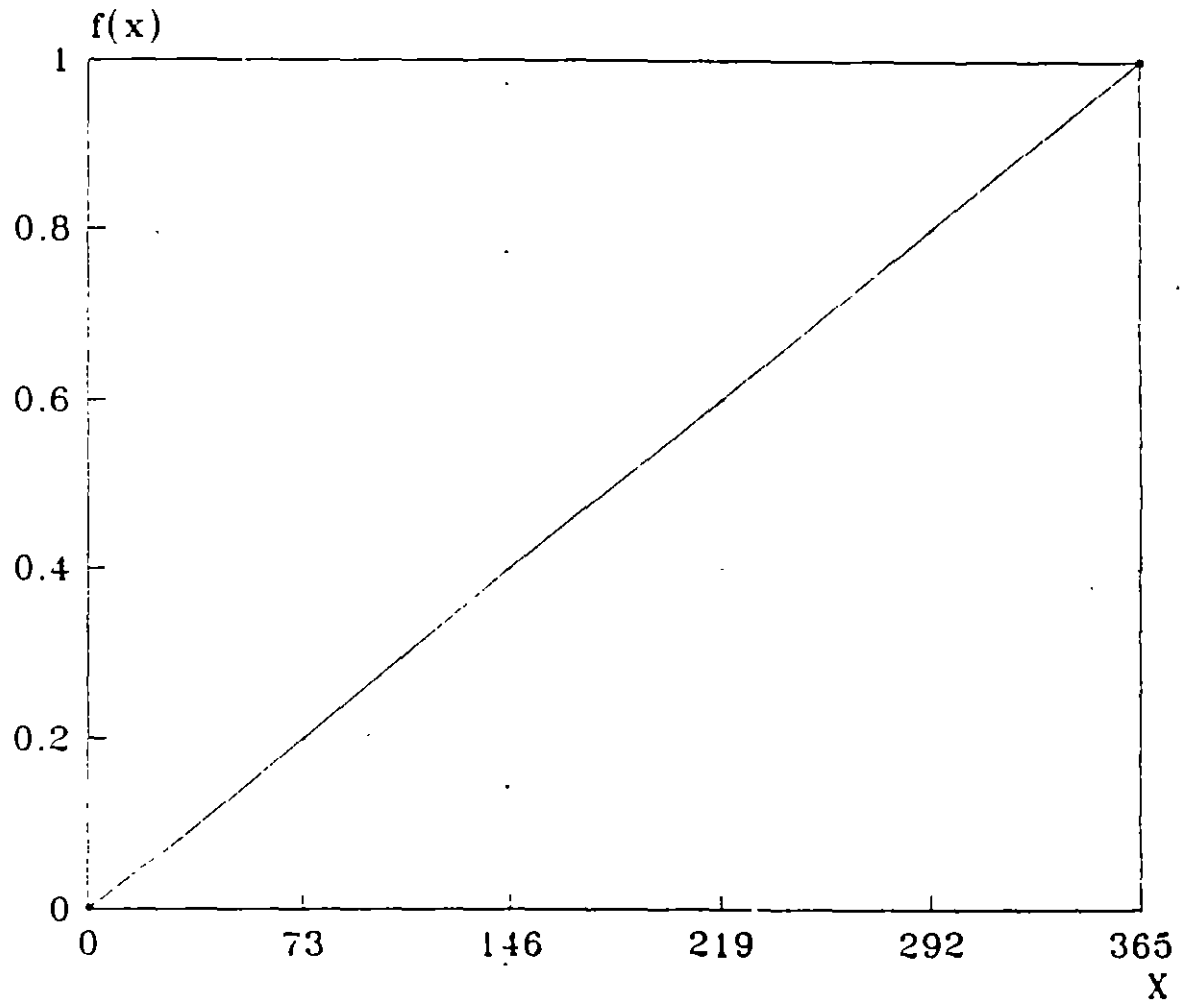
FUNCIÓN DE SENSIBILIDAD  
INCIDENCIA DE VIENTOS  
CRITERIO No. 1  
(Adimensional)



—  $f(x) = (x/4) ; 0 \leq x \leq 4$

FIG. 1.4

FUNCION DE SENSIBILIDAD  
INCIDENCIA DE VIENTOS  
CRITERIO No. 2  
(Adimensional)

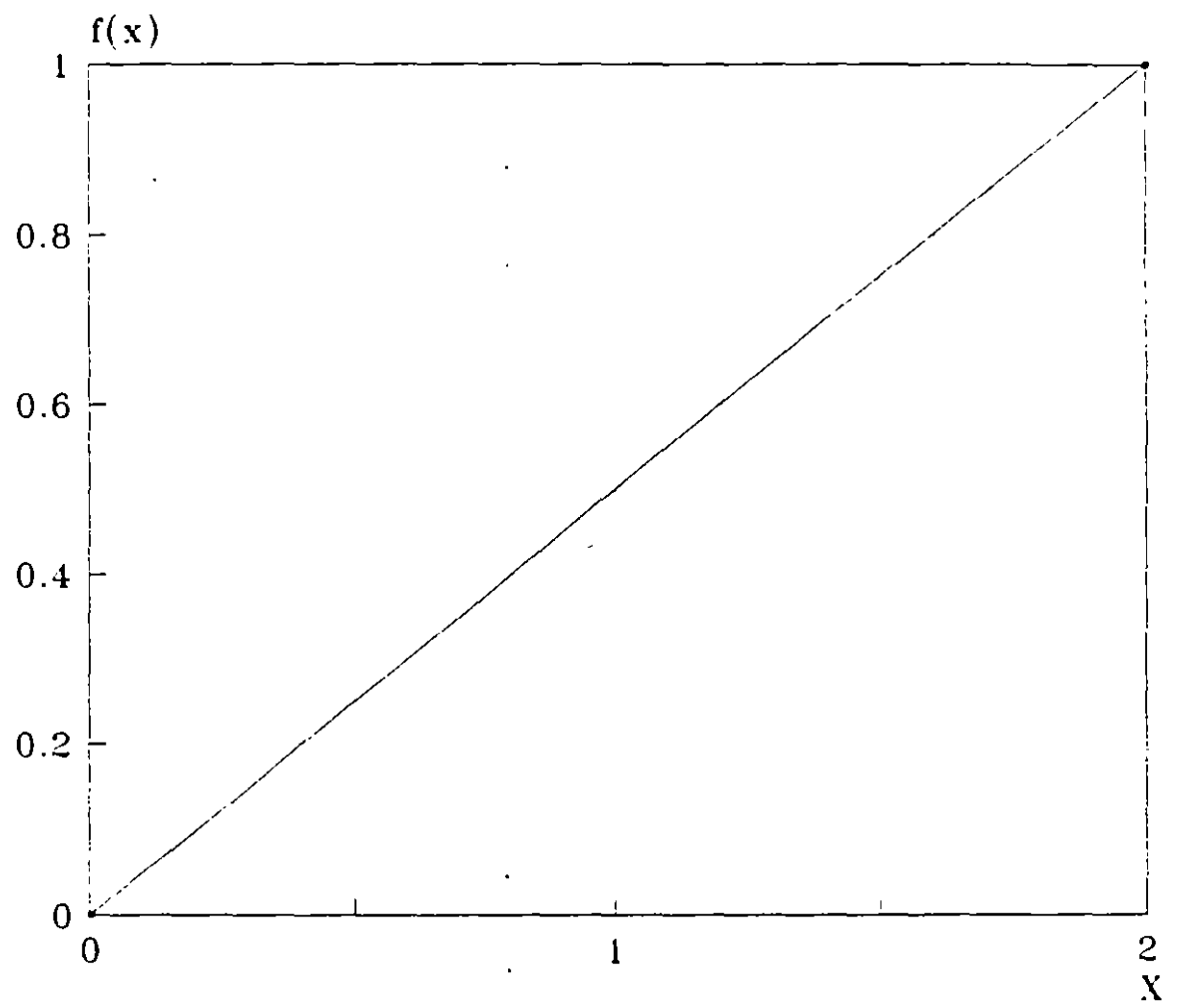


$f(x) = x / 365 \quad 0 \leq x \leq 365$

Fig. 1.5



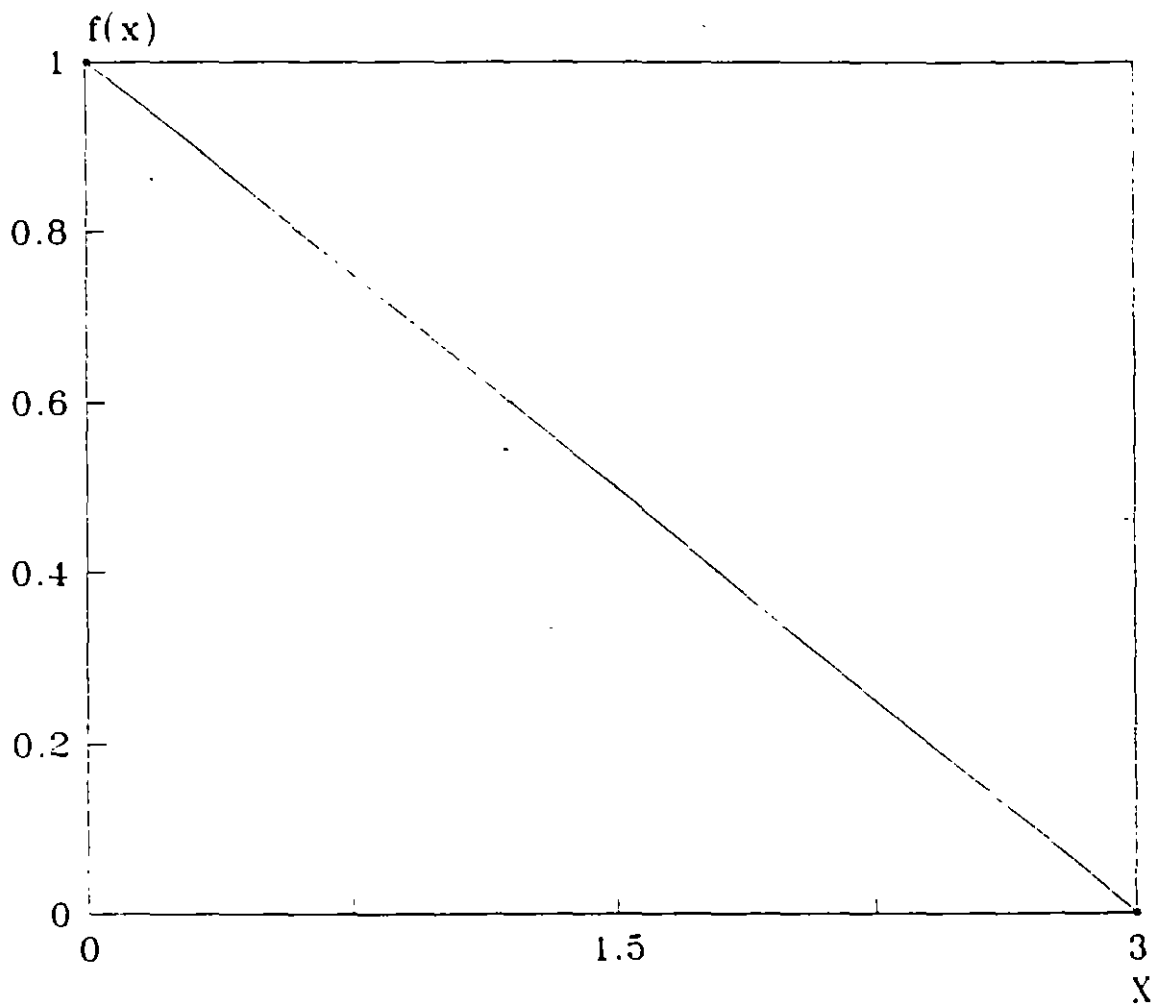
# FUNCION DE SENSIBILIDAD VISIBILIDAD DEL SITIO (Adimensional)



—  $f(x) = x/2 ; 0 \leq x \leq 2$

Fig. 1.6

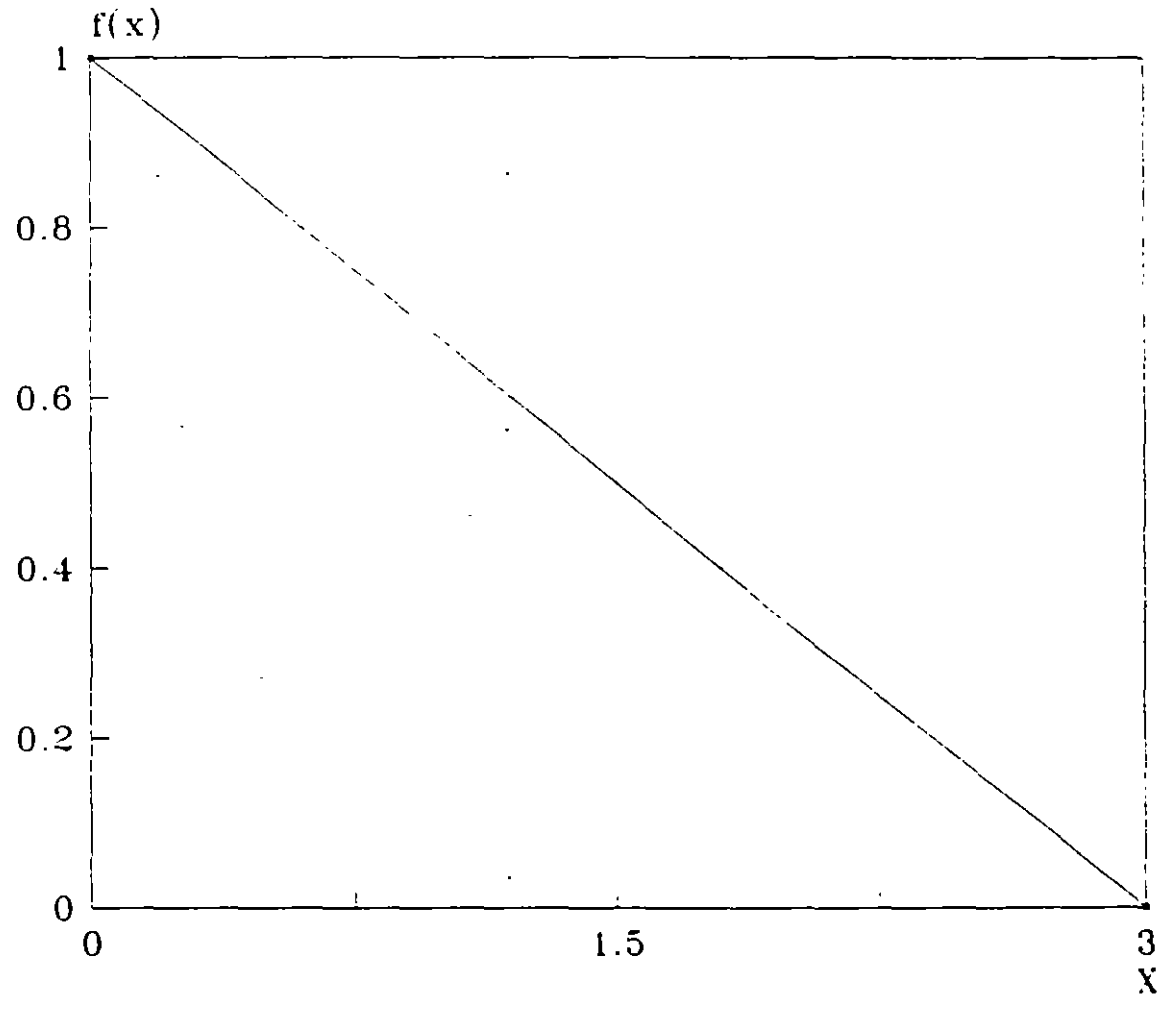
# FUNCIÓN DE SENSIBILIDAD UBICACION RESPECTO A CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES (Adimensional)



—  $f(x) = 1 - (x/3) ; 0 \leq x \leq 3$

Fig. 1.7

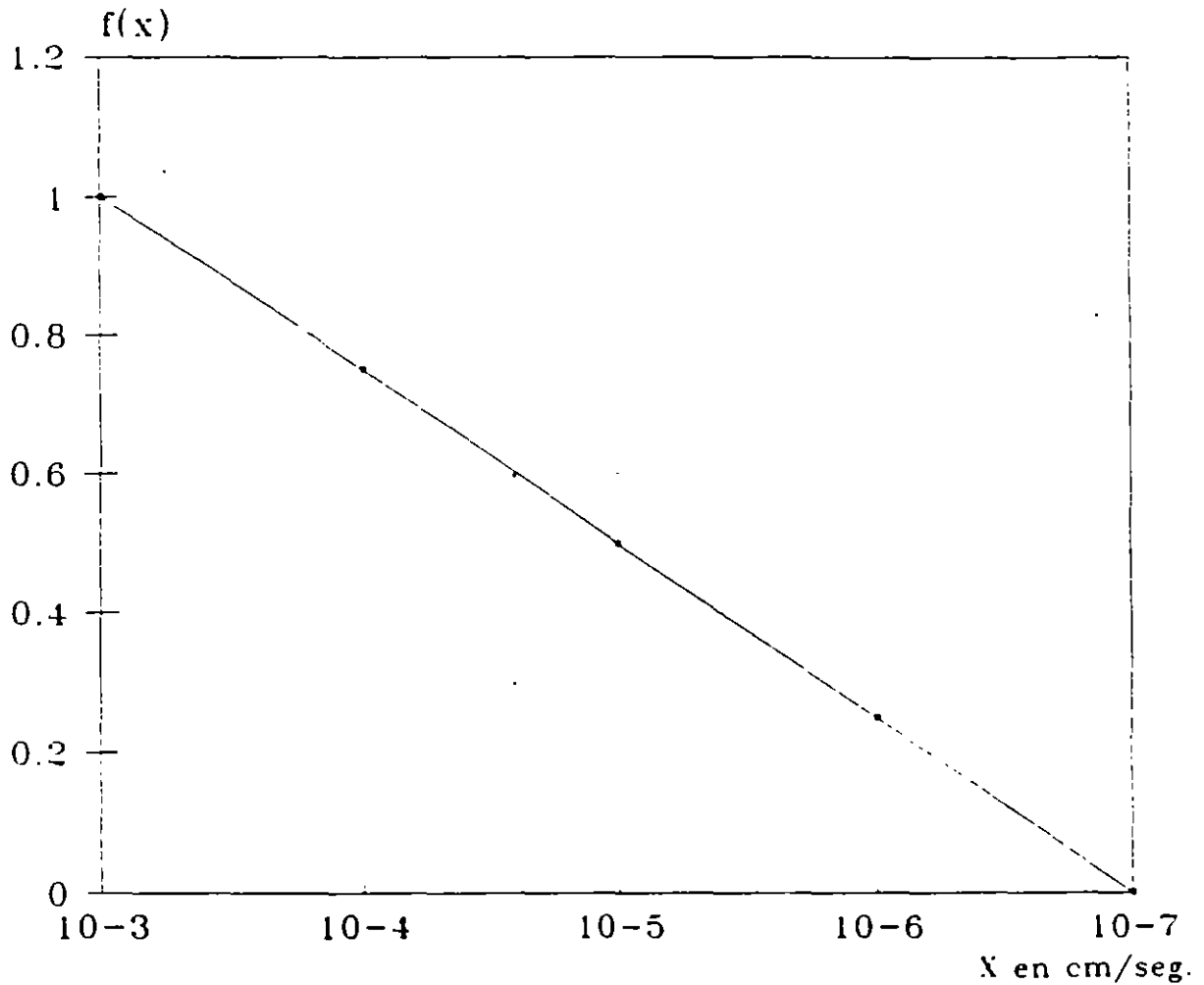
# FUNCION DE SENSIBILIDAD UBICACION DENTRO DE LA CUENCA APORTANTE (Adimensional)



—  $f(x) = 1 - (x/3) : 0 \leq x \leq 3$

Fig. 1.8

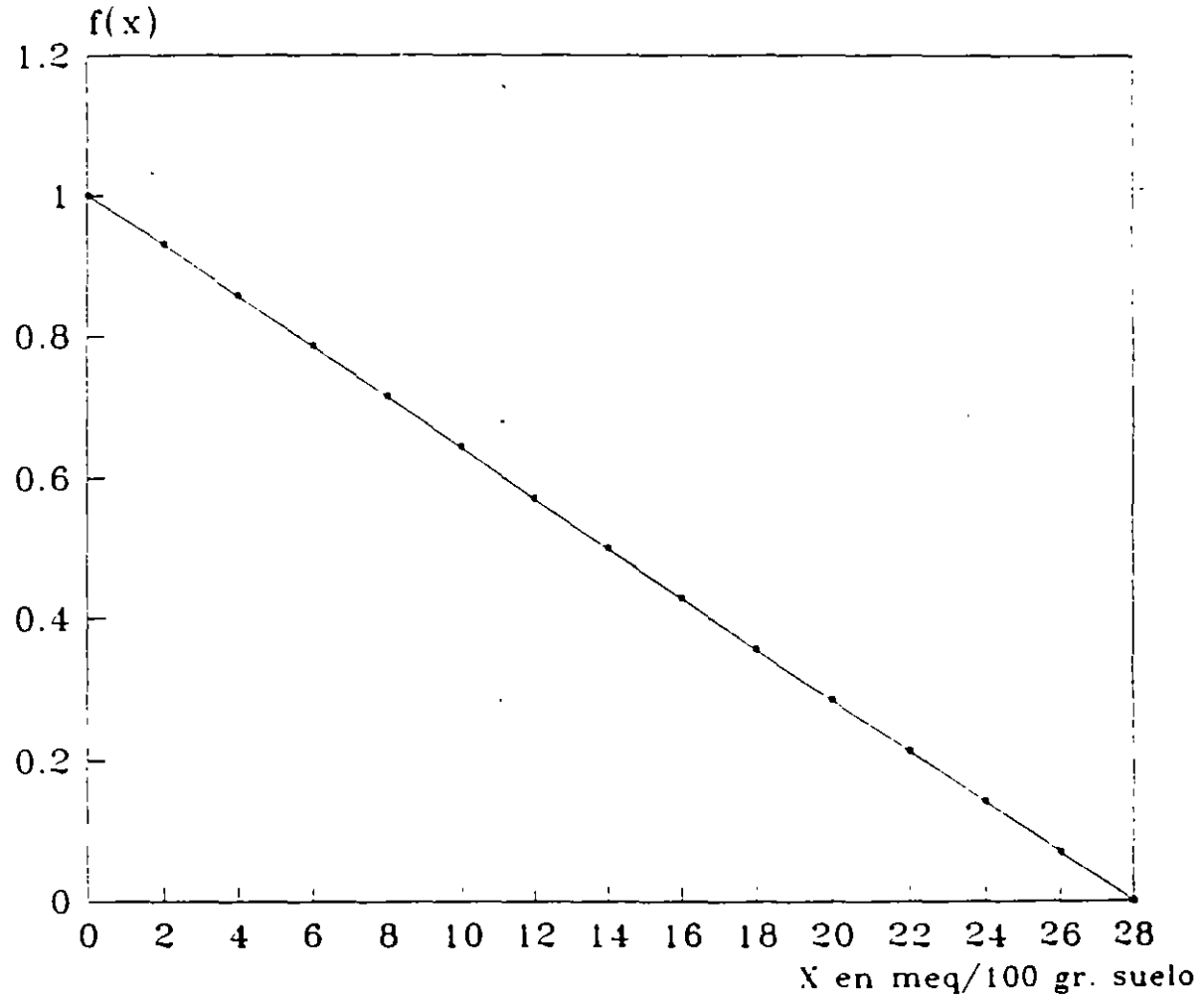
# FUNCION DE SENSIBILIDAD CARACTERISTICAS DEL SUELO PERMEABILIDAD



—•—  $f(x) = k/f$        $f=10^{-3}$       para  $k=10^{-3}$   
 $f=1.34 \times 10^{-4}$       para  $k=10^{-4}$   
donde:       $f=2 \times 10^{-5}$       para  $k=10^{-5}$   
 $f=4 \times 10^{-8}$       para  $k=10^{-6}$   
 $f=10^{-7}$       para  $k=10^{-7}$

Fig. 1.9

# FUNCION DE SENSIBILIDAD CARACTERISTICAS DEL SUELO CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO



—•—  $f(x) = 1 - (x/28)$   
 $0 \leq x \leq 28$

Fig. 1.10

# FUNCION DE SENSIBILIDAD PROFUNDIDAD DEL MANTO FREATICO

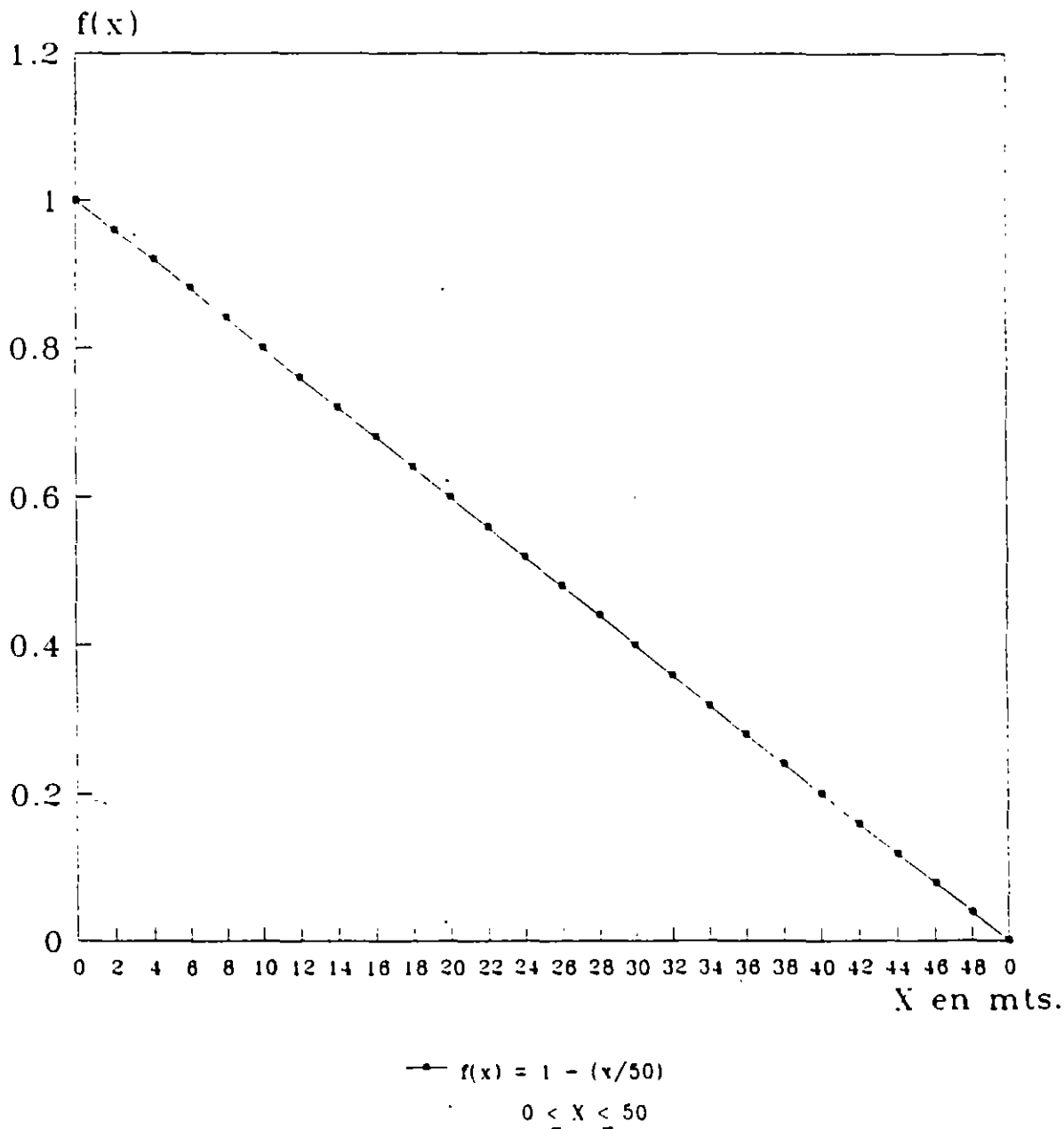
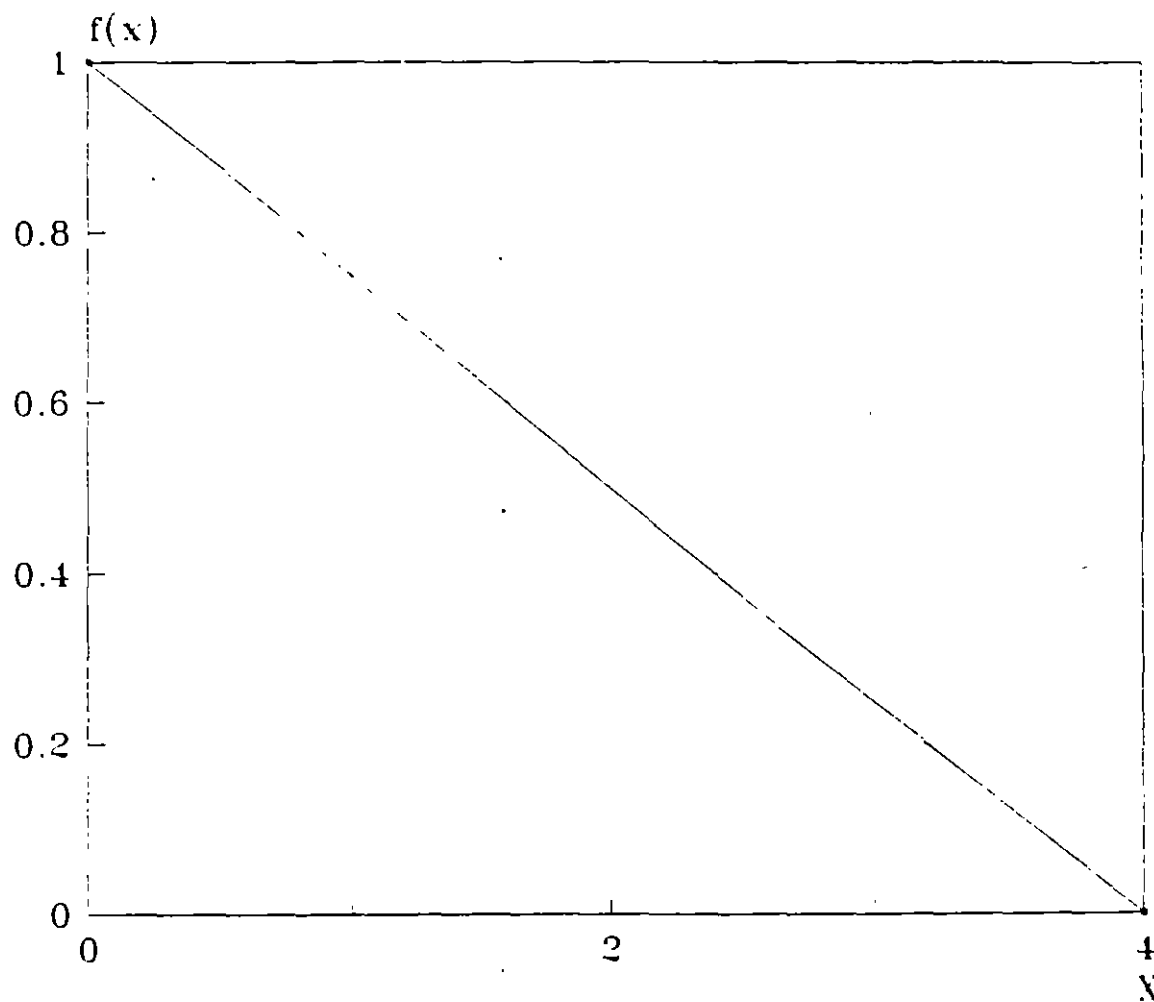


Fig. 1.11

# FUNCION DE SENSIBILIDAD EXISTENCIA DE CAMINOS DE ACCESO (Adimensional)



—  $f(x) = 1 - (x/4) : 0 \leq x \leq 4$

Fig. 1.12

que el pago es una regla que indica cuanto recibirá un jugador del otro, cuando ambos eligen una estrategia particular de sus respectivos conjuntos de estrategias.

**2 Aplicación del Método Propuesto.**

Con el objeto de ejemplificar la aplicación del método antes descrito, se consideraron dos sitios hipotéticos para ubicar un relleno sanitario, cuyas características se presentan en el Cuadro No.

2.1 El desarrollo del método incluye el establecimiento de las "Matrices de calificación" de factores de campo (Cuadro No. 2.2) y de las de "Matrices de pagos" (Cuadro No. 2.3), estas últimas a partir de la aplicación de las funciones de sensibilidad y de la utilización de la "Matriz de contribuciones proporcionales"

Las matrices del Cuadro No. 2.3, deben leerse de este modo:

"La calidad ambiental de un determinado sitio donde se pretende implantar un relleno sanitario, puede sufrir un cierto deterioro en los diferentes elementos ambientales de su entorno que lo caracterizan. Este deterioro está valuado en la matriz de pagos correspondiente, debiéndose a las acciones del hombre representadas en este caso, por los factores de campo."



#### 4. IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS PARA EL MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS HOSPITALARIOS.

**RESIDUOS SOLIDOS HOSPITALARIOS****PRODUCCION DE RESIDUOS PELIGROSOS**

| AREA                           | DESECHOS                                                                                                                        |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. CIRUGIA                     | - Vendajes, artículos contaminados, vendolatas, tejidos humanos (tejidos, miembros amputados, órganos placentas)                |
| 2. PATOLOGIA Y LABORATORIOS    | - Cultivos bacterianos, elementos químicos, tejidos, sangre, orina, heces fecales, restos de animales y especímenes biológicos. |
| 3. CURACIONES Y DIVERSAS AREAS | - Gasas, vendajes, torundas, productos de papel, vendaje y yeso entre otros.                                                    |

Tabla 3.1 Riesgos en el hospital

| <i>Riesgos químicos</i>            | <i>Riesgos físicos,</i>                      | <i>Riesgos biológicos</i>                      | <i>Riesgos psicológicos</i>                        |
|------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Adhesivos                          | Aire comprimido                              | Alergias                                       | Horas de trabajo                                   |
| Aerosoles                          | Electricidad                                 | Trans-infección                                | Comunicación inadecuada                            |
| Anestésicos                        | Frío excesivo                                | Enzimas en detergentes                         | Relaciones entre el personal                       |
| Blanqueadores                      | Explosivos                                   | Manejo de especímenes patológicos              | Insatisfacciones con respecto al trabajo           |
| Monóxido de carbono                | Fuego                                        | Hepatitis                                      | Prácticas de administración                        |
| Limpiadores                        | Pisos brillantes                             | Inadecuada eliminación de basura               | Motivación                                         |
| Detergentes                        | Calor                                        | Inadecuada eliminación de aguas negras         | Responsabilidades                                  |
| Desinfectantes                     | Agua caliente                                | Enfermedades infecciosas                       | Salarios                                           |
| Drogas                             | Iluminación inadecuada                       | Falta de inmunización                          | Selección y entrenamiento del personal             |
| Tintes                             | Ventilación inadecuada                       | Reutilización de máscaras sin esterilización   | Turno de trabajo                                   |
| Gases de escape                    | Radiación ionizante                          | Derrames y roturas                             | Tamaño, complejidad y ubicación                    |
| Fertilizantes                      | Radiación no ionizante                       | Erupciones en la piel a causa de estreptomycin | Ambiente social                                    |
| Gases                              | Levantamientos                               |                                                | Relaciones entre personal o paciente y las visitas |
| Insecticidas                       | Manejo manual                                |                                                | Participación en el trabajo                        |
| Elementos químicos del laboratorio | Ruido                                        |                                                |                                                    |
| Pintura de plomo                   | Radiación no ionizante                       |                                                |                                                    |
| Aceites                            | Diseño deficiente de construcciones y equipo |                                                |                                                    |
| Ozono                              | Mantenimiento deficiente                     |                                                |                                                    |
| Plaguicidas                        | Resbalones y caídas                          |                                                |                                                    |
| Fotocopiado                        |                                              |                                                |                                                    |
| Compuestos químicos fotográficos   |                                              |                                                |                                                    |
| Plásticos                          |                                              |                                                |                                                    |
| Pulimentos                         |                                              |                                                |                                                    |
| Conservadores                      |                                              |                                                |                                                    |
| Gases refrigerantes                |                                              |                                                |                                                    |
| Jabones                            |                                              |                                                |                                                    |
| Solventes                          |                                              |                                                |                                                    |
| Limpiadores especiales             |                                              |                                                |                                                    |
| Esterilizadores                    |                                              |                                                |                                                    |

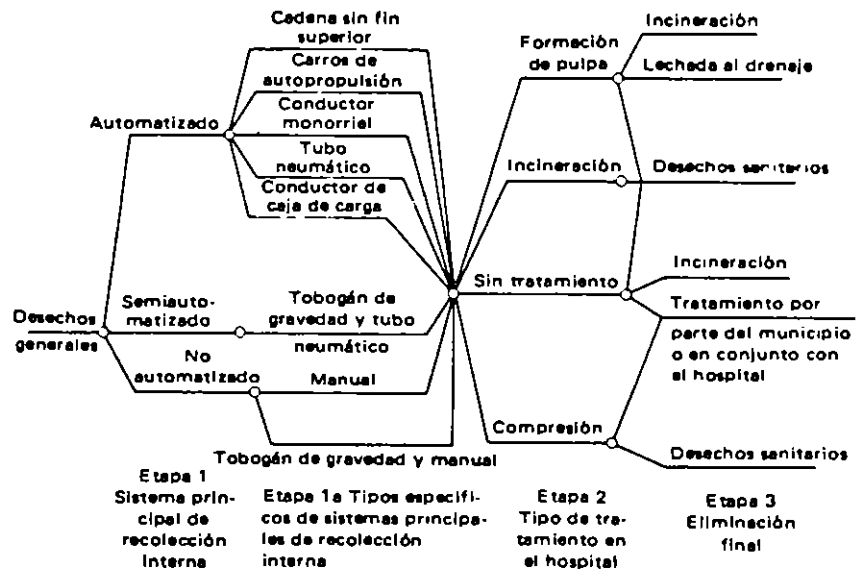


Figura 5.1 Modelo ramificado de decisiones para la eliminación de desechos del hospital.

## RESIDUOS SOLIDOS HOSPITALARIOS

Según la OPS, cuando en un hospital no se dispone de otro método, en los rellenos sanitarios pueden eliminarse, siempre y cuando se siga una serie de requisitos como son:

- Tratamiento preliminar para reducir volumen y desalentar la pepena o rescate y reducir peligros biológicos (trituration, incineración, esterilización).
- Lleguen en envases bien sellados.
- Sean fácilmente identificables.
- Descargarse en el talud frontal del relleno.
- Cubrirse de inmediato con otros desechos.
- Los desechos hospitalarios deben quedar mínimo a un metro de la superficie y a dos metros de los flancos y del frente.

médicos, así como laboratorios clínicos, laboratorios de producción de biológicos, de enseñanza y de investigación, tanto humanos como veterinarios.

#### 4.20 Sangre

El tejido hemático con todos sus elementos.

#### 4.21 Tejido

La entidad morfológica compuesta por la agrupación de células de la misma naturaleza, ordenadas con regularidad y que desempeñan una misma función.

#### 4.22 Tratamiento de residuos peligrosos biológico-infecciosos

El método que elimina las características infecciosas de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

#### 4.23 Valor calorífico

Es el calor liberado cuando los residuos son quemados completamente y los productos de la combustión son enfriados a la temperatura inicial de los residuos.

### 5. CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS BIOLOGICO-INFECCIOSOS

5.1 Para efectos de esta norma oficial mexicana, además de los establecidos en la NOM-CRP-001-ECOL se consideran residuos peligrosos biológico-infecciosos los provenientes de:

5.1.1 La sangre.

5.1.2 Los productos derivados de la sangre.

5.1.3 Los materiales con sangre.

5.1.4 Los anteriores materiales, aún cuando se hayan secado, incluyendo el plasma, el suero y los derivados de la sangre, así como los recipientes que los contienen o contuvieron.

5.1.5 Los cultivos y muestras almacenadas de agentes infecciosos.

5.1.6 La producción de biológicos.

5.1.7 Los patológicos.

5.1.8 Los tejidos, órganos, partes y fluidos corporales que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención.

5.1.9 Las muestras para análisis.

5.1.10 Los cadáveres de animales o partes de éstos.

5.1.11 Los no anatómicos derivados de la atención a pacientes y de los laboratorios.

5.1.12 La cirugía y necropsia.

5.1.13 Las terapias y unidades coronarias.

5.1.14 El equipo, material y objetos contaminados durante la atención a pacientes.

5.1.15 Los equipos y dispositivos desechables utilizados para la exploración y toma de muestras en laboratorio, como rectoscopios, otoscopios, espejos vaginales y similares.

5.1.16 Los objetos punzocortantes usados

5.1.17 Los que han estado en contacto con pacientes durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas, lancetas, jeringas, pipetas Pasteur, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuaje, bisturíes, cajas de Petri, cristalería entera o rota, porta y cubre objetos, tubos de ensayo y similares

### 6. MANEJO

6.1 Los hospitales y establecimientos de atención médica deberán cumplir con las siguientes fases de manejo de sus residuos peligrosos biológico-infecciosos:

6.1.1 Identificación de los residuos y de las áreas donde se generen.

6.1.2 Envasado de los residuos generados.

6.1.3 Recolección y transporte interno.

6.1.4 Almacenamiento temporal.

6.1.5 Recolección y transporte externo.

6.1.6 Tratamiento.

6.1.7 Disposición final.

6.2 Identificación y envasado

6.2.1 Se deberán separar y envasar todos los residuos peligrosos generados en hospitales y establecimientos que presten atención médica, de acuerdo con sus características físicas y biológicas-infecciosas, conforme a la Tabla 1.

TABLA No. 1

| TIPO DE RESIDUOS                                                                                                                                    | ESTADO FISICO                         | ENVASADO                                                                        | CODIGO DE COLORES    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| SANGRE; CULTIVOS Y MUESTRAS ALMACENADAS DE AGENTES INFECCIOSOS; Y RESIDUOS NO ANATOMICOS DERIVADOS DE LA ATENCION A PACIENTES Y DE LOS LABORATORIOS | RESIDUOS SOLIDOS                      | BOLSAS DE PLASTICO CALIBRE 200                                                  | ROJO                 |
|                                                                                                                                                     | RESIDUOS LIQUIDOS                     | RECIPIENTES HERMETICOS DE METAL O PLASTICO                                      | ROJO                 |
| PUNZOCORTANTES                                                                                                                                      | RESIDUOS SOLIDOS                      | RECIPIENTE RIGIDO DE METAL O DE PLASTICO                                        | ROJO                 |
| PATOLOGICOS                                                                                                                                         | RESIDUOS SOLIDOS<br>RESIDUOS LIQUIDOS | BOLSAS DE PLASTICO CALIBRE 300<br>RECIPIENTES HERMETICOS DE METAL O DE PLASTICO | AMARILLO<br>AMARILLO |

6.2.2 Las bolsas deberán ser de polietileno e impermeables, de calibre mínimo 300 para los residuos patológicos y de 200 para los demás, de acuerdo al color especificado en la Tabla 1 de esta norma oficial mexicana.

6.2.3 Las bolsas se llenarán al 80% de su capacidad, cerrándose antes de ser transportadas al sitio de almacenamiento temporal.

6.2.4 Los recipientes de los residuos peligrosos punzocortantes deben ser rígidos, de plástico o metal, con tapa de seguridad o cierre hermético, etiquetados con una leyenda que indique: "PELIGRO. RESIDUO PELIGROSO PUNZOCORTANTE BIOLÓGICO - INFECCIOSO", y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico (Anexo 1).

6.2.5 Los recipientes de los residuos peligrosos líquidos deben ser rígidos, de plástico o metal, con tapa hermética, etiquetados con la leyenda que indique "PELIGRO. RESIDUOS PELIGROSOS LÍQUIDOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS" y marcados con el símbolo universal de riesgo biológico con un rotulado de peligro (Anexo 1).

### 6.3 Recolección y transporte interno

6.3.1 Se destinarán carritos manuales de recolección exclusivamente para la recolección y depósito en el almacenamiento.

6.3.1.1 Los carritos manuales de recolección se desinfectarán diariamente con vapor o con algún producto químico que garantice sus condiciones higiénicas.

6.3.1.2 Los carritos manuales de recolección deberán tener la leyenda: "USO EXCLUSIVO PARA RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS" y marcado con el símbolo universal de riesgo biológico (Anexo 1).

6.3.1.3 El diseño del carrito manual recolector deberá prever la seguridad en la sujeción de las bolsas y contenedores.

6.3.1.4 Los carritos manuales de recolección no deberán rebasar su capacidad de carga durante su uso.

6.3.2 No podrán utilizarse ductos neumáticos o de gravedad como medio de transporte interno de los residuos peligrosos biológico-infecciosos, tratados o no tratados.

6.3.3 Se deberán establecer rutas de recolección para su depósito en el almacenamiento temporal.

6.3.4 El equipo mínimo de protección del personal que efectúe la recolección consistirá en uniforme completo, guantes y mascarilla o cubreboca. Si se manejan residuos líquidos se deberán usar anteojos de protección.

### 6.4 Almacenamiento temporal

6.4.1 Se deberá destinar un área para el almacenamiento temporal de los residuos peligrosos biológico-infecciosos.

6.4.1.1 Los residuos peligrosos biológico-infecciosos deberán almacenarse en contenedores.

6.4.1.2 Los contenedores deberán ser de color rojo y estar rotulados con el símbolo internacional de "Riesgo Biológico" y con la leyenda "PELIGRO. RESIDUOS PELIGROSOS INFECCIOSOS". El color rojo no podrá utilizarse en los contenedores de residuos no peligrosos.

6.4.2 El período de almacenamiento a temperatura ambiente no deberá exceder las 24 horas, a menos que exista una causa ajena al establecimiento.

6.4.3 En el caso de los residuos patológicos humanos o de animales, estos deberán conservarse a una temperatura no mayor de 4°C; el período de almacenamiento podrá exceder las 24 horas, a menos que ocurra putrefacción de los mismos, sin exceder de 4 días en total.

6.4.4 El área referida en el punto 6.4.1 debe:

6.4.4.1 Estar separada de las siguientes áreas de: pacientes, visitas, cocina, comedor, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavandería.

6.4.4.2 Estar ubicada donde no haya riesgo de inundaciones.

6.4.4.3 Contar con extinguidores de acuerdo al riesgo asociado.



6.4.4.4 Contar con pisos sellados e impermeabilizados.

6.4.4.5 Contar con muro de contención para detener derrames.

6.4.4.6 Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.

6.4.4.7 Contar con una pendiente del 2% en sentido contrario a la entrada.

6.4.4.8 No deben existir conexiones con drenaje en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudiera permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida.

6.4.4.9 Tener una capacidad mínima de 3 veces el volumen promedio de residuos peligrosos biológico-infecciosos generados diariamente.

6.4.4.10 El almacén contará con áreas de lavado, que esté sujeta a la Norma Oficial Mexicana NOM-031-ECOL, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de hospitales.

6.4.4.11 El acceso a esta área sólo se permitirá al personal responsable de estas actividades, y se realizarán las adecuaciones en las instalaciones para los señalamientos de acceso respectivos.

6.4.4.12 El diseño, la construcción y la ubicación de las áreas de almacenamiento temporal destinadas al manejo de residuos peligrosos biológico infecciosos deberá contar con la autorización correspondiente por parte de la Secretaría de Desarrollo Social.

#### 6.5 Recolección y transporte externo

6.5.1 La recolección y el transporte de los residuos peligrosos referidos en el punto 1 de esta norma oficial mexicana deberá realizarse conforme a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y en las normas oficiales mexicanas; y deberá cumplir con lo siguiente:

6.5.2 Sólo podrán recolectarse los residuos que cumplan con el envasado, embalado y etiquetado o rotulado como se establece en el punto 6.3.3 de esta norma oficial mexicana.

6.5.3 Los residuos peligrosos biológico-infecciosos no deberán ser compactados durante su recolección y transporte.

6.5.4 Los vehículos recolectores deberán contar con sistemas de carga y descarga mecanizados.

6.5.5 El vehículo se deberá utilizar únicamente para el transporte de este tipo de residuos y al concluirse la jornada deberá lavarse y desinfectarse.

6.5.6 No deberán mezclarse con ningún otro tipo de residuos municipales o industriales.

#### 6.6 Tratamiento

6.6.1 Los métodos de tratamiento previstos en esta norma oficial mexicana son la incineración y la esterilización. Cualquier otro método que se pretenda usar deberá ser autorizado por la Secretaría de Desarrollo Social.

6.6.2 El tratamiento podrá realizarse dentro del establecimiento o por una empresa autorizada para la prestación del servicio para el manejo de residuos peligrosos.

6.6.3 Los residuos patológicos deberán incinerarse o depositarse en celdas de confinamiento.

6.7 Los hospitales y establecimientos que presten atención médica deberán presentar su programa de contingencias en caso de derrames, fugas o accidentes relacionados con el manejo de estos residuos

#### 7. INCINERACION

7.1 El incinerador deberá disponer por lo menos de una cámara de combustión primaria y una cámara de combustión secundaria, en esta última con un tiempo de residencia mínima de los gases de 2 segundos y temperatura no menor de 850°C.

7.2 La carga de los residuos en la cámara de combustión primaria deberá hacerse mediante un pistón lateral o algún otro mecanismo que evite tener la cámara de combustión primaria abierta.

- 7.3 En el proceso de incineración se deberá controlar: la flama, la temperatura y el exceso de oxígeno.
- 7.4 Las cenizas deberán manejarse con dispositivos mecánicos.
- 7.5 Toda instalación que opere un incinerador para el tratamiento de residuos peligrosos biológico-infecciosos deberá:
- 7.5.1 Llevar un registro diario de los residuos incinerados en el que anotará:
- 7.5.1.1 La fecha, el tipo y la cantidad de los residuos incinerados.
- 7.5.1.2 Temperatura de la cámara de combustión primaria y cámara de combustión secundaria.
- 7.5.2 El sitio donde se ubique el incinerador deberá contar con equipo de extinción contra incendios.
- 7.5.3 En un lugar visible próximo al equipo de incineración se deberán colocar las indicaciones sobre la operación del equipo de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes, así como las condiciones de operación según el valor calorífico de cada tipo de residuo.
- 7.6 El hospital y establecimiento de atención médica de nueva creación y aquéllos en que se instale por primera vez un incinerador, éste deberá ubicarse en un sitio que no represente un riesgo para los pacientes y el personal que labora. La selección del sitio del incinerador debe reunir las condiciones de seguridad necesarias para evitar riesgos por fugas, incendios, explosiones y emisiones.
- 7.7 El personal encargado de operar el equipo deberá contar con capacitación sobre el proceso de incineración y el manejo del equipo, así como con un manual de operación que describa el procedimiento de funcionamiento del equipo y las normas de seguridad e higiene.
- 7.8 La operación de los incineradores deberá cumplir con las medidas que se apliquen con motivo de los planes de contingencias ambientales aplicables.
- 7.9 El responsable de la operación del equipo debe registrar los resultados de las mediciones.
- 7.10 Monitoreo.
- 7.10.1 Los niveles máximos de emisión a la atmósfera de los equipos de incineración son los que se establecen en la Tabla 2

TABLA 2

| Niveles Máximos Permisibles                                                      | mg/m <sup>3</sup><br>para Zonas Críticas | mg/m <sup>3</sup><br>para el resto del país | Frecuencia |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|------------|
| Partículas                                                                       | 30.0                                     | 100.00                                      | Semestral  |
| Monóxido de Carbono                                                              | 100.0                                    | 100.00                                      | -          |
| Ácido Clorhídrico                                                                | 50.0                                     | 75.00                                       | -          |
| Bióxido de Azufre (sólo para casos que se quemé combustible que contenga Azufre) | 100.0                                    | 100.00                                      | -          |
| Pb                                                                               | 5.0                                      | 5.0                                         | Semestral  |
| Cd mas Hg                                                                        | 0.2                                      | 0.2                                         | -          |
| Cr <sup>6</sup>                                                                  | 0.5                                      | 0.5                                         | -          |
| As                                                                               | 0.5                                      | 0.5                                         | -          |
| Dibenzodioxinas policlorados y<br>Dibenzofuranos policlorados                    | ≤ 0.5 ng/m <sup>3</sup>                  | ≤ 0.5 ng/m <sup>3</sup>                     | Anual      |

\*Corrección a 11% de O<sub>2</sub> y a condiciones estandares de presión y temperatura (25°C, 1 Atmósfera).

- 7.11 Para llevar a cabo el monitoreo los equipos de incineración deberán contar con plataforma y puertos de muestreo en el ducto de salida de los gases
- 7.11.1 La medición de estas emisiones se hará conforme a los procedimientos establecidos en las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas aplicables

7.11.2 Las cenizas resultantes del proceso de incineración deberán monitorearse trimestralmente para identificar plomo, cadmio, cromo, mercurio y arsénico. Si al practicar la prueba de extracción las concentraciones exceden los límites establecidos en la norma oficial mexicana correspondiente, serán considerados como residuos peligrosos.

#### 7.12 Método de prueba

El cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión establecidos en la Tabla 2 de esta norma oficial mexicana, deberá hacerse de acuerdo a los métodos de prueba que se establecen en las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas correspondientes.

#### - 7.13 Protocolo de certificación del incinerador

Los incineradores nuevos deberán probarse con objeto de certificar el cumplimiento de los parámetros de emisión establecidos en la Tabla 2 de esta norma oficial mexicana, conforme a los siguientes puntos:

7.13.1 Al 50, 65 y 80% de la capacidad de carga de diseño.

7.13.2 Para cada condición de prueba deberá monitorearse el cumplimiento de los parámetros establecidos en la Tabla 2 de esta norma oficial mexicana.

7.13.3 La mezcla para cada condición debe ser la más representativa de los residuos a incinerar, tales como: contenido de humedad, poder calorífico contenido de cenizas y demás condiciones establecidas en esta norma oficial mexicana.

### 8. ESTERILIZACION

8.1 Los hospitales y establecimientos de atención médica que esterilicen sus residuos peligrosos biológico infecciosos se realizará conforme a lo que establece la Tabla 3.

TABLA 3

| Parámetros Iniciales de operación |             |                    |                      |
|-----------------------------------|-------------|--------------------|----------------------|
| Tipo de Autoclave                 | Temperatura | Presión            | Tiempo de Residencia |
|                                   | °C          | Kg/cm <sup>2</sup> | Min.                 |
| Por gravedad                      | 121         | 1.20 - 1.27        | 90                   |
| Alto vacío                        | 132         | 1.99 - 2.25        | 45                   |
| Retorta                           | 130-204     | 2.50 - 21.10       | 25                   |

8.2 Los parámetros de operación establecidos en la Tabla 3 se podrán modificar de acuerdo con las pruebas de monitoreo biológico, que se indican en el punto 8.6.

8.3 Se deberá solicitar a la autoridad correspondiente la autorización sobre los ajustes a que se refiere el punto 8.6.

8.4 La carga de los residuos en las autoclaves será de acuerdo con las indicaciones del manual del fabricante.

8.5 Los paquetes o bolsas deberán estar dispuestos de tal manera que permitan la penetración y flujo del vapor.

#### 8.6 Monitoreo

##### 8.6.1 Pruebas de esterilización

8.6.1.1 Se realizará con un indicador biológico que serán las esporas de *Bacillus estearotermofilus*.

8.6.1.2 La instalación que utilice este método deberá efectuar por lo menos 10 testigos y siempre que se realicen modificaciones a la composición o volúmenes de residuos tratados.

8.6.1.3 Las cápsulas con el indicador biológico deberán colocarse dentro de las bolsas que contienen los residuos para verificar que el vapor ha penetrado a los sitios de más difícil acceso.

8.6.1.4 En el caso de que las pruebas de monitoreo biológico resulten positivas, se efectuarán las variaciones de los parámetros iniciales de tiempo, temperatura y presión, revisando la forma en que está envasados los residuos hasta que la prueba de monitoreo biológico resulte negativa.

8.6.1.5 Los resultados de estas pruebas deberán quedar registrados en una bitácora.

8.7 Se debe llevar un registro de cada tratamiento, indicando los siguientes datos, así como aquellos otros que la autoridad determine: fecha, volumen y tipo de los residuos; tiempo del tratamiento, temperatura y presión de la autoclave; en su caso, los resultados del monitoreo, así como el nombre, cargo y firma de la persona responsable de la esterilización.

#### 9. DISPOSICION FINAL

9.1 Una vez tratados los residuos peligrosos biológico-infecciosos por el método de autoclave se eliminarán como residuos no peligrosos, los tratados con el método de esterilización deberán triturarse o someterse a un proceso que los haga irreconocibles.

9.2 La disposición final de los residuos peligrosos biológico-infecciosos sin tratamiento deberá realizarse transitoriamente conforme al Anexo 2. Después del plazo establecido en el punto 13.2 de esta norma oficial mexicana, deberán disponerse en confinamientos controlados de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes.

#### 10. VIGILANCIA

10.1 La Secretaría de Desarrollo Social, a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Secretaría de Salud en el ámbito de sus respectivas competencias vigilarán el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana. Las autoridades del Distrito Federal, de los Estados y de los Municipios podrán realizar actos de inspección y vigilancia para la verificación del cumplimiento de esta norma oficial mexicana, previo acuerdo de coordinación que celebren con las Secretarías de Desarrollo Social y de Salud respectivamente.

#### 11. SANCIONES

11.1 El incumplimiento de la presente norma oficial mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sus Reglamentos en Materia de Residuos Peligrosos y de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera; los Reglamentos de la Ley General de Salud en Materia de Prestación de Servicios de Atención Médica y de Control Sanitario de la Disposición de Organos, Tejidos y Cadáveres de Seres Humanos; así como el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

#### 12. BIBLIOGRAFIA

12.1. Allen R.J. Brenniman, G.R. Darling C. Air Pollution Emissions from the Incineration of Hospital Waste. JAPCA. 36(7), 829-831. 1986. (Allen R.J. Brenniman, G.R. Darling C. Emisión de contaminantes al aire por la incineración de residuos hospitalarios. JAPCA. 36(7), 829-831. 1986).

12.2. Barbeito, M.S. & Shapiro, M Microbiological Safety Evaluation of a Solid and Liquid Pathological Incinerator. Journal of Medical Primatol. 6, 264-273, 1977. (Evaluación de la seguridad microbiológica de sólidos y líquidos patológicos en incineración, Journal of Medical Pimatol 6, 264-273 1977).

12.3. Bigelow, W.D. and Esty, J.R. Therman death point in relation to time of typical thermophilic organism. J. Infect Dis. 27, 602-617, 1920. (Bigelow, W.D and Esty, J.R Punto de muerte térmica en relación al tiempo de organismos termofílicos típicos. J. Infect Dis. 27, 602-617, 1920).

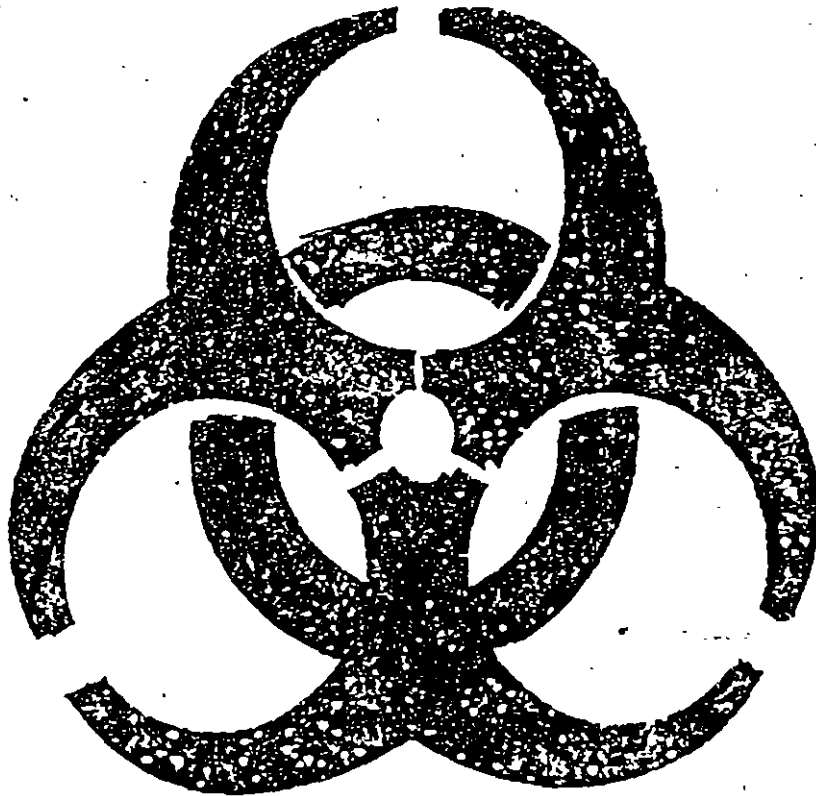
12.4. Block, S.S. Disinfection, Sterilization and Preservation. Lea and Febiger, Phil. 1977. (Block, S.S. Desinfección esterilización y preservación. Lea and Febiger. Phil. 1977).

12.5. Brunner, Calvin r., Brown Courthney H. Hospital Waste Disposal by Incinerator. JAPCA: 38-10, 1297-1309 1988. (Brunner, Calvin r., Brown Courthney H. Disposición de residuos hospitalarios por incinerador JAPCA: 38-10, 1297-1309. 1988).

12.6. CDC Guidelines for Isolation Precautions in Hospitals Infection Control 4,145-325,1983 (Lineamientos de la CDC para las precauciones de aislamiento en hospitales. Control de Infección 4, 145-325, 1983)

12.7. CDC/NIH. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. Atlanta, G.A. 1984. (CDC/NIH. Bioseguridad en laboratorios biomédicos y microbiológicos. Atlanta, G A 1984).

ANEXO I  
¡P E L I G R O  
RESIDUOS  
BIOLOGICO-INFECCIOSOS!



## ANEXO 2

## CELDA ESPECIAL PARA LA DISPOSICION DE RESIDUOS PELIGROSOS

## BIOLOGICO INFECCIOSOS

## 1. Selección del sitio

## 1.1 Profundidad del manto freático

Deberá estar ubicado a una profundidad vertical mayor de 15 m del nivel freático.

## 1.1.1 Zona de recarga

Deberá estar ubicada a una distancia mayor de 1 km y aguas abajo de las zonas de recarga de acuíferos o fuentes de abastecimiento de agua potable.

## 1.1.2 Ubicación con respecto a la zona de fracturación

Deberá ubicarse a una distancia horizontal de 100 m como mínimo del límite de la zona de fracturación o falla geológica.

## 1.1.3 Características de los estratos del suelo

Las características físicas de los estratos del suelo se deberán conocer a través del estudio geofísico correspondiente, aplicándolo hasta una profundidad de 120 m.

## 1.1.4 Características del suelo

Deberá reunir condiciones tanto de impermeabilidad como de remoción de contaminantes, representadas éstas por el coeficiente de permeabilidad de  $1 \times 10^{-5}$  cm/seg. y por la capacidad de intercambio catiónico de 30 meq/100 grs de suelo.

## 1.2 Material para cobertura

Se deberá contar como mínimo con un 25% de material de cubierta en relación al volumen de los residuos a disponer diariamente.

## 1.3 Ubicación con respecto a cuerpos de agua

Deberá ubicarse a una distancia mayor de 1 km. de las zonas de inundación, cuerpos de agua y corriente naturales.

## 1.4 Ubicación con respecto a centros de población y vías de acceso

Estará ubicado a una distancia mayor de 500 m del área urbana; a una distancia mayor de 70 m de las vías de comunicación terrestre, a una distancia mayor de 3 km de áreas naturales protegidas y aeropuertos así como respetar el derecho de vía de 20 m de cada lado de líneas de conducción de energía eléctrica, oleoductos, poliductos, gaseoductos y a una distancia mayor de 150 m de áreas de almacenamiento de hidrocarburos.

## 1.5 Topografía

El sitio destinado para la celda de residuos peligrosos biológico-infecciosos deberá tener:

## 1.5.1 La pendiente media en la base del terreno natural del sitio no mayor del 30% .

## 1.6 Limitación

No se podrá operar un sitio destinado en zona fracturada.

## 1.7 Estudio geofísico

Para determinar la estructura, zonas y capas acuíferas, así como la diferencia entre materiales permeables e impermeables y fijar espesores y posición de unos y otros, efectuando sondeos eléctricos verticales a una profundidad de 120 m., su número estará en relación a las hectáreas con que cuenta el sitio.

| hectáreas | No de sondeos eléctricos verticales |
|-----------|-------------------------------------|
| 1 - 4     | 3                                   |
| 4 - 9     | 5                                   |
| 9 - 15    | 7                                   |
| 15 - 21   | 10                                  |
| 21 - 50   | 12                                  |
| más de 50 | 20                                  |

### 1.8 Estudio geohidrológico

Para conocer la profundidad a la que se encuentra el agua subterránea, así como la dirección, velocidad del escurrimiento, o flujo de la misma y su composición química.

### 1.9 Pozos de monitoreo para lixiviados

Los sistemas de monitoreo para lixiviados deberán contar con 2 pozos de muestreo situados, uno en la dirección del flujo de las aguas subterráneas a 150 m. antes de llegar al sitio y otro a 150 m aguas abajo del sitio.

## 2. Construcción de la celda

2.1. La celda deberá ser impermeabilizada artificialmente en la base y los taludes, con objeto de evitar el flujo de lixiviados.

2.2. Se utilizarán membranas de polietileno de alta densidad, con un espesor mínimo 1.5 mm.

2.3. La construcción de la celda deberá contar con los sistemas de captación y de monitoreo de lixiviados, así como de biogas.

2.4. Deberán contar como mínimo con las siguientes obras complementarias: caminos de acceso, báscula, cerca perimetral, caseta de vigilancia, drenaje pluvial y señalamientos.

## 3. Operación

3.1. En la zona de descarga se deberá:

3.1.1. Antes del depósito de los residuos aplicarse una solución de cal, en proporción 3:1 a razón de 10 litros por metro cuadrado.

3.1.2. La descarga de los residuos deberá realizarse mediante sistemas mecanizados.

3.1.3. Una vez depositados los residuos, se les aplicará un baño con la solución de cal indicada en el punto 3.1.1.

3.1.4. En caso de presencia de insectos, deberá aplicarse un insecticida para su eliminación.

3.2. Los residuos deberán compactarse, con objeto de reducir el volumen y prolongar la vida útil de la celda. Para esto deberá utilizarse maquinaria pesada.

3.3. Al final de la jornada, los residuos deberán ser cubiertos en su totalidad con una capa de arcilla compactada, con un espesor mínimo de 30 cm.

3.4. Los vehículos deberán ser desinfectados antes de abandonar el sitio de disposición, así mismo la maquinaria será desinfectada al final de cada jornada.

3.5. Deberá llevarse un registro diario de la cantidad, procedencia y ubicación de los residuos depositados.

## 4. Monitoreo y control

4.1. Se deberá realizar el monitoreo de las aguas subterráneas cada 6 meses para verificar la presencia de lixiviados

4.2. Cuando como consecuencia del monitoreo se detecte la existencia de lixiviados, estos deberán extraerse de los pozos correspondientes para su análisis, tratamiento y posterior confinamiento, conforme a las normas oficiales mexicanas correspondientes.

4.3. Los operarios de las celdas especiales deberán contar con el equipo de protección personal que establezcan las disposiciones aplicables y las normas oficiales mexicanas de seguridad correspondientes

4.4 Se deberá contar con un programa de atención a contingencias, desarrollado específicamente para casos de contingencias y desastres que pudieran ocurrir en las instalaciones y al realizar cualquiera de las actividades propias de la operación.

**5. IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS PARA EL MANEJO Y CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS PELIGROSOS.**

ING. RAFAEL LOPEZ RUIZ



## DESECHOS INDUSTRIALES

### RESIDUOS PELIGROSOS

Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

|   |            |
|---|------------|
| C | corrosivo  |
| R | reactivo   |
| E | explosivo  |
| T | tóxico     |
| I | inflamable |
| B | biológico  |

### CONFINAMIENTO CONTROLADO

Obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos, que garantiza su aislamiento definitivo.

## DESECHOS INDUSTRIALES

- **INERTES**

Escombros, cascajo, etc.

- **COMUNES**

Basura doméstica

- **ESPECIALES**

**Peligrosos y no peligrosos**  
(Específicos de la actividad)

- . **ORGANISMOS:**

Hidrocarburos, alquitranes, solventes, etc.

- . **MINERALES LIQUIDOS:**

Baños de limpieza y tratamiento de superficie de los metales.

- . **MINERALES SOLIDOS:**

Arenas de fundición, sales de temple cianuradas.

- . **PROVENIENTES DE DESCONTAMINACION AGUA Y AIRE:**

Lodos, cenizas/volantes, escorias metálicas.

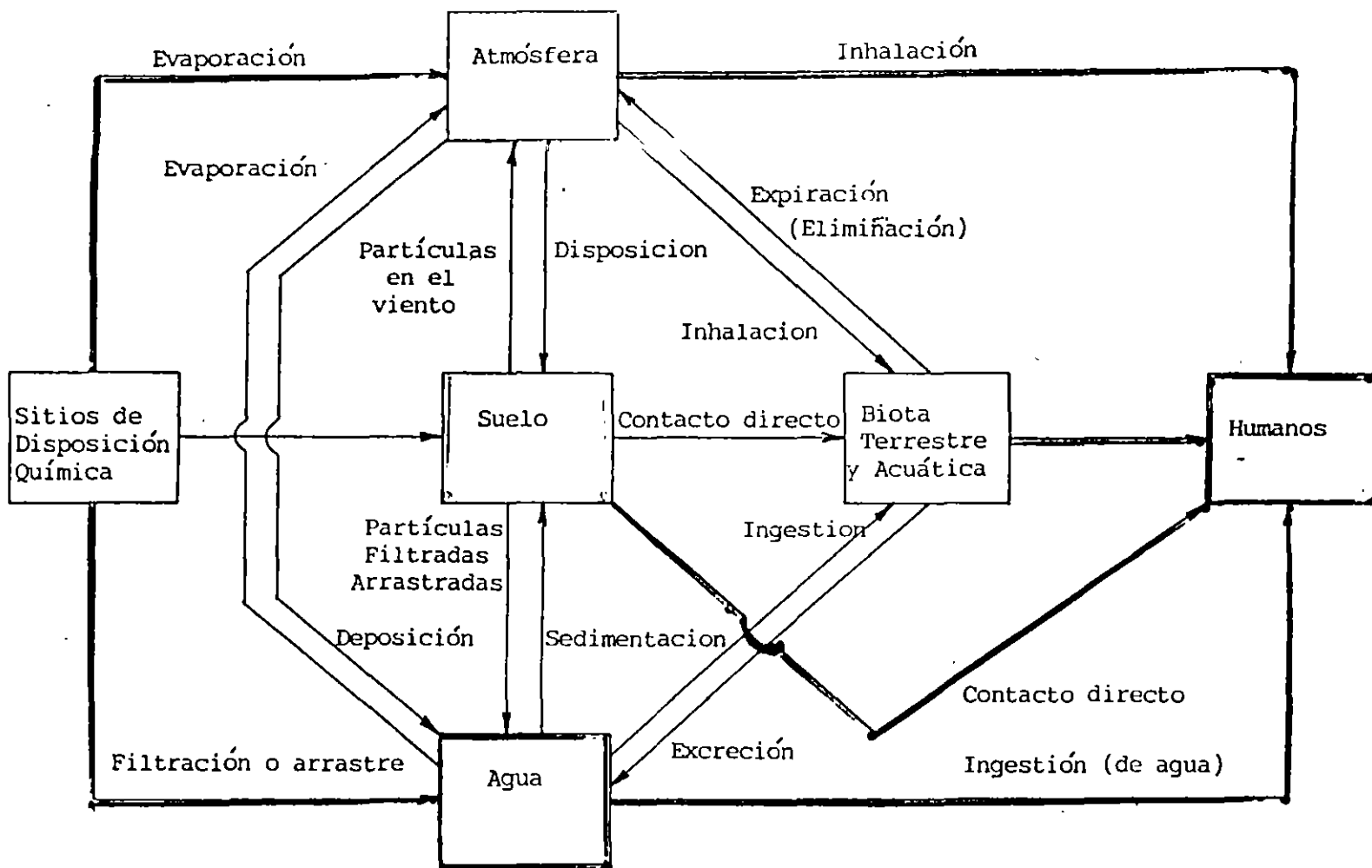


FIG.

.- RUTAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS DE TRANSPORTE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS, SU LIBERACIÓN DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN, Y POTENCIAL PARA LOS HUMANOS.

**- REGLAMENTO EN MATERIA DE  
RESIDUOS PELIGROSOS**

**OBJETIVO**

**NORMAR Y REGULAR LA GENERACION, MANEJO Y  
DISPOSICION DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN LOS  
SECTORES INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS.**

Art. 7o. Quienes pretendan realizar obras o actividades públicas o privadas por las que puedan generarse o manejarse residuos peligrosos, deberán contar con autorización de la Secretaría en los términos de los artículos 28 y 29 de la Ley.

## Art. 8o.- El generador de residuos peligrosos deberá:

- I.- Inscribirse en el registro que para tal efecto establezca la Secretaría
- II.- Llevar una bitácora mensual sobre la generación de sus residuos peligrosos.
- III.- Dar a los residuos peligrosos, el manejo previsto en el Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.
- IV.- Manejar separadamente los residuos peligrosos que sean incompatibles en los términos de las normas técnicas ecológicas respectivas.
- V.- Envasar sus residuos peligrosos, en recipientes que reúnan las condiciones de seguridad previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.
- VI.- Identificar a sus residuos peligrosos con las indicaciones previstas en este reglamento y en las normas técnicas ecológicas respectivas.
- VII.- Almacenar sus residuos peligrosos en condiciones de seguridad y en áreas que reúnan los requisitos previstos en el presente Reglamento y en las normas técnicas ecológicas correspondientes.
- VIII.- Transportar sus residuos peligrosos en los vehículos que determine la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y bajo las condiciones previstas en este Reglamento y en las normas técnicas ecológicas que correspondan.
- IX.- Dar a sus residuos peligrosos el tratamiento que corresponda de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento y las normas técnicas ecológicas respectivas.
- X.- Dar a sus residuos peligrosos la disposición final que corresponda de acuerdo con los métodos previstos en el reglamento y conforme a lo dispuesto por las normas técnicas ecológicas aplicables.
- XI.- Remitir a la Secretaría, en el formato que ésta determine; un informe semestral sobre los movimientos que hubiere efectuado con sus residuos peligrosos durante dicho período; y
- XII.- Las demás previstas en el Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

**Sustancias peligrosas en efluentes de desechos industriales**

| INDUSTRIA                | SUSTANCIAS PELIGROSAS |    |                    |    |    |         |    |    |                  |    |    |
|--------------------------|-----------------------|----|--------------------|----|----|---------|----|----|------------------|----|----|
|                          | As                    | Cd | H<br>Clora<br>dos* | Cr | Cu | Cianuro | Pb | Hg | Organicos varios | Se | Zn |
| Mineria y metalurgia     | X                     | X  |                    | X  | X  | X       | X  | X  |                  | X  | X  |
| Pinturas y lacas         |                       | X  |                    | X  | X  | X       | X  | X  | X                | X  |    |
| Plaguicidas              | X                     |    | X                  |    |    | X       | X  | X  | X                |    | X  |
| Eléctricos y electrónica |                       |    | X                  |    | X  | X       | X  | X  |                  | X  |    |
| Imprenta                 | X                     |    |                    | X  | X  |         | X  |    | X                | X  |    |
| Electroplateado          |                       | X  |                    | X  | X  | X       |    |    |                  |    | X  |
| Química                  |                       |    | X                  | X  | X  |         |    | X  | X                |    |    |
| Explosivos               | X                     |    |                    |    | X  |         | X  | X  | X                |    |    |
| Caucho y plásticos       |                       |    | X                  |    |    | X       |    | X  | X                |    | X  |
| Baterías                 |                       | X  |                    |    |    |         | X  | X  |                  |    | X  |
| Farmacéutica             | X                     |    |                    |    |    |         |    | X  | X                |    |    |
| Textil                   |                       |    |                    | X  | X  |         |    |    | X                |    |    |
| Petróleo y carbón        | X                     |    | X                  |    |    |         | X  |    |                  |    |    |
| Pulpa y papel            |                       |    |                    |    |    |         |    | X  |                  |    |    |
| Cuero                    |                       |    |                    | X  |    |         |    |    | X                |    |    |

\* Incluye difenilos policlorinados.

- Contenido de materia orgánica.
- Contenido de materiales tóxicos.

Las características químicas son importantes para la selección del método de tratamiento o de disposición final de los desechos y para la fabricación de abono.

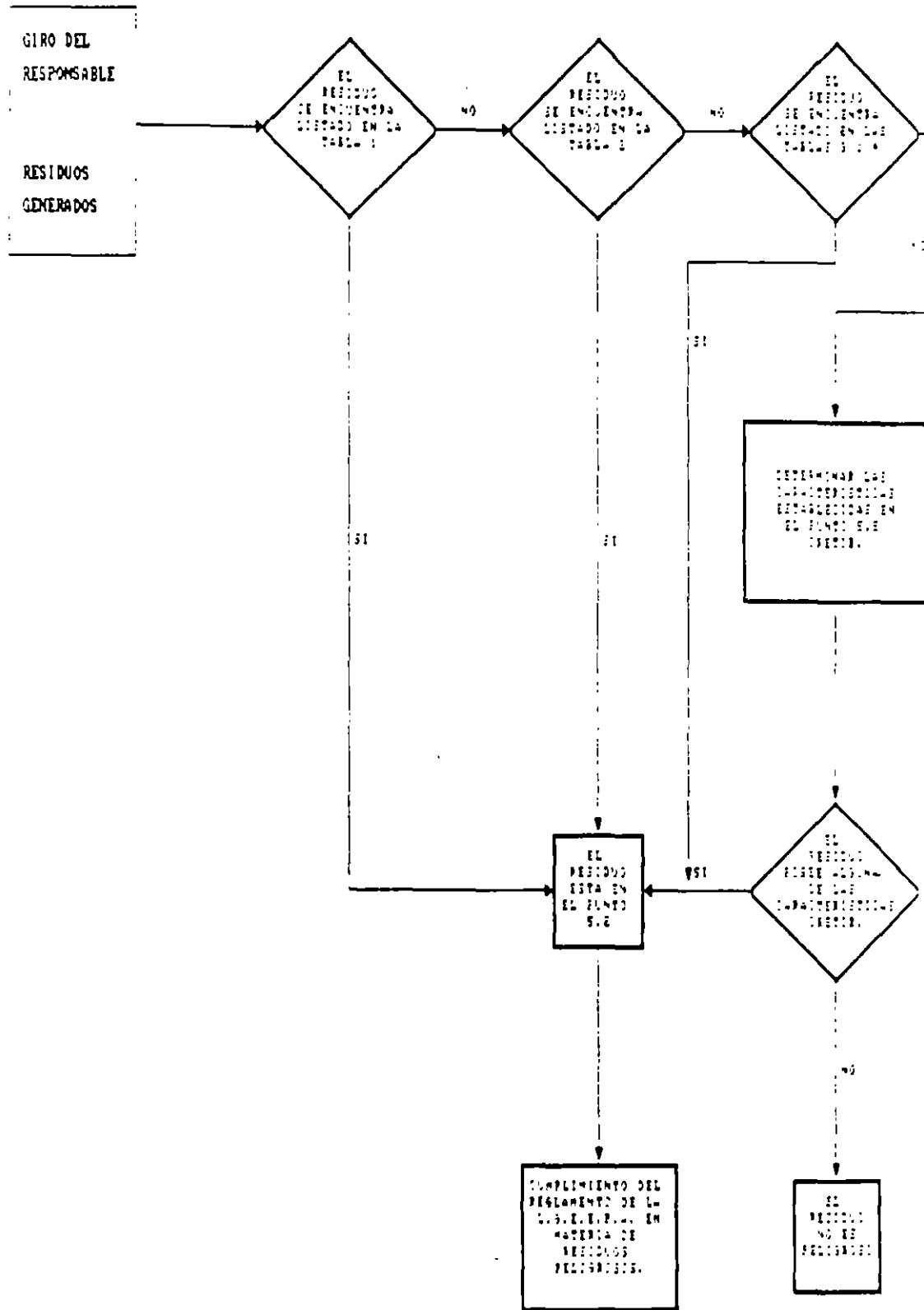
La relación carbono/nitrógeno, el pH y la humedad son también importantes en la producción de abono orgánicos.

**Características biológicas**

Los desechos orgánicos contienen nutrientes protéicos y humedad que asociados a la temperatura ambiente, favorecen el desarrollo microbiano de varias especies, entre las cuales muchas pueden ser patógenas.

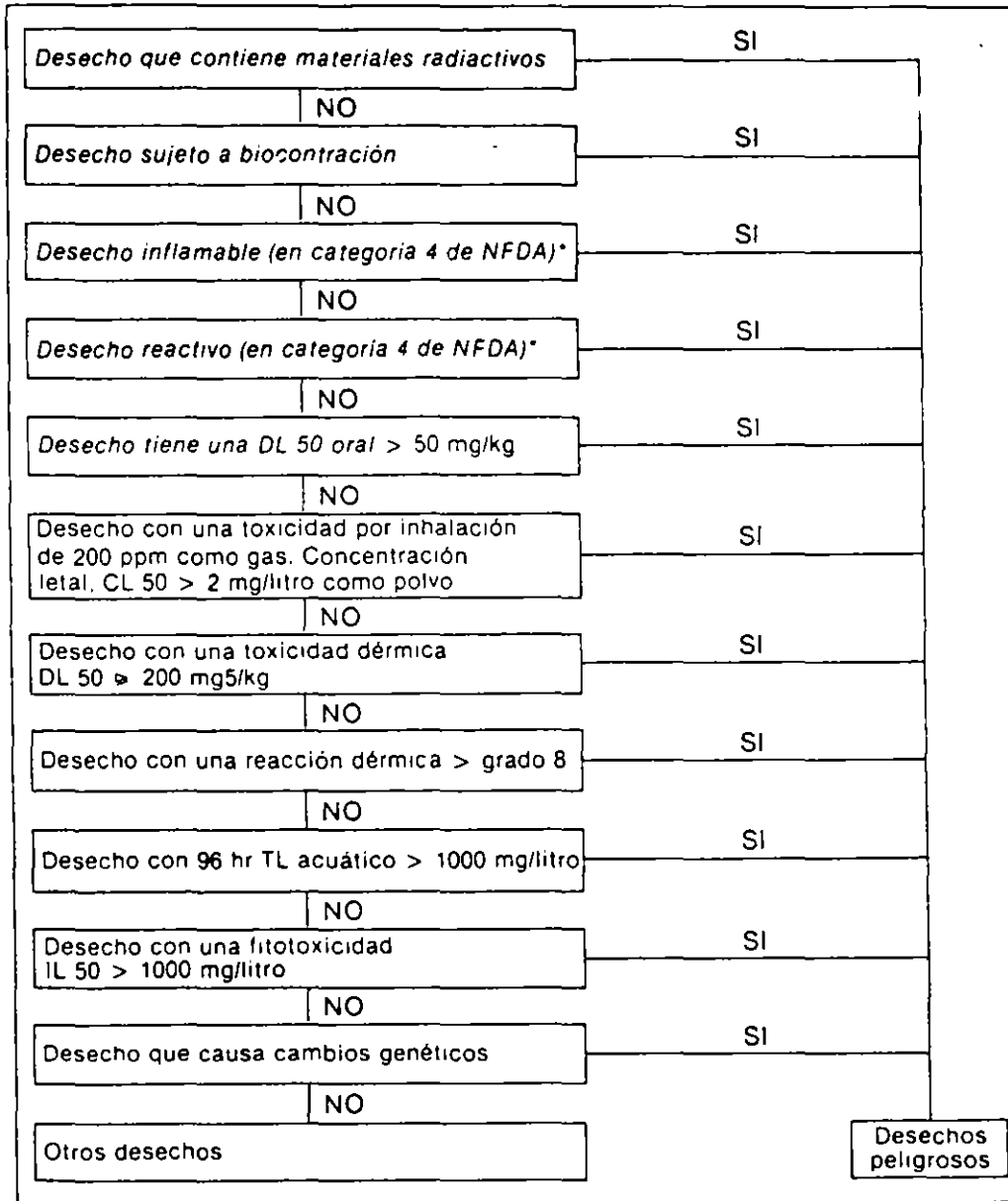
**DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA IDENTIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS:**

9





**Esquema modelo para la selección de desechos peligrosos**



NFPA = National Fire Protection Agency

Fuente: Office of solid solid waste management programs. EPA. Report SW - 155. EUA, 19740

## **LISTADO DE RESIDUOS PELIGROSOS**

**TABLA 1**

(12)

**CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS POR GIRO INDUSTRIAL Y PROCESO**

| No. DE GIRO | INDUSTRIAL Y PROCESO                | CLAVE CRETIB | RESIDUO PELIGROSO                                                                                                     | NO       |
|-------------|-------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1           | ACABADO DE METALES Y GALVANOPLASTIA |              |                                                                                                                       |          |
| 1.1         | PRODUCCION EN GENERAL               | (T)          | LODOS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL LAVADO DE METALES PARA REMOVER SOLUCIONES CONCENTRADAS. | RP1 1/01 |
|             |                                     | (T)          | LODOS PROVENIENTES DE LAS OPERACIONES DEL DESENGRASADO                                                                | RP1 1/02 |
|             |                                     | (T)          | SALES PRECIPITADAS DE LOS BAÑOS DE REGENERACION DE NIQUEL                                                             | RP1 1/03 |
|             |                                     | (T)          | BAÑOS DE ANODIZACIÓN DE ALUMINIO                                                                                      | RP1 1/04 |
|             |                                     | (T.C)        | SOLUCIONES GASTADAS Y RESIDUOS PROVENIENTES DEL LATONADO                                                              | RP1 1/05 |
| 2           | BENEFICIO DE METALES                |              |                                                                                                                       |          |
| 2.1         | FUNDICION DE PLOMO PRIMARIA         | (T)          | LODOS Y POLVOS DEL EQUIPO DE CONTROL DE EMISIONES DEL AFINADO                                                         | RP2 1/01 |
|             |                                     | (T)          | LODOS PROVENIENTES DE LA LAGUNA DE EVAPORACION.                                                                       | RP2 1/02 |
| 2.2         | FUNDICION DE PLOMO SECUNDARIO       | (T)          | LODOS Y POLVOS DEL EQUIPO DE CONTROL DE EMISIONES DEL AFINADO.                                                        | RP2 2/01 |
|             |                                     | (T)          | ESCORIAS PROVENIENTES DEL HORNO.                                                                                      | RP2 2/02 |
|             |                                     | (T)          | LODOS PROVENIENTES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.                                                    | RP2 2/03 |
| 2.3         | PRODUCCION DE ALUMINIO              | (T.C)        | LODOS DE LAS SOLUCIONES DE CAL DEL LAVADOR DE GASES EN LA FUNDICION Y EN LA REFINACION DEL ALUMINIO.                  | RP2 3/01 |
|             |                                     | (T.C)        | SOLUCIONES GASTADAS PROVENIENTES DE LA EMISION.                                                                       | RP2 3/02 |

**TABLA 1**

(13)

**CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS POR GIRO INDUSTRIAL Y PROCESO**

| No. DE GIRO | INDUSTRIAL Y PROCESO                                           | CLAVE CRETIB | RESIDUO PELIGROSO                                                                                   | NO       |
|-------------|----------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 3           | COMPONENTES ELECTRONICOS                                       |              |                                                                                                     |          |
| 31          | OPERACIONES DE MAQUILA FORMACION Y TERMOFORMACION PLASTICA     | (I.T)        | ACEITES RESIDUALES DE LAS OPERACIONES                                                               | RP3 1/01 |
| 32          | OPERACIONES DE MAQUILA QUIMICA/ELECTRO-QUIMICA Y REVESTIMIENTO | (T)          | LODOS DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES                                                       | RP3 2/01 |
| 33          | OPERACIONES DE REVESTIMENT                                     | (T)          | RESIDUOS DE PINTURA                                                                                 | RP3 3/01 |
| 4           | CURTIDURIA                                                     |              |                                                                                                     |          |
| 41          | ACABADOS DE PRODUCTOS DE CUERO                                 | (T)          | RESIDUOS DE LOS ACABADOS                                                                            | RP4 1/01 |
| 42          | CURTIDOS DE CUERO                                              | (T.C)        | RESIDUOS DE LA CURTIDURIA                                                                           | RP4 2/01 |
| 5           | EXPLOSIVOS                                                     |              |                                                                                                     |          |
| 51          | PRODUCCION EN GENERAL                                          | (R.E)        | LODOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES                                                           | RP5 1/01 |
| 6           | PRODUCCION DE HULE                                             |              |                                                                                                     |          |
| 61          | HULE SINTETICO Y NATURAL                                       | (T)          | MATERIALES DE DESECHO PROVENIENTES DE LA TRANSFORMACION EN LA MANUFACTURA DE HULE NATURAL SINTETICO | RP6 1/01 |
|             |                                                                | (T)          | RESIDUOS DE NITROBENCENO PROVENIENTES DE LA INDUSTRIA HULERA.                                       | RP6 1/02 |
| 7           | MATERIALES PLASTICOS Y RESINAS SINTETICAS                      |              |                                                                                                     |          |
| 71          | PRODUCCION DE FIBRA DE RAYO                                    | (T.I)        | FONDAJES DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE MONOMEROS                                                  | RP7 1/01 |
| 72          | PRODUCCION DE LATEX ESTIRENOBUTADIENO                          | (T.I)        | FONDAJES DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE MONOMEROS.                                                 | RP7 2/01 |

# TABLA 1

## CLASIFICACION DE RESIDUOS PELIGROSOS POR GIRO INDUSTRIAL Y PROCESO

| No. DE GIRO | INDUSTRIAL Y PROCESO  | CLAVE CRETIB | RESIDUO PELIGROSO                                                                    | NO       |
|-------------|-----------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 8           | METAL MECANICA        |              |                                                                                      |          |
| 8 1         | PRODUCCION EN GENERAL | (T)          | ACEITES GASTADOS DE CORTE Y ENFRIAMIENTO DE LAS OPERACIONES DE TALLERES DE MAQUINADO | RP8 1/01 |
|             |                       | (T)          | RESIDUOS PROVENIENTES DE LAS OPERACIONES PROVENIENTES DE BARRENADO Y ESMERILADO      | RP8 1/02 |

## TABLA 2

(15)

### CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS POR FUENTE NO ESPECIFICA

| No. DE FUENTE | INDUSTRIAL Y PROCESO                                                      | CLAVE CRETIB | RESIDUO PELIGROSO                                                                                                                                                                                      | NO          |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1             | FUENTES DIVERSAS Y NO ESPECIFICAS                                         |              |                                                                                                                                                                                                        |             |
| 1.1           | FUENTES NO ESPECIFICAS                                                    | (T)          | ENVASES Y TAMBOS VACIOS USADOS EN EL MANEJO DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS                                                                                                                        | RPNE1 1.01  |
|               |                                                                           | (T)          | LÓDOS DE DESECHO DEL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES QUE CONTENGA CUALQUIER SUSTANCIA TOXICA AL AMBIENTE EN CONCENTRACIONES MAYORES A LOS LIMITES SEÑALADOS EN EL ARTICULO 5.5 DE ESTA NORMA | RPNEE1 1.02 |
|               |                                                                           | (T.I)        | ACEITES LUBRICANTES GASTADOS                                                                                                                                                                           | RPNE1 1.03  |
| 1.2           | RESIDUOS PROVENIENTES DE HOSPITALES, LABORATORIOS Y CONSULTORIOS MEDICOS. |              |                                                                                                                                                                                                        |             |
|               |                                                                           | (B)          | RESIDUOS DE SANGRE HUMANA                                                                                                                                                                              | RPNE1 2.01  |
|               |                                                                           | (B)          | RESIDUO DE CULTIVO Y CEPAS DE AGENTES INFECCIOSOS                                                                                                                                                      | RPNE1 2.02  |
|               |                                                                           | (B)          | RESIDUOS PATOLOGICOS                                                                                                                                                                                   | RPNE1 2.03  |

### TABLA 3

#### CLASIFICACION DE RESIDUOS DE MATERIAS PRIMAS QUE SE CONSIDERAN PELIGROSAS EN LA PRODUCCION DE PINTURAS.

| No. DE GIRO | MATERIA PRIMA                                    | CLAVE CRETIB | RESIDUO PELIGROSO            | NO        |
|-------------|--------------------------------------------------|--------------|------------------------------|-----------|
| 1           | ACEITES MINERALES ACIDOS, MONOMEROS Y ANHIDRIDOS |              |                              |           |
| 1 1         | PRODUCCION EN GENERAL                            | (T)          | ACEITES AROMATICOS           | RPP1 1/01 |
|             |                                                  | (T)          | ACEITES NAFTENICOS           | RPP1 1/02 |
|             |                                                  | (T,I)        | ACIDO ACETICO                | RPP1 1/03 |
|             |                                                  | (T,I)        | ACIDO CLORHIDRICO            | RPP1 1/04 |
|             |                                                  | (I)          | ACIDO FUMARICO               | RPP1 1/05 |
| 2           | PEROXIDOS, PLASTIFICANTES, POLIOLES Y VARIOS     |              |                              |           |
| 2 1         | PRODUCCION EN GENERAL                            | (T)          | HIDROXIDO DE AMONIO          | RPP2 1/01 |
|             |                                                  | (T)          | PEROXIDO DE LAURILO          | RPP2 1/02 |
|             |                                                  | (T)          | FTALATO DE BUTIL BENCILO     | RPP2 1/03 |
|             |                                                  | (I)          | PENTAERITRITOL               | RPP2 1/04 |
|             |                                                  | (I)          | PROPILENGLICOL               | RPP2 1/05 |
| 3           | PIGMENTOS                                        |              |                              |           |
| 3 1         | PRODUCTOS EN GENERAL                             | (T)          | AMARILLO NAFTOL              | RPP3 1/01 |
|             |                                                  | (T)          | AZUL FTALOCIANINA            | RPP3 1/02 |
|             |                                                  | (T)          | AZUL VICTORIA COLORANTE      | RPP3 1/03 |
|             |                                                  | (T)          | NARANJA 29-19 PIRAZOLONA     | RPP3 1/04 |
| 4           | RESINAS                                          |              |                              |           |
| 4 1         | DISPERSIONES Y MICRODISPERSIONES EN AGUA.        | (T)          | RESINA DE TOLUENDIISOCIANATO | RPP4 1/01 |
| 4 2         | SINTETICAS EN SOLUCION DE SOLVENTES              | (I)          | ALQUIDALICAS DE ACEITE LARGA | RPP4 2/01 |
|             |                                                  | (T,I)        | ALQUIDALICAS DE ACEITE MEDIO | RPP4 2/02 |

**TABLA 3****CLASIFICACION DE RESIDUOS DE MATERIAS PRIMAS QUE SE CONSIDERAN PELIGROSAS EN LA PRODUCCION DE PINTURAS.**

| No. DE GIRO | MATERIA PRIMA         | CLAVE CRETIB | RESIDUO PELIGROSO           | NO        |
|-------------|-----------------------|--------------|-----------------------------|-----------|
|             |                       | (T)          | EPOXICAS                    | RPP4 203  |
| 5           | SOLVENTES             |              |                             |           |
| 51          | PRODUCCION EN GENERAL | (I)          | ACETATO DE BUTIL CARBITOL   | RPP5 1/01 |
|             |                       | (I)          | ACETATO DE BUTIL CELLOSOLVE | RPP5 1/02 |
|             |                       | (I)          | ACETATO DE CARBITOL         | RPP5 1/03 |
|             |                       | (I)          | ACETATO DE CELLOSOLVE       | RPP5 1/04 |
|             |                       | (I)          | ACETATO DE METIL CELLOSOLVE | RPP5 1/05 |
|             |                       | (I)          | ACETONA                     | RPP5 1/06 |
|             |                       | (I)          | ALCOHOL DIACETONA           | RPP5 1/07 |
|             |                       | (I)          | ALCOHOL ETILICO             | RPP5 1/08 |



**TABLA 4**

**CLASIFICACION DE RESIDUOS Y BOLSAS O ENVASES DE MATERIAS PRIMAS QUE SE CONSIDERAN PELIGROSAS EN LA PRODUCCION DE PINTURAS.**

| <b>No. DE GIRO</b> | <b>RESIDUOS DE MATERIAS PRIMAS Y BOLSAS O ENVASE</b> | <b>CLAVE CRETIB</b> | <b>RESIDUO PELIGROSO</b>     | <b>NO</b> |
|--------------------|------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------|
| 1                  | ACIDOS ANHIDRIDOS, MONOMEROS Y PEROXIDOS             |                     |                              |           |
| 1.1                | PRODUCCION GENERAL                                   | (I)                 | ACIDO ACRILICO               | RPE1 1/01 |
|                    |                                                      | (I)                 | ACIDO AZELAICO               | RPE1 1/02 |
|                    |                                                      | (I)                 | ACIDO DIMETIL PROPILICO      | RPE1 1/03 |
|                    |                                                      | (I)                 | ANHIDRIDO METACRILICO        | RPE1 1/10 |
|                    |                                                      | (I)                 | ANHIDRIDO SUCCINICO          | RPE1 1/11 |
|                    |                                                      | (I)                 | ACETATO DE VINILO            | RPE1 1/12 |
|                    |                                                      | (I)                 | ACRILATO DE BUTILO           | RPE1 1/13 |
|                    |                                                      | (I)                 | ACRILATO DE METILO           | RPE1 1/14 |
|                    |                                                      | (I)                 | ESTIRENO                     | RPE1 1/15 |
| 2                  | SECANTES, PIGMENTOS Y VARIOS                         |                     |                              |           |
| 2.1                | PRODUCCION EN GENERAL                                | (T.I)               | NAFTENATO DE COBALTO         | RPE2.1/01 |
|                    |                                                      | (T)                 | NAFTENATO DE PLOMO           | RPE2 1/02 |
|                    |                                                      | (T.I)               | ALCANOATO DE COBALTO         | RPE2 1/03 |
|                    |                                                      | (T)                 | ALCANOATO DE PLOMO           | RPE2.1/04 |
| 3                  | RESINAS                                              |                     |                              |           |
| 3.1                | SINTETICAS EN SOLUCION DE SOLVENTES.                 | (T.I)               | ACRILICA EN SOLUCION         | RPE3 1/01 |
|                    |                                                      | (T.I)               | ALQUIDALICAS DE ACEITE CORTA | RPE3 1/02 |
|                    |                                                      | (I)                 | FENOL FORMALDEHIDO           | RPE3 1/03 |
| 4                  | SOLVENTES                                            |                     |                              |           |
| 4.1                | PRODUCCION EN GENRAL                                 | (I)                 | ACETATO DE AMILO             | RPE4 1/01 |
|                    |                                                      | (I)                 | ACETATO DE BUTILO            | RPE4 1/02 |

## DESECHOS INDUSTRIALES

- **ELIMINACION**
  - RECICLAJE
  - TRATAMIENTO
    - . Incineración
    - . Tratamiento físico-químico
    - . Rellenos sanitarios
    - . Confinamientos controlados
    - . Confinamientos en formaciones geológicas estables
    - . Receptores agroquímicos

## DESECHOS INDUSTRIALES

- **RECICLAJE**

Esta basado en la premisa "Los desechos de unos son valiosos para otros"

- . TRANSFERENCIA DE MATERIALES DE DESECHOS PELIGROSOS

- . BOLSAS DE INFORMACION DE DESECHOS PELIGROSOS

- **ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN INSTALACIONES PARA:**

- . TRATAMIENTO

- . CONFINAMIENTO

- . ELIMINACION

## DESECHOS INDUSTRIALES

### TRATAMIENTO DE DESECHOS PELIGROSOS PARA VOLVERLOS MENOS PELIGROSOS:

- ESTABILIZACION-FIJACION QUIMICA. En este proceso, químicos se mezclan con lodos de desechos, la mezcla es bombeada a la tierra y la solidificación ocurre en varios días o semanas.
- REDUCCION DE VOLUMEN. Generalmente se logra con la incineración, donde se generan gran cantidad de desechos orgánicos, problemas con emisiones y cenizas.
- SEGREGACION DE DESECHOS. Se segregan por tipo y características químicas.
- DESTOXIFICACION. Procesos térmicos, químicos y biológicos, pueden ser:
  - . Intercambio iónico
  - . incineración
  - . pirólisis
  - . lagunas de estabilización
  - . estanques de estabilización de desechos

## DESECHOS INDUSTRIALES

### - INCINERACION

- VENTAJAS:**
1. Experiencia y tecnología básica disponible y bien desarrollada.
  2. Aplicable a la mayoría de los desechos orgánicos y desechos líquidos combustibles y parcialmente combustibles.
  3. No se requieren grandes áreas de terrenos.

- DESVENTAJAS:**
1. Equipo mas costoso que otras alternativas.
  2. No siempre es la disposición última, ejemplo cenizas pueden ser o no tóxica.
  3. Partículas y gases producidos pueden ser peligrosos para la salud o dañinos a la propiedad.

### Procesos químicos para tratamiento de desechos sólidos

| Proceso                    | Utilización                                                                     |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Acidificación              | Desechos de cenizas y de madera                                                 |
| Alcoholisis                | Desechos de la industria de plásticos                                           |
| Cloración                  | Desechos de frutas                                                              |
| Condensación               | Desechos plásticos y restos de madera                                           |
| Deshidratación y secado    | Industrias del carbón, papel y restos de madera                                 |
| Dilución                   | Industria química                                                               |
| Desplazamiento             | Industria del calcio                                                            |
| Disolución                 | Desechos de industrias del cuero, curtido, de plásticos y de papel              |
| Destilación                | Industria química, alimenticia, desechos petrolíferos, de plásticos y de papel. |
| Hidrogenación              | Industria del papel                                                             |
| Neutralización y nitración | Desechos de la industria azucarera y de desechos de plásticos                   |
| Reducción                  | Industria del cobre y del bronce                                                |
| Vaporización y reducción   | Desechos de cenizas y polvos finos                                              |

Fuente: *Técnicas de defensa del medio ambiente*. Federico de Lara. Tomo I

### REUTILIZACION

Consiste en retirar de los desechos un determinado material que puede ser nuevamente utilizado en el estado en que se encuentra, o como materia prima para la elaboración del mismo producto y de otros elementos, para la producción de vapor de agua, energía eléctrica, o como combustible (ver cuadro 7.3).

## DESECHOS INDUSTRIALES

### - CONFINAMIENTO CONTROLADO DEBE CONTAR CON:

- . CELDAS DE CONFINAMIENTO
- . OBRAS COMPLEMENTARIAS
- . CELDAS DE TRATAMIENTO (EN SU CASO)

### - CONSIDERACIONES DEL SITIO

- . ANALISIS DE RIESGO
- . HIDROLOGIA (arriba de los niveles máximos de agua)
- . CLIMATOLOGIA (fuera del paso de huracanes, tornados, etc. recurrentes)
- . GEOLOGIA (formación geológica estable)
- . ECOLOGIA DEL SITIO (baja densidad de flora y fauna)
- . USO ALTERNATIVO DE LA TIERRA (bajo uso)
- . SALUD (lejos de alta densidad de población y de fuentes de agua)
- . TRANSPORTACION (accesible en todo tiempo para evitar accidentes)
- . FACTORES SOCIOECONOMICOS (éxito o fracaso para un sitio adecuado a las otras consideraciones)

## DESECHOS INDUSTRIALES

### CONFINAMIENTOS CONTROLADOS

#### CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

1. Pendientes de los lados del relleno no deben ser mayores de 3 : 1
2. Sistema colector de filtraciones (sistema primario)
3. Sistema de tratamiento
4. Recubierto con capa impermeable y con pendiente para escurrimientos.
5. Sistema secundario de salvaguarda, consistente en otro sistema recolector de filtraciones que conduzca a una estación de bombeo, de ahí al tratamiento.
6. Un tercer sistema de salvaguardar, consistente en una serie de pozos de muestreo sup-gradiente y sub-gradiente para monitorear el agua y hacer comparaciones de calidad.
7. En caso de probabilidad de producción de gas, debe contarse con un sistema recolector, proveyéndose suficientes puntos de venteo.





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

DIPLOMADO

"PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS"

COMPONENTES DE UN PRESUPUESTO

ING. RAÚL IBARRA RUIZ

## 1.- COMPONENTES DE UN PRESUPUESTO

EN TODA OBRA DE INGENIERIA HAY DOS VARIABLES QUE DEBEN EQUILIBRARSE: EL COSTO Y EL TIEMPO, ES DECIR, DEBEMOS CONSTRUIR AL MENOR COSTO Y EN EL MENOR TIEMPO POSIBLE.

LA PRIMERA VARIABLE , EL COSTO, SE OBTIENE ELABORANDO EL PRESUPUESTO PREVIAMENTE AL INICIO DE LA OBRA. DURANTE LA EJECUCION DE ESTA EL PRESUPUESTO FUNCIONA COMO UN ESTANDAR DE COMPARACION QUE NOS PERMITE DETECTAR EN QUE CONCEPTO Y EN QUE MOMENTO SE ESTA TRABAJANDO CON PERDIDA Y CORREGIRLO DE INMEDIATO.

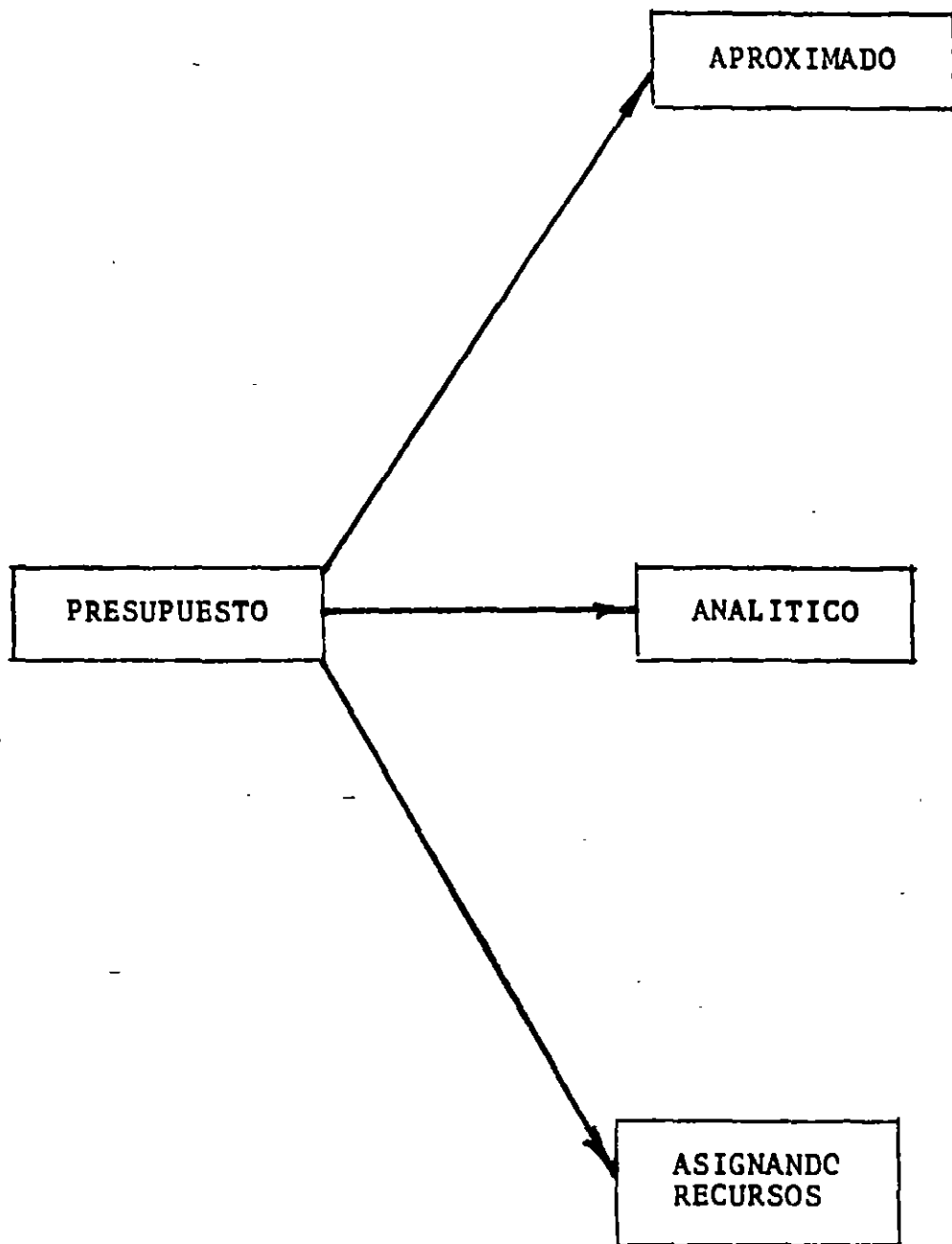
EL SEGUNDO CONCEPTO, EL TIEMPO, SE CONTROLA MEDIANTE OTRO ESTANDAR DE COMPARACION QUE ES EL PROGRAMA DE OBRA, DEL CUAL HABLAREMOS EN LOS PUNTOS 4 Y 5 DE ESTE TEMA.

SEGUN EL GRADO DE APROXIMACION QUE SE REQUIERA EN EL PRESUPUESTO PODEMOS CLASIFICARLOS EN TRES TIPOS: APROXIMADO, ANALITICO Y ASIGNANDO RECURSOS (LAMINAS 1,2 Y 3).

EN EL PRESUPUESTO ANALITICO SE UTILIZA UN FORMATO COMO EL QUE FIGURA EN LOS ANEXOS 1 Y 2.

LA OBRA SE DIVIDE SEGUN SU TIPO EN UN NUMERO DETERMINADO DE CONCEPTOS QUE SON LOS QUE SE ANOTAN EN EL FORMATO EN LA COLUMNA "CONCEPTO".

EN LA COLUMNA "UNIDAD" ANOTAMOS LA QUE CORRESPONDE A CADA CONCEPTO : M3, M2, M, KG., TON, M3-KM, LITRO, LOTE, ETC.



LAMINA 1

a) Costo histórico indexado

$$Pa = Po \times FP \times \frac{Ia}{Io}$$

Pa= Precio actualizado

Po= Precio original o base

FP= Factor de ponderación  
de los insumos

Ia= índice actual

Io= índice original

Presupuesto aproximado

+ 10 a 20%

b) Tabuladores de precios  
oficiales y particulares

PRESUPUESTO ANALITICO

SE CALCULA SIGUIENDO LOS LINEAMIENTOS DE LA LEY DE  
OBRAS PUBLICAS (9 DE ENERO DE 1990)

$$P.U. = C.D. + C.I. + C.F. + U + C.A.$$

DONDE:

P.U. = PRECIO UNITARIO

C.D. = COSTO DIRECTO

C.I. = COSTO INDIRECTO

C.F. = COSTO DE FINANCIAMIENTO

U = UTILIDAD

C.A. = CARGOS ADICIONALES

Hoja 1.

PRESUPUESTO PARA LA \_\_\_\_\_  
(Construcción, reparación, ampliación, terminación)

DE LA CASA No. \_\_\_\_\_ DE LA CALLE \_\_\_\_\_ LOTE No. \_\_\_\_\_

MANZ. No. \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_ PROPIEDAD DE \_\_\_\_\_  
(Colonia o población)

1.—“ALBAÑILERIA”.

|                                        | UNIDAD           | CANTIDAD | PRECIO<br>UNIT. | IMPORTE |
|----------------------------------------|------------------|----------|-----------------|---------|
| 1.—Demoliciones _____                  | M <sup>3</sup> . |          |                 |         |
| 2.—Excavación _____                    | M <sup>3</sup> . |          |                 |         |
| 3.—Consolidación _____                 | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 4.—Cimientos piedra _____              | M <sup>3</sup> . |          |                 |         |
| 5.—Cimientos concreto _____            | M <sup>3</sup> . |          |                 |         |
| 6.—Dala sobre cimientos _____          | ML.              |          |                 |         |
| 7.—Muros de tabique de .14 _____       | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 8.—Pretilos de _____                   | ML.              |          |                 |         |
| 9.—Muros de tabique de .07 _____       | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 10.—Muros de tabique de .21 _____      | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 11.—Muros de tabique de .28 _____      | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 12.—Dalas de cerramientos _____        | ML.              |          |                 |         |
| 13.—Castillos de concreto _____        | ML.              |          |                 |         |
| 14.—Columnas de concreto _____         | ML.              |          |                 |         |
| 15.—Columnas de acero _____            | Kg.              |          |                 |         |
| 16.—Trabes de concreto _____           | M <sup>3</sup> . |          |                 |         |
| 17.—Trabes de acero _____              | Kg.              |          |                 |         |
| 18.—Entrepiso de concreto _____        | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 19.—Techo de concreto _____            | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 20.—Tragaluces de prismáticos _____    | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 21.—Chaflán y remate pretilos _____    | ML.              |          |                 |         |
| 22.—Aplanados de cal _____             | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 23.—Firmes para pisos _____            | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 24.—Albañal de 15 cm. _____            | ML.              |          |                 |         |
| 25.—Registros con tapa _____           | Pza.             |          |                 |         |
| 26.—Cajas con coladera _____           | Pza.             |          |                 |         |
| 27.—Escalones forjados tabique _____   | ML.              |          |                 |         |
| 28.—Repizones de _____                 | ML.              |          |                 |         |
| 29.—Pisos mosaico _____                | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 30.—Pisos cemento _____                | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 31.—Pisos cerámica _____               | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 32.—Banquetas de cemento _____         | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 33.—Andadores losas coladas _____      | M <sup>2</sup> . |          |                 |         |
| 34.—Sardineles _____                   | Pza.             |          |                 |         |
| 35.—Lavadero pileta colocado _____     | Pza.             |          |                 |         |
| 36.—Bases de tinacos _____             | Pza.             |          |                 |         |
| 37.—Bardas de _____ M. altura _____    | ML.              |          |                 |         |
| 38.—Ceja en pretilos _____             | ML.              |          |                 |         |
| 39.—Rampa de escalera _____            | Pza.             |          |                 |         |
| 40.—Escalones granito, colocados _____ | ML.              |          |                 |         |

ANEXO 1

| No.                        | INCISO                 | DESCRIPCION                                                                                                                                                 | UNIDAD | CANTIDAD  |
|----------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| <b>TERRACERIAS 3.01.01</b> |                        |                                                                                                                                                             |        |           |
| 1                          | 009C<br>009C02<br>009D | <b>DESMONTE</b><br>Desmonte, por unidad de obra terminada (inciso 002-H.02)                                                                                 | Ha     | 333       |
| 2                          | 009D04                 | <b>CORTES</b><br>Despalmes, desperdiciando el material, por unidad de obra terminada (inciso 003-H.03) :                                                    |        |           |
| 3                          | 009D04a                | De cortes                                                                                                                                                   | m3     | 283,000   |
| 4                          | 009D04b                | Para desplante de terraplenes                                                                                                                               | m3     | 370,360   |
| 5                          | 009D05                 | Escalones, por unidad de obra terminada (inciso 003-H.03 y EP 003-E.01), en laderas con pendiente transversal igual o mayor de veinticinco por ciento (25%) |        |           |
| 6                          | 009D05a                | Cuando el material se utilice para la formación de terraplenes                                                                                              | m3     | 553,410   |
| 7                          | 009D05b                | Cuando el material se desperdicie                                                                                                                           | m3     | 551,430   |
| 8                          | 009D06                 | Excavaciones, por unidad de obra terminada (inciso 003-H.04 y EP 003-E.01) :                                                                                |        |           |
| 9                          | 009D06a                | En cortes y adicionales abajo de la subrasante :                                                                                                            |        |           |
| 10                         | 009D06a01              | Cuando el material se utilice para la formación de terraplenes                                                                                              | m3     | 7,188,700 |
| 11                         | 009D06a02              | Cuando el material se desperdicie                                                                                                                           | m3     | 2,899,810 |
| 12                         | 009D06b                | En ampliación de cortes :                                                                                                                                   |        |           |
| 13                         | 009D06b02              | Cuando el material se desperdicie                                                                                                                           | m3     | 50,000    |
| 14                         | 009D06c                | En abatimiento de taludes :                                                                                                                                 |        |           |
| 15                         | 009D06c02              | Cuando el material se desperdicie                                                                                                                           | m3     | 100,000   |
| 16                         | 009D06d                | En rebajes de la corona de cortes y/o de terraplenes existentes :                                                                                           |        |           |
| 17                         | 009D06d02              | Cuando el material se desperdicie                                                                                                                           | m3     | 5,720     |
| 18                         | 009D06e                | Abriendo cajas para desplante de terraplenes :                                                                                                              |        |           |
| 19                         | 009D06e01              | Cuando el material se utilice para la formación de terraplenes                                                                                              | m3     | 3,640     |

ANEXO 2

LA CANTIDAD, TERCERA COLUMNA, ES LA CANTIDAD DE OBRA POR EJECUTAR Y SE OBTIENE DE LOS PLANOS DEL PROYECTO. PARA MAYOR CLARIDAD, EVITAR ERRORES Y FACILITAR SU REVISION, SE USA EL FORMATO DE "NUMEROS GENERADORES" (ANEXO 3). ESTO ES CUANTIFICAR LA OBRA Y ES NECESARIO TANTO PARA FORMULAR EL PRESUPUESTO COMO PARA ELABORAR EL PROGRAMA DE OBRA.

EN LA COLUMNA DE PRECIO UNITARIO SE ASIENTA EL CORRESPONDIENTE A CADA CONCEPTO, CALCULADO SEGUN LAS "REGLAS GENERALES Y LINEAMIENTOS PARA LA INTEGRACION DE LOS PRECIOS Y DEL PROCEDIMIENTO PARA EL AJUSTE DE LOS MISMOS, RELATIVOS A LA CONTRATACION Y EJECUCION DE OBRAS PUBLICAS".

EN LA ULTIMA COLUMNA "IMPORTE" ANOTAMOS EL PRODUCTO DE "CANTIDAD" POR "PRECIO UNITARIO".

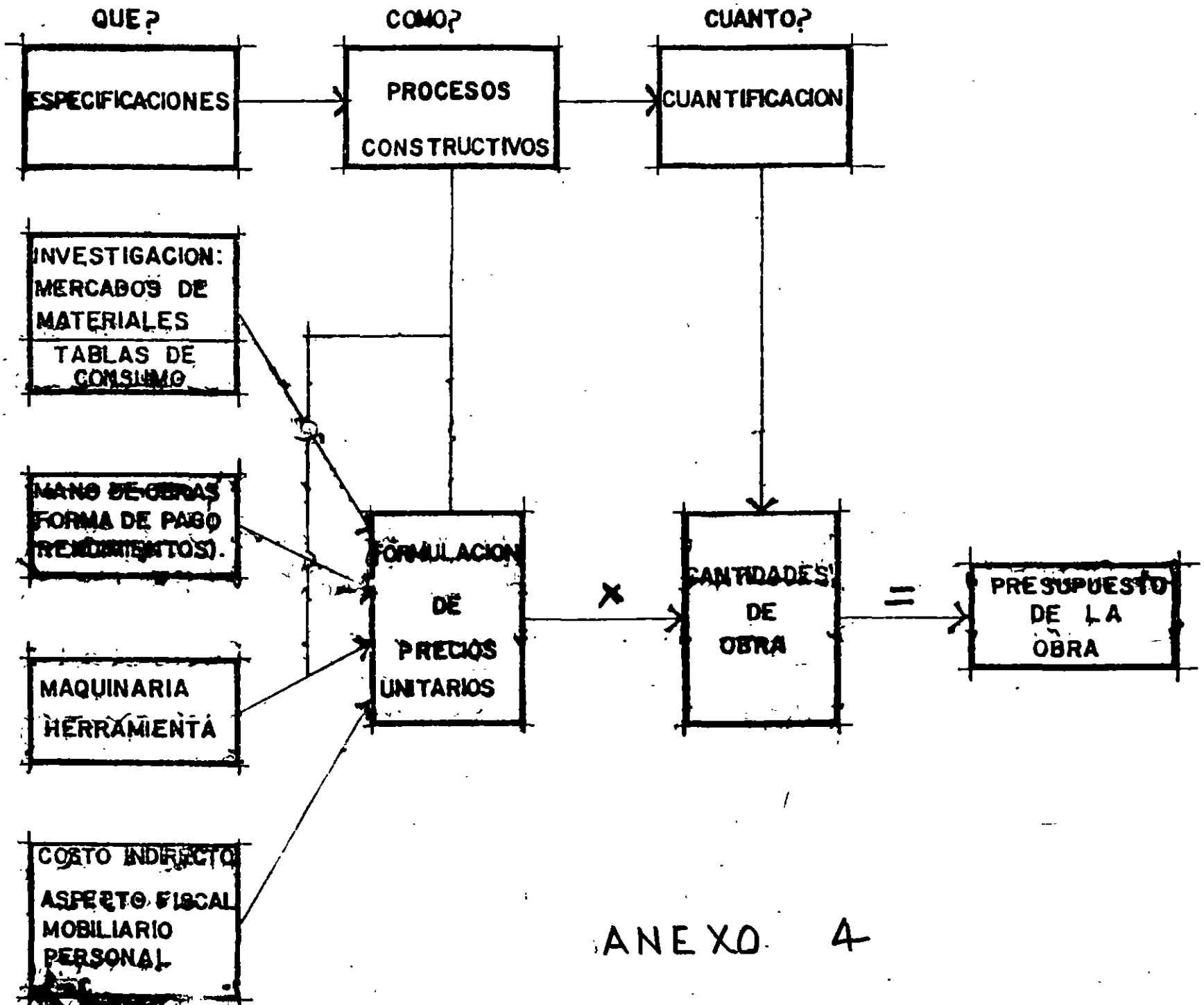
EL ANEXO 4 NOS INDICA LOS REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA LLEGAR AL PRESUPUESTO DE LA OBRA.

A CONTINUACION DAREMOS UN EJEMPLO DE UN PRESUPUESTO ASIGNANDO RECURSOS (LAMINA 1).

SE ANALIZAN UNICAMENTE LOS CONCEPTOS DE MAYOR PESO EN LA CUANTIFICACION DE LA OBRA, LOS QUE LOGICAMENTE SERAN TAMBIEN LOS DE MAYOR PESO EN EL PRESUPUESTO; DE CADA UNO DE ELLOS SE CALCULAN LOS RECURSOS NECESARIOS PARA REALIZARLOS (MATERIALES, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA) CONSIDERANDO LOS VOLUMENES POR EJECUTAR Y LOS RENDIMIENTOS HORARIOS DE CADA UNA DE LAS MAQUINAS, ASI COMO EL PLAZO DE EJECUCION.







ANEXO 4

MEDIANTE ESTE METODO OBTENDREMOS EN FORMA RAPIDA UN MONTO APROXIMADO DE LA OBRA YA QUE NO SE REQUIERE CALCULAR PRECIOS UNITARIOS.

HAREMOS ESTE EJEMPLO CON UN SOLO CONCEPTO, EL PROCEDIMIENTO SERA IGUAL CON EL RESTO DE LOS CONCEPTOS SELECCIONADOS.

EN UN PRESUPUESTO PARA UN CAMINO FIGURA EL CONCEPTO:

EXCAVACIONES EN CORTES 750,000 M3

LOS DATOS QUE NECESITAMOS SON LOS SIGUIENTES:

a). SELECCIONAR LA MAQUINARIA QUE VAMOS A UTILIZAR, QUE SERA PREFERENTEMENTE LA QUE ES PROPIEDAD DE LA COMPAÑIA, POR EJEMPLO UN TRACTOR CATERPILLAR D-8.

b). RENDIMIENTO HORARIO DE ESTA MAQUINA EN EL TRABAJO DE EXCAVACION EN CORTE 101 M3/HR

c). COSTO HORARIO DE LA MAQUINA NP\$ 282.70

d). PLAZO DE EJECUCION : 6 MESES (150 DIAS)

CONSIDERANDO EL VOLUMEN POR EJECUTAR Y EL RENDIMIENTO DE LA MAQUINA CALCULAMOS LAS HORAS MAQUINA NECESARIAS:

$$750,000 \text{ M3} / 101 \text{ M3/HR} = 7\,426 \text{ HR}$$

POR LO TANTO EL IMPORTE DE ESTE CONCEPTO SERA:

$$7\,426 \text{ HR} \times \text{NP}\$282.70 = \text{N}\$ 2\,099,330.00$$

EL COSTO HORARIO ESTA INTEGRADO POR CARGOS FIJOS, CARGOS POR CONSUMO Y CARGOS POR OPERACION.

COMO CALCULO ADICIONAL CALCULAREMOS CUANTOS TRACTORES NECESITAMOS ASIGNAR A ESTE CONCEPTO PARA CUMPLIR CON EL PLAZO FIJADO

750 000 M3/150 DIAS = 5000 M3/DIA

RENDIMIENTO POR TURNO DE UN TRACTOR: 8 HR x 101 M3/HORA = 808 M3

TRACTORES NECESARIOS: 5000 M3/DIA / 808 M3 = 6

ESTE DATO NOS SERIA DE UTILIDAD EN EL CASO DE QUE EL TRACTOR FUERA RENTADO YA QUE ADEMAS DEL IMPORTE DE LA RENTA DIARIA HABRIA QUE ESTIMAR SUELDOS DE OPERADORES Y CONSUMOS DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES.

EN ESTE METODO MODIFICACIONES EN LOS VOLUMENES DE OBRA SE TRADUCEN EN AUMENTO O DISMINUCION DE LOS RECURSOS.

## 2.- ANALISIS DE PRESUPUESTOS POR INDICADORES

UN PRESUPUESTO APROXIMADO PUEDE HACERSE UTILIZANDO PARA LA CUANTIFICACION INDICADORES QUE RELACIONAN DOS ELEMENTOS DE LA OBRA, POR EJEMPLO:

$$\text{SUP. MUROS/SUP. RECUBRIMIENTOS} = 0.5$$

POR LO TANTO, MULTIPLICANDO LA SUPERFICIE DE MUROS POR 0.5 OBTENEMOS CON BASTANTE APROXIMACION LA SUPERFICIE DE RECUBRIMIENTOS.

A CONTINUACION TENEMOS UNA TABLA CON ALGUNOS INDICADORES DE CONCEPTOS DE ALBAÑILERIA.

| C O N C E P T O                           | PARAMETROS |            |
|-------------------------------------------|------------|------------|
|                                           | MINIMO     | MAXIMO     |
| 1 . MUROS/RECUBRIMIENTOS                  |            | 0.5 M2/M2  |
| 2 . LOSA/PISOS                            |            | 1.0 M2/M2  |
| 3 . CIMBRA EN ZAPATAS/CONCRETO EN ZAPATAS | 1          | 3 M2/M3    |
| 4 . CIMBRA EN CONTRATRABES/ CON. EN CONT. | 13.3       | 17.5 M2/M2 |
| 5 . CIMBRA LOSAS TAPA CIMENT/CONCRETO     | 5          | 10 M2/M3   |
| 6 . CIMBRA EN COLUMNAS/CONCRETO EN COL.   | 6          | 16 M2/M3   |
| 7 . CIMBRA EN TRABES/CONCRETO EN TRABES   | 7          | 16 M2/M3   |
| 8 . CIMBRA EN LOSAS/CONCRETO EN LOSAS     | 5          | 12.5 M2/M3 |

RELACION ACERO/CONCRETO

| E L E M E N T O                    | K G / M 3     |
|------------------------------------|---------------|
| ZAPATA AISLADA                     | 60            |
| ZAPATA CORRIDA                     | 60            |
| CONTRATABES                        | 150           |
| DADOS                              | 200           |
| TRABES DE LIGA                     | 150           |
| FIRME                              | 27            |
| COLUMNAS                           | 200 - 350     |
| TRABES                             | 150 - 200     |
| LOSA DE 0.10 M                     | 60            |
| LOSA RETICULAR                     | 100 - 150     |
| PRETILES Y FALDONES                | 60            |
| ESTRUCTURAS METALICAS QUE SOPORTAN |               |
| TECHUMBRE DE LAMINA                | 25 - 35 KG/M2 |
| COLUMNAS METALICAS                 | 5 - 7 KG/M2   |

### 3.- ANALISIS DE PRESUPUESTOS POR COMPARACION Y ESTADISTICAS

ESTE TIPO DE PRESUPUESTOS SE REALIZAN TOMANDO COMO BASE DATOS REALES Y ACTUALIZADOS DE OBRAS EN OPERACION, POR EJEMPLO UNA PLANTA HIDROELECTRICA, UNA PRESA DE ALMACENAMIENTO ETC.

DIVIDIENDO SU COSTO ENTRE SU CAPACIDAD TENDREMOS UN COSTO POR KILOWAT O POR METRO CUBICO ALMACENADO QUE MULTIPLICADO POR LA CAPACIDAD DE LA OBRA EN PROYECTO Y POR UN FACTOR DE ACTUALIZACION NOS PERMITE TENER EN FORMA RAPIDA UN PRESUPUESTO APROXIMADO.

PUEDE TAMBIEN APLICARSE LA LEY DE PARETTO ANALIZANDO EL PRESUPUESTO DE UNA OBRA SIMILAR, YA CONSTRUIDA, CONSIDERANDO UNICAMENTE LOS CONCEPTOS DE MAYOR PESO Y QUE EN CONJUNTO SUMEN EL 80% DEL MONTO TOTAL, LOS CUALES, SEGUN LA CITADA LEY SERAN APENAS EL 20% DEL TOTAL DE CONCEPTOS. UNA VEZ HECHO ESTO, CON LA AYUDA DE DATOS ESTADISTICOS DE LOS PRECIOS DE LOS MATERIALES, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA, EN LA FECHA DE CONSTRUCCION DE LA OBRA QUE ESTAMOS TOMANDO COMO REFERENCIA, COMPARANDOLOS CON LOS VALORES ACTUALES PODEMOS TENER UN PRESUPUESTO APROXIMADO.

#### 4.- EVALUACION DE PROGRAMAS DE OBRA

EL PROGRAMA DE OBRA ES LA HERRAMIENTA QUE NOS PERMITIRA CONTROLAR EL AVANCE QUE SE VA TENIENDO POR SEMANA O POR MES A FIN DE LOGRAR QUE SE TERMINE DENTRO DEL PLAZO PROGRAMADO, CORRIENDO OPORTUNAMENTE LAS FALLAS O ERRORES QUE SE HAYAN COMETIDO.

ESTE PROGRAMA DEBE SER CONGRUENTE CON :

- a). EL PROCESO CONSTRUCTIVO
- b). LOS VOLUMENES DE OBRA
- c). RENDIMIENTOS DE LA MANO DE OBRA Y LA MAQUINARIA

EL PROGRAMA DE OBRA ES LA REPRESENTACION GRAFICA DE LA SECUENCIA CON QUE SE EJECUTARAN LAS DIVERSAS ACTIVIDADES Y SU DURACION. LOS METODOS MAS USADOS PARA ELABORARLOS SON :

- METODO DE BARRAS O DE GANTT
- METODO DE LA RUTA CRITICA O CPM (CRITICAL PATH METHOD)

EL PRIMERO ES EL MAS ANTIGUO. EL SEGUNDO SE INICIO EN EL AÑO DE 1957 EN LOS E.E.U.U., SIMULTANEAMENTE POR M. R. WALKER Y J.K. KELLY JR. Y POR LA MARINA DE ESE PAIS.

AMBOS PARTEN DE UNA INFORMACION BASICA QUE ES LA DURACION DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES EN QUE SE HA DIVIDIDO LA OBRA.

ESTE CALCULO SE REALIZA DIVIDIENDO EL VOLUMEN DE OBRA POR EJECUTAR ENTRE EL RENDIMIENTO POR JORNADA DE LA O LAS CUADRILLAS QUE SE VAN A ASIGNAR A LA ACTIVIDAD EN PARTICULAR. SI EL TRABAJO LO VAMOS A REALIZAR CON UNA MAQUINA, DIVIDIMOS ENTRE SU RENDIMIENTO, O SEA, LA CANTIDAD DE TRABAJO QUE NOS ENTREGA EN UNA JORNADA DE 8 HRS.



### METODO DE BARRAS O DE GANTT

EN ESTE METODO SE REPRESENTA LA DURACION DE LA ACTIVIDAD MEDIANTE UNA BARRA CUYA LONGITUD ES EL NUMERO DE SEMANAS O MESES CALCULADOS EN LA FORMA YA DESCRITA.

LAS BARRAS SE VAN COLOCANDO EN LOS CASILLEROS CORRESPONDIENTES A LAS SEMANAS O MESES EN QUE SE VAYAN A INICIAR LAS ACTIVIDADES, TOMANDO EN CUENTA EL PROCESO CONSTRUCTIVO QUE SE VA A SEGUIR, SIENDO POR LO TANTO DETERMINANTE LA EXPERIENCIA O CRITERIO DE LA PERSONA QUE ESTA FORMULANDO EL PROGRAMA.

LA DURACION DE LA OBRA O SEA LA FECHA DE SU TERMINACION NOS LA DARA LA ULTIMA ACTIVIDAD POR REALIZAR.

ESTA FECHA O DURACION OBTENIDA EN UN PRIMER INTENTO PUEDE REDUCIRSE ANTICIPANDO EN ALGUNOS DIAS O SEMANAS LA INICIACION DE ALGUNA O ALGUNAS ACTIVIDADES, SIEMPRE Y CUANDO LO PERMITAN EL PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO Y LOS RECURSOS DISPONIBLES (HUMANOS O DE EQUIPO).

COMO SE VE, ESTE METODO TIENE COMO UNICA VENTAJA SU FACILIDAD DE INTERPRETACION, PERO EN CONTRAPARTIDA TIENE LA DESVENTAJA QUE EL CRITERIO DEL PROGRAMADOR ES DEFINITIVO, LO QUE AL VARIAR DE UNA PERSONA A OTRA DA COMO RESULTADO DIFERENTES SOLUCIONES.

### METODO DE LA RUTA CRITICA (CPM)

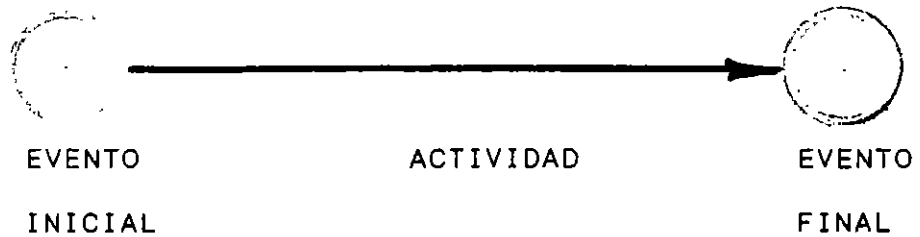
DESPUES DE HABER CALCULADO LAS DURACIONES DE LAS ACTIVIDADES COMO SE INDICO EN EL METODO ANTERIOR, SE CLASIFICAN, MEDIANTE UNA MATRIZ DE PRECEDENCIA (ANEXO 4<sup>1</sup>), EN AQUELLAS QUE PUEDEN REALIZARSE "INMEDIATAMENTE DESPUES", SI NOS GUIAMOS POR RENGLONES, O LAS QUE

# MATRIZ DE PRECEDENCIA

| No. | DESCRIPCION                 | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V |
|-----|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A   | EXCAVACION                  | # | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| B   | COLADO DE ZAPATAS           |   | # | X |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |
| C   | COLOCACION ESTRUCTURA       |   |   | # | X |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| D   | MUROS TABIQUE               |   |   |   | # |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |
| E   | INSTALACION DRENAJE         |   |   |   |   | # | X | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| F   | COLADO LOSA INFERIOR        |   |   |   |   |   | # |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| G   | INSTALACION PLOMERIA        |   |   |   |   |   |   | # |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| H   | CABLEADO ELECTRICO          |   |   |   |   |   |   |   | # |   | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| I   | INSTALACION CALEFACCION     |   |   |   |   |   |   |   |   | # | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| J   | ACABADOS YESO               |   |   |   |   |   |   |   |   |   | # | X |   |   |   | X |   |   |   |   |   |   |   |
| K   | COLOCACION LOSETA           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | # | X | X |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| L   | INSTALACION COCINA          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | # |   |   |   |   |   |   |   | X |   |   |
| M   | TERMINADO BAÑOS             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | # |   |   |   |   |   |   | X |   |   |
| N   | CARPINTERIA                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | # |   |   |   |   | X |   |   |   |
| O   | T.E.C.H.O.                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | # | X |   |   |   |   |   |   |
| P   | REGISTROS Y CAÑOS           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | # |   |   |   |   | X |   |
| Q   | BAJADAS DE AGUA             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | # |   |   |   |   | X |
| R   | PULIDO LOSETA               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | # |   |   |   |   |
| S   | PINTURA                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | # | X |   |   |
| T   | INSTALACION FINAL ELECTRICA |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | # | X |   |
| U   | NIVELACION JARDIN           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | # | X |
| V   | ARJADOR DEL JARDIN          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | # |

PUEDEN REALIZARSE "INMEDIATAMENTE ANTES" SI NOS GUIAMOS POR COLUMNAS.

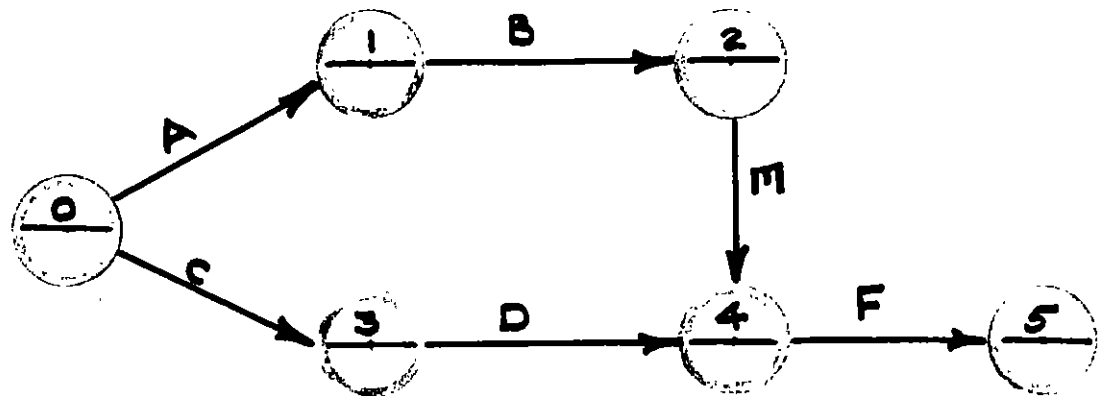
CON ESTA INFORMACION PODEMOS TRAZAR LA RED EN LA QUE CADA ACTIVIDAD QUEDA REPRESENTADA POR UNA FLECHA, CUYA LONGITUD NO TIENE NINGUN SIGNIFICADO; LIMITADA EN SU ORIGEN POR UN CIRCULO LLAMADO EVENTO INICIAL QUE MARCA EL INICIO DE LA ACTIVIDAD. EN SU OTRO EXTREMO ESTA LIMITADA POR OTRO CIRCULO "EVENTO FINAL" QUE MARCA SU TERMINACION.



ESTOS "EVENTOS" SE UTILIZAN PARA IDENTIFICAR UNA ACTIVIDAD, COMO SE MUESTRA EN FIGURA SIGUIENTE



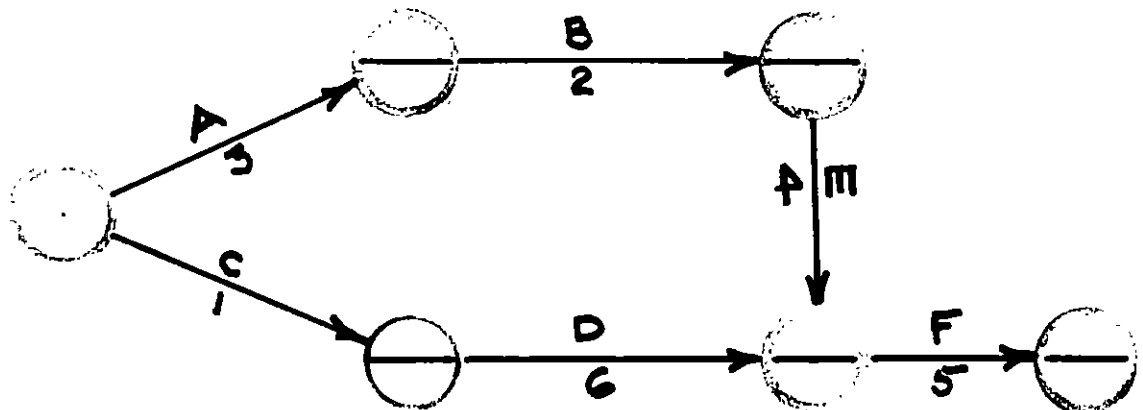
PODEMOS REFERIRNOS A LA ACTIVIDAD "A" O A LA ACTIVIDAD 1-2  
UNA RED PUEDE SER LA SIGUIENTE



SUPONGAMOS QUE LAS DURACIONES CALCULADAS PARA CADA ACTIVIDAD FUERON LAS SIGUIENTES :

| ACTIVIDAD | DURACION EN JORNADAS |
|-----------|----------------------|
| A 0-1     | 3                    |
| B 1-2     | 2                    |
| C 0-3     | 1                    |
| D 3-4     | 6                    |
| E 2-4     | 4                    |
| F 4-5     | 5                    |

EN LA PARTE INFERIOR DE CADA FLECHA ANOTAMOS SU DURACION



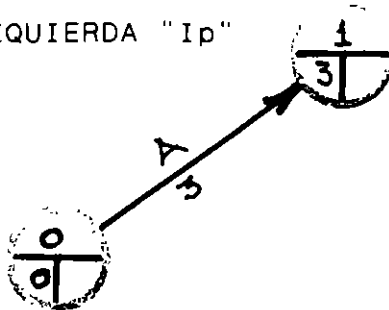
CADA EVENTO LO SUBDIVIDIREMOS EN ESTA FORMA



EN LA MITAD SUPERIOR ANOTAMOS SU NUMERO. EN EL CASILLERO DEL LADO IZQUIERDO ANOTAMOS LA FECHA DE INICIO QUE LLAMAREMOS "INICIACION PROXIMA" Y QUE PARA EL PRIMER EVENTO SERA EL DIA CERO.

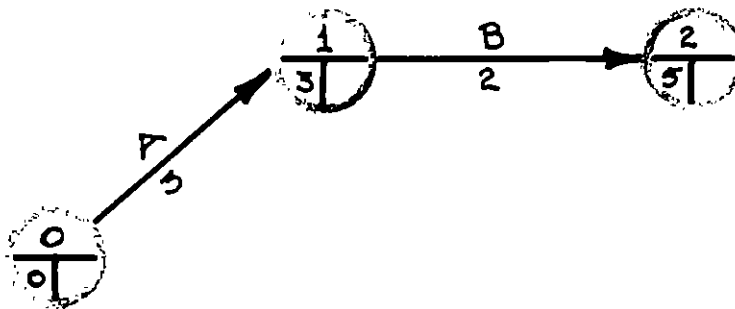
RECORRIENDO LA RED EN EL SENTIDO DE LAS FLECHAS VAMOS SUMANDO

LAS DURACIONES DE CADA ACTIVIDAD Y ANOTANDO EL RESULTADO EN EL CASILLERO DE LA IZQUIERDA "Ip"



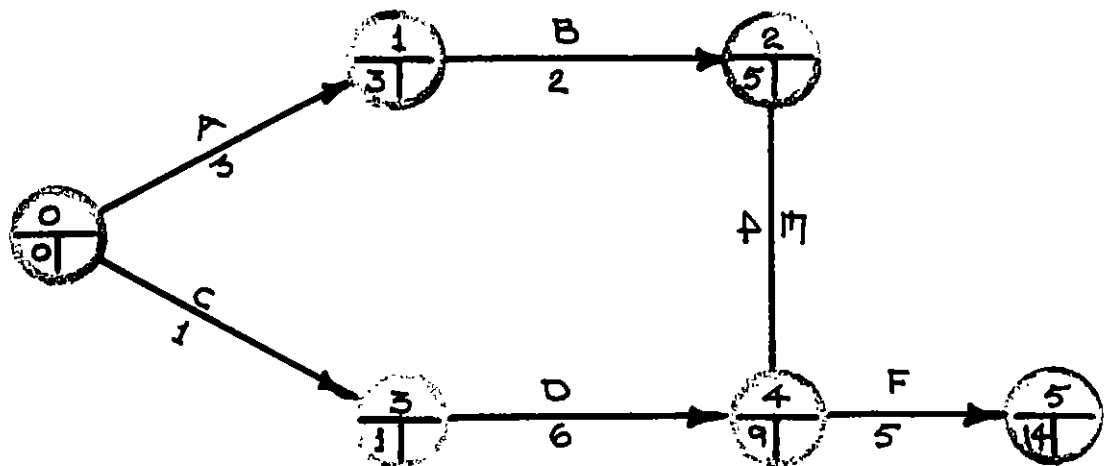
ESTO SE INTERPRETA QUE LA ACTIVIDAD "A" SE INICIA EL DIA CERO Y SE TERMINA EL DIA TRES.

CONTINUAMOS CON LA ACTIVIDAD B



LA ACTIVIDAD B SE INICIA EL DIA 3 (AL TERMINAR LA ACTIVIDAD A) Y TERMINA EL DIA 5.

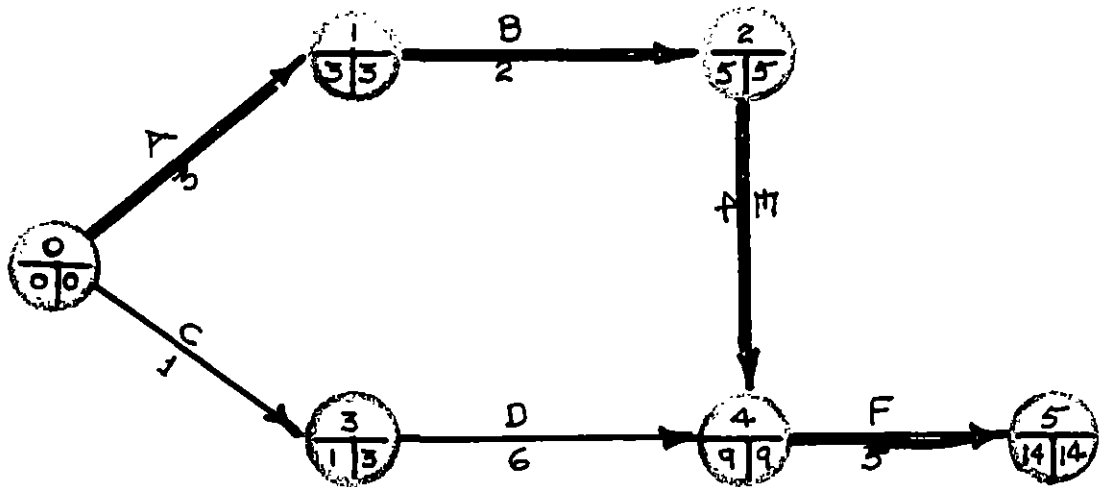
PROCEDIENDO EN LA MISMA FORMA LA RED QUEDARA ASI



EN EL EVENTO 4 CONFLUYEN DOS ACTIVIDADES, LA E LA CUAL LLEGA EL DIA 9 (5+4) Y LA D QUE LLEGA EL DIA 7 (1+6); DE LAS DOS FECHAS TOMAMOS LA MAYOR O SEA EL DIA 9.

EN EL EVENTO 5 TENEMOS LA FECHA DE TERMINACION DE LA OBRA, EL DIA 14.

AHORA VAMOS A RECORRER LA RED EN EL SENTIDO INVERSO, PARTIENDO DEL EVENTO FINAL 5 Y REPITIENDO LA FECHA 14 EN EL CASILLERO DEL LADO DERECHO A LA CUAL LLAMAREMOS TERMINACION TARDIA "Tt" Y VAMOS RESTANDO LAS DURACIONES Y ANOTANDO EL RESULTADO EN LOS CASILLEROS VACIOS, OBTENIENDO LO SIGUIENTE:



AL LLEGAR AL EVENTO CERO COINCIDEN DOS FECHAS; CON EL EVENTO C LLEGARIAMOS EL DIA 2 (3-1) Y CON EL EVENTO A EL DIA CERO (3-3); DE LAS DOS FECHAS TOMAMOS LA MENOR O SEA CERO LO CUAL COMPRUEBA QUE ESTA BIEN NUESTRO CALCULO YA QUE DE HABER LLEGADO CON UNA FECHA DIFERENTE A LA DE INICIACION DEL PROYECTO QUIERE DECIR QUE HEMOS COMETIDO UN ERROR.

LAS DOS FECHAS EN CADA EVENTO REPRESENTAN : EN UN EVENTO

INICIAL, LA INICIACION MAS PROXIMA  $I_p$  Y LA INICIACION MAS REMOTA  $I_r$




Y EN UN EVENTO FINAL LA TERMINACION MAS PROXIMA  $T_p$  Y LA TERMINACION MAS REMOTA  $T_r$ .



UNIENDO LOS EVENTOS DONDE COINCIDEN LAS DOS FECHAS TENDREMOS EL TRAZO DE LA RUTA CRITICA. LAS ACTIVIDADES QUE LA CONSTITUYEN (A,B,E Y F) SE CLASIFICAN COMO CRITICAS Y DEBE DEDICARSE A ELLAS NUESTRA MAYOR ATENCION, SUMINISTRANDOLES TODOS LOS RECURSOS QUE LES SEAN NECESARIOS YA QUE CUALQUIER ATRASO EN ELLAS RETRASARIA LA FECHA DE TERMINACION DE LA OBRA, SIENDO NECESARIO CALCULAR LA NUEVA RUTA CRITICA AL CONVERTIRSE EN CRITICAS ACTIVIDADES QUE NO LO ERAN.

CUANDO EN UN EVENTO O NODO NO COINCIDEN LAS FECHAS, SU DIFERENCIA SE DENOMINA "HOLGURA" Y REPRESENTA EL NUMERO DE DIAS QUE PODRIA DEMORARSE LA TERMINACION DE ESA ACTIVIDAD O EL INICIO DE LA SIGUIENTE.

SI EN UN PROYECTO EXISTEN RESTRICCIONES DE ALGUN TIPO, DE MANO DE OBRA O DE ALGUNA MAQUINARIA DE LA QUE NO PODEMOS DISPONER HASTA DETERMINADA FECHA, ESTA SITUACION SE REPRESENTA CON UNA LINEA DE GUIONES  SE LLAMAN ACTIVIDADES FICTICIAS, NO CONSUMEN TIEMPO PERO SI PUEDEN MODIFICAR EL TRAZO DE LA RUTA CRITICA.

PODEMOS CONCLUIR QUE EL METODO DE LA RUTA CRITICA TIENE LAS SIGUIENTES VENTAJAS:

- a). - MEDIANTE SIMPLES SUMAS Y RESTAS ARITMETICAS OBTENEMOS

-

UNA FECHA PRECISA DE TERMINACION DE LA OBRA, LO CUAL  
DESCARTA EL CRITERIO DEL PROYECTISTA.

b). - JERARQUIZA LAS ACTIVIDADES DANDONOS A CONOCER CUALES SON  
CRITICAS Y EN CUALES DISPONEMOS DE HOLGURAS.

LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL CPM SE REPRESENTAN EN UN  
DIAGRAMA DE BARRAS MEDIANTE EL CUAL PROGRAMAMOS NUESTROS RECURSOS  
DE MANO DE OBRA, MATERIALES, MAQUINARIA Y FINANCIEROS.

AL EVALUAR UN PROGRAMA DE OBRAS DEBEN CONSIDERARSE LOS  
SIGUIENTES ASPECTOS :

- DURACION DE LA OBRA
- PROCESO CONSTRUCTIVO PROPUESTO
- CONDICIONES CLIMATOLOGICAS (TEMPORADA E INTENSIDAD DE LAS  
LLUVIAS)
- PLANEACION DE LOS RECURSOS

UNO SOLO DE ESTOS ASPECTOS PUEDE MODIFICARNOS NUESTRO PROGRAMA.



## 5 .- EVALUACION DEL PRESUPUESTO CONTRA EL PROGRAMA DE OBRAS

UN ASPECTO TAN IMPORTANTE COMO EL CONTROL DEL AVANCE EN LA OBRA LO ES EL ESTUDIO DEL ASPECTO FINANCIERO DE LA MISMA. PARA ELLO NOS VALEMOS DEL PROGRAMA DE OBRA Y DE SU PRESUPUESTO.

LOS PASOS A SEGUIR SON LOS SIGUIENTES :

- VACIAMOS EN UN DIAGRAMA DE BARRAS LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LA RUTA CRITICA EN CUANTO A LAS ACTIVIDADES, SUS FECHAS DE INICIO Y TERMINACION ASI COMO LAS HOLGURAS DE TIEMPO DE QUE DISPONEMOS EN LAS QUE NO SEAN CRITICAS (ANEXO 5).
- ANOTAMOS A LO LARGO DE CADA BARRA LA EROGACION POR SEMANA O POR MES, SEGUN LA UNIDAD DE TIEMPO QUE ESTEMOS MANEJANDO, DIVIDIENDO SU IMPORTE ENTRE EL NUMERO DE SEMANAS O MESES.
- SUMAMOS VERTICALMENTE LAS EROGACIONES LO QUE NOS DARA LOS MONTOS POR MES Y ACUMULADOS.
- EN EL RENGLON INFERIOR ANOTAMOS LOS INGRESOS CORRESPONDIENTES AL COBRO DE ESTIMACIONES CON EL DEFASAMIENTO EN TIEMPO POR LO QUE DEMORE SU TRAMITACION Y COBRO.
- EN EL SIGUIENTE RENGLON ANOTAMOS LOS INGRESOS ACUMULADOS. NUESTRA TABLA QUEDARA COMO SE VE EN EL ANEXO 6.
- GRAFICAMOS LOS INGRESOS Y EGRESOS ACUMULADOS (ANEXO 7). LA DIFERENCIA ENTRE LAS DOS ULTIMAS ORDENADAS NOS DARA LA UTILIDAD. DE ESTA GRAFICA PODEMOS SACAR LAS SIGUIENTES CONCLUSIONES:
  - a) . CUANDO LA CURVA DE EROGACIONES VAYA ARRIBA DE LA DE INGRESOS INDICARA QUE SE REQUIERE UN FINANCIAMIENTO YA QUE LA CONTABILIDAD ARROJARA NUMEROS ROJOS.

| i  | 1  | 2  | ACTIVIDAD                      | 1   | 2   | 3   | 4   | 5 | 6 | 7   | 8   | 9 | 10 | 11 |
|----|----|----|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|---|---|-----|-----|---|----|----|
| 1  | 2  | 1  | HABILITACION ACERO 100%        | /// |     |     |     |   |   |     |     |   |    |    |
| 1  | 3  | 2  | HECHURA CIMBRA 50%             | ■   | ■   |     |     |   |   |     |     |   |    |    |
| 1  | 8  | 3  | ANDAMIOS 100%                  | /// |     |     |     |   |   |     |     |   |    |    |
| 3  | 6  | 4  | HECHURA CIMBRA 100%            |     |     | ■   | ■   | ■ |   |     |     |   |    |    |
| 2  | 6  | 5  | HABILITACION ACERO 100%        |     | /// |     |     |   |   |     |     |   |    |    |
| 5  | 6  | 6  | INSTALACION ELECTRICA 50%      |     |     | /// |     |   |   |     |     |   |    |    |
| 4  | 6  | 7  | ARMADO 50%                     |     |     | /// |     |   |   |     |     |   |    |    |
| 7  | 8  | 8  | INSTALACION ELECTRICA 100%     |     |     |     | ■   |   |   |     |     |   |    |    |
| 6  | 8  | 9  | ARMADO 100%                    |     |     |     | /// |   |   |     |     |   |    |    |
| 8  | 9  | 10 | COLADO 100%                    |     |     |     |     | ■ | ■ |     |     |   |    |    |
| 9  | 10 | 11 | FRAGUADO INICIAL               |     |     |     |     |   | ■ |     |     |   |    |    |
| 10 | 12 | 12 | FRAGUADO FINAL                 |     |     |     |     |   |   | ■   | ■   | ■ | ■  |    |
| 12 | 13 | 13 | DESCIMBRADO 100%               |     |     |     |     |   |   |     |     |   | ■  | ■  |
| 10 | 11 | 14 | CURADO                         |     |     |     |     |   |   | /// |     |   |    |    |
| 11 | 13 | 15 | IMPERMEABILIZACION AZOTEA 100% |     |     |     |     |   |   |     | /// |   |    |    |

FIGURA N°

ANEXO 5

|   | CONCEPTO           | UNIDAD              | CANTIDAD | FEBRERO |      | MARZO |      |       |       | ABRIL |       |       | IMPORTE (MILES) |
|---|--------------------|---------------------|----------|---------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
|   |                    |                     |          | 1       | 2    | 3     | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |                 |
| A | EXCAVACION         | M3                  | 520.0    | 3.15    | 3.15 |       |      |       |       |       |       |       | 6.3             |
| B | CIMENTACION        | M3                  | 825.0    |         |      | 4.8   | 4.8  | 2.4   |       |       |       |       | 12.0            |
| C | COLUMNAS CONC.     | M3                  | 120.0    |         |      |       |      | 0.87  | 0.88  |       |       |       | 1.75            |
| D | MUROS TABIQUE      | M2                  | 316.0    |         |      |       |      |       | 1.27  | 2.55  |       |       | 3.82            |
| E | LOSA CONC.         | M2                  | 270.0    |         |      |       |      |       |       | 5.47  | 10.93 |       | 16.4            |
|   | SUMA EGRESOS       |                     |          | 3.15    | 3.15 | 4.8   | 4.8  | 3.27  | 2.15  | 8.02  | 10.93 |       | 40.27           |
|   | EGRESOS ACUMULADOS |                     |          | 3.15    | 6.30 | 11.1  | 15.9 | 19.17 | 21.32 | 29.34 | 40.27 |       |                 |
|   |                    |                     |          |         |      |       |      |       |       |       |       |       |                 |
|   |                    | INGRESOS            |          |         | 3.46 | 3.46  | 5.28 | 5.28  | 3.60  | 2.36  | 8.81  | 12.03 |                 |
|   |                    | INGRESOS ACUMULADOS |          |         | 3.46 | 6.92  | 12.2 | 17.48 | 21.08 | 23.44 | 32.25 | 44.28 |                 |
|   |                    |                     |          |         |      |       |      |       |       |       |       |       |                 |

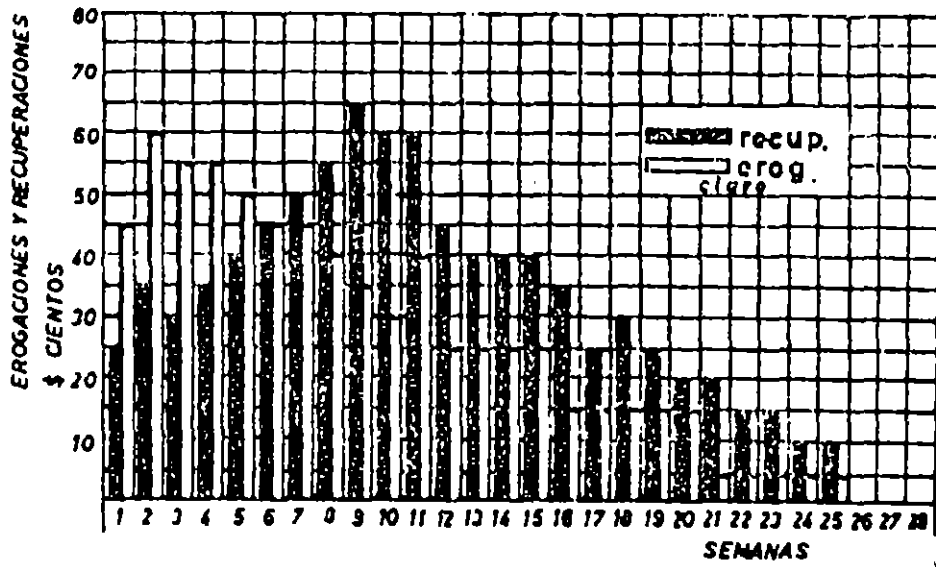


FIG.

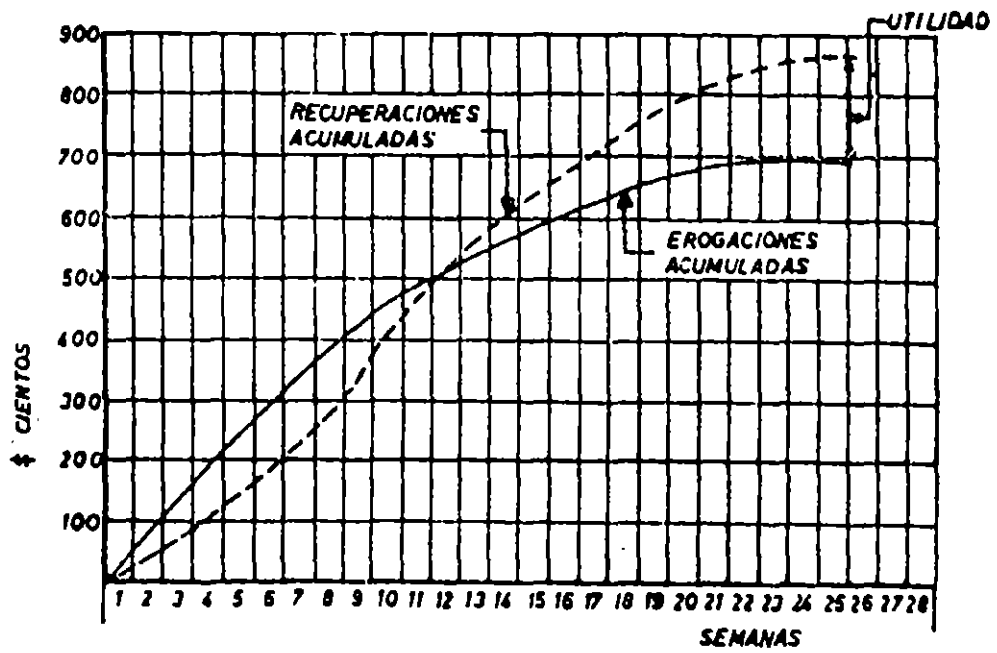


FIG.

55

ANEXO 7

b) . CUANDO LA CURVA DE INGRESOS VAYA ARRIBA DE LA DE  
EROGACIONES NOS INDICA QUE SE TIENE UNA UTILIDAD.



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

**D I P L O M A D O**

**PREPARACION Y EVALUACION SOCIOECONOMICA DE PROYECTOS**

**MOD. VII. ASPECTOS TECNICOS DE PROYECTOS**

**ANALISIS DE COSTOS**

**ING. ARTURO FLORES ALDAPE  
PALACIO DE MINERIA  
1995**

## **I. CONCEPTO DE TRABAJO**

Cada obra de ingeniería tiene una denominación específica (carretera, puente, presa, etc.), pero a la vez cada una de ellas pueden subdividirse en varios grupos, tantos como la Ingeniería avance, ya que existen por ejemplo carreteras de dos o más carriles, puentes de concreto o acero, tradicionales, prefabricados, atirantados, así como presas de almacenamiento con cortina de diferentes tipos; de materiales graduados, de gravedad, arco, bóveda, etc.

A su vez dentro de las obras existen lo que se conoce como "campos de construcción" que son trabajos divididos por alguna especialidad, y que se ejecutan en la mayoría de las obras por ejemplo: Movimiento de tierras, excavaciones en roca, fabricación y colocación de concretos hidráulicos, montajes, revestimientos, etc.

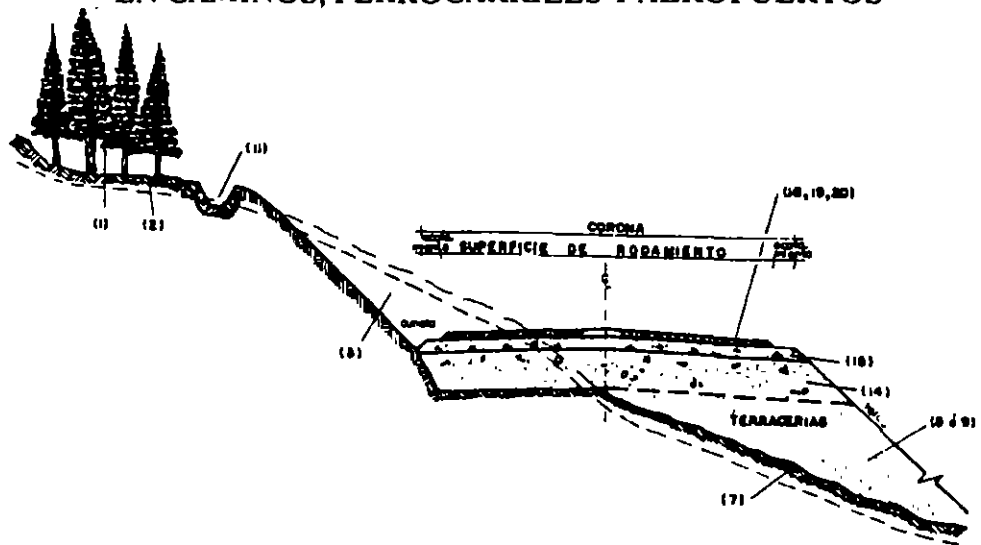
Debido a la necesidad de cuantificar los recursos humanos, materiales y equipo, además de llevar el control del avance de obra y poder conocer los costos, debemos detallar la denominación de estos campos, de tal manera que nos permita definir claramente el tipo de trabajo que estamos realizando. Por ejemplo, se entiende que no tendrá el mismo grado de dificultad y por ende el mismo costo fabricar y colocar concreto hidráulico de baja resistencia rodillado para la cortina de una presa, que la fabricación y colocación de concreto hidráulico de mayor resistencia y calidad para revestimiento de túneles, o un concreto para ser colado bajo el agua en puentes u obras marítimas.

Lo anterior resalta la importancia de definir adecuadamente los **CONCEPTOS DE TRABAJO**, que son el conjunto de operaciones bien definidas y diferentes de las demás, que se deben realizar durante la ejecución de una obra, divididas convencionalmente de acuerdo al campo que pertenezcan.

En cada tipo de obra existe ya, una relación de los conceptos de trabajo más importantes o de mayor uso.

A continuación se presentan dichos conceptos de trabajo de algunas obras que se consideraron representativas de los principales campos de la construcción, con el propósito de que sirvan como fuente de información básica para aquellos que se inicien en el análisis de costos.

**RELACION DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE TRABAJO PARA OBRAS  
EN CAMINOS, FERROCARRILES Y AEROPUERTOS**



UNIDAD

- |                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 1.- Desmonte en áreas de construcción | Ha |
| a) En manglar                         |    |
| b) En selva ó bosque                  |    |
| c) En regiones áridas ó semi-áridas   |    |
| d) En regiones desérticas             |    |

**EXCAVACIONES**

- |                                                                     |                |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|
| 2.- Despalme en áreas de construcción desperdiciando material       | m <sup>3</sup> |
| 3.- Excavación en cortes                                            | m <sup>3</sup> |
| 4.- Excavación en cortes adicionales abajo de la subrasante         | m <sup>3</sup> |
| 5.- Excavación en abatimiento de taludes                            | m <sup>3</sup> |
| 6.- Excavación en rebajes de la corona de cortes y/o de terraplenes | m <sup>3</sup> |

Los incisos 3, 4, 5 y 6 pueden subdividirse en material I, II ó III y

- |                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------|
| a) Cuando el material se utilice para la formación de terraplenes |
| b) Cuando el material se desperdicie                              |



## **TERRAPLENES**

- 7.- Compactación del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes m<sup>3</sup>
- a) Para "X" % de la prueba proctor
- 8.- Excavación de préstamos laterales para la obtención de material común que se utilice en la formación de terraplenes (volumen medido en terraplén) m<sup>3</sup>
- a) Dentro de una faja de "X" mts de acarreo.
- 9.- Excavación en bancos de préstamo para la obtención de material común que se utilice en la formación de terraplenes (volumen medido en terraplen). m<sup>3</sup>
- a) Del banco ubicado en .....
- 10.- Formación y compactación de terraplenes cotiguos a los estribos de puentes y estructuras de pasos a desnivel con sus cuñas de sobrecancho m<sup>3</sup>
- a) Para "X" % de compactación
- 11.- Excavación para contracunetas en material común m<sup>3</sup>

## **SOBREACARREOS**

- 12.- Sobreacarreo de materiales
- a) En distancias hasta "X" estaciones m<sup>3</sup>-est.
- b) En distancias hasta "X" hectómetros m<sup>3</sup>-hm
- c) En distancias de más de "X" kilómetros m<sup>3</sup>-km

Puede ser necesario tener un concepto de sobreacarreo para material III por problemas de abundamiento.

## **REVESTIMIENTOS**

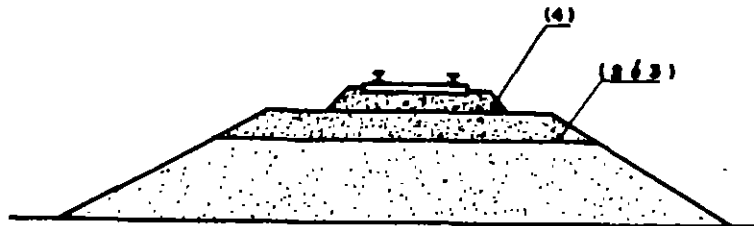
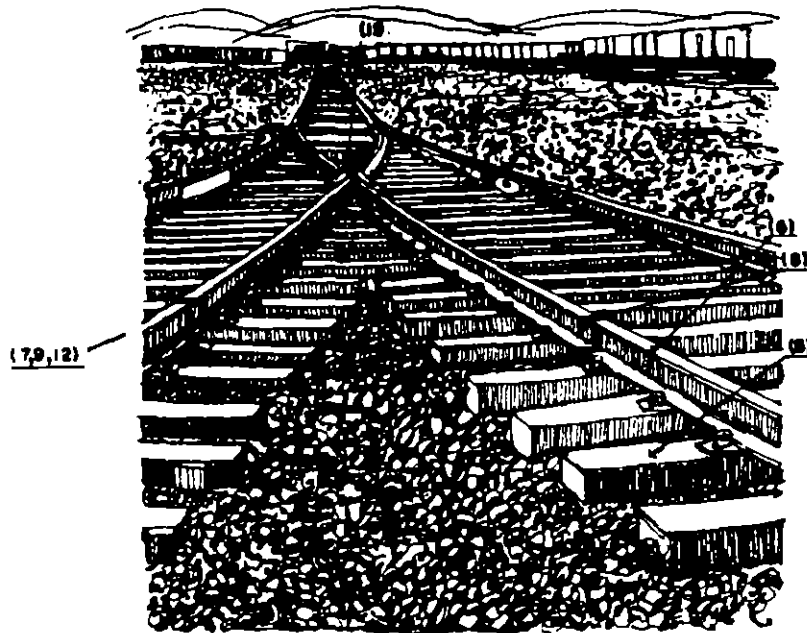
- 13.- Revestimiento para caminos compactado al "X" % de la prueba proctor con material obtenido de banco de préstamo m<sup>3</sup>
- a) Del banco ubicado en .....

## PAVIMENTACION

- 14.- Sub base compactada al "X" % con material obtenido de banco de préstamo m<sup>3</sup>
- a) Del banco ubicado en .....
- 15.- Base compactada al "X" % con material obtenido de banco de - préstamo m<sup>3</sup>
- a) Del banco ubicado en .....
- 16.- Materiales asfálticos empleados en estabilizaciones, en riegos - y construcción de carpetas
- a) Cementos asfálticos kg  
b) Asfalto Litro  
c) Emulsiones asfálticas Litro  
d) Aditivos Litro
- 17.- Estabilización en la construcción de sub-bases o bases compactadas al "X" % m<sup>3</sup>
- a) Del banco ubicado en .....
- 18.- Materiales que se utilizan en la estabilización
- a) Cemento Portland. kg  
b) Cal Hidratada kg  
c) Puzolana kg
- 19.- Riego de Impregnación
- a) Barrido de la superficie Ha  
b) Riego de impregnación Litro  
c) Arena para cubrir la base impregnada m<sup>3</sup>  
d) Barrido de la base impregnada Ha
- 20.- Carpeta asfáltica por el sistema de riegos
- A) De un riego m<sup>3</sup>
- 1.- Con material tipo "X" del banco ubicado en .....
- B) De dos riegos m<sup>3</sup>

- 1.- Con material "X" del banco ubicado en .....y  
material "Y" del banco ubicado en .....
- C) De tres riegos m<sup>3</sup>
- 1.- Con material "X" del banco ubicado en .....  
material "Y" del banco ubicado en .....y  
material "Z" del banco ubicado en .....
- 21.- Carpeta asfáltica por el sistema de mezcla en el lugar
- A) Riego de liga Litro
- B) Carpeta asfáltica compactada al "X" % m<sup>3</sup>
- a) Del banco ubicado en .....
- 22.- Carpeta de concreto asfáltico fabricado en planta
- A) Carpeta de concreto asfáltico compactada al "X" % m<sup>3</sup>
- a) Del banco ubicado en .....
- 23.- Riego de sello
- A) Riego de sello utilizando material pétreo tipo "X"
- a) Del banco ubicado en ..... m<sup>3</sup>
- 24.- Morteros asfálticos con materiales de banco m<sup>3</sup>
- a) Del banco ubicado en .....
- 25.- Carpetas de concreto hidráulico
- a) De concreto simple (para diversas resistencias f'c) m<sup>3</sup>  
b) De concreto reforzado (para diversas resistencias f'c) m<sup>3</sup>
- 26.- Sobreacarreos para materiales asfálticos:
- a) Por peso. ton-km  
b) Por volumen. m<sup>3</sup>-km

CONCEPTOS RELATIVOS EXCLUSIVAMENTE AL TENDIDO DE VIAS FERREAS

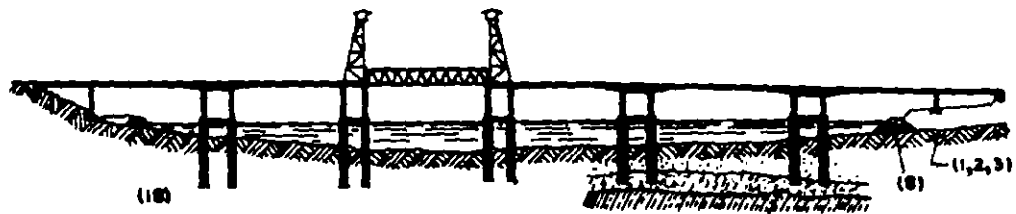
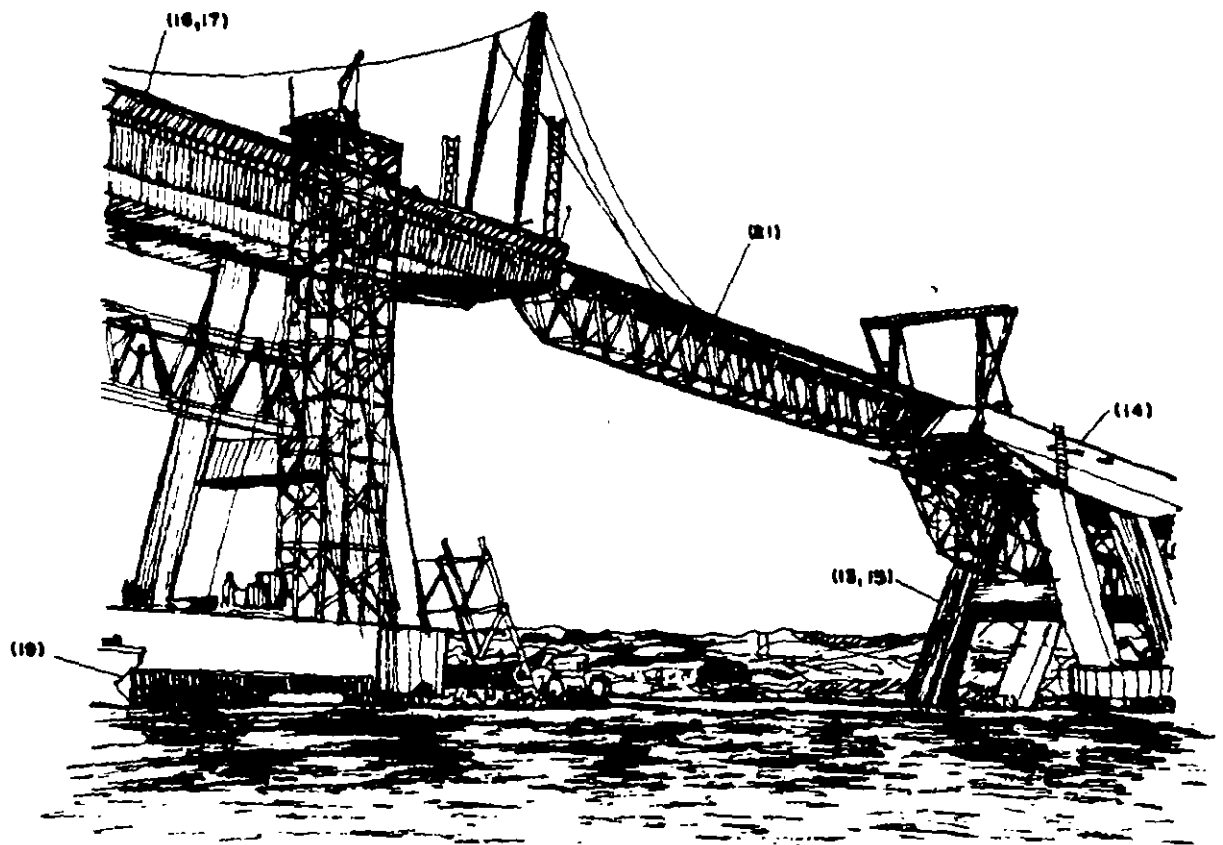


UNIDAD

- |                                                                                                                                                  |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1.- Despalle de bancos de préstamo para la obtención de sub-balasto y balasto                                                                    | $m^3$ |
| 2.- Sub balasto compactado al "X" % del banco ubicado en .....                                                                                   | $m^3$ |
| 3.- Reconstrucción de sub-balasto incluyendo escarificación, disgregado en su caso, mezclado, acamellonamiento, tendido y compactación al "X" %. | $m^3$ |

|                                                                                                                                                                                                                                                                  |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 4.- Balasto acomodado por vibración para formar en capas del banco ubicado en .....                                                                                                                                                                              | m <sup>3</sup> |
| 5.- Carga, acarreo y distribución de durmientes a lo largo del eje de la vía                                                                                                                                                                                     | Pza            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a) De maderas blandas preservadas</li> <li>b) De maderas duras ó semiduras preservadas</li> <li>c) De concreto hidráulico reforzado ó presforzado</li> <li>d) Mixtos, de acero y concreto hidráulico reforzado</li> </ul> |                |
| 6.- Carga, acarreo, y descarga a lo largo de la vía de                                                                                                                                                                                                           | Pza ó Ton.     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Rieles de diferentes medidas</li> <li>b) Planchuelas</li> <li>c) Tornillos, tuercas y rondanas</li> <li>d) Dispositivos de sujeción y de apoyo</li> </ul>                                                              |                |
| 7.- Armado de la vía.                                                                                                                                                                                                                                            | ml             |
| 8.- Juntas soldadas                                                                                                                                                                                                                                              | Junta          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Aluminotérmicas</li> <li>b) Eléctricas</li> </ul>                                                                                                                                                                      |                |
| 9.- Alineamiento y nivelación de la vía                                                                                                                                                                                                                          | ml             |
| 10.- Colocación de señales ó referencias permanentes                                                                                                                                                                                                             | Pza            |
| 11.- Instalación de piezas especiales.                                                                                                                                                                                                                           | Pza            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Juegos de cambio</li> <li>b) Cruceros</li> <li>c) Juntas de dilatación especiales</li> <li>d) Lubricaciones</li> </ul>                                                                                                 |                |
| 12.- Compensación térmica de la vía                                                                                                                                                                                                                              | ml             |

## RELACION DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCION DE PUENTES



UNIDAD

- |                                                    |       |
|----------------------------------------------------|-------|
| 1.- Excavación a mano en seco                      | $m^3$ |
| 2.- Excavación con máquina en seco                 | $m^3$ |
| 3.- Excavación a mano cuando no se requiera bombeo | $m^3$ |

4.- Excavación con máquina cuando se requiera bombeo m<sup>3</sup>

En los incisos anteriores se deberá especificar el tipo de material que predomina en la zona donde se va a excavar, de acuerdo a la siguiente clasificación:

Material tipo I (Suave)

Material tipo II (Intermedio)

Material tipo III (duro)

En caso de existir sobreacarreo deberá darse el mismo tratamiento que en caminos.

6.- Bombeo Hora

a) Bomba de diversas capacidades

7.- Relleno de estructuras compactadas al "X" % m<sup>3</sup>

a) Con material producto de la excavación

b) Con material del banco de préstamo ubicado en .....

8.- Mamposterías

a) Con piedra obtenida de banco de préstamo ubicado en .....

b) Con piedra obtenida de pepena

c) Con piedra obtenida de la excavación de estructuras

9.- Tubos de concreto para drenes ml  
(Diferentes diámetros)

10.- Zampeado de mampostería de tercera m<sup>3</sup>  
(Igual al 8)

11.- Zampeado Seco m<sup>3</sup>  
(Igual al 8)

12.- Zampeado de suelo cemento m<sup>3</sup>

a) Con materiales mezclados en el lugar

b) Con materiales mezclados en planta

13.- Concreto hidráulico (Diferentes f'c y diversas partes de la estructura) m<sup>3</sup>

a) Colado en seco

b) Colado en presencia de agua

|                                                                                                                                                                                                                                  |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| c) Colado bajo el agua<br>d) Ciclópeo                                                                                                                                                                                            |                       |
| 14.- Juntas de dilatación                                                                                                                                                                                                        | m <sup>2</sup> ó ml   |
| a) Metálicas<br>b) No metálicas                                                                                                                                                                                                  |                       |
| 15.- Acero para concreto hidráulico                                                                                                                                                                                              | kg                    |
| a) Varillas<br>b) Varillas torcidas en frío<br>c) Soleras, ángulos y otros perfiles<br>d) Rieles<br>e) Rejillas de alambre<br>f) Metal desplegado<br>g) Malla soldada                                                            |                       |
| 16.- Estructuras de concreto presforzado (Diversas partes de la estructura).                                                                                                                                                     |                       |
| a) Por volumen de concreto presforzado colado en el lugar<br>b) Por pieza fabricada entregada en el lugar                                                                                                                        | m <sup>3</sup><br>Pza |
| 17.- Montaje de elementos estructurales presforzados                                                                                                                                                                             |                       |
| a) Por peso del concreto presforzado<br>b) Por elemento estructural                                                                                                                                                              | Ton.<br>Pza           |
| 18.- Suministro e hincado de pilotes (Diversos diámetros).                                                                                                                                                                       | ml                    |
| a) Pilotes de madera cruda<br>b) Pilotes de madera preservada<br>c) De concreto hidráulico (diferentes f'c)<br>d) De concreto hidráulico colado en el lugar, incluyendo el suministro e hincado de tubos o forros<br>e) De acero |                       |
| 19.- Suministro e hincado de tablaestacados (diversas secciones)                                                                                                                                                                 | ml                    |
| a) De madera cruda<br>b) De madera preservada<br>c) De concreto hidráulico (diferentes f'c)                                                                                                                                      |                       |



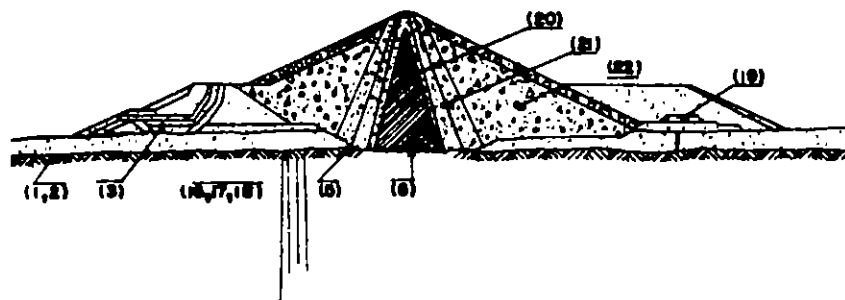
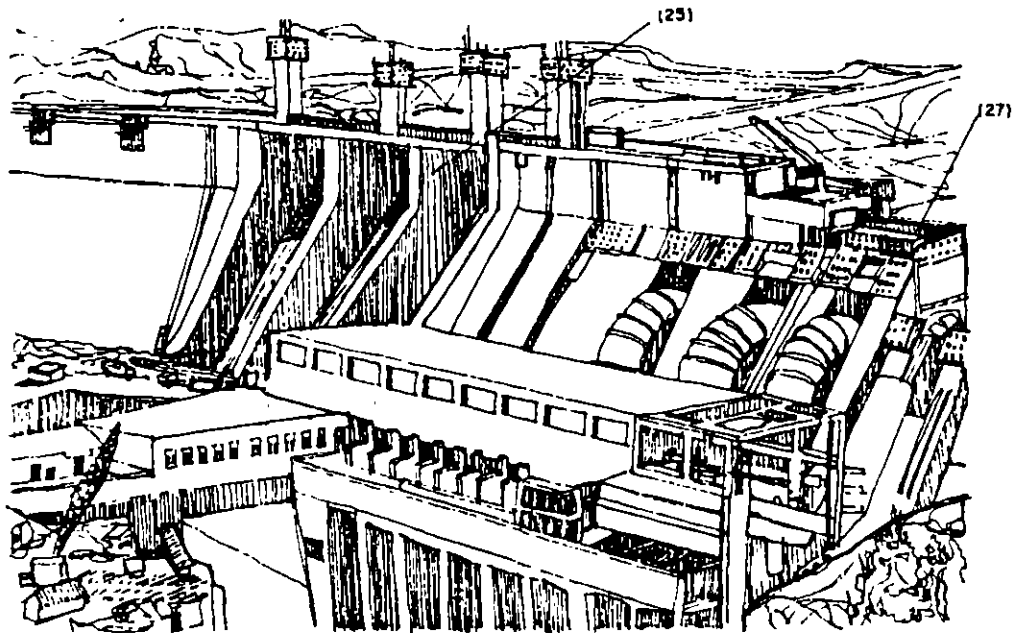
- d) De concreto presforzado
- e) De acero estructural
- f) De lámina

20.- Cilindros y cajones de cimentación

- |     |                                      |                |
|-----|--------------------------------------|----------------|
| I   | Cuchillas (de diversos tipos)        | kg             |
| II  | Forros ( de diversos tipos)          | kg             |
| III | Concreto hidráulico (diferentes f'c) | m <sup>3</sup> |

- 21.- Fabricación y montaje de estructuras de acero (diferentes partes de la estructura). kg

**RELACION DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA PRESA**



UNIDAD

- |                                                                                                                                                       |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1.- Desmonte y desenraice en áreas de construcción y bancos de préstamo. (clasificación de desmonte igual a la utilizada para caminos y aeropuertos). | Ha             |
| 2.- Despalme en áreas de construcción y bancos de préstamo.                                                                                           | m <sup>3</sup> |

*EXCAVACIONES*

- |                                                                                     |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 3.- Excavación en el cauce del río, en agua, para la cimentación de ataguías .      | m <sup>3</sup> |
| 4.- Excavación para remoción de ataguías.                                           | m <sup>3</sup> |
| 5.- Excavaciones para la limpia de las áreas de cimentación de la cortina o diques. | m <sup>3</sup> |
| 6.- Excavación en el área de tratamiento de la trinchera de la zona - impermeable.  | m <sup>3</sup> |
| 7.- Excavación para cimentación de la obra de toma.                                 | m <sup>3</sup> |
| 8.- Excavación para el vertedor.                                                    | m <sup>3</sup> |
| 9.- Excavación para el canal de desvío.                                             | m <sup>3</sup> |
| 10.- Excavación en portales de entrada y salida de túneles.                         | m <sup>3</sup> |
| 11.- Excavación en sección completa de túneles.                                     | m <sup>3</sup> |
| 12.- Excavación en lumbreras.                                                       | m <sup>3</sup> |
| 13.- Excavación para dentellones en roca fija sin uso de explosivos.                | m <sup>3</sup> |
| 14.- Excavación para dentellones en roca fija con uso de explosivos.                | m <sup>3</sup> |
| 15.- Excavación para dentellones en material impermeable compactado.                | m <sup>3</sup> |

En todos los conceptos de excavación se debe especificar la distancia libre de acarreo así como el tipo de material a excavar, que puede ser común o clasificado en materiales I, II, III.

### **TRATAMIENTO DE CIMENTACIONES**

- |                                                                                                     |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 16.- Perforación para inyección con máquina neumática hasta "X" diámetro y a diversas profundidades | ml   |
| 17.- Suministro y colocación de coples para inyección                                               | Pza  |
| 18.- Inyección de lechada de cemento                                                                | Hora |

### **OBTENCION Y COLOCACION DE MATERIALES**

- |                                                                                                                               |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 19.- Obtención, acarreo en el primer kilómetro y colocación de material impermeable semicompactado en las ataguías            | m <sup>3</sup> |
| 20.- Obtención, acarreo en el primer kilómetro y colocación de material impermeable compactado en la cortina ó diques         | m <sup>3</sup> |
| 21.- Obtención, acarreo en el primer kilómetro y colocación de material permeable para zona de filtros o zonas de transición. | m <sup>3</sup> |
| 22.- Obtención, acarreo en el primer kilómetro y colocación de enrocamientos                                                  | m <sup>3</sup> |

En todos los casos (19,20,21,22), deberá indicarse la ubicación del banco de préstamo

### **SOBRE-ACARREO DE TERRACERIAS**

- |                                                                                                              |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 23.- Sobre-acarreo adicional al primer kilómetro de material producto de todas las excavaciones y materiales | m <sup>3</sup> -km |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|

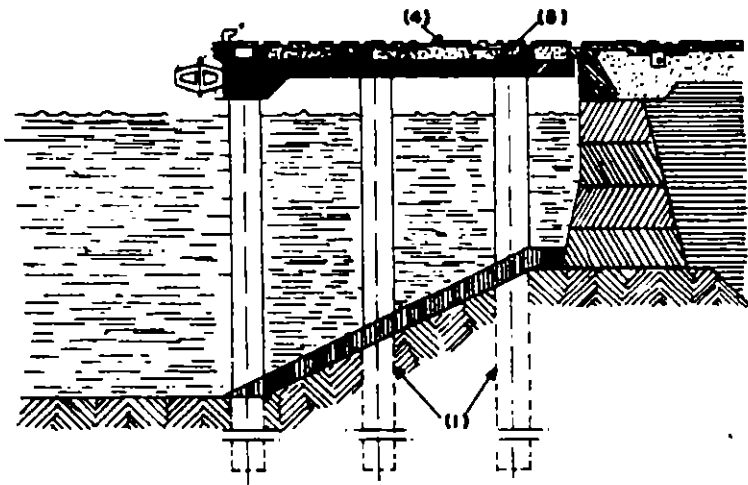
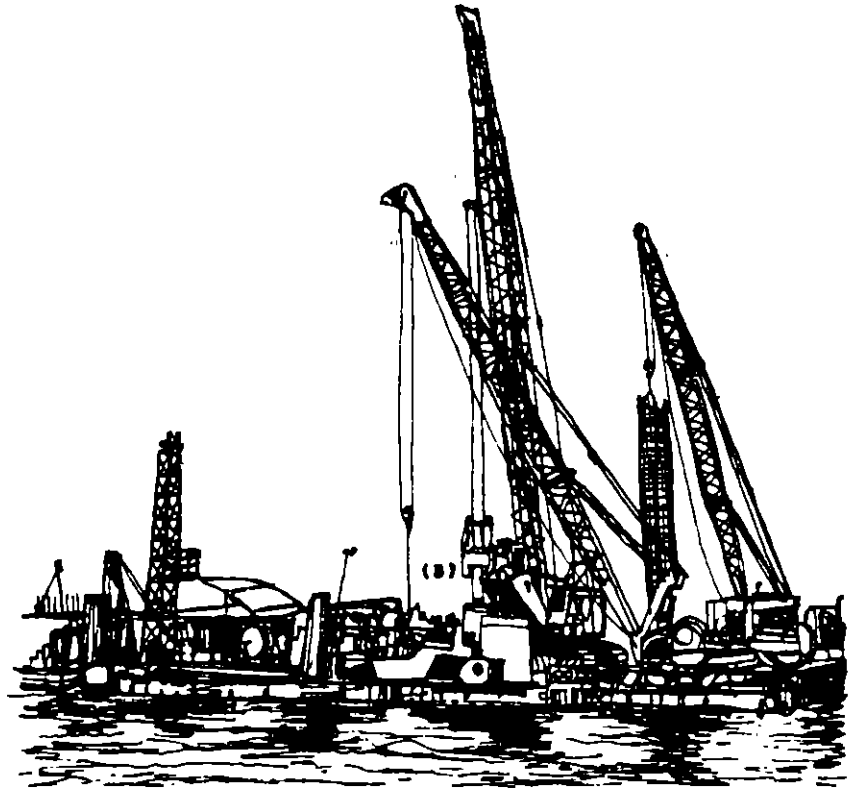
También aquí puede ser necesario tener un concepto para sobreacarreo de material III.

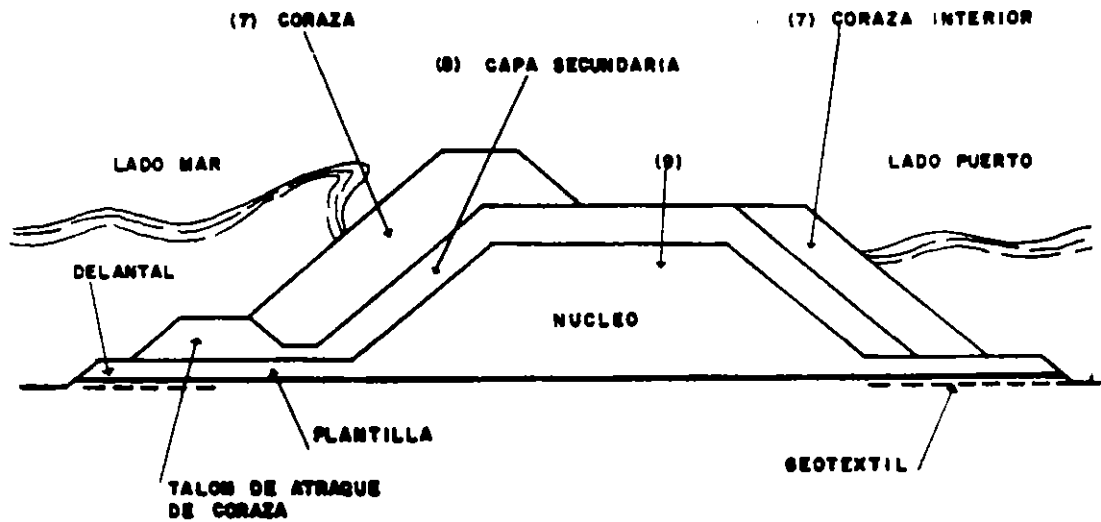
### **ESTRUCTURAS**

- |                                                                                  |                |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 24.- Fabricación y colocación de concreto en dentellones                         | m <sup>3</sup> |
| 25.- Fabricación y colocación de concreto en muros y taludes del vertedor        | m <sup>3</sup> |
| 26.- Fabricación y colocación de concreto en el cimacio y plantilla del vertedor | m <sup>3</sup> |
| 27.- Fabricación y colocación de concreto en la obra de toma                     | m <sup>3</sup> |

|                                                                                                                                                                  |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 28.- Fabricación y colocación de concreto en la cámara de válvulas de la obra de toma                                                                            | m <sup>3</sup>      |
| 29.- Fabricación y colocación de concreto en los tapones del túnel de la obra de toma                                                                            | m <sup>3</sup>      |
| 30.- Fabricación y colocación de concreto en el revestimiento de los túneles                                                                                     | m <sup>3</sup>      |
| 31.- Fabricación y colocación de concreto en el revestimiento de lumbreras                                                                                       | m <sup>3</sup>      |
| En todos los conceptos que involucren concreto hidráulico deberá anotarse sus principales especificaciones (f'c, tamaño máximo de agregados, revenimiento, etc.) |                     |
| 32.- Fabricación y colocación de la estructura de entrada y estructura de rejillas de la obra de toma                                                            | kg                  |
| 33.- Corte, doblado y colocación de fierro de refuerzo en estructuras                                                                                            | kg                  |
| 34.- Mampostería de tercera en estructuras                                                                                                                       | m <sup>3</sup>      |
| 35.- Zampeado con mortero de cemento en estructuras                                                                                                              | m <sup>3</sup>      |
| 36.- Zampeado seco en estructuras                                                                                                                                | m <sup>3</sup>      |
| En los conceptos 34, 35 y 36 debe considerarse si la piedra es de explotación de banco, producto de excavación o de pepena.                                      |                     |
| 37.- Suministro y colocación de material compactado para relleno - de estructuras del banco ubicado en .....                                                     | m <sup>3</sup>      |
| 38.- Suministro y colocación de ademes metálicos                                                                                                                 | kg                  |
| 39.- Suministro y colocación de ademes de madera                                                                                                                 | Pt ó m <sup>2</sup> |
| 40.- Suministro y colocación de acero estructural en rejillas, escaleras y puentes de maniobras.                                                                 | kg                  |
| 41.- Suministro y colocación de compuertas de acero estructural.                                                                                                 | kg                  |

**RELACION DE CONCEPTOS PRINCIPALES PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS MARITIMAS. (MUELLES, ESPIGONES, ESCOLLERAS)**





UNIDAD

### MUELLES

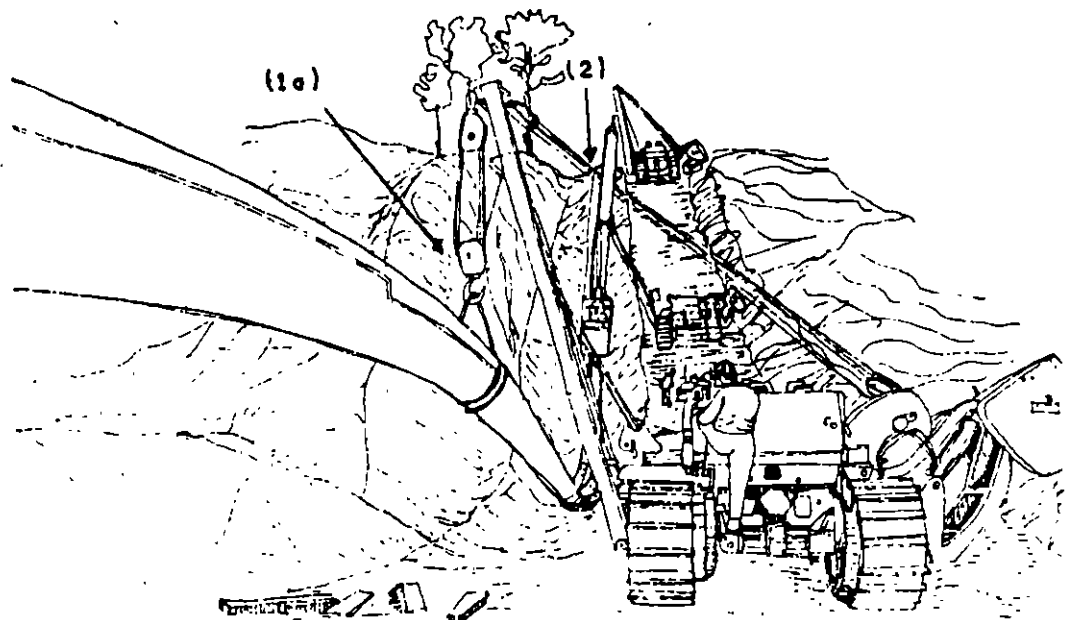
- |                                                                                                                                                                |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1.- Elaboración y colado de concreto en pilotes de una sección específica y un $f'c = "X" \text{ kg/cm}^2$                                                     | ml           |
| 2.- Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo grado estructural $f_y = "X" \text{ kg/cm}^2$ en pilotes                                          | kg           |
| 3.- Manejo e hinca de pilotes hasta nivel de proyectos                                                                                                         | ml           |
| 4.- Elaboración y colado de concreto $f'c = "X" \text{ kg/cm}^2$ en superestructura de muelle, compuesta por: losa, cabezales, traveses y pantallas de atraque | $\text{m}^3$ |
| 5.- Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo grado $f_y = "X" \text{ kg/cm}^2$ en superestructura del muelle                                   | kg           |
| 6.- Cimbra de contacto común en superestructura de Muelle                                                                                                      | $\text{m}^2$ |

### ESPIGONES Y ESCOLLERAS

- |                                                                                                                                                                                           |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 7.- Suministro y colocación de piedra natural para coraza en cuerpo y morro de la escollera, producto de la explotación del banco de préstamo, ubicado en ....., con el peso especificado | Ton. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|

- |                                                                                                                                                                        |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 8.- Suministro y colocación de piedra natural para capa secundaria de la escollera, producto de la explotación del banco ubicado en ..... con el peso especificado     | Ton.   |
| 9.- Suministro y colocación de piedra natural para núcleo de la escollera, producto de la explotación del banco de préstamo, ubicado en ..... con el peso especificado | Ton.   |
| 10.- Acarreos en Kms. subsecuentes al primero de piedra natural para núcleo, capa secundaria, coraza y morro de la escollera                                           | Ton-Km |
| 11.- Montaje, mantenimiento y verificación periódica de báscula existente en dos ejes, con capacidad de "X" Ton, para el pesaje de la piedra                           | Lote   |
| 12.- Fabricación y colocación de tetrapodos                                                                                                                            | Pza    |
| 13.- Fabricación y colocación de bloques de concreto                                                                                                                   | Pza    |
| 14.- Fabricación y colocación de stabilitis                                                                                                                            | Pza    |
| 15.- Fabricación y colocación de doms                                                                                                                                  | Pza    |
| 16.- Fabricación y colocación de dolos                                                                                                                                 | Pza    |

**RELACION DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE TRABAJO EN POLIDUCTOS DE ACERO**



**TERRACERIAS**

Los trabajos de terracerías son similares a los tratados en caminos.

1.- Movimientos, almacenamientos y distribución de tuberías y accesorios.

- |                                                                                           |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| a) Carga, transporte y distribución de tubería con tractor pluma a plataforma remolcable. | km    |
| b) Transporte de tubería al primer km., y/o distribución en el derecho de vía             | km    |
| c) Acarreo de tubería de acero subsecuente al 1er km                                      | km-km |

En los conceptos anteriores la tubería puede ser desnuda, esmaltada y/o lastrada

2.- Tapado de tubería km

- a) Tapado de zanja con maquinaria, en terreno firme
- b) Tapado de zanja en pantano con retroexcavadora sobre tarimas

3.- Pruebas hidrostáticas y limpieza interior en tuberías.

- |                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| a) Fabricación e instalación de tapones y corte posterior en tubería                                   | Pza |
| b) Llenado y levantamiento de presión                                                                  | km  |
| c) Corrida de diablos con aire, previa o posterior a la prueba                                         | km  |
| d) Sangrías para expulsión de agua                                                                     | Pza |
| e) Instalación de carretes para unir tramos de prueba                                                  | Pza |
| f) Instalación y corrida de gráfica durante 24 horas de la primera corrida de diablo efectuada con gas | km  |
| g) Corrida subsecuente a la primera corrida con gas                                                    | km  |

Los conceptos del inciso 3 deben referirse a diferentes diámetros.

4.- Conexiones, curvas y empates

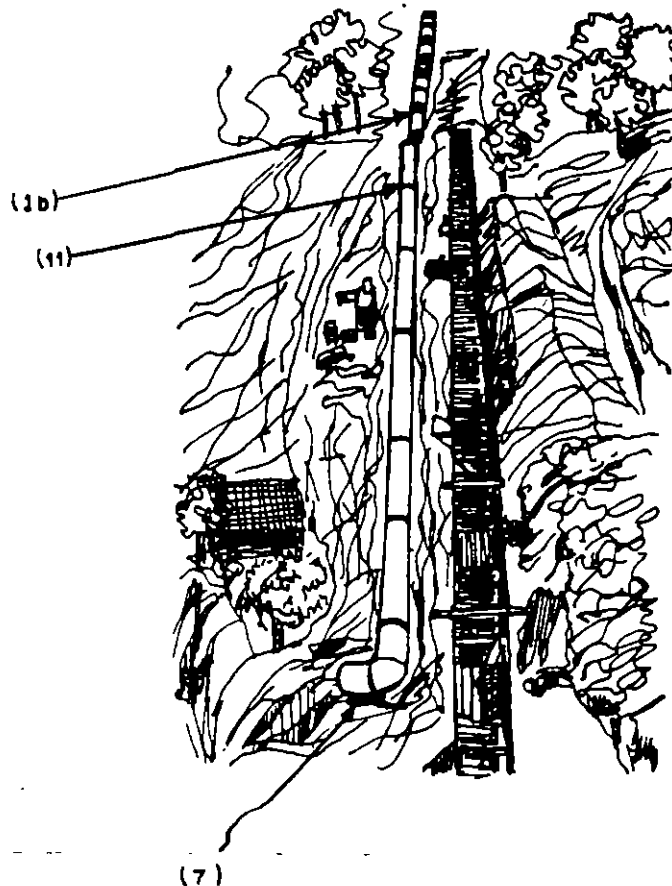
- |                                                                 |       |
|-----------------------------------------------------------------|-------|
| a) Doblado tubería recta en curvas para formar bayonetas        | Curva |
| b) Empates de la tubería en la obra especial a la línea regular | Pza   |

5.- Tuneleado e instalación de línea conductora.

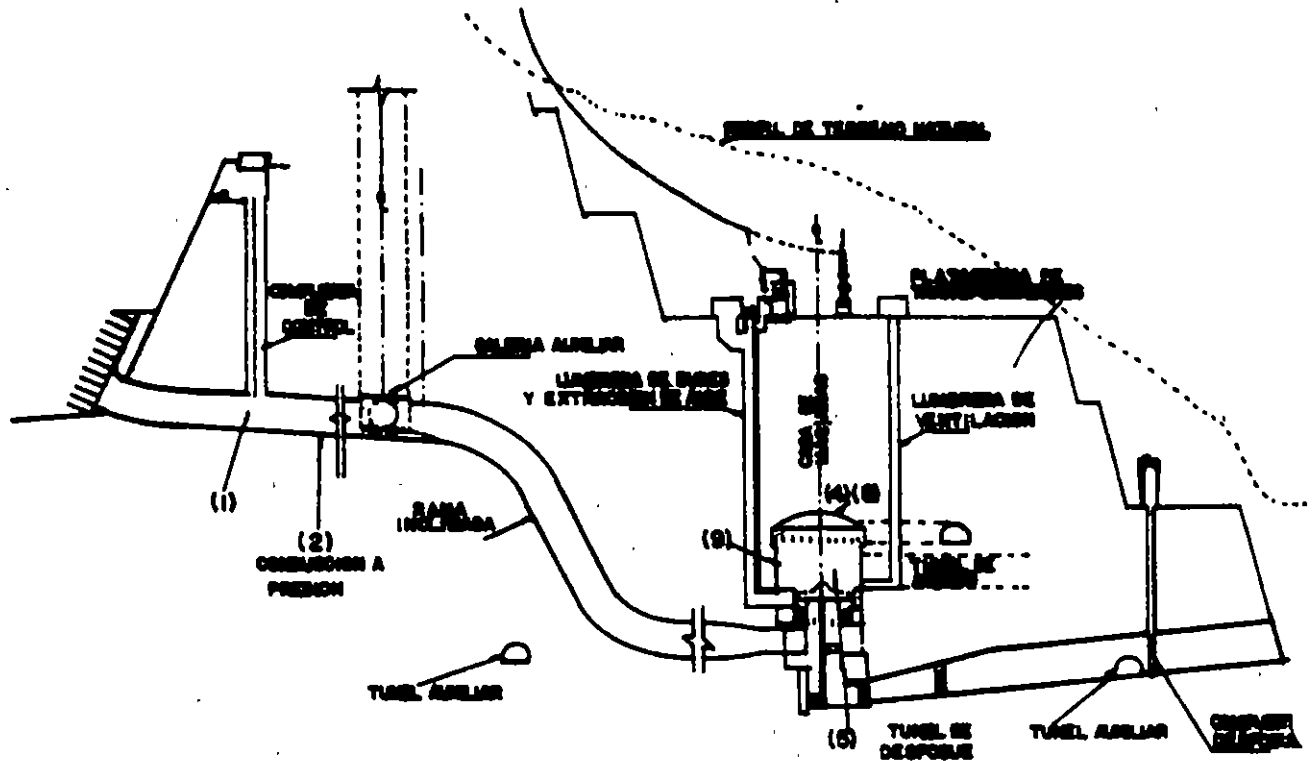
- |                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| a) Tuneleado e hincado de camisa para cruzamiento de carretera ó vía de FF. CC. ejecutado con máquina perforadora | ml |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|



- b) Colocación de línea conductora dentro de camisa para cruzamiento de carretera o vía de FF. CC. ml
- 6.- Tubería lastrada .
- a) Revestimiento de concreto para lastre exterior de tubería de acero al carbón para lograr coeficiente de flotación negativo utilizando concreto de "X" kg/m<sup>3</sup>. km
- 7.- Manejo y erección de válvulas, codos, bridas, etc. Pza
- 8.- Corte extremo plano de tuberías de acero con oxiacetileno. Corte
- 9.- Corte y biselado en tuberías de acero al carbón con biselador y cortador oxiacetileno. Pza
- 10.- Soldadura a tope en líneas de tuberías y uniones de igual diámetro. Junta
- 11.- Aplicación de recubrimientos de acabado en superficies metálicas, rasqueteo, cepillado, limpieza y "X" capas de RP-2 cromato Zinc y RA-20 esmalte alquidálico ambos aplicados con brocha. ml



## RELACION DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE TRABAJO PARA LA CONSTRUCCION DE UNA CENTRAL HIDROELECTRICA



UNIDAD

### CONDUCCION A PRESION

- |                                                                                    |       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1.- Excavación en túneles en material I, II ó III                                  | $m^3$ |
| 2.- Suministro y colocación de anclas de tensión inyectadas con mortero de cemento | Pza   |
| 3.- Concreto reforzado $f_c = "X"$ en la sección de los túneles de presión         | $m^3$ |

### CASA DE MAQUINAS

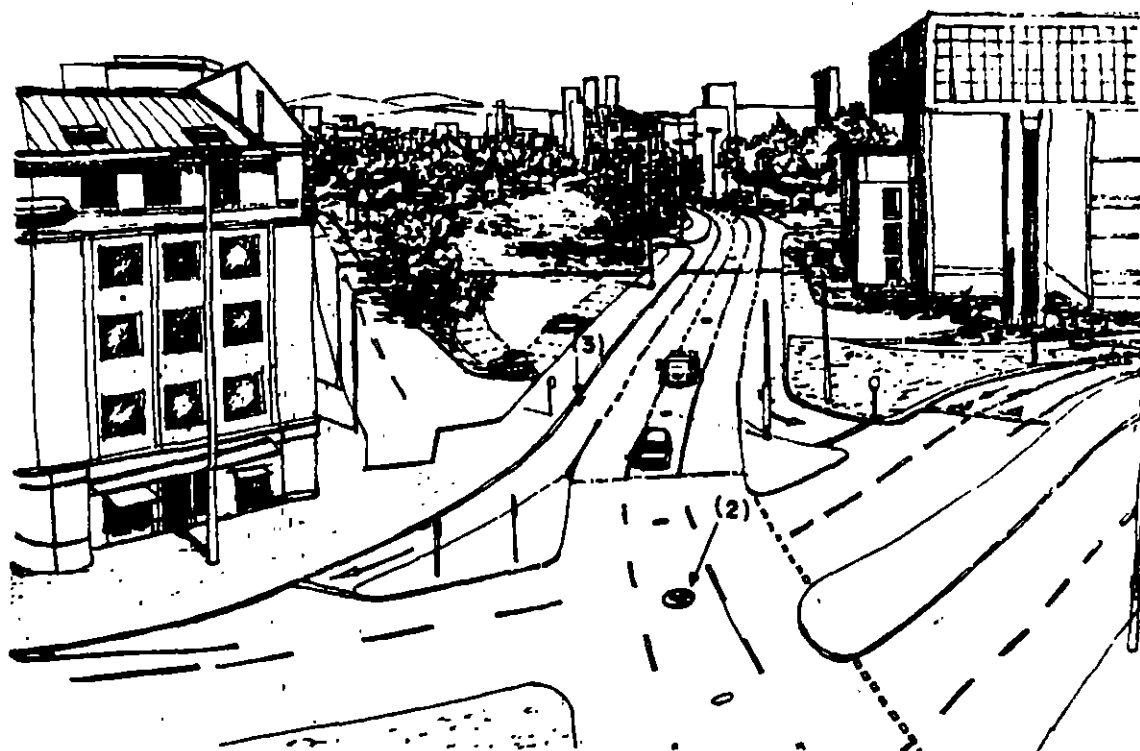
- |                                                                                        |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4.- Excavación subterránea en material "X" de la bóveda de la casa de máquinas         | $m^3$ |
| 5.- Excavación subterránea en material "X" del cuerpo principal de la casa de máquinas | $m^3$ |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 6.- Suministro y colocación de anclas de tensión con expansor en su extremo e inyectadas con lechada de cemento                                                                                                                                                                                                       | Pza            |
| 7.- Malla de acero (se deben anotar especificaciones)                                                                                                                                                                                                                                                                 | m <sup>2</sup> |
| 8.- Concreto reforzado f'c = "X" para el revestimiento de la bóveda de casa de máquinas, incluyendo muros y trabe carril.                                                                                                                                                                                             | m <sup>3</sup> |
| 9.- Concreto reforzado f'c = "X" para revestimiento del cuerpo principal de la caverna de casa de máquinas incluyendo muros desde pisos de generadores a la trabe carril, tímpanos y la losa                                                                                                                          | m <sup>3</sup> |
| 10.- Concreto reforzado f'c = "X" en la casa de máquinas, en la galería de cárcamo de drenaje, tubos aspiradores, edificios de auxiliares, carcazas, piso de turbinas, piso de cables, galerías de barras, muros trincheras, escaleras, losas, traveses, columnas, ductos y galerías y el cilindro de los generadores | m <sup>3</sup> |

#### *GALERIAS DE OSCILACIONES*

|                                                                                                                                 |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 11.- Excavación subterránea en materiales "X" en las galerías de oscilación.                                                    | m <sup>3</sup>     |
| 12.- Concreto reforzado f'c = "X" para revestimiento en la galería de oscilación                                                | m <sup>3</sup>     |
| 13.- Suministro y colocación de marcos de acero estructural para ademe del túnel casa de máquinas y/o galerías de oscilación    | Ton.               |
| 14.- Aplicación de concreto lanzado en túnel casa de máquina y/o galerías de oscilación                                         | m <sup>3</sup>     |
| 15.- Habilitación y colocación de acero de refuerzo de cualquier diámetro en túnel casa de máquinas y/o galerías de oscilación. | Ton.               |
| 16.- Sobre-acarreo en exceso al acarreo libre de 1 km. del material producto de las excavaciones                                | m <sup>3</sup> -km |

## RELACION DE CONCEPTOS PRINCIPALES DE TRABAJO EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA Y URBANIZACION



UNIDAD

### *TERRACERIAS*

Los trabajos de terracerías y pavimentación son similares a los tratados en caminos.

### *RED DE ALCANTARILLADO*

- 1.- Suministro y colocación de tubería de concreto simple o reforzado de "X" cm. ml
- 2.- Pozos de visita con muro de tabique a tizón, plantilla de mampostería, plataforma de tabique aplanado de cemento, escaleras de fierro fundido, brocal y tapa de concreto, (diferentes profundidades). Pza
- 3.- Suministro y colocación de coladera de banquetas de concreto - con rejilla metálica precolado con tubo arenoso de concreto, plantilla de mortero cemento - arena Pza

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.- Suministro y colocación de descarga domiciliaria con tubo de concreto simple con codo y slant | Pza |
| 5.- Caja de concreto armado en colectores                                                         | Pza |

### **RED DE AGUA POTABLE**

|                                                                 |                |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|
| 6.- Cama de arena para apoyo de tubería                         | m <sup>3</sup> |
| 7.- Suministro y colocación de tubería asbesto cemento tipo "X" | ml             |
| 8.- Suministro y colocación de tubería Fo. Fo. de "X" pulgadas  | ml             |

Se deberán considerar los suministros y colocación de piezas especiales como son:

- Codos de Fo. Fo.
- Tees DE Fo. Fo.
- Extremidades de Fo. Fo.
- Bridas con rosca
- Reducciones de Fo. Fo.
- Juntas gibault
- Tornillos
- Empaques de plomo
- Válvulas de seccionamiento
- Hidrantes contra incendio
- Válvulas de compuerta
- Válvulas de retención
- Válvulas de mariposa
- Válvulas de globo

En todas las redes de alcantarillado y agua potable deberan considerarse los conceptos de trabajo para diferentes diámetros de tubería.

### **ELECTRIFICACION**

#### **RED AEREA**

##### **A) OBRA CIVIL**

Comprende excavación, y relleno de cepas para hincado de postes, así como concretos para formar las bases de los postes, estos conceptos ya han sido analizados con anterioridad.

##### **B) ALTA TENSION**

- Instalación de:

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| 9.- Banco de transformadores ITR1A                 | Jgo |
| 10.- Banco de cortacircuitos                       | Jgo |
| 11.- Aislador (suspensión y alfiler )              | Pza |
| 12.- Retenidas (de estaca, de ancla, de banquetta) | Pza |
| 13.- Varillas de tierras                           | Pza |

**C) BAJA TENSION**

**-Instalación de:**

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| 14.- Interruptores termomagnéticos                 | Pza |
| 15.- Aisladores de carrete                         | Pza |
| 16.- Remates preformados                           | Pza |
| 17.- Retenidas (de estaca, de ancla, de banquetta) | Pza |
| 18.- Varillas de tierra                            | Pza |

**D) ALUMBRADO PUBLICO**

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 19.- Luminaria autobalastada  | Pza |
| 20.- Brazos metálicos         | Pza |
| 21.- Fotocontroles            | Jgo |
| 22.- Contactores de alumbrado | Pza |
| 23.- Retenidas                | Pza |
| 24.- Varillas de tierra       | Pza |

**RED SUBTERRANEA**

**A) OBRA CIVIL**

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| 25.- Pozos de visita (Estudiados en drenaje) | Pza |
| 26.- Registros de concreto                   | Pza |
| 27.- Base de concreto                        | Pza |

**B) ALTA TENSION**

**Instalación de:**

|                                                    |     |
|----------------------------------------------------|-----|
| 28.- Cable de energía con aislamiento EP de "X" Kv | ml  |
| 29.- Transformador tipo pedestal                   | Pza |
| 30.- Codos premoldeados                            | Pza |
| 31.- Empalmes preformados o hechos en obra         | Pza |
| 32.- Banco de ductos                               | Pza |
| 33.- Conos de alivio                               | Pza |

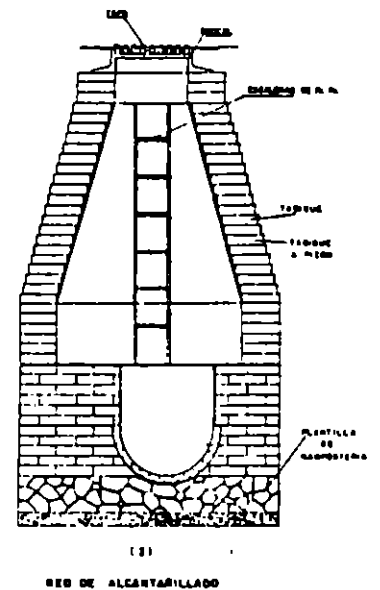
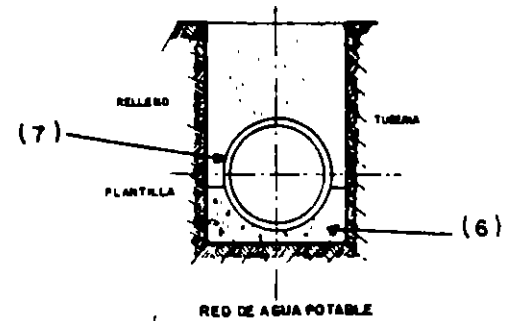
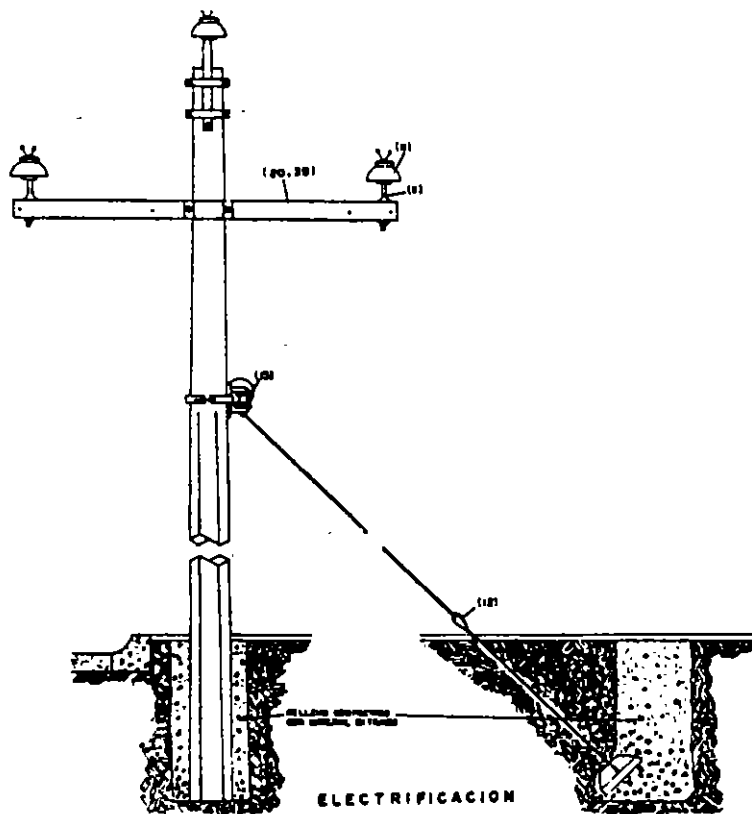
C) BAJA TENSION

Instalación de:

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| 34.- Cable triplex (aluminio o cobre) aislamiento XLP | ml  |
| 35.- Conectores multiples CMS                         | Pza |
| 36.- Tubo PVC eléctrico                               | ml  |

D) ALUMBRADO PUBLICO

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 37.- Postes tubulares          | Pza |
| 38.- Luminarias autobalastadas | Pza |
| 39.- Brazos o ménsulas         | Pza |
| 40.- Contactores de alumbrado  | Pza |
| 41.- Fotocontactores           | Pza |



## **II. CUANTIFICACION DE OBRA.**

De cada uno de los conceptos de obra en los que se pueda dividir un proyecto determinado, es necesario cuantificar la cantidad de dichos conceptos, ya que los costos, cantidades de materiales, cantidades de mano de obra, etc., se apoyan directamente en esta actividad.

Por lo tanto es muy importante poner especial interés en esta partida de Administración general de Obra, ya que al tenerla bien resuelta se tendrá un mayor y mejor control del costo total del proyecto en referencia.

Es necesario mencionar que para el análisis de costo de los conceptos involucrados se utilizan unidades específicas como pueden ser metro líneal (ML), metro cuadrado ( $M^2$ ), metro cúbico ( $M^3$ ), Tonelada (Ton), Kilogramo (Kg), Pieza (Pza), etc., por lo cual las unidades en las que se expresen las cantidades de obra, deben ser las mismas en las que se haya calculado el costo unitario.

Para poder realizar de una manera adecuada una cuantificación teniendo como antecedente los planos de proyecto y especificaciones técnicas, inicialmente se deberá formar el catálogo de conceptos si es que no se cuenta con él, tratando de enunciar estos, en forma ordenada de acuerdo a un proceso constructivo lógico y secuencial, cuidando que se cubran todas las actividades necesarias para llevar a cabo la ejecución de las obras, sin perder de vista que durante la ejecución de cualquier tipo de obra, resultarán conceptos que no fueron considerados en el catálogo original, conociéndoseles como conceptos extras los cuales deben cuantificarse inmediatamente y en caso necesario efectuar el análisis de costo respectivo.

Actualmente existen formatos especiales para la realización de la cuantificación de obra, conocida también como números generadores, y cuyo objetivo es el de unificar el criterio para ejecución de esta actividad en cada uno de los conceptos de trabajo presentándolos con un planteamiento claro de las operaciones realizadas y en donde generalmente estos formatos cuentan con un espacio específico para presentar estos conceptos de una manera gráfica, por medio de un croquis ó dibujo tratando de formar una idea más clara de lo que se está cuantificando y evitar repeticiones o malos cálculos.

Debido a que hay cuantificaciones que requieren un gran número de hojas, éstas deberán enumerarse progresivamente anotándose también el total de hojas que componen dicha cuantificación.

Es necesario que durante la ejecución de la obra, se revisen periódicamente los números generadores, particularmente si han existido cambios de proyecto o se haya ejecutado obra complementaria, de manera que sea posible corregir a tiempo









EMPRESA:

OBRA: URBANIZACION RESID. SAN SEBASTIAN

PLANO DE REF. CIMENTACION

ELABORO:

REVISO:

FECHA:

CONCEPTO:

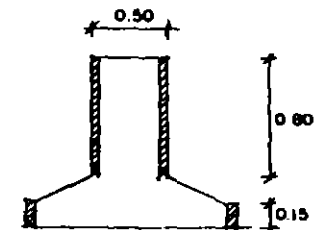
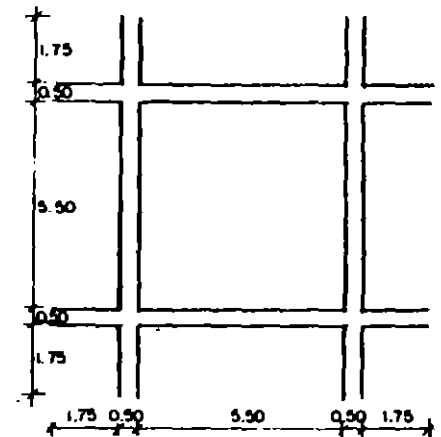
04 CIMBRA COMUN Y DESCIMBRA EN CIMENTACION MEDIDA POR SUPERFICIE DE CONTACTO

UNIDAD:

M<sup>2</sup>

HOJA: 4 DE: 8

CROQUIS:



| CONCEPTO           | LOCALIZACION |       |      | ANCHO   | ALTO | LARGO | PZS. | TOTAL  |
|--------------------|--------------|-------|------|---------|------|-------|------|--------|
|                    | EJE          | TRAMO | TIPO |         |      |       |      |        |
| MUROS              | 2            | A - D |      | 2 CARAS | 0.80 | 1.75  | 2    | 6.00   |
| MUROS              | 2            | B - C |      | 2 CARAS | 0.80 | 5.50  | 1    | 6.00   |
| TAPON              | 2            | A y D | □    | 0.80    | 0.80 |       | 2    | 0.80   |
| ARRASTRE           | 2            | A - D | □    | 2 CARAS | 0.15 | 10.00 | 1    | 3.00   |
| MENOS INTERSECCION | 2            | A - D | □    | 2 CARAS | 0.15 | 1.20  | 1    | (0.72) |
| MUROS              | 3            | A - D |      | 2 CARAS | 0.80 | 1.75  | 2    | 6.00   |
| MUROS              | 3            | B - C |      | 2 CARAS | 0.80 | 5.50  | 1    | 6.00   |
| TAPON              | 3            | A y D | □    | 0.80    | 0.80 |       | 2    | 0.80   |
| ARRASTRE           | 3            | A - D | □ □  | 2 CARAS | 0.15 | 10.00 | 1    | 3.00   |
| INTERSECCION       | 3            | A - D | □ □  | 2 CARAS | 0.15 | 1.20  | 2    | (0.72) |
| MUROS              | B            | 1 - 4 |      | 2 CARAS | 0.80 | 1.75  | 2    | 6.00   |
| MUROS              | B            | 2 - 3 |      | 2 CARAS | 0.80 | 5.50  | 1    | 6.00   |
| TAPON              | B            | 1 y 4 | □    | 0.80    | 0.80 |       | 2    | 0.80   |
| ARRASTRE           | B            | 1 - 4 | □ □  | 2 CARAS | 0.15 | 10.00 | 1    | 3.00   |
| MENOS INTERSECCION | B            | 1 - 4 | □ □  | 2 CARAS | 0.15 | 1.20  | 2    | (0.72) |
| MUROS              | C            | 1 - 4 |      | 2 CARAS | 0.80 | 1.75  | 2    | 6.00   |
| MUROS              | C            | 2 - 3 |      | 2 CARAS | 0.80 | 5.50  | 1    | 6.00   |
| TAPON              | C            | 1 y 4 | □    | 0.80    | 0.80 |       | 2    | 0.80   |
| ARRASTRE           | C            | 1 - 4 | □ □  | 2 CARAS | 0.15 | 10.00 | 1    | 3.00   |
| INTERSECCION       | C            | 1 - 4 | □ □  | 2 CARAS | 0.15 | 1.20  | 2    | (0.72) |

69.92 M<sup>2</sup>

NOTA: Para generar cimbra se deberá especificar tanto en el croquis como en el mismo cuerpo de la hoja generadora, en nuestro caso se especifica también con letra la parte del elemento al que nos estamos refiriendo, como pueden ser muros,

NOTA: Debido a que la cuantificación de acero podría presentar algún problema para las personas que no estén relacionadas con ella, a continuación se detalla una explicación breve de su forma de cálculo.

El primer paso es anotar el eje y tramo de acero que se desee cuantificar, así como su tipo; es decir, si es transversal, longitudinal, etc. (ver hoja 5 de cuantificación). A continuación se escribe el diámetro correspondiente, el largo y las longitudes de ganchos y traslapes, la suma de estos nos da un largo total del elemento; posteriormente anotamos las piezas y en caso de existir otros elementos iguales se escriben en la columna correspondiente.

Finalmente multiplicamos el largo total por el número de piezas y el número de elementos, el resultado de esta operación se multiplica por el factor de peso por unidad de longitud correspondiente de acuerdo al diámetro que se está manejando.

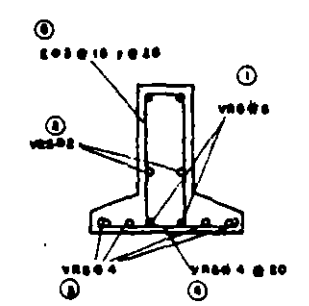
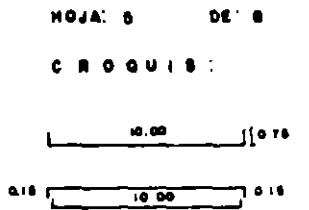
EMPRESA: \_\_\_\_\_  
 OBRA: URBANIZACION RESID SAN SEBASTIAN  
 PLANO DE REF. CIMENTACION

ELABORO: \_\_\_\_\_  
 REVISO: \_\_\_\_\_  
 FECHA: \_\_\_\_\_

CONCEPTO: **CUANTIFICACION DE ACERO :**  
 SUMINISTRO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO (1' = 4 200kg./cm<sup>2</sup> EN CIMENTACION

UNIDAD:  
 KG

| LOCALIZACION |       |      | Ø   | LARGO | GANCHO | TRAS-LAPE | LARGO TOTAL | NUM. DE BARRILLAS | ELEMENTOS | 2     | 2.5    | 3      | 4      | 5 | 6      | 8      |  |
|--------------|-------|------|-----|-------|--------|-----------|-------------|-------------------|-----------|-------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--|
| EJE          | TRAMO | TIPO |     |       |        |           |             |                   |           |       |        |        |        |   |        |        |  |
| 2            | A-D   | 1) 0 | 3/4 | 10.00 | 1.80   |           | 11.80       | 4                 | 1         |       |        |        |        |   |        | 103.80 |  |
| 2            | A-D   | 2) 0 | 1/2 | 10.00 | 0.30   |           | 10.30       | 2                 |           |       |        |        | 19.82  |   |        |        |  |
| 2            | A-D   | 3) 0 | 1/2 | 10.00 | 0.20   |           | 10.20       | 4                 |           |       |        |        | 40.64  |   |        |        |  |
| 2            | A-D   | 4) L | 1/2 | 1.10  | 0.40   |           | 1.50        | 80                |           |       |        |        | 74.70  |   |        |        |  |
| 2            | A-D   | 5) D | 3/8 | 2.80  |        | 0.20      | 3.00        | 80                |           |       |        |        | 83.65  |   |        |        |  |
|              |       |      |     |       |        |           |             |                   |           | 83.65 | 136.23 |        |        |   | 103.80 |        |  |
| 3            | A-D   | 1) 0 | 3/4 | 10.00 | 1.80   |           | 11.80       | 4                 | 1         |       |        |        |        |   |        | 103.80 |  |
| 3            | A-D   | 2) 0 | 1/2 | 10.00 | 0.30   |           | 10.30       | 2                 |           |       |        |        | 19.82  |   |        |        |  |
| 3            | A-D   | 3) 0 | 1/2 | 10.00 | 0.20   |           | 10.20       | 4                 |           |       |        |        | 40.64  |   |        |        |  |
| 3            | A-D   | 4) L | 1/2 | 1.10  | 0.40   |           | 1.50        | 80                |           |       |        |        | 74.70  |   |        |        |  |
| 3            | A-D   | 5) D | 3/8 | 2.80  |        | 0.20      | 3.00        | 80                |           |       |        |        | 83.65  |   |        |        |  |
|              |       |      |     |       |        |           |             |                   |           | 83.65 | 136.23 |        |        |   | 103.80 |        |  |
| B            | 1-4   | 1) 0 | 3/4 | 10.00 | 1.80   |           | 11.80       | 4                 | 1         |       |        |        |        |   |        | 103.80 |  |
| B            | 1-4   | 2) 0 | 1/2 | 10.00 | 0.30   |           | 10.30       | 2                 |           |       |        |        | 19.82  |   |        |        |  |
| B            | 1-4   | 3) 0 | 1/2 | 10.00 | 0.20   |           | 10.20       | 4                 |           |       |        |        | 40.64  |   |        |        |  |
| B            | 1-4   | 4) L | 1/2 | 1.10  | 0.40   |           | 1.50        | 80                |           |       |        |        | 74.70  |   |        |        |  |
| B            | 1-4   | 5) D | 3/8 | 2.80  |        | 0.20      | 3.00        | 80                |           |       |        |        | 83.65  |   |        |        |  |
|              |       |      |     |       |        |           |             |                   |           | 83.65 | 136.23 |        |        |   | 103.80 |        |  |
| C            | 1-4   | 1) 0 | 3/4 | 10.00 | 1.80   |           | 11.80       | 4                 | 1         |       |        |        |        |   |        | 103.80 |  |
| C            | 1-4   | 2) 0 | 1/2 | 10.00 | 0.30   |           | 10.30       | 2                 |           |       |        |        | 19.82  |   |        |        |  |
| C            | 1-4   | 3) 0 | 1/2 | 10.00 | 0.20   |           | 10.20       | 4                 |           |       |        |        | 40.64  |   |        |        |  |
| C            | 1-4   | 4) L | 1/2 | 1.10  | 0.40   |           | 1.50        | 80                |           |       |        |        | 74.70  |   |        |        |  |
| C            | 1-4   | 5) D | 3/8 | 2.80  |        | 0.20      | 3.00        | 80                |           |       |        |        | 83.65  |   |        |        |  |
|              |       |      |     |       |        |           |             |                   |           | 83.65 | 136.23 |        |        |   | 103.80 |        |  |
| TOTALES      |       |      |     |       |        |           |             |                   |           |       |        | 334.20 | 541.04 |   |        | 414.00 |  |









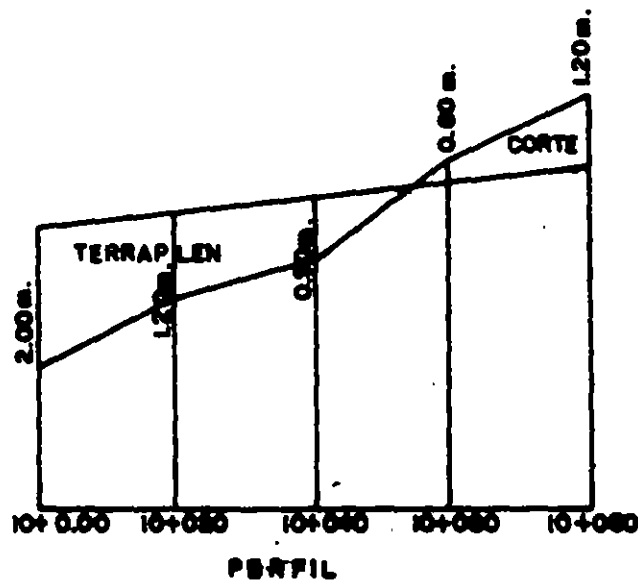


## CALCULO DE CUBICACION EN TERRACERIAS.

Ejemplo:

Se entiende por terracerías el conjunto de cortes y terraplenes de una obra vial.

Los datos para calcular espesores (diferencia de cotas en un punto entre el terreno y la subrasante) y volúmenes de cortes y terraplenes se obtienen del dibujo del perfil del eje del proyecto.



Antes de ejecutar los cálculos del volumen de terracerías es necesario localizar el punto de paso (intersección del perfil del proyecto con el perfil del Terreno).

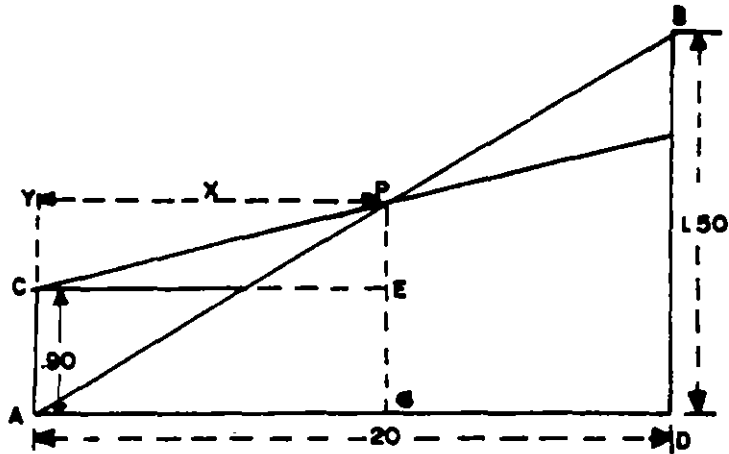
Los datos que tenemos son:

$d$  = diferencia de cotas entre la subrasante y el terreno (espesor de Terraplén) en la estaca 10 + 040 ..... 0.90 m.

$p$  = pendiente por metro ..... 0.01

$m$  = diferencia de cotas del terreno entre las estaciones 10 + 040 y 10 + 060 ..... 1.50 m.

$l$  = distancia entre 10 + 040 y 10 + 060 ..... 20.00 m.



Como se conocí la pendiente por metro, de la línea de proyecto, es claro, que si para un metro, corresponde una pendiente  $p$ , para  $x$  metros corresponderá una pendiente total expresada por el producto  $(x) \times (p)$  ... o sea "y", por consiguiente, podemos establecer la ecuación:

$$y = (x) \times (p) = 0.01x$$

Los triángulos semejantes A, D, B, y A, G, P, nos dan.

$$\frac{1.50}{20} = \frac{0.90 + 0.01x}{x}$$

despejando  $x$  tendremos

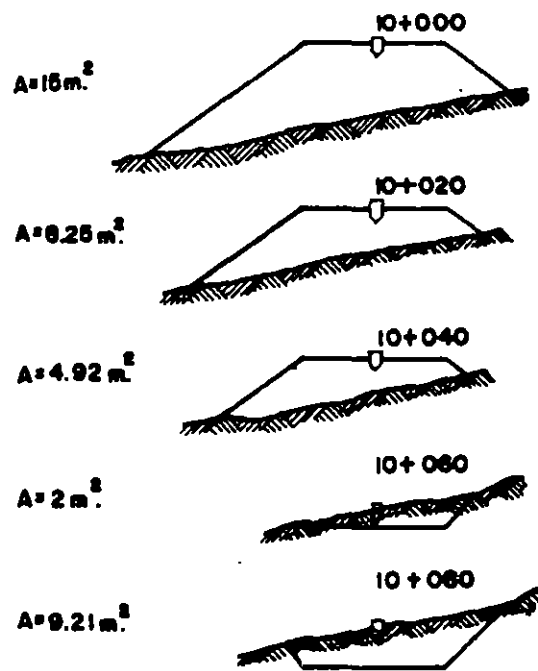
$$x = \frac{0.90}{0.075 - 0.01}$$

$$x = 13.85$$

Por lo que la distancia horizontal de la estaca 10 + 040 al punto de paso será 13.85 m.

Las secciones transversales de construcción son secciones o perfiles del terreno normales al eje proyectado en planta que se obtienen a cada determinada distancia (20 metros por lo general) y a veces también en puntos intermedios especiales. Sirven para obtener, el área en corte o terraplén correspondiente a cada estación completa o a cualquier punto intermedio que haya sido nivelado. Estas áreas pueden ser calculadas a través de un planímetro. En caso de que no se disponga éste se pueden utilizar métodos aproximados.

En este ejemplo las secciones transversales son las siguientes.



#### SECCIONES TRANSVERSALES

Conocidas las áreas de todas y cada una de las secciones, se anotan en una tabla y se procede a calcular volúmenes de terracerías ya sea en corte o terraplén.

El volumen de material se calculará tomando el promedio de las áreas de las secciones extremas y multiplicándolo por la distancia entre ellas.

$$V = \frac{A1 + A2}{2} d$$

donde

$V$  = volumen de terracería

$d$  = distancia entre las dos secciones extremas del prisma

$A_1$  = área de la primera sección

$A_2$  = área de la segunda sección

*Terraplén 10 + 000 ----- 10 + 020*

$$V = \frac{15 + 8.25}{2} 20 = 232.5 \text{ m}^3$$

*Terraplén 10 + 020 ----- 10 + 040*

$$V = \frac{8.25 + 4.92}{2} 20 = 131.70 \text{ m}^3$$

*Terraplén 10 + 040 ----- 10 + 053.85*

$$V = \frac{4.92 + 0.00}{2} 13.85 = 34.07 \text{ m}^3$$

*Corte 10 + 053.85 ----- 10 + 060*

$$V = \frac{0.00 + 2.00}{2} 6.15 = 6.15 \text{ m}^3$$

Corte 10 + 060 - 10 + 080

$$V = \frac{2.00 + 9.21}{2} 20 = 112.10 \text{ m}^3$$

Se deberá considerar el fenómeno de abundamiento ya que es el material abundado el que se acarrea para formar los terraplenes.

Haciéndolo en una tabla de registros, tenemos:

| ESTACION    | ESPORES (m) |        | AREAS (m <sup>2</sup> ) |        | A1 + A2 (m <sup>2</sup> ) |        | SEMIDISTANCIA (m) | VOLUMEN (m <sup>3</sup> ) |         | COEF. DE ABUND. |        | VOL. ABUND. (m <sup>3</sup> ) |         |
|-------------|-------------|--------|-------------------------|--------|---------------------------|--------|-------------------|---------------------------|---------|-----------------|--------|-------------------------------|---------|
|             | CORTE       | TERRAP | CORTE                   | TERRAP | CORTE                     | TERRAP |                   | CORTE                     | TERRAP  | CORTE           | TERRAP | CORTE                         | TERRAP  |
| 10 + 000    |             | 2.00   |                         | 15.00  |                           |        |                   |                           |         |                 |        |                               |         |
| 10 + 020    |             | 1.20   |                         | 8.27   |                           | 23.35  | 10                |                           | 232.500 |                 |        |                               | 232.500 |
| 10 + 040    |             | 0.90   |                         | 4.92   |                           | 13.19  | 10                |                           | 131.190 |                 |        |                               | 131.190 |
| 10 + 053.85 | 2.00        | 0.00   | 0.00                    | 0.00   |                           | 4.92   | 6.925             |                           | 34.071  |                 |        |                               | 34.071  |
| 10 + 060    | 0.40        |        | 2.00                    |        | 2.00                      |        | 3.075             | 6.150                     |         | 1.3             |        |                               | 7.38    |
| 10 + 080    | 1.20        |        | 9.21                    |        | 11.21                     |        | 10                | 112.100                   |         | 1.3             |        |                               | 144.53  |

## IV. COSTO DE OBRA DE MANO

### *Generalidades*

En algunos campos de la construcción la obra de mano representa un alto porcentaje del costo total de una obra; esto hace importante el estudio detallado y metódico de los factores que integran dicho costo, es decir todas aquellas erogaciones que el constructor tiene que realizar para remunerar la fuerza de trabajo aportada por un obrero.

Dicha remuneración podría llevarse a cabo por diversos métodos, pero sólo mencionaremos aquellos comunmente usados en nuestro medio:

1.- Remuneración por día

2.- Remuneración por destajo

**1.- La Remuneración por día.-** consiste en pagar al trabajador una cantidad de dinero fija por cada día (Jornal) trabajado. Este método de pago implica, que se debe llevar un control sobre la actividad de los trabajadores, esto, evidentemente, sólo se puede lograr analizando de antemano el número máximo de personas que pueden ser controladas de manera óptima por un supervisor, sin embargo, esto redundaría en un gasto administrativo mayor.

**2.- La Remuneración por destajo.-** consiste en que al trabajador se le paga una cantidad de dinero, anteriormente pactada, por cada unidad de trabajo que ejecute, es decir, mientras más unidades de trabajo se realicen en determinado tiempo, mayor será la cantidad de dinero recibida, el problema que este método de pago mal manejado ocasiona salta a la vista, ya que los trabajadores tienen la inclinación de realizar su labor en el menor tiempo posible y esto provoca una disminución de calidad en su trabajo, pero por otra parte con una buena organización, los trabajadores generalmente obtienen un mayor beneficio económico derivado de una planeación adecuada de las obras.

Por otra parte, este sistema ofrece la ventaja de que si se lleva una supervisión constante sobre la calidad del trabajo se pueden lograr avances de obra importantes en corto tiempo.

Es importante recalcar que cualquiera que sea el método de remuneración que se use, el trabajador siempre deberá percibir cuando menos el salario mínimo legal establecido por la institución gubernamental correspondiente.

En nuestro medio, el personal que labora en la industria de la construcción, está organizado en diversos niveles jerárquicos cuyas principales categorías son las que se observan en la tabla de la siguiente página:

## ESPECIALIDADES EN LA CONSTRUCCION

Peón  
Peón concretero  
Albañil  
Albañil especializado  
Cantero  
Yesero  
Carpintero  
Fierrero  
Perforista  
Barretero  
Poblador  
Pintor  
Electricista  
Plomero  
Soldador  
Herrero  
Montador

Operador de excavadora  
Operador de tractor  
Operador de motoescrepa  
Operador de motoconformadora  
Operador de compactador  
Operador de planta trituradora  
Operador de planta mezcladora  
Operador de compresora  
Operador de petrolizadora  
Operador de malacate  
Operador de cablevía  
Operador de bomba de concreto  
Operador de grúa  
Operador de equipo pesado de acarreo

Sobrestante general  
Sobrestante de albañilería  
Sobrestante de carpintería  
Sobrestante de concretos  
Sobrestante de barrenación  
Sobrestante de terracerías  
Sobrestante de pavimentación  
Sobrestante de túneles  
Sobrestante de montajes

Jefe de campamento  
Jefe de veladores  
Velador  
Almacenista  
Bodeguero  
Gasolinero  
Checador de material  
Tomador de tiempo  
Jefe de mecánicos  
Mecánico diesel  
Mecánico gasolina  
Mecánico electricidad  
Engrasador  
Chofer

**NOTA:** Algunas de las especialidades mencionadas anteriormente se auxilian con ayudantes específicos para cada área.

Como sabemos el costo de obra de mano es una de las partes principales en la integración de el costo directo de una obra, dicho costo está estrechamente ligado con el rendimiento del trabajador, el cual se analizará en un capítulo posterior.

### *Salario.*

Estrictamente hablando, el salario es la remuneración que se entrega a un trabajador por el desempeño de su labor, sin embargo, es importante definir algunos conceptos referentes al salario que el Ingeniero Constructor debe manejar con soltura, ya que es muy importante que al contratar o ejecutar una obra, no pierda de vista a que tipo de salario se está refiriendo el convenio contractual o que tipo de salario está reportando en sus informes.

Por lo anterior se deberá tener muy clara la diferencia entre:

- a) Salario mínimo.
- b) Salario base o nominal.
- c) Salario real.

a).- Se deberá conocer como salario mínimo aquel salario estipulado por la institución gubernamental correspondiente, (en el caso de México, La Comisión Nacional de Salarios mínimos), dicho salario tiene un carácter de obligatoriedad avalado por nuestra legislación en materia laboral, es decir, ningún trabajador que mantenga una relación laboral con alguna Empresa o patrón podrá percibir un salario inferior al salario mínimo; este salario mínimo es el que se otorga a la menor categoría o capacidad del trabajador que es el denominado peón.

En nuestro país se ha optado por subdividir el territorio en zonas económicas que tienen diferentes salarios mínimos acordes al costo de la vida en cada una de ellas.

En los contratos colectivos de trabajo que se celebran en las organizaciones sindicales se establecen salarios mínimos para las distintas categorías de trabajadores que esten representados por dicha organización y es evidente que estos salarios son superiores a los salarios mínimos que para esa zona en particular establezca la Comisión de salarios mínimos, y se les denomina "salarios mínimos profesionales" que pueden derivarse también de dicha comisión. Puede suceder además que por condiciones de oferta y demanda de mano de obra, los salarios que tengan que pagarse sean superiores a los que establezca el contrato colectivo de trabajo.



De aquí surge el primer factor importante que el Ingeniero debe tener presente al contratar una obra ya que si pasa por alto este detalle su costo por mano de obra se va a incrementar de manera importante, y esto repercutirá directamente en un aumento en los precios unitarios.

b).- Salario base o nominal, es aquel por el cual se contrata al trabajador por cada día de trabajo transcurrido.

c).- Salario Real es aquel salario que reúne todos los conceptos que causen una erogación al patrón y que estén relacionados directa o indirectamente con el trabajador, es decir, el salario real es el costo total que un trabajador representa para la empresa, sea esta pública o privada.

Este salario real es superior al salario base en un porcentaje considerable (dependiendo de las prestaciones de cada empresa), por lo cual es muy importante saber calcularlo.

#### **Consideraciones para la integración del salario real.**

a).- *Días no laborales por fiesta de costumbre.*

Por tradiciones arraigadas en nuestro medio laboral, los días correspondientes a celebraciones religiosas más notables, como son: Viernes y Sábado Santos, 3 Mayo, 1o y 2 de Noviembre y 12 de Diciembre, el obrero no trabaja; es por eso que los constructores aceptan como no laborales, de acuerdo con su propia política, algunos de los días aquí mencionados.

b).- *Días no laborales por enfermedad no profesional.*

Cuando por enfermedad no profesional el obrero no trabaja, el patrón se ve obligado a cubrir su salario durante los 3 primeros días de ausencia, por lo que el Ingeniero deberá considerar a criterio, los días no laborales por esta causa.

c).- *Días no laborales por agentes físico- meteorológicos.*

Es indispensable que para la integración del salario del trabajador, en base al lugar donde se van a ejecutar las obras, el medio geográfico, la estación del año, la topografía local, etc., el Ingeniero analista de precios unitarios, realice una investigación estadística y la aplique en la definición de un número de días no laborales por causas fortuitas, como pudieran ser: lluvia, nieve, calor, frío, inundaciones y derrumbes.

d).- *Días no laborables por descanso obligatorio 7.17 días (Art. 74 L.F.T)*

De lo establecido en los incisos anteriores, podemos obtener ya conclusiones importantes aunque parciales, para la integración del salario real del trabajador.

**Primero:** Los trabajadores, de acuerdo con la ley, tienen derecho a recibir como compensación a su trabajo, los siguientes pagos mínimos anuales:

|                                                                            |            |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|
| Por cuota diaria (Art. 83)                                                 | 365 días   |
| Por prima vacacional (Art. 76 y 80)<br>0.25 x 6 días de vacaciones mínimas | 1.5        |
| Por aguinaldo (Art. 87)                                                    | 15         |
| SUMA                                                                       | 381.5 días |

**Segundo:** También de acuerdo con la ley, los trabajadores tienen derecho de descansar, con goce de salario, los siguientes días mínimos al año:

|                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| Por séptimo día (Art. 69)   | 52 días (domingos) |
| Por días festivos (Art. 74) | 7.17               |
| Por vacaciones (Art. 76)    | 6                  |
| SUMA                        | 65.17 días.        |

**Tercero:** De acuerdo con la experiencia y la política de cada constructor, es necesario considerar también como inactivos algunos días del año, durante los cuales el trabajador goza de su salario íntegro, como pueden ser:

|                                |        |
|--------------------------------|--------|
| Por fiestas de costumbre       | 3 días |
| Por enfermedad no profesional. | 1      |
| Por mal tiempo y otros.        | 2      |
| SUMA                           | 6 días |

En resumen, tenemos que los días pagados al trabajador por año, son: 381.5 días realmente trabajados son:  $365 - 65.17 - 6 = 293.83$  días. Podemos entonces determinar el valor de un coeficiente de incremento, debido exclusivamente a prestaciones de la Ley Federal del Trabajo, que es:

$$\frac{381.5 \text{ días pagados}}{293.83 \text{ días laborados}} = 1.2984$$

Lo cual significa que, al integrar el salario real del trabajador, deberá considerarse un incremento del 29.84% sobre su salario base, por concepto de prestaciones de la Ley Federal del Trabajo.

Eventualmente, se llegan a presentar casos en que por necesidad de las obras o por convenir a los intereses del contratante y aún del contratista de la obra, se laboran jornadas de más de 8 y hasta 12 horas diarias de trabajo, constituyéndose lo que llamamos "jornada extraordinaria de trabajo". Existen también circunstancias en que, por urgencia, o por gran volumen de obra por realizar, se hace necesario establecer dos o tres turnos de trabajo.

Es importante también, mencionar los casos de obras foráneas donde la utilización de obra de mano especializada es indispensable y en cuyas localidades se carece de la misma, presentándose entonces la necesidad de pagar viáticos (ayuda para hospedaje y/o alimentos) al personal llevado de otros lugares. Estos importes, se deberán considerar adicionalmente a los del salario real, para las categorías correspondientes.

### *INFONAVIT*

Con el fin de proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas, higiénicas y a un precio accesible; el 1o de Mayo de 1972, se creó el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT).

Dicho fondo está formado por las aportaciones que en efectivo hacen las empresas, de 5% sobre los salarios integrados de los trabajadores a su servicio, de acuerdo a lo mencionado por el artículo 136 de la Ley Federal del Trabajo. Para efectos de integración del Salario real del trabajador, el Ingeniero deberá incluir en él, las cuotas que se deben cubrir por este concepto.

El factor que por este concepto modifica la integración del salario real del trabajador, será:

$$\frac{0.05 \times 381.5 \text{ días de salario ordinario}}{293.83 \text{ días laborados}} = 0.0649$$

Lo cual significa que, al integrar el salario real del trabajador, deberá considerarse un incremento del 6.49% sobre su salario base, por concepto de cuotas patronales al INFONAVIT.

En los concursos de obras públicas se dispone que: "en los análisis de precios unitarios, no debe figurar el 5% del importe de las percepciones de los trabajadores, que en los términos del artículo 136 de la Ley Federal del Trabajo, las empresas en su calidad de patrones, están obligados a aportar al Fondo Nacional de la Vivienda". Lo anterior significa, en este caso, que el Ingeniero deberá considerar tales erogaciones dentro del importe de su utilidad bruta, sin embargo lo seguiremos tomando en cuenta para ver en cuanto importan todas las prestaciones sobre el salario.

#### *Seguro Social y Prestaciones.*

De acuerdo a las dos posiciones legales vigentes emanadas de los principios constitucionales que nos rigen, todos los empresarios tienen la obligación ineludible de inscribir a sus trabajadores en el Instituto Mexicano del Seguro Social, el cual a cambio del pago de las primas de seguro correspondientes, se encarga de velar por la seguridad de los trabajadores y de impartirles la asistencia, servicios sociales y prestaciones señaladas por la propia Ley del Seguro Social, reformada el 12 de Marzo de 1973.

El régimen obligatorio de la Ley, comprende los siguientes seguros:

I Riesgos de trabajo:

II Enfermedades y maternidad:

III Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte

IV Guardería para hijos de asegurados.

La misma Ley establece cuotas o primas que cubren cada uno de los seguros anteriores. El Ingeniero analista deberá saber valorar el importe de esas cuotas o primas, y considerarlos en la integración del salario real del trabajador.

A continuación se presenta la tabla V.1 en la que se resúmen los importes de las cuotas vigentes que se deben pagar al Seguro Social, para distintos grupos de salario

diario, por concepto de seguro de enfermedades y maternidad ( Arts. 121 183 ), de acuerdo con la Ley del Seguro Social.

| PORCENTAJE DE APLICACION A LA PERCEPCION BASE DE COTIZACION,<br>PARA EL CALCULO DE LAS CUOTAS BIMESTRALES. |               |                       |                                                                            |               |                       |        |           |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------|--------|-----------|--------|
| ENFERMEDADES<br>Y MATERNIDAD                                                                               |               |                       | RAMAS DE SEGURO<br>INVALIDEZ, VEJEZ, CESANTIA EN<br>EDAD AVANZADA Y MUERTE |               |                       | TOTAL  |           |        |
| Del patrón                                                                                                 | Del asegurado | Cuota obrero patronal | Del patrón                                                                 | Del asegurado | Cuota obrero patronal | Patrón | Asegurado | Suma   |
| 8.40%                                                                                                      | 3.00%         | 11.40%                | 4.200%                                                                     | 1.500%        | 5.700%                | 12.60% | 4.50%     | 17.10% |

**TABLA IV.1**

**NOTAS IMPORTANTES:**

A las cuotas señaladas deberán aumentarse:

A) La del seguro de riesgos de trabajo, que se calculará aplicando a la cuota bimestral del seguro de invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte, la prima que corresponda a la clase y grado de riesgo que el Instituto haya asignado a la empresa.

B) La del Seguro de Guardería para hijos de asegurados, que se determinará aplicando la prima del 1% que establece el artículo 191 de la Ley del Seguro Social, a la cantidad que por salario en efectivo se pague a los trabajadores por concepto de cuota diaria (tomando en consideración los límites señalados en el artículo 33 del mismo ordenamiento).

Como complemento a la información indicada en la tabla No. 2 cabe mencionar que, de acuerdo al artículo 42 de la misma Ley, corresponde al patrón pagar íntegramente la cuota señalada para los trabajadores que sólo perciban el salario mínimo, lo cual significa que para este caso, el patrón deberá pagar la totalidad de cuotas obrero- patronales.

Para efectos de la fijación de cuotas patronales del seguro de riesgos de trabajo, el artículo 78 de la Ley del Seguro Social establece que éstas se determinarán en relación a la cuota obrero- patronales del seguro de invalidez, vejez, cesantía y muerte, conforme a los términos del "Reglamento de Clasificación Empresas y Grados de Riesgo para el Seguro de Accidentes de trabajo y Enfermedades Profesionales ", que se expresan en forma condensada en la Tabla V.2.

| Clase de empresa según el reglamento de clasificación de empresas en grado de riesgo. | GRADOS DE RIESGO |       |        | Primas correspondientes al grado medio de riesgo expresadas en por ciento del importe de las cuotas obrero-patronales del seguro de invalidéz, vejez, cesantía y muerte. |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                       | Mínimo           | Medio | Máximo |                                                                                                                                                                          |
| I                                                                                     | 1                | 3     | 5      | 5%                                                                                                                                                                       |
| II                                                                                    | 4                | 9     | 141    | 5%                                                                                                                                                                       |
| III                                                                                   | 11               | 12    | 43     | 740%                                                                                                                                                                     |
| IV                                                                                    | 30               | 45    | 69     | 75%                                                                                                                                                                      |
| V                                                                                     | 50               | 75    | 100    | 115.125 %                                                                                                                                                                |

**TABLA IV.2**

El artículo 12 del reglamento mencionado, clasifica a las empresas relacionadas con la construcción de la Clase V, por lo que la prima por seguro de accidentes de trabajo es del 115.125% del importe de la cuota obrero-patronal del seguro de invalidéz, vejez, cesantía y muerte.

El mismo reglamento, prevé la posibilidad de modificar las primas por este seguro cuando las empresas adopten medidas de higiene y seguridad que disminuyan el riesgo. Las primas que procedan en tales casos nunca serán menores a las correspondientes al riesgo mínimo, ni mayores a las correspondientes al riesgo máximo para su clase.

La previsión de medidas de higiene y seguridad en una obra implica la generación de costos que el Ingeniero podrá considerar en la parte correspondiente a costos indirectos; sin embargo, esta práctica resulta siempre recomendable en cuanto a la salud y las vidas de los trabajadores que quedarán protegidas por estos medios. Ejemplo de estos conceptos son: el uso del casco, mascarillas, anteojos, botas, barandales en rampas, andamios de seguridad, redes e iluminación de áreas de circulación.

De acuerdo a lo mencionado en el presente inciso, y considerando además que la base de cotización para el pago de cuotas por concepto de seguro de riesgos de trabajo, seguro de enfermedad, maternidad y seguro de invalidéz, vejez, cesantía y muerte, es la totalidad de pagos al trabajador (Art. 32 de la Ley del Seguro Social); estamos en condiciones de determinar, por dichos conceptos, un coeficiente de incremento adicional para la integración del salario real, teniendo los siguientes casos:

a).- Para el trabajador de salario mínimo.

|                                                                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Enfermedades y maternidad (Tabla):                                                                 | 11.440 %. |
| Invalidez, vejez, etc (Tabla):                                                                     | 5.700 %.  |
| Riesgo de trabajo 115.125 % de la cuota obrero-patronal<br>de invalidez, vejez, cesantía y muerte. | 6.5621 %  |
|                                                                                                    | <hr/>     |
| SUMA                                                                                               | 23.7021 % |
| $\frac{.237021 \times 381.5 \text{ días pagados}}{293.83 \text{ días laborados}} = 0.3077$         |           |

b).- Para los trabajadores de salarios mayores que el mínimo.

|                                                                                                     |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Enfermedades y maternidad (Tabla):                                                                  | 8.400 %    |
| Invalidez, vejez, etc. (Tabla):                                                                     | 4.200 %    |
| Riesgos de trabajo 115.125 % de la cuota obrero-patronal<br>de invalidez, vejez, cesantía y muerte. | 6.5621 %.  |
|                                                                                                     | <hr/>      |
| SUMA                                                                                                | 19.1621 %. |

$$\frac{0.191621 \times 381.5 \text{ días pagados}}{293.83 \text{ días laborados.}} = 0.2488$$

Lo cual significa que al integrar el salario real del trabajador, debemos considerar incrementos del 30.77% para el trabajador con salario mínimo, y de 24.88% para los trabajadores con salarios superiores, sobre sus respectivos salarios base, por concepto de cuotas patronales al Seguro Social correspondiente a los seguros antes mencionados.

Con el fin de que las trabajadoras dispusieran de lugares apropiados para el cuidado de sus hijos durante las horas de trabajo, el 1o de Abril de 1973, se creó el seguro de guarderías para hijos de aseguradas y de acuerdo a los artículos 190,191 de la

Ley del Seguro Social, los patrones cubrirán íntegramente el importe de la prima correspondiente, independientemente de que tengan o no trabajadoras a su servicio; además, el monto de dicha prima será del 1% sobre el salario integrado del trabajador.

El factor que por este concepto modifica la integración del salario real del trabajador, será:

$$\frac{0.01 \times 381.5 \text{ días pagados}}{293.83 \text{ días laborados}} = 0.0130$$

Lo que significa que debemos considerar un incremento del 1.30 % adicional al salario base del trabajador, debido a cuotas patronales al Seguro social por concepto de guarderías para hijos de aseguradas, en la integración del salario real.

Es importante hacer notar la responsabilidad que tiene un contratista ante el Seguro Social, del pago de las cuotas del personal de sus "subcontratistas", quienes se encargan de realizar los trabajos más especializados, como pueden ser: yeseros, pintores, instaladores, carpinteros, etc., lo anterior significa que el contratista deberá cubrir el importe de las primas; cuando los subcontratistas omiten los pagos correspondientes.

#### *Impuestos sobre remuneraciones pagadas.*

Por decreto presidencial, a partir del 1o de Febrero de 1965 se creó el pago de un impuesto del 1% sobre diversas percepciones y erogaciones, que se dedica a la enseñanza media y superior, técnica y universitaria, actualmente integrado a la "Ley de Ingresos de la Federación". En la fracción I del artículo 2o. de dicho decreto se establece que son causantes del impuesto " quienes efectúan pagos por concepto de remuneraciones al trabajo personal".

El pago de dicho impuesto corresponde a una erogación real del patrón que repercute en el costo de la mano de obra, ya que deberá pagar el 1% del total de remuneraciones pagadas lo que modifica la integración del salario real del trabajador, en:

$$\frac{0.01 \times 381.5 \text{ días pagados}}{293.83 \text{ días laborados}} = 0.0130$$



Por tanto, deberá considerarse un incremento del 1.30% sobre el salario base del trabajador, por concepto del impuesto patronal sobre remuneraciones pagadas.

#### *El IVA en los costos de Obra de Mano.*

La remuneración de la mano de obra no incluye traslación de IVA (Impuesto al Valor Agregado) por los trabajadores al empleador; los pagos que éste hace por tal concepto no incluye, pues el porcentaje del IVA y en consecuencia éste no debe aparecer en los análisis ni formar parte de los precios unitarios.

Excepción de lo anterior, es el caso de un subcontrato por servicio de mano de obra, proporcionado por una persona moral, como es el ejemplo de un destajista formalmente constituido en Sociedad Anónima, que factura cumpliendo con todos los requisitos fiscales y debe trasladar el IVA a la empresa a quien prestó el servicio; sin embargo, de igual manera que lo mencionado para materiales, este IVA pagado por la empresa no debe incorporarse a los análisis de precios sino se manejará contablemente en cuentas especiales.

#### *Integración del salario real del trabajador.*

La determinación y valoración de los factores que intervienen en toda relación obrero-patronal, conducen a la integración del salario real del trabajador que, como se mencionó anteriormente, corresponde a la erogación total del patrón por cada día realmente laborado por el trabajador y que incluyen pagos directos, prestaciones en efectivo y en especie, pagos por impuestos y cuotas a instituciones de beneficio social.

En la práctica, dicha integración corresponde en realidad a la integración de un coeficiente, usualmente llamado "factor de salario real", que al ser multiplicado por el salario base del trabajador, dá por resultado el salario real por determinar. Este factor es variable para cada categoría pero, en general, se determinan: Uno para salario mínimo y otro para categorías de salarios mayores; así mismo es usual que tal factor se calcule en base a la erogación y los días trabajados durante un ciclo anual a efecto de considerar proporcionalmente todas las variaciones que se presenten durante ese ciclo.

La suma de los resultados de cada uno de los puntos anteriores nos ayudan a determinar el factor de salario real. Obtengamos pues el factor de salario real sumando los incrementos al salario base.

**Tenemos:**

Factor aplicable al salario base del trabajador por obligaciones y prestaciones marcadas por la Ley Federal del Trabajo 1.2984

Incremento al factor por cuotas al INFONAVIT. 0.0649

Incremento al factor por cuotas patronales al Seguro Social debidas a los Seguros de: riesgos profesionales, enfermedades y maternidad, e invalidez, vejez, cesantía y muerte.

a).- Para categorías de salario mínimo. 0.3077

b).- Para categorías de salarios mayores al mínimo. 0.2488

Incremento al factor por cuotas patronales al Seguro Social debidas al Seguro de guarderías. 0.0130

Incremento al factor por impuestos sobre remuneraciones pagadas al trabajo. 0.0130

La suma de los incrementos anteriores nos determina el factor de salario real para:

a).- Salario mínimo. 1.6970

b).- Salarios mayores al mínimo. 1.6381

**EJEMPLO DE CALCULO PARA LA OBTENCION DEL SALARIO REAL.**

A continuación presentamos un ejemplo numérico para la obtención del salario real del trabajador, basado en la aplicación del factor de salario real. También se muestra la forma de valorar el tiempo extraordinario y su integración al salario real del trabajador.

**Ejemplo. Obtención del salario real para las categorías y salarios base enlistados.**

**I.- Considerando jornadas de trabajo normales, de 8 horas.**

II.- Considerando jornadas de trabajo ordinarias de 10 horas diarias.

| CATEGORIAS                                            | SALARIO BASE |
|-------------------------------------------------------|--------------|
| Peón (salario mínimo).                                | 10,080.00 UM |
| Oficial de albañilería.                               | 14,720.00 UM |
| Carpintero de obra negra.                             | 13,695.00 UM |
| Fierrero.                                             | 14,170.00 UM |
| Operador de tractor.                                  | 15,470.00 UM |
| Chofer de camión.                                     | 15,060.00 UM |
| Operador de cargador, motoconformadora y compactador. | 14,990.00 UM |

En esta caso únicamente tenemos que multiplicar los salarios base por los factores de salario real correspondientes. Por lo que ahora tenemos:

| CATEGORIAS                                                    | SALARIO BASE | F.S.R. | SALARIO REAL |
|---------------------------------------------------------------|--------------|--------|--------------|
| Peón (salario mínimo)                                         | 10,080.00    | 1.6970 | 17,105.76    |
| Oficial de albanilería.                                       | 14,720.00    | 1.6381 | 24,112.83    |
| Carpintero de obra negra                                      | 13,695.00    | 1.6381 | 22,433.78    |
| Fierrero                                                      | 14,170.00    | 1.6381 | 23,211.88    |
| Operador de tractor                                           | 15,470.00    | 1.6381 | 25,341.41    |
| Chofer de camión                                              | 15,060.00    | 1.6381 | 24,669.79    |
| Operador de cargador --<br>Motoconformadora y com<br>pactador | 14,990.00    | 1.6381 | 24,555.12    |

TABLA IV.3

## **V. RENDIMIENTO DE LA OBRA DE MANO**

Desde la aparición del hombre, este tiene que utilizar sus manos para satisfacer sus necesidades y las de los demás. Prueba de esto es que la mayor parte de las obras realizadas hasta antes de la revolución industrial, fueron hechas por la mano del hombre.

Hoy en día, a pesar del desarrollo tecnológico, existen aún muchos trabajos que sólo pueden ser ejecutados por la mano del hombre; y otros muchos que resultan más económicos con empleo de ella que con maquinaria.

Puede existir además una política oficial que promueva la ocupación de la obra de mano a través de la inversión en ciertos programas de obra pública.

De ahí surge la necesidad de conocer o investigar su rendimiento para poder establecer programas de construcción, programas de recursos humanos, programas financieros, organización de cuadros de mandos intermedios y cálculo de precios unitarios.

Quizá el mayor problema al cual se enfrenta un Ingeniero es el de determinar el rendimiento de la obra de mano, ya que se debe tener en cuenta que su rendimiento nunca será constante, puesto que el trabajador no puede ni debe ser comparado con una máquina, y su capacidad de producción puede ser afectada principalmente por los siguientes factores, ajenos a la voluntad humana.

**FACTORES FISICO-GEOGRAFICOS.-** La fatiga, el clima, las variaciones atmosféricas, los accesos a la obra y al lugar de trabajo, la iluminación y la ventilación adecuada.

**FACTORES SOCIO-ECONOMICOS.-** La educación, el tipo, abundancia y calidad de la alimentación, e incluso los orígenes étnicos, así como el salario, las prestaciones, los incentivos y la acción de los Sindicatos.

**FACTORES TECNICOS.-** La capacitación, la experiencia, la herramienta, el equipo, el procedimiento constructivo, y la dirección.

**FACTORES PSICOLOGICOS.-** La inseguridad, el peligro, la competencia y el bienestar mental, entre otros.

El trabajo que puede desarrollar un ser humano en condiciones normales, depende fundamentalmente de dos factores que varían de región a región geográfica.

- 1.- La dificultad o laboriosidad del trabajo a realizar (por condiciones propias de la obra o del trabajo).
- 2.- El grado de capacitación de hombre (habilidad innata o capacitación obtenida).

Uno de los errores en que con más frecuencia se incurre, reside en tomar rendimientos iguales de obra de mano, y aplicarlos indiscriminadamente a todas las regiones, zonas geográficas y obras del País. El criterio correcto, se fundamenta en establecer rendimientos índice promedio representativos de condiciones ideales, y afectarlos por una serie de coeficientes que conjugados vienen a formar el Factor de Rendimiento de Obra de Mano que es el equivalente al factor de rendimiento de trabajo usado en las máquinas.

El medir el rendimiento de un trabajador, de una cuadrilla de trabajadores, etc., es un proceso muy complejo dada la variedad de factores que mencionamos.

Dentro de la Edificación, dichos rendimientos son relativamente más fáciles de valuar, no así en la construcción pesada, donde a pesar de que el componente de obra de mano es reducida, comparada con el componente de maquinaria, es más difícil poder establecer rendimientos, es por ello que casi no es posible encontrar manuales donde se indique en este tipo de construcción, sus rendimientos promedio.

Desde luego, la experiencia del personal técnico directivo de una obra, es decisiva para el manejo de los rendimientos, ya que de esto dependerá en gran parte el éxito o el fracaso económico de la obra.

Existen sistemas modernos que utilizan la fotografía, la cinematografía o la televisión entre otros, para realizar con detalle estudios de "Tiempos y Movimientos", que están basados en las suposiciones de que para cualquier trabajo existe siempre, "una forma mejor" de realizarlo, y que un método científico es la forma más segura de determinar esta "forma mejor".

En operaciones muy repetitivas éstos estudios dan resultados altamente positivos. Se realizan para economizar segundos o fracciones de segundos en cada fase de operaciones y para que éstas sean realizadas con ritmo y coordinación, con lo que también se evita el cansancio de los operarios y, sobre todo, se logran mayores volúmenes de producción en el mismo tiempo.

El Estudio del Trabajo abarca técnicas de estudio de métodos y de la medida del trabajo para asegurar la mejor utilización posible de los recursos humanos y materiales con el fin de alcanzar un elevado nivel de productividad industrial.

El Estudio del Trabajo es específicamente:

- a) Un medio para aumentar la productividad con POCOS GASTOS.
- b) Un método sistemático de analizar las operaciones.
- c) Un buen medio para establecer normas de acción.
- d) Algo adaptable a todo tipo de industrias.
- e) Un instrumento por demás penetrante para el análisis y la investigación propias a la dirección.

El Estudio del Trabajo abarca dos técnicas fundamentales:

- Estudio de métodos.
- Medida del trabajo.

#### **1.- Estudio de métodos.**

- Los métodos surten grandes efectos en la productividad.
- El esfuerzo extra no aumenta la productividad en forma tan notable como lo hace un método mejorado.

El estudio de métodos sirve para crear y aplicar métodos más fáciles y efectivos para reducir costos. Es el registro, análisis y examen crítico, en forma sistemática, de los métodos existentes y propuestas para hacer el trabajo.

Los objetivos del estudio de métodos son los siguientes:

- 1.- Mejoramiento de procesos y procedimientos.

- 2.- Mejoramiento del lugar de trabajo.
- 3.- Mejoramiento del diseño del equipo de la obra.
- 4.- Economía en el uso de materiales, máquinas, mano de obra.
- 5.- Disminución de la fatiga y el esfuerzo.
- 6.- Mayor seguridad para el personal.
- 7.- Mejoramiento del medio ambiente material para el trabajo.

El estudio de métodos se ocupa de: los operarios, las máquinas, los materiales, las operaciones, los artículos acabados, el manejo y manipulación, disposición de locales, condiciones de trabajo, el tiempo del ciclo de fabricación, los requisitos de calidad, las herramientas, el papeleo, los sistemas.

El estudio de métodos sigue un procedimiento fundamental de seis pasos: Seleccionar, registrar, examinar, desarrollar, adoptar y mantener.

- 1.- Escoger la tarea a estudiar.
- 2.- Registrar todos los hechos pertinentes mediante observación directa.
- 3.- Examinar críticamente estos hechos y su orden de secuencia.
- 4.- Desarrollar el método más práctico y efectivo.
- 5.- Adoptar éste método como práctica uniforme.
- 6.- Mantener esta práctica uniforme por medio de comprobaciones rutinarias y periódicas.

## **2.- Medida del trabajo.**

Es la aplicación de las técnicas destinadas a establecer el contenido de trabajo de una tarea específica, mediante la determinación del tiempo que necesita para llevar a cabo un obrero calificado, con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida.

Los objetivos son:

- 1.- Investigar, disminuir y eliminar el tiempo improductivo.
- 2.- Ayudar al estudio de métodos.
- 3.- Fijar normas de rendimiento congruentes y equitativas.
- 4.- Proporcionar datos fieles para utilizarlos en componer diagramas y fórmulas.
- 5.- Completar la normalización de una tarea dada.

Existen dos técnicas fundamentales de medidas del trabajo:

- Estudio de tiempos, o estudio cronometrado de tiempos.
- Estudio de producción.

### **1.- Estudio de Tiempos.**

Es la técnica empleada para determinar, con la mayor precisión posible y bastándose en un número limitado de observaciones, el tiempo que se necesita para llevar a cabo una actividad dada y al que se ha definido como norma de actuación.

### **2.- Estudio de Producción.**

Es un estudio de tiempo llevado a cabo durante un período determinado de tiempo (por lo general un turno), con el fin de saber la frecuencia y duración de las actividades y/o el tiempo improductivo que se dan irregularmente o con poca frecuencia. También sirve para comprobar las normas de tiempo existentes.

En las siguientes páginas se consigna una serie de tablas conteniendo rendimientos óptimos de diversos trabajos de ejecución manual; todos los valores que aparecen en las mismas, son promedios estadísticos, y el lector deberá emplearlos, ajustándolos a valores reales, con la aplicación de los diversos factores que para cada caso corresponda, que son los que se enunciaron con anterioridad.



En todas las tablas de referencia, los valores consignados implican que el personal encargado de los trabajos se encontrará suficiente y adecuadamente equipado con todas las herramientas, dispositivos e incluso equipo mecánico manual que sus labores requieran. Así mismo, dichos promedios implican que los diversos materiales que serán empleados en la ejecución de los trabajos, se encontrarán al alcance de los operarios, dentro de las zonas distanciadas no más de lo especificado, y en todo caso, cuando los acarreos sean de cierta importancia, cada cuadrilla deberá tener incorporado un número de operarios en cantidad necesaria y suficiente para que las operaciones se conduzcan en forma normal, armónica, balanceada y racional, evitándose los tiempos ociosos derivados de falta de materiales o equipo, así como los que una mala organización llegaría a crear en forma de interferencias mutuas y congestionamientos injustificados.

Los sobrecarros locales realizados por cuadrillas al efecto destinadas, deberán estimarse por separado, de los rendimientos correspondientes a los trabajos propiamente de ejecución de obra o partes de la obra.

**Nota: Los jornales considerados en las tablas que a continuación se presentan, son de 8 horas.**

| CONCEPTO                                                                                                 | UNIDAD         | RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*) | CONCEPTO                                                                                                  | UNIDAD         | RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| Despalme de terreno a mano.                                                                              | m <sup>2</sup> | 0.2000 (1)                            | Acarreo en bote de 18L, tierra, arena, agua, escombros o concreto Primera estación. Incluye carga.        | m <sup>3</sup> | 0.1685 (1)                            |
| Limpieza de terreno incluye: Deshierbe y retiro de material producto de éste a 20 m.                     | m <sup>2</sup> | 0.0209 (1)                            | Acarreo en carretilla de tierra, grava escombros o concreto sin fraguar. Primera estación. Incluye carga. | m <sup>3</sup> | 0.9140 (1)                            |
| Trazo de ejes constructivos sin pasar nivel.                                                             | m <sup>2</sup> | 0.0060 (1)<br>0.0030 (3)              | Acarreo en carretilla material producto de excavación compactado con pison de mano en capas de 20 cm.     | m <sup>3</sup> | 0.1755 (1)                            |
| Excavación a mano en cepa, material tipo I de 0 a 2 m. de profundidad.                                   | m <sup>3</sup> | 0.2500 (1)                            | Traspaleo de 1 a 3 m.                                                                                     | m <sup>3</sup> | 0.0950 (1)                            |
| Excavación a mano en cepa, material tipo I de 2 a 4 m. de profundidad.                                   | m <sup>3</sup> | 0.2860 (1)                            | Registro de tabique asentado con mortero, cemento-arena; con 12 cm. de espesor, 40 x 60.                  | pza            | 0.8333 (1)<br>0.8333 (3)              |
| Excavación en cepa, material tipo II de 0 a 2 metros de profundidad.                                     | m <sup>3</sup> | 0.4000 (1)                            | Tendido de tubo de albañal de concreto de 20 cm., juntado con mortero, cemento arena.                     | ml             | 0.0500 (1)<br>0.0500 (3)              |
| Excavación en cepa, material tipo II de 2 a 4 m. de profundidad.                                         | m <sup>3</sup> | 0.5000 (1)                            | Tendido de tubo de concreto de 10 cm. juntado con mortero, cemento, arena.                                | ml             | 0.0450 (1)<br>0.0450 (3)              |
| Excavación a mano en cepa, material tipo III de 0 a 2 m. de profundidad.                                 | m <sup>3</sup> | 0.1000 (1)                            |                                                                                                           |                |                                       |
| Acarreo en bote de 18L, material producto de excavación medido en banco; Primera estación incluye carga. | m <sup>3</sup> | 0.2263 (1)                            |                                                                                                           |                |                                       |

| CONCEPTO                                                                                        | UNIDAD         | RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*) | CONCEPTO                                                                            | UNIDAD         | RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| Elaboración de concreto con revolvedora.                                                        | m <sup>3</sup> | 0.4208 (1)<br>0.9526 (3)              | Cimbra y descimbra en muros y perfiles con altura máxima de 3 metros                | m <sup>2</sup> | 0.1457 (2)<br>0.1457 (4)              |
| Elaboración de concreto a mano.                                                                 | m <sup>3</sup> | 0.6665 (1)                            | Cimbra y descimbra en losa para altura de 3 metros sin nivel de apoyo.              | m <sup>2</sup> | 0.0928 (1)<br>0.0928 (4)              |
| Fabricación y colocación de concreto ciclopeo.                                                  | m <sup>3</sup> | 1.0499 (1)<br>0.3200 (3)              | Cimbra y descimbra en trabes, altura máxima 3 metros sin nivel de apoyo.            | m <sup>2</sup> | 0.1226 (2)<br>0.1226 (4)              |
| Colocación de concreto en cimentación; incluye acarreos, vaciado, vibrado, acabado y curado.    | m <sup>3</sup> | 0.6480 (1)<br>0.1620 (3)              | Cimbra y descimbra en rampa de escalera.                                            | m <sup>2</sup> | 0.1481 (2)<br>0.1481 (4)              |
| Colocación de concreto en columnas de muros; vaciado, vibrado, acabado y curado.                | m <sup>3</sup> | 0.9520 (1)<br>0.2380 (3)              | Cimbra y descimbra en contra trabes con peralte máximo de 1.50 metros               | m <sup>2</sup> | 0.1111 (2)<br>0.1111 (4)              |
| Colocación de concreto en trabes y losas; incluye acarreos, vaciado, vibrado, acabado y curado. | m <sup>3</sup> | 0.9068 (1)<br>0.2267 (3)              | Cadena de concreto sección 20 x 20 cm. reforzado c/4 varillas de 1/2" de pulgadas.  | ml             | 0.1050 (1)<br>0.1050 (3)              |
| Cimbra y descimbra columnas rectangulares o cuadradas con altura máxima de 3 metros.            | m <sup>2</sup> | 0.1329 (1)<br>0.1321 (4)              | Cadena de concreto sección 15 x 15 c/3 varillas de 3/8" y estribos de 1/4" c/30 cm. | ml             | 0.0833 (1)<br>0.0833 (3)              |

| CONCEPTO                                                                                            | UNIDAD | RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*) | CONCEPTO                                                                               | UNIDAD         | RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| Castillo de concreto ahogado en muro block armado c/2 varillas #2.5                                 | ml     | 0.500 (1)<br>0.600 (3)                | Habilitado y armado de acero con refuerzo del #8 en estructura.                        | ton            | 4.6459 (2)<br>4.6459 (5)              |
| Castillo de concreto sección 15 x 15 cm. reforzado c/4 varillas de 3/8" y estribos de 1/4" c/25 cm. | ml     | 0.0910 (1)<br>0.0910 (3)              | Mampostería de piedra brava, asentada con mortero - de 0 a 2 m. de profundidad         | m <sup>3</sup> | 0.5000 (1)<br>0.4000 (3)              |
| Castillo de concreto sección 28 x 28 reforzados c/4 varillas de 1/2" y estribos de 1/4" c/25 cm.    | ml     | 0.1330 (1)<br>0.1330 (3)              | Mampostería de piedra brava, asentada con mortero - de 0 a 4 m. de profundidad         | m <sup>3</sup> | 0.6500 (1)<br>0.6500 (3)              |
| Habilitado y armado de acero de refuerzo del #2 en cimentación                                      | ton    | 7.9499 (2)<br>7.9499 (5)              | Aplanado en muros con mortero a plomo de regla, acabado con plana de madera.           | m <sup>2</sup> | 0.0910 (1)<br>0.0910 (3)              |
| Habilitado y armado de acero de refuerzo del # 10 en cimentación.                                   | ton    | 4.2968 (2)<br>4.2968 (5)              | Muro de tabique hueco de 6 x 12 x 24, 2 cm. de espesor, asentado con mortero           | m <sup>2</sup> | 0.1280 (1)<br>0.1280 (3)              |
| Habilitado y armado de acero de refuerzo del #2.5 en estructura.                                    | ton    | 6.0129 (2)<br>6.0129 (5)              | Muro de block hueco de cemento de 15 cm. de espesor, tipo intermedio.                  | m <sup>2</sup> | 0.1000 (1)<br>0.1000 (3)              |
| Habilitado y armado de acero de refuerzo #4 en estructura.                                          | ton    | 5.2989 (2)<br>5.2989 (5)              | Muro de tabique recocido de 15 cm. de espesor asentado con mortero, de 0 a 3 - metros. | m <sup>2</sup> | 0.1250 (1)<br>0.1250 (3)              |

| CONCEPTO                                                                           | UNIDAD         | RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*)   | CONCEPTO                                                                              | UNIDAD         | RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*) |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| Colocación de tubería de asbesto-cemento de 4".                                    | ml             | 0.0143 (10)<br>0.0451 (1)<br>0.0143 (2) | Colocación de herrería con mortero, incluye plomeado y anclaje.                       | m <sup>2</sup> | 0.1131 (1)<br>0.1131 (3)              |
| Colocación de tubería de asbesto-cemento de 6".                                    | ml             | 0.0182 (10)<br>0.5860 (1)<br>0.0182 (2) | Colocación de marcos de lámina para puertas con mortero, incluye plomeado y rezanado. | ml             | 0.0660 (1)<br>0.0660 (3)              |
| Colocación de poliducto de 1/2" para línea alimentadora de poste.                  | ml             | 0.0150 (14)<br>0.0150 (2)               | Piso de concreto acabado, pulido o escobeteado, 5 cm. de espesor.                     | m <sup>2</sup> | 0.0949 (1)<br>0.0949 (3)              |
| Tendido de tubería de fierro galvanizado de 13 mm., incluye, conexiones.           | ml             | 0.0160 (10)<br>0.0160 (2)               | Piso de piedra bola asentada sobre firme de concreto, de 5 cm. de espesor.            | m <sup>2</sup> | 0.2000 (1)<br>0.2000 (3)              |
| Tendido de tubería de fierro galvanizado de 51 mm. de diámetro incluye conexiones. | ml             | 0.0360 (10)<br>0.0360 (2)               | Colocación de malla electro soldada, calibre 6 x 6 10/10 en pisos.                    | m <sup>2</sup> | 0.0083 (2)<br>0.0083 (5)              |
| Tendido de tubo sanitario PVC de 100 mm. de diámetro incluye conexiones.           | ml             | 0.0360 (10)<br>0.0360 (2)               | Piso de mosaico liso de 20 x 20 cm. asentado con mortero.                             | m <sup>2</sup> | 0.0986 (2)<br>0.0986 (6)              |
| Aplanado de yeso en muros, aplomo y regla, 1.5 cm. de espesor.                     | m <sup>2</sup> | 0.0777 (11)<br>0.0777 (2)               | Enladrillado asentado con mortero, acabado, escobillado con lechada de cemento gris.  | m <sup>2</sup> | 0.0500 (1)<br>0.0500 (3)              |

| CONCEPTO                                                                               | UNIDAD         | RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*)                | CONCEPTO                                                                                                                                | UNIDAD         | RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*) |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| Aplanado fino a plomo y regla con mortero de 2.5 cm. de espesor                        | m <sup>2</sup> | 0.0825 (1)<br>0.0825 (3)                             | Tirol en muros y plafones, acabados, fino y rústico.                                                                                    | m <sup>2</sup> | 0.0313 (11)<br>0.0313 (2)             |
| Azulejo en muros asentado con mortero y lechado con cemento blanco.                    | m <sup>2</sup> | 0.2000 (1)<br>0.2000 (6)                             | Tirol planchado, muros y plafones.                                                                                                      | m <sup>2</sup> | 0.0585 (11)<br>0.0585 (2)             |
| Martelinado en superficie de concreto.                                                 | m <sup>2</sup> | 0.2360 (1)                                           | Aplanado de yeso en plafones a nivel y regla para recibir tirol.                                                                        | m <sup>2</sup> | 0.0655 (11)<br>0.0655 (2)             |
| Demolición de cimientos de piedra brasa asentada con mortero.                          | m <sup>2</sup> | 0.6660 (1)                                           | Suministro y aplicación de pintura esmalte en muros de mezcla, en superficie nueva.                                                     | m <sup>2</sup> | 0.0496 (7)<br>0.0496 (2)              |
| Demolición de concreto armado con recuperación de acero.                               | m <sup>2</sup> | 2.0393 (1)                                           | Aplicación de pintura vinílica en muros y plafones aplanados con mezcla.                                                                | m <sup>2</sup> | 0.0280 (7)<br>0.0280 (2)              |
| Cimbra y descimbra en guarniciones de concreto en tramo curvo usando moldes metálicos. | m <sup>2</sup> | 0.0230 (1)<br>0.0460 (2)<br>0.0460 (3)<br>0.0667 (5) | Aplicación de pintura vinílica en muros y plafones de yeso.                                                                             | m <sup>2</sup> | 0.0320 (7)<br>0.0320 (2)              |
| Cimbra y descimbra en guarniciones de concreto en tramo recto, usando molde metálico.  | m <sup>2</sup> | 0.0200 (1)<br>0.0400 (2)<br>0.0400 (3)<br>0.0058 (5) | Voladura (barrenación primaria). Profundidad de barrenado 2.30 m; taco 0.50 m. Altura de explosivo 1.80 m. Diámetro de barrenado 32 mm. | m <sup>3</sup> | 0.0111 (12)<br>0.0111 (2)             |

| CONCEPTO                                                                                                                                        | UNIDAD         | RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| Barrenación por prefractura para una cepa de 1.50 x 2.00 m. de profundidad. Profundidad de barro no 2.0C + 0.30 m. de fogue, separación 0.75 m. | m <sup>3</sup> | 0.0111 (12)<br>0.0111 (2)             |
| Fabricación de estructuras de acero formadas con perfiles semipesados (de 12 a 60 Kg/m)                                                         | kg             | 0.0111 (13)<br>0.0055 (2)             |
| Fabricación de estructuras de acero formada con perfiles pesados (de mas de 60 kg/m)                                                            | kg             | 0.0167 (13)<br>0.0083 (2)             |
| Montaje de estructura de acero hasta 20 m. de altura formada en perfiles ligeros                                                                | kg             | 0.0087 (13)<br>0.0087 (2)             |
| Montaje de estructura de acero hasta 20 m de altura formada en perfiles pesados.                                                                | kg             | 0.0119 (13)<br>0.0119 (2)             |
| Elaboración y colado de concreto en pilotes con cemento tipo I.                                                                                 | m <sup>3</sup> | 0.0078 (1)                            |

| CONCEPTO                                                              | UNIDAD         | RENDIMIENTO EN JORNALES CATEGORIA (*)  |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------------|
| Elaboración y colado de concreto hidráulico para pavimento de muelle. | m <sup>3</sup> | 0.0832 (3)<br>0.1664 (2)<br>0.0624 (1) |
| Alineado y soldado a tope de tubería, procedimiento manual.           | ml             | 0.9090 (2)<br>7.2727 (13)              |
| Afine de taludes y fondo a mano.                                      | m <sup>2</sup> | 0.0240 (1)                             |

**CATEGORIAS (\*)**

- 1.- Peón
- 2.- Ayudante
- 3.- Albañil
- 4.- Carpintero
- 5.- Fierro
- 6.- Azulejero
- 7.- Pintor
- 8.- Herrero
- 9.- Plomero
- 10.- Tubero
- 11.- Yesero
- 12.- Poblador
- 13.- Soldador
- 14.- Eléctricista

## **VI. COSTO DE MATERIALES.**

### *Generalidades.*

Es requisito indispensable del Ingeniero constructor el conocer ámpliamente los materiales en todos sus aspectos. Este conocimiento le será de enorme utilidad para seleccionar los materiales óptimos, adecuados a las condiciones de trabajo, y de acuerdo con sus especificaciones, composición, resistencia, calidad, etc., así como las limitaciones económicas.

### **Precio de adquisición.**

El precio del material que se toma como base para integrar el precio unitario de un concepto, es el "Costo del material en obra", en cual esta integrado por el precio de adquisición en fábrica (lugar de origen) más el costo de transporte incluyendo carga y descarga, más los desperdicios tanto en la transportación y maniobras como en su utilización.

Existen gran variedad de precios de adquisición de un mismo tipo de material: en base a la calidad (por ejemplo: Block de concreto con distintas calidades debido a su diferente composición o proceso de fabricación,) también depende de la cercanía del consumidor con respecto a la fuente de origen del material, ya que en determinados casos es más conveniente fabricar el material en obra que traerlo desde lugares lejanos; el precio también varía con el volumen del consumo ya que si es muy grande se obtendrán mejores precios y condiciones de pago, las cuales nos determinan que comprar y cuando comprar.

### **Abundancia y escasez.**

La abundancia y la escasez depende directamente de la demanda en el mercado.

Un material puede ser escaso porque la demanda sea muy elevada o muy ocasional (no conviene en general usar materiales "raros"), es muy conveniente siempre utilizar materiales de la región.

Un material puede ser abundante o escaso en determinado lugar dependiendo de la abundancia o escasez de la materia prima o ingredientes que lo compongan.



Aunque en las obras de construcción pesada se suelen fabricar u obtener los materiales en el sitio (Rocas, grava, arena, suelos, etc) deberán cuidarse la casi totalidad de los aspectos que aquí se tratan para los materiales que se adquieran.

### *FLUCTUACION.*

Es evidente que existe en el mercado la fluctuación, tanto del precio de adquisición, como de la disponibilidad misma de un material.

Puede suceder que la fluctuación de precio se deba a la propia existencia del material, ésta a su vez, puede fluctuar por diversas causas: Condiciones climáticas, problemas laborales que afectan la producción, escasez periódica de materia prima, etc.

El precio fluctúa generalmente con las variaciones de la oferta y la demanda.

Podemos citar como ejemplo de lo anterior, los siguientes casos:

a).- Debido a la época de lluvia, el mercado de tabique recocido presenta la siguiente secuela: Por dificultades de secado, se alarga el proceso productivo y se incrementa el costo unitario de producción. Al disminuir la oferta de tabique en el mercado, mientras continúa la demanda por los consumidores, se incrementa el precio de adquisición, tanto por el incremento en el costo de producción, como por el desequilibrio entre la oferta y la demanda. Esto, además origina pérdida de calidad aunada a la dificultad de conseguir buen material.

b).- Por el incremento en el volumen de construcciones en un periodo determinado, hay aumento en el consumo de cemento lo que origina su escasez en el mercado, incrementándose la demanda y el precio de adquisición.

c).- El precio de adquisición puede incrementarse por una escasez ficticia provocada por los fabricantes, lo cual incrementa la demanda del material.

d).- Los acaparadores de materiales aprovechan las épocas de escasez para vender los materiales que sólo ellos poseen a precios extraordinarios, estableciendo el llamado "Mercado negro".

### *Transporte, carga y descarga de material.*

El monto del costo de las operaciones de carga, descarga y transportación (flete), dependen primordialmente de la distancia de la fuente de suministro a la fuente de consumo del material, y de los procedimientos que siga para la carga y descarga del mismo.

El costo debe integrarse al precio de adquisición para obtener el costo de material en obra.

El costo del flete puede estar dentro del precio de venta del fabricante cuando este es "precio de material puesto en obra" o puede ser cargado al consumidor por separado mediante ciertas tarifas, que pueden estar basadas en volúmenes, peso o número de piezas por kilómetro o bien, por "flete cerrado", como es el caso de materiales de naturaleza delicada o de difícil transportación, tales como elementos de concreto presforzado, transformadores, etc.

Existe transportación externa (de la fuente de producción al sitio de la obra), y transportación interna o local. El suministro de materiales a la obra puede hacerse por medio de ferrocarril, camiones, etc., la transportación local o los comúnmente llamados, "acarreos", pueden ser horizontales o verticales, los acarreos horizontales pueden llevarse a cabo con vagonetas, bandas transportadoras, bogues, carretillas, camiones y camionetas, en los verticales con malacates, grúas, torres elevadoras y cangilones.

Debe tenerse en cuenta para efectos de determinar el costo de material en obra, el efecto que en el mismo pueden tener los desperdicios en todas estas etapas de transportación. Estos desperdicios se expresan como un porcentaje del costo del material, se determinan por experiencias anteriores al análisis directo de las condiciones particulares de transportación, y dependen fundamentalmente del tipo de material, del tipo de transporte y de las condiciones en que deban realizarse las operaciones de carga, descarga y transportación.

### *Derechos y regalías.*

Ocasionalmente y por diversas circunstancias, el costo de un material se ve afectado del pago de ciertos derechos y regalías, como pueden ser: Derechos de importación, derecho de pago y regalías de explotación.

Así por ejemplo habrá que pagar los derechos de importación correspondientes por la utilización de materiales del extranjero, como en el caso de mármol de Carrera, aceros especiales, etc., en el caso de querer explotar y extraer cierto material localizado en una propiedad privada, habrá de pagar "regalías de explotación" al propietario de dicho predio.

Generalmente el monto de los derechos y regalías está regido por normas o lineamientos legales.

#### *Almacenamiento de materiales.*

El costo que origina el concepto "almacenamiento de materiales" debe aplicarse a los costos indirectos, y dentro de ellos, específicamente al aspecto "administración de obra" y no ser aplicado al costo del material ya que, el costo en sí, de almacenes o bodegas, tanto en el caso de que alberguen varios materiales o inclusive en el caso de almacenar uno solo, tendría que prorratearse entre todos éstos, o afectar a todos los conceptos en que éste o éstos materiales fuesen utilizados, lo cual además de muy laboriosos, sería impráctico o inexacto.

Sin embargo cabe mencionar, que podría darse el caso en que por circunstancias especiales, fuese conveniente considerar el costo de almacenamiento incluido dentro del costo del material. Ejemplo de lo anterior sería el almacenamiento transitorio e intermedio entre dos etapas de transportación de ferrocarril o de puerto, en la que el material deba ser almacenado, mientras es transportado en camión al sitio de la obra. Otro ejemplo es el de una fosa para almacenamiento de asfalto cuyo costo total debe afectar al costo directo del asfalto.

No debemos olvidar que hay ciertos materiales que requieren para su conservación y correcta utilización, condiciones especiales de almacenamiento, adquiriendo este aspecto importancia capital en estos casos. Ejemplo típico de estos materiales lo constituyen el cemento y la dinamita.

#### **RIESGOS.**

Los diversos materiales que se emplean en una obra, están sujetos a distintos riesgos durante las diferentes etapas, desde su transportación hasta su utilización. El riesgo generalmente se traduce en un mayor desperdicio que el normal, considerando las condiciones de empleo de un material

Los riesgos podemos clasificarlos en dos grupos; normales y extraordinarios.

Los riesgos normales se reflejan en un desperdicio del material considerado aceptable. Se expresa como un porcentaje del costo del material y de las condiciones de su utilización. Afectan directamente al costo del material.

Los riesgos extraordinarios se traducen en un desperdicio mayor que el considerado como normal, como puede ser la pérdida total o parcial, o el deterioro de un material. Son cubiertos generalmente por seguros específicos, cuyo costo debe ser cargado directamente al costo del material. Uno de los ejemplos más comunes de este tipo de seguro lo constituye el seguro de transportación.

### *EL I. V. A. en los costos de materiales.*

En la integración del costo directo por concepto de materiales no se incluyen los importes acumulados por pago de IVA en las diferentes etapas de dicha integración (adquisición, fletes, manejos, almacenamientos, etc.).

Los importes de los IVA pagados por el constructor a sus prestadores de servicios, se maneja contablemente en cuentas especiales que registran: IVA pagado (por acreditar), IVA trasladado al cliente (adicional al precio unitario pero no integrado a él), e IVA enterado a S H y C P, que viene siendo la diferencia entre el IVA pagado y el IVA trasladado al cliente.

La Construcción de Casa Habitación de Interés Social se encuentra exenta de IVA (Art. 9-II de la Ley del IVA).

En los casos de construcción de obras de este tipo, el IVA sí se integra al costo.

Es importante tener siempre presente en la elaboración de precios unitarios que el costo de un material no es aquel que nos cotiza un determinado proveedor sino que involucra toda una serie de costos adicionales que si se olvidan se pueden traducir en grandes pérdidas dependiendo del tamaño de la obra.

A continuación se presenta un ejemplo para la integración del costo directo de un material.

#### **EJEMPLO:**

Determinar el costo por tonelada de cemento que deberá considerarse para la integración de costos para la remesa mensual en los siguientes frentes de una presa: Vertedor de excedencias, túneles de desvío y obra de toma, contando con los siguientes datos:

Demanda en el vertedor = 4000 ton/mes

Demanda en túneles = 3000 ton/mes

Demanda en obra de toma = 2500 ton/mes

Estas demandas se determinaron por las especificaciones propias de la obra que señalan que debe tenerse una provisión de material suficiente para un mes, para evitar cualquier problema de escasez o desabasto del material.

La Compañía cuenta con un almacén destinado exclusivamente para el cemento cuyo costo de operación es de 5000 UM/día y está ubicado a una distancia de 10 km de la presa y a 25 km de la estación de ferrocarril más próxima.

Debido a que en las cercanías no se encontró a ningún proveedor disponible, se recurrió a una fábrica que suministra el cemento a un precio de 20,000 UM/ton, el cual incluye la transportación hasta la estación del ferrocarril anteriormente mencionada, donde se recibe el material en un almacén cuya renta es de 800 UM/ton.día

Para el transporte local del cemento se cuenta con 4 camiones con capacidad de 30 ton y 3 más con capacidad de 8 ton, cuyos costos horarios son de 9000 UM/hr y 4000 UM/hr respectivamente.

Las operaciones de carga y descarga serán realizadas directamente desde las tolvas de almacenamiento por lo cual, solo se considera por mano de obra un operador de las tolvas, cuyo salario esta incluido en el costo de almacenamiento.

#### SOLUCION:

$$\text{Demanda bruta} = 4000 + 3000 + 2500 = 9500 \text{ ton/mes}$$

Considerando desperdicios por carga y descarga de 1% por cada movimiento, tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Desperdicio en almacén de la estación} &= 2\% \\ \text{Desperdicio en almacén General} &= 2\% \\ \text{Desperdicio de 1\% en cada obra} &= 3\% \\ \text{Desperdicio total} &= \underline{7\%} \end{aligned}$$

$$\text{Por lo tanto el pedido de cemento total} = 9500 \times 1.07 = 10165 \text{ ton/mes}$$

$$\text{Costo bruto del cemento} = 10,165 \times 20,000 = 203'300,000. \text{ UM}$$

Para reducir el costo por almacenamiento en la estación se debe transportar todo el material al almacén propiedad de la compañía; utilizando la flotilla de camiones a toda su capacidad, para lo cual se obtienen sus rendimientos de la manera más aproximada posible. Una vez que se han calculado los rendimientos se deben considerar los tiempos muertos y la eficiencia con que trabajará el equipo, para fines del ejemplo éstos serán los datos:

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento para camión de 30 ton} &= 40 \text{ ton/hr} \\ \text{Rendimiento para camión de 8 ton} &= 16 \text{ ton/hr} \end{aligned}$$

Rendimiento de la flotilla  $4 \times 40 + 3 \times 16 = 208$  ton/hr. Trabajando 18 hrs/día (por tiempos muertos) el rendimiento es  $208 \times 18 = 3744$  ton/día.

Para determinar el número de días que necesita trabajar la flotilla se realiza la siguiente operación:

$$\frac{10165}{3744} = 2.71 \text{ días, es decir, } 2.71 \times 18 = 48.78 = 49 \text{ hrs.}$$

Ahora ya podemos considerar en cuanto se incrementa el costo por el almacenamiento en la estación,

El primer día:  $10165 \text{ ton} \times 1 \text{ día} \times 800 \text{ UM/ton día} = 8'132,000 \text{ UM}$ .

El segundo día:  $(10165 - 3744) \times 1 \text{ día} \times 800 \text{ UM/ton. día} = 5'136,800 \text{ UM}$

El tercer día:  $(6421 - 3744) \times 1 \text{ día} \times 800 \text{ UM/ ton. día} = 2'141,600 \text{ UM}$

Por lo tanto el costo por almacenamiento en estación es:

$$8'132,000 + 5'136,800 + 2'141,600 = 15'410,400 \text{ UM}$$

El costo de transporte al almacén general

$$(49\text{hr} \times 9000 \text{ UM/hr} \times 4) + (49\text{hr} \times 4000 \text{ UM/hr} \times 3) = 2'352.000 \text{ UM}$$

Ahora se debe determinar el costo del transporte del almacén general a la obra, y el costo de almacenamiento. Considerando que la demanda de cemento en las obras es proporcional, se obtiene la demanda diaria como sigue:

$$\text{Demanda en el vertedor} \frac{4000 \text{ ton/mes}}{25 \text{ días/mes}} = 160 \text{ ton/día}$$

$$\text{Demanda en túneles} \frac{3000 \text{ ton/mes}}{25 \text{ días/mes}} = 120 \text{ ton/día}$$

$$\text{Demanda en obra de toma} \frac{2500 \text{ ton/mes}}{25 \text{ días/mes}} = 100 \text{ ton/día}$$

$$\text{DEMANDA DIARIA TOTAL} = 380 \text{ ton/día}$$

Es decir se tienen que transportar a los diferentes frentes 380 ton/día en un lapso máximo de 2 hrs, con el fin de que las plantas cuenten con el cemento para la fabricación del concreto antes de iniciar las labores del día.

Debido a que la distancia y las condiciones del camino cambian, se deben volver a obtener los rendimientos de los camiones disponibles:

Rendimiento para camión de 30 ton = 60 ton/hr  
 Rendimiento para camión de 8 ton = 20 ton/hr

Si consideramos una flotilla compuesta por 2 camiones del 1er grupo y 4 camiones del 2º grupo se tiene:

$2 \times 2 \text{ hr} \times 60 \text{ ton/hr} + 4 \times 2 \text{ hr} \times 20 \text{ ton/hr} = 400 \text{ ton.}$  que cubren el requerimiento diario en el tiempo especificado.

- Una vez conocido lo anterior podemos determinar el costo de éste transporte al día  $2 \times 2 \text{ hr} \times 9000 \text{ UM/hr} + 4 \times 2 \text{ hr} \times 4000 \text{ UM/hr} = 68,000 \text{ UM}$  y el costo por mes es  $68,000 \text{ UM/día} \times 25 \text{ días/mes} = 1'700,000 \text{ UM}$ .

El costo del almacenaje es  $50,000 \text{ UM/día} \times 30 \text{ días/mes} = 1'500,000 \text{ UM}$ .

En este último concepto se manejan 30 días/mes debido a que el almacenamiento también se realiza en domingos.

**Así el costo del cemento puesto en planta es de:**

|                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| Costo bruto               | 203'300,000 UM        |
| Costo del 1er. almacenaje | 15'410,400 UM         |
| Costo por 1er transporte  | 2'352,000 UM          |
| Costo del 2o. almacenaje  | 1'500,000 UM          |
| Costo del 2o. transporte  | <u>1'700,000 UM</u>   |
| <b>TOTAL</b>              | <b>224'262,400 UM</b> |

Por lo tanto el costo por tonelada que deberá considerarse en ese mes para el cemento es:

$$224'262,400/9500 = 23606.57 \text{ UM/Ton}$$

## VII. COSTO DE MAQUINARIA

Antes de entrar a la teoría de costos del equipo es necesario definir algunos conceptos.

### *VALOR DE ADQUISICION.*

Se ha llamado valor de adquisición de una máquina a su precio promedio actual en el mercado.

Cuando el valor de adquisición de la máquina incluye el valor de las llantas y/u otros accesorios de desgaste rápido, estos valores deberán ser descontados del valor de adquisición original, ya que el desgaste y costo de reposición de dichos accesorios se considera en un inciso del análisis del costo horario de la máquina.

### *VALOR DE RESCATE.*

Se entiende por valor de rescate de una máquina el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica.

Toda máquina usada, aún en el caso de que sólo amerite considerársele como chatarra, siempre tiene un cierto valor de rescate. Se acostumbra considerar el valor de rescate, como un porcentaje del valor de adquisición de la máquina, que puede variar entre 5% y 20%. Como regla general se usa un 10%.

### *VIDA ECONOMICA.*

La vida económica de una máquina es el tiempo durante el cual ésta se mantiene operando y produciendo trabajo y con un mantenimiento de acuerdo a lo previsto por el fabricante.

Cabe mencionar que existen numerosos criterios para la determinación de la vida económica de una máquina. El criterio de determinación más empleado es el estadístico, siendo en nuestro medio las estadísticas norteamericanas las más comúnmente aceptadas, debido fundamentalmente a que la mayoría de la maquinaria disponible proviene de dicho mercado; más no olvidemos que en América Latina se presentan factores de orden económico, social y cultural que influyen en la eficiencia, y economía de los trabajos de construcción en general, y que difieren en mucho a los factores determinantes de la vida económica de los equipos en el medio norteamericano tales factores hacen que en constructores tengan que seguir prácticas tendientes a crear estadísticas más fieles de nuestra realidad y a unificar la diversidad de criterios de vidas económicas existentes en nuestro medio.



A continuación presentamos una tabla que muestra la variación de periodos de vida económica en años y horas de algunos de los equipos más usuales de la industria de la construcción y aplicables en nuestro medio.

| MAQUINA                                   | SRIA. DE HDA. Y CRED. PUB. | ASOC. DE PALAS Y DRAGAS | LIBRO AMARILLO       | SRIA. DE AGRI. Y RECURSOS HIDR. | PEURIFOY             | CAM. NAL IND. CONST. | SCT         |
|-------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| Camiones 5 ton. motor gasolina            | 5 AÑOS                     | ----                    | 5 AÑOS<br>7040 Hrs.  | 5 AÑOS<br>10 000 Hrs            | 5 AÑOS<br>10 000Hr.  | 5 AÑOS<br>8000 Hrs.  | 8000 Hrs.   |
| Cargador frontal oruga de mas de 8 hp.    | 5 AÑOS                     | ----                    | 5 AÑOS<br>5280Hrs.   | 5 AÑOS<br>10 000 Hrs.           | 5 AÑOS<br>7000 Hrs.  | 5 AÑOS<br>6000 Hrs.  | 10 000 Hrs. |
| Compactadores vibratorios autopropulsados | 5 AÑOS                     | ----                    | 4 AÑOS<br>5632 Hrs   | ----                            | ----                 | 4 AÑOS<br>6400 Hrs   | 10 000 Hrs. |
| Compresores portatiles 210-1200 p.c.m.    | 5 AÑOS                     | ----                    | 5 AÑOS<br>6000 Hrs   | 5 AÑOS<br>6000 Hrs              | 5 AÑOS<br>6000 Hrs   | 5 AÑOS<br>6000 Hrs   | 8600 Hrs.   |
| Dragas orugas 2v2 - 3 yd <sup>3</sup>     | 5 AÑOS<br>----             | 16 AÑOS<br>28,800 Hrs   | 625 AÑOS<br>7700 Hrs | 8 AÑOS<br>16 000 Hrs            | 588 AÑOS<br>9408 Hrs | 625 AÑOS<br>8750 Hrs | 13 400 Hrs. |
| Motoconformadoras                         | 5 AÑOS                     | ----                    | 5 AÑOS<br>7040 Hrs   | 5 AÑOS<br>10 000 Hrs            | 5 AÑOS<br>10 000 Hrs | 5 AÑOS<br>8000 Hrs   | 10 000 Hrs. |
| Motoescrepas                              | 5 AÑOS                     | ----                    | 5 AÑOS<br>7040 Hrs   | 5 AÑOS<br>10 000 Hrs            | 5 AÑOS<br>10 000 Hrs | 5 AÑOS<br>8000 Hrs   | 12 000 Hrs. |
| Tractor oruga con power shift             | 5 AÑOS                     | ----                    | 5 AÑOS<br>6160 Hrs   | 5 AÑOS<br>10 000 Hrs            | 5 AÑOS<br>10 000 Hrs | 5 AÑOS<br>7000 Hrs   | 12 000 Hrs. |

TABLA VII.1

### ***COSTO HORARIO DE OPERACION DE MAQUINARIA:***

La práctica de muchos años ha enseñado la conveniencia de estructurar todos los análisis de costos sobre la base del costo de operación por hora de las máquinas, ya que a su vez los rendimientos de las mismas se ha acostumbrado expresarlos en función de cada hora de trabajo.

El costo horario por equipo es el que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los conceptos de trabajo conforme a lo estipulado en las especificaciones y en el contrato y se integra mediante los siguientes cargos:

Cargos fijos

Cargos de consumo

Cargos por operación

calculados por hora efectiva de trabajo.

### **CARGOS FIJOS:**

Son los que se derivan de los correspondientes al:

Cargo por depreciación

Cargo por inversión

Cargo por seguros

Cargo por mantenimiento mayor

**CARGO POR DEPRECIACION.**- Este cargo que podría llamarse también "cargo para reposición de equipo". Es el que resulta por la disminución en el valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso durante el tiempo de su vida económica. Existen muchas formas para valorar este concepto, pero las más comúnmente empleadas son:

### ***A) METODO DE DEPRECIACION LINEAL.***

Este método considera que la disminución del valor original de la maquinaria como consecuencia de su uso sigue una depreciación lineal, es decir que la maquinaria se deprecia una misma cantidad por unidad de Tiempo.

Se representa por la siguiente ecuación.

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

en donde:

**D** = Depreciación por hora efectiva de trabajo

**Va** = Representa el valor inicial de la máquina considerándose como tal el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional, descontándose el valor de las llantas en su caso, y de algunos aditamentos adicionales.

**Vr** = Representa el rescate de la máquina

**Ve** = Representa la vida económica de la máquina expresada en horas de trabajo

En la actualidad, en el medio de la construcción la legislación fiscal en México considera que la depreciación total del equipo de construcción se completa en un periodo de 4 años, lo cual significa una depreciación anual del 25% del costo de adquisición de la máquina, esto es, siguiendo el criterio de depreciación lineal, y no considera valor alguno de rescate.

### ***B) METODO DE CARGOS DECRECIENTES O DEL RESTO DECLINANTE***

En este método se asume que la pérdida de valor del equipo durante un año dado, equivale a un porcentaje fijo del valor al principio de ese año. El valor calculado al principio de ese año es igual al costo total inicial menos la depreciación total durante los años anteriores.

Así por ejemplo, para un tractor D8 con un valor de 1'200,000.00 UM y suponiéndole una vida útil de 5 años y que se desprecia cualquier valor de rescate que se pueda tener al cabo de ese tiempo, la depreciación promedio será del 20% por año. Multipliquemos esta cantidad por 2 y el 40% que así obtenemos será el porcentaje

por el que hay que multiplicar el valor del equipo al principio de ese año, para obtener la depreciación al año en consideración. En la tabla siguiente se pueden ver los resultados obtenidos.

| FIN DE AÑO | %DE DEPRECIACION | DEPRECIACION EN EL AÑO | VALOR DE LISTA |
|------------|------------------|------------------------|----------------|
| 0          | 0                | 0                      | 1 200,000      |
| 1          | 40               | 480,000                | 720,000        |
| 2          | 40               | 288,000                | 432,000        |
| 3          | 40               | 172,800                | 259,200        |
| 4          | 40               | 103,680                | 155,520        |
| 5          | 40               | 62,208                 | 93,312         |

TABLA VII.2

Con este método y suponiendo que se deseará calcular el cargo correspondiente de depreciación para un trabajo que se vaya a ejecutar durante el 2º año de la vida útil y haciendo éste en la consideración de que la vida útil de la máquina es de 2000 horas por año, se tendría:

$$D = \frac{432\,000 - 93\,312}{2000} = 169.34 \text{ UM/hr}$$

Si el cargo por depreciación se desea calcular para el 4º año de vida útil, sería:

$$D = \frac{155\,520 - 93\,312}{2000} = 31.10 \text{ UM/hr}$$

Con este ejemplo se ve que no es fácil dar una aplicación práctica a este método para fines de integración de costos horarios de las diversas máquinas que participan en la ejecución de una obra, ya que cada uno de ellos tendría seguramente fechas distintas de adquisición.

### C) METODO DE LA SUMA DE LOS DIGITOS

Consiste en ir sumando los dígitos correspondientes a todos los años de vida que se estima para la maquinaria. En el ejemplo del tractor esta suma sería igual a  $1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$ . Entonces se deduce del costo total del equipo el valor de

rescate estimado. Durante el primer año, el costo de la depreciación será igual a 5/15 menos el valor de rescate. Durante el segundo año será 4/15 menos el valor de rescate y así sucesivamente hasta llegar al 5° año. Veamos los resultados en la siguiente tabla considerando un valor de rescate igual a 62,000.00 UM.

| FIN DEL AÑO | PROPORCION DE LA DEPRECIACION | COSTO MENOS VALOR RECUPERACION | DEPRECIACION EN EL AÑO | VALOR DE LISTA |
|-------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------|
| 0           | 0                             | 1'138,000.00                   | 0                      | 1 200,000.00   |
| 1           | 5/15                          | 1'138,000.00                   | 379,333.00             | 820,667.00     |
| 2           | 4/15                          | 1'138,000.00                   | 303,466.00             | 517,201.00     |
| 3           | 3/15                          | 1'138,000.00                   | 227,600.00             | 280,601.00     |
| 4           | 2/15                          | 1'138,000.00                   | 151,733.00             | 137,860.00     |
| 5           | 1/15                          | 1'138,000.00                   | 75,866.00              | 62,000.00      |

TABLA VII.3

Para calcular por este método la depreciación que debería considerarse para el final del 2° año de vida útil se tendría:

$$D = \frac{517\,201 - 62\,000}{2000} = 277.60 \text{ UM/hr}$$

Y para el final del 4° año sería:

$$D = \frac{137\,868 - 62\,000}{2000} = 37.93 \text{ UM/hr}$$

Como se observa, este método presenta las mismas dificultades que el anterior, pero queda a criterio del Ingeniero determinar el procedimiento que más se apegue a la realidad aunque sea para fines internos de control ya que fiscalmente solo se acepta la depreciación lineal.

**CARGO POR INVERSION.-** Cualquier organización, para comprar una máquina, adquiere los fondos necesarios en los bancos o mercados de capitales, pagando por ellos los intereses correspondientes; o bien, si el empresario dispone de fondos suficientes de capital propio, hace la inversión directamente esperando que la máquina le reditue en cualquier momento cuando menos los intereses de su capital invertido en valores de renta fija. En síntesis podemos decir, que el "cargo por inversión", es el cargo equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en maquinaria.

Esta representado por la ecuación:

$$I = \frac{V_a + V_r}{2 H_a} i$$

en donde:

I = Cargo por inversión por hora efectiva de trabajo.

V<sub>a</sub> = Valor inicial de la máquina

V<sub>r</sub> = Valor de rescate de la máquina

$\frac{V_a + V_r}{2}$  = Valor medio de la máquina durante su vida económica

H<sub>a</sub> = Número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año

i = Tasa promedio mínima de interés anual en vigor en valores de renta fija.

**CARGO POR SEGUROS.**- Se entiende como "Cargo por seguros" el necesario para cubrir los riesgos a que está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida y por los accidentes que sufra. Este cargo existe tanto en el caso de que la maquinaria se asegure con una compañía de seguros, como en el caso de que la empresa constructora decida hacer frente a sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria (autoaseguramiento).

Este cargo está representado por:

$$S = \frac{V_a + V_r}{2 H_A} s$$

S = Cargo por seguros por hora efectiva de trabajo

V<sub>a</sub> = Valor inicial de la máquina

V<sub>r</sub> = Valor de rescate de la máquina

$$\frac{Va + Vr}{2} = \text{Valor medio de la máquina durante su vida económica}$$

Ha = Número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año.

s = Prima anual promedio, expresada en por ciento del valor de la máquina.

**CARGOS POR MANTENIMIENTO.-** Son los originados por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica. En el mantenimiento se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar reparaciones a la maquinaria en talleres especializados, o aquellas que puedan realizarse en el campo, empleando personal especialista y que requieran retirar la maquinaria de los frentes de trabajo por un tiempo considerable. Incluye: obra de mano, repuestos y renovaciones de partes de la maquinaria, así como otros materiales necesarios.

Esta representada por:

$$M = QD$$

En la presente ecuación:

M = Cargo por mantenimiento mayor por hora efectiva de trabajo

Q = Representa un coeficiente de mantenimiento. Se calcula con base en experiencias estadísticas; varía para cada tipo de máquina y las distintas características del trabajo.

D = Representa la depreciación de la máquina calculada en el inciso de cargo por depreciación.

En la tabla siguiente se presenta una relación de valores del coeficiente "Q" para diferentes tipos de maquinaria y equipo, considerando depreciación lineal de los mismos.

**'COSTO DE LAS REPARACIONES DE DIFERENTES TIPOS DE MAQUINARIA Y EQUIPO, EXPRESADOS EN PORCIENTO POR LOS COSTOS DE DEPRECIACION LINEAL DE LOS MISMOS"**

**100 %**

**Q = 1.0**

Aplanadoras, desgarradores, bombas de alta presión, de pistón o de sumidero, botes para concreto, equipo marino, escarificadores, motoescrepas, grúas de patas - fijas moldes de acero, motores de combustión interna y eléctricos, palas mecánicas, retroexcavadoras, rodillos "pata de cabra", soldadores de acetileno, tolvas para concreto, tractores con o sin cuchilla, transportadores portátiles.

**80 %**

**Q = 0.8**

Agitadores para concreto, bombas para concreto bombas centrífugas, botes de - almeja, camiones de volteo, normales y fuera de carretera compresores, dosifi-- cadoras, dragas de arrastre, equipo bituminoso (exceptuando estufas), gatos hi-- dráulicos, malacates eléctricos, martinets para clavar pilotes, mezcladoras de - concreto de 1.5 m<sup>3</sup> o mayores, mezcladoras montadas en camión, mezcladoras - de mortero, motoconformadoras, pavimentadora, plantas trituradoras y clasifi-- cadoras soldadoras con motor de gasolina, tolvas para agregados, transportado-- res estacionarios, vagonetas de volteo, vibradores de concreto, zanjadoras.

**60 %**

**Q = 0.6**

Aguzadoras, camiones (exceptuando los de volteo), cañones neumáticos para con-- creto; cargadoras de canjilones, elevadores de canjilones, grúas móviles, malaca-- tes de gasolina, mezcladoras pequeñas perforadoras neumáticas, plantas de con-- creto, quebradoras, remolques, compactadores de rodillos, excepto "pata de ca-- bra".

**40 %**

**Q = 0.4**

Herramienta eléctrica de mano, herramienta neumática, mezcladoras pequeñas de concreto.

**TABLA VII.4**



## **CARGOS POR CONSUMOS:**

Las máquinas empleadas en la construcción son accionadas generalmente por motores de combustión interna, bien sean de gasolina o diesel.

El consumo de combustible de una máquina de combustión interna es proporcional a la potencia desarrollada por la misma. Toda máquina, al operar en condiciones normales, solamente necesita de un porcentaje de su potencia nominal total, lo cual se expresa aplicando a la potencia nominal máxima un coeficiente llamado "factor de operación", el cual varía entre 50% y 90% con respecto a la potencia nominal máxima.

La altura con respecto al nivel del mar, las variaciones de temperatura y las diversas condiciones climáticas, ejercen influencias adversas sobre el consumo de combustibles en las máquinas de combustión interna, ya que disminuyen la potencia del motor, pero esta disminución se considera involucrada, para efecto de cálculo, en el factor de operación.

Los cargos por consumos son los que se derivan de las erogaciones que resulten por el uso de:

Combustible

Otras fuentes de energía

Lubricantes, filtros, grasa

Llantas

Tren de rodaje

Elementos especiales de desgaste

**CARGO POR CONSUMO DE COMBUSTIBLES.-** Es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina o diesel para que los motores produzcan la energía que utilizan para desarrollar trabajo.

Esta representado por:

$$E = e P_c$$

En la presente ecuación:

**E** = Cargo por consumo de combustibles, por hora efectiva de trabajo.

**e** = Representa la cantidad de combustible necesaria, por hora efectiva de trabajo, para alimentar los motores de las máquinas a fin de que desarrollen su trabajo dentro de las condiciones medias de operación de las mismas. Se determina en función de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que variará de acuerdo con el combustible que se utilice.

**Pc** = Representa el precio de combustible que consume la máquina.

Para maquinaria de construcción dotada de motores de combustión interna, por procedimientos estadísticos, se ha determinado que tienen los siguientes consumos promedios de combustible, por cada hora de operación y referidos al nivel del mar:

Motores de gasolina = 0.24 litros por H. P. op/hora

Motores diesel = 0.20 litros por H. P. op/hora

Refiriéndose tales consumos a la potencia efectivamente desarrollada como promedio horario por los motores, lo que significa que para calcular los consumos reales de los mismos, deberá de multiplicarse el factor de consumo correspondiente arriba señalado, por la "potencia de operación" (H.P.o.p.). Así por ejemplo, una máquina de motor diesel de 100 H.P., cuyo factor de operación es 0.70 (promedio), tendrá un consumo combustible de:

$$0.20 \text{ litros} \times 100 \text{ H.P.} \times 0.70 = 14.0 \text{ litros/hora}$$

**CARGOS DE CONSUMO DE OTRAS FUENTES DE ENERGIA.-** Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos de energía eléctrica o de energéticos diferentes de los combustibles señalados anteriormente y representa el costo que tengan la energía consumida en la unidad de tiempo considerada.

El consumo de energía de un motor eléctrico depende fundamentalmente de su eficiencia para convertir la energía eléctrica que recibe en la energía mecánica que proporciona para ser utilizada. La ecuación fundamental que determina el costo de estos consumos es:

$$E_c = N \times E_m \times P_e$$

donde

$E_c$  = Es el cargo por la energía consumida

$N$  = Es la eficiencia del motor eléctrico

$E_m$  = Es la energía mecánica utilizable

$P_e$  = Es el precio de la unidad de energía eléctrica suministrada.

Los factores que determinan la eficiencia de un motor eléctrico son muy variados, pero en forma general podemos citar los siguientes:

- 1 - El porcentaje de potencia utilizada respecto a la potencia nominal.
- 2.- El diseño mecánico
- 3.- El diseño electromagnético
- 4.- La altitud del lugar de operación
- 5.- El tipo de motor
- 6.- Las características del par de arranque, y
- 7.- La edad de la máquina

En la práctica los fabricantes de motores eléctricos proporcionan la potencia nominal en caballos de potencia (H.P.), y la eléctrica se vende en kilowatt- hora (KWH). Para obtener el consumo horario de energía de un motor eléctrico en una hora de operación, considerando la disminución de eficiencia por la edad de la máquina, y también el factor de transformación de potencia nominal (HP) a unidades comerciales de energía eléctrica (KWH); se utiliza la fórmula.

$$E_c = 0.653 \text{ H.P.} \times P_e$$

donde:

$E_c$  = Es la energía eléctrica consumida en KWH,

H.P. = Potencia nominal en H.P.,

$P_e$  = Representa el precio de Kilowatt-hora puesto en la máquina.

**CARGO POR CONSUMO DE LUBRICANTES.-** Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos y cambios periódicos de aceites al cárter, la transmisión, los mandos finales, controles hidráulicos, filtros y grasa; y debe incluir todas las erogaciones necesarias para suministrarlos al pie de la máquina.

Este cargo se calcula de la siguiente manera:

### LUBRICANTES, FILTROS, GRASA

|                          | PRECIO UNITARIO | X | CONSUMO/HORA | = | COSTO/HORA |
|--------------------------|-----------------|---|--------------|---|------------|
| CARTER                   | _____           | X | _____        | = | _____      |
| TRANSMISION              | _____           | X | _____        | = | _____      |
| MANDOS<br>FINALES        | _____           | X | _____        | = | _____      |
| FUNCIONES<br>HIDRAULICAS | _____           | X | _____        | = | _____      |
| GRASA                    | _____           | X | _____        | = | _____      |
|                          |                 |   | TOTAL        |   | _____      |

Los costos horarios de aceites lubricantes y grasas se pueden estimar con gran exactitud tomando los consumos indicados en las tablas proporcionadas por los fabricantes como la que se muestra a continuación.

### CONSUMO HORARIO APROXIMADO DE LUBRICANTES PARA TRACTORES CATERPILLAR

|      | POTENCIA | CARTER | TRANSMISION | MANDOS<br>FINALES | CONTROLES<br>HIDRAULICOS | GRASA |
|------|----------|--------|-------------|-------------------|--------------------------|-------|
|      | HP       | Litros | Litros      | Litros            | Litros                   | Kg.   |
| 0-10 |          |        |             |                   |                          |       |
| D3B  | 65       | .08    | .04         | .04               | .04                      | .02   |
| D4E  | 75       | .08    | .04         | .04               | .04                      | .02   |
| D5B  | 105      | .11    | .04         | .04               | .08                      | .02   |
| D6D  | 140      | .15    | .08         | .04               | .08                      | .02   |
| D7G  | 200      | .15    | .08         | .04               | .08                      | .02   |
| D8K  | 300      | .27    | .11         | .08               | .11                      | .02   |
| D9H  | 410      | .34    | .11         | .08               | .15                      | .02   |
| DD9H | 820      | .68    | .23         | .15               | .15                      | .05   |
| D10  | 700      | .87    | .23         | .01               | .19.                     | .01   |

(Cuando se trabaja mucho polvo, barro profundo o agua, aumente las cantidades en un 25%)  
Para otros equipos deberán consultarse las tablas de los fabricantes

**TABLA VII.5**

### GUIA PARA LA ESTIMACION DE LOS COSTOS POR HORA LOCALES DE LOS FILTROS

**INSTRUCCIONES.-** Complete esta tabla utilizando los precios locales y después aplique los factores multiplicadores (mostrados en la tabla de factores multiplicadores), para el costo horario local aproximado de los filtros.

| TIPO DE FILTRO<br>No. DE PIEZAS | PRECIO<br>UNITARIO | CANTIDAD<br>DE PIEZAS | COSTO<br>TOTAL | FACTOR  | PERIODO<br>HORA | COSTO<br>HORA |
|---------------------------------|--------------------|-----------------------|----------------|---------|-----------------|---------------|
| 1P229 2 (Descartable)           | _____              | x _____               | = _____        | x _____ | 2000            | = _____       |
| 8S5820 3 (Descartable)          | _____              | x _____               | = _____        | x _____ | 1000            | = _____       |
| 1S9150 2 (Descartable)          | _____              | x _____               | = _____        | x _____ | 1000            | = _____       |
| 1P8483 1                        | _____              | x _____               | = _____        | x _____ | 1000            | = _____       |
| 1P8482 1                        | _____              | x _____               | = _____        | x _____ | 2000            | = _____       |
| 9J750 1 (Descartable)           | _____              | x _____               | = _____        | x _____ | 500             | = _____       |
| 5S485 2 (Descartable)           | _____              | x _____               | = _____        | x _____ | 250             | = _____       |
| 4J6064 2 (Descartable)          | _____              | x _____               | = _____        | x _____ | 250             | = _____       |

**TOTAL**

**TIPO DE FILTRO:** Se refiere a los filtros usados por las máquinas, conviene aclarar que no siempre se usan todos en cada máquina.

**FACTOR MULTIPLICADOR:** Estos valores están determinados por el fabricante para cada tipo de máquina, para esto se tendrán que consultar las tablas que estos editan.

**TABLA VII.6**

**TABLA DE FACTORES MULTIPLICADORES PARA TRACTORES CATER-  
PILLAR**

|      |      |
|------|------|
| D3B  | .28  |
| D4E  | .29  |
| D5B  | .32  |
| D6D  | .36  |
| D7G  | .39  |
| D8K  | .65  |
| D9H  | 1.00 |
| DD9H | 2.00 |
| D10  | 1.05 |

NOTA: Los periodos de cambio se basan en las instrucciones de operación y conservación excepto para los elementos del filtro de aire y filtro de combustible en donde se utilizó un promedio.

**TABLA VII.7**

**CARGO POR CONSUMO DE LLANTAS.-** Las llantas del equipo de construcción, al igual que el propio equipo, sufren demérito derivado del uso de las mismas, por lo que es necesario, a más de repararlas y renovarlas periódicamente, reemplazarlas cuando han llegado al fin del período de vida económica.

La vida económica de las llantas varía en función de las condiciones de uso a que sean sometidas, de el cuidado y mantenimiento que se les imparta, de las cargas a que operen y de las superficies de rodamiento de los caminos en que trabajen.

Para llantas de equipo de construcción, que generalmente trabajan en caminos que presentan condiciones muy severas y adversas, resulta práctico expresar su vida económica en horas de trabajo.

Se considerará este cargo solo para aquella maquinaria en la cual, al calcular su depreciación, se haya reducido al valor de las llantas del valor inicial de la misma.

Este cargo está representado por:

$$Ll = \frac{VII}{Hv}$$

donde:

Ll = Representa el cargo por consumo de llantas, por hora efectiva de trabajo.

VII = Representa el valor de adquisición de las llantas, considerando el precio para llantas nuevas de las características indicadas por el fabricante de la máquina.

Hv = Representa las horas de vida económica de las llantas tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determina de acuerdo con la experiencia, considerando los factores siguientes: velocidades máximas de trabajo, condiciones relativas al camino en que transiten, tales como pendientes, curvaturas, rodamiento; posición en la máquina, cargas que soporten y climas en que se operen.

Estudios estadísticos sobre la observación del equipo de construcción pesada en presas, carreteras, canteras y minas, han establecido que la vida económica aproximada de una llanta es del orden de 80,000 Kilómetros o 5,000 horas de operación normal. Pero solamente en condiciones de obra excepcionales se presentan los factores más favorables a la vida óptima de las llantas, razón por la que, para determinar la vida económica real, es necesario introducir los factores indicados en la "Tabla para determinar la vida económica de las llantas" (tabla VIII.8), los que está en función de las condiciones que priven en las obras.

En la práctica se presentan múltiples condiciones adversas como por ejemplo: que en ciertos tramos de los caminos abunden piedras sobre las superficies de rodamiento, que por condiciones meteorológicas los caminos sufran notorio demérito sin que ello amerite la suspensión de los trabajos, etc. Para cada caso específico se deberán estudiar cuidadosamente las condiciones de las obras, para poder aplicar en forma justa y racional los factores consignados en la tabla de factores para determinar la vida económica de las llantas.

En base a todo lo antes expuesto, se adjunta la tabla de factores de conservación de las llantas del equipo de construcción y vida económica de las mismas (Tabla VIII.9), en la que se consignan los valores de los diversos factores para determinar la vida económica de las llantas, aplicados a cada tipo de maquinaria de construcción, así como la vida económica calculada para las llantas de la misma. En el subrenglón superior se suponen condiciones normales medias, en tanto que el subrenglón inferior, se consignan los valores correspondientes a condiciones adversas. Las vidas económicas se obtuvieron multiplicando la vida óptima de las llantas, considerada del orden de 5,000 horas, por el factor total resultante de multiplicar entre sí, todos y cada uno de los factores individuales correspondientes a cada una de las condiciones. Así por ejemplo: las horas de vida económica de las llantas de un camión pesado de acarreo de terracerías, para las condiciones normales, es el producto de:

$$Hv = 1.0 \times 0.90 \times 0.80 \times 0.95 \times 1.0 \times 0.85 \times 1.0 \times 5,000 = 0.5814 \times 5,000 \text{ horas.}$$

Hv = 2,900 horas, valor que está consignado en la última columna de la tabla de factores de conservación...

## FACTORES PARA DETERMINAR LA VIDA ECONOMICA DE LAS LLANTAS

| <i>CONDICIONES</i>                                                                | <i>FACTOR</i> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>1.- DE MANTENIMIENTO</b>                                                       |               |
| Excelente                                                                         | 1.00          |
| Medias                                                                            | 0.90          |
| Deficientes                                                                       | 0.70          |
| <b>2.- VELOCIDAD DE TRANSITO (Máximas)</b>                                        |               |
| 16 Km. por hora                                                                   | 1.00          |
| 32 Km. por hora                                                                   | 0.80          |
| 48 Km. por hora                                                                   | 0.60          |
| <b>3.- CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO</b>                             |               |
| Tierra suave sin roca                                                             | 1.00          |
| Tierra suave incluyendo roca                                                      | 0.90          |
| Camiones bien conservados con superficie de grava compactada                      | 0.80          |
| Caminos mal conservados con superficies de grava compactada                       | 0.70          |
| <b>4.- POSICION DE LAS LLANTAS</b>                                                |               |
| En los ejes traseros                                                              | 1.00          |
| En los ejes delanteros                                                            | 0.90          |
| En el eje de tracción:                                                            |               |
| Vehículos de descarga trasera                                                     | 0.80          |
| Vehículos de descarga de fondo                                                    | 0.70          |
| Motoescrepas y similares                                                          | 0.60          |
| <b>5.- CARGAS DE OPERACION</b>                                                    |               |
| Dentro del límite especificado por los fabricantes                                | 1.00          |
| Con 20% de sobrecarga                                                             | 0.80          |
| Con 40% de sobrecarga                                                             | 0.50          |
| <b>6.- DENSIDAD Y GRADO DE CURVAS EN EL CAMINO</b>                                |               |
| No existen                                                                        | 1.00          |
| Condiciones Medias                                                                | 0.90          |
| Condiciones Severas                                                               | 0.80          |
| <b>7.- PENDIENTES DE LOS CAMINOS</b><br>(aplicable a las llantas del eje tractor) |               |
| A nivel                                                                           | 1.00          |
| 5% como máximo                                                                    | 0.90          |
| 10% como máximo                                                                   | 0.80          |
| 15% como máximo                                                                   | 0.70          |
| <b>8.- OTRAS CONDICIONES DIVERSAS</b>                                             |               |
| Inexistentes                                                                      | 1.00          |
| Medias                                                                            | 0.90          |
| Adversas                                                                          | 0.80          |

**TABLA VII.8**



**FACTORES DE CONSERVACION DE LAS LLANTAS DEL EQUIPO DE CONSTRUCCION Y  
VIDA ECONOMICA DE LAS MISMAS**

| CONDICION:                     | 1          | 2            | 3            | 4            | 5           | 6-7          | 8          | Factor Total     | Vida Económica |
|--------------------------------|------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|------------|------------------|----------------|
| Camiones de carretera          | 1.0<br>0.9 | 0.90<br>0.90 | 0.90<br>0.80 | 0.95<br>0.95 | 1.0<br>1.0  | 0.90<br>0.70 | 1.0<br>0.9 | 69.26<br>438.783 | 3463<br>1940   |
| Caiones pesados de terracerías | 1.0<br>0.9 | 0.90<br>0.90 | 0.80<br>0.70 | 0.95<br>0.95 | 1.0<br>1.0  | 0.85<br>0.70 | 1.0<br>0.9 | 58.14<br>33.94   | 2900<br>1697   |
| Escrepas y motoescrepas        | 1.0<br>0.9 | 1.00<br>1.00 | 0.80<br>0.70 | 0.75<br>0.75 | 1.0<br>1.0  | 0.85<br>0.70 | 1.0<br>1.0 | 51.0<br>33.07    | 2550<br>1650   |
| Motoconformadoras              | 1.0<br>0.9 | 1.00<br>1.00 | 0.80<br>0.80 | 0.90<br>0.90 | 1.0<br>1.0  | 0.85<br>0.70 | 1.0<br>1.0 | 61.20<br>45.36   | 3060<br>2270   |
| Palas cargadoras               | 1.0<br>0.9 | 1.00<br>1.00 | 0.80<br>0.80 | 0.90<br>0.90 | 1.0<br>1.0  | 0.85<br>0.85 | 1.0<br>0.9 | 61.20<br>49.57   | 3060<br>2480   |
| Tractores                      | 1.0<br>0.9 | 1.00<br>1.00 | 0.80<br>0.80 | 0.80<br>0.80 | 1.00<br>1.0 | 0.85<br>0.70 | 1.0<br>0.9 | 54.40<br>36.288  | 2720<br>1815   |
| Apisonadoras                   | 1.0<br>0.9 | 1.00<br>1.00 | 0.80<br>0.80 | 1.00<br>1.00 | 1.0<br>1.0  | 0.85<br>0.85 | 1.0<br>1.0 | 68.0<br>61.2     | 3400<br>3060   |

**TABLA VII.9**

**TREN DE RODAJE.**- Los costos del tren de rodaje constituyen una parte importante de los costos de operación de las máquinas de cadenas. Dichos costos pueden variar independientemente de los costos básicos de la máquina. En otras palabras, se puede emplear el tren de rodaje en un medio extremadamente abrasivo, ideal para el desgaste, mientras que para el resto de la máquina las condiciones son benignas y viceversa. Por esta razón, se recomienda que el costo por hora del tren de rodaje se considere como un artículo de desgaste rápido y que no se incluya en los cargos por mantenimiento, que no incluyen ningún fondo para reemplazar el tren de rodaje.

Hay tres condiciones primarias que influyen en la duración potencial del tren de rodaje de cadenas.

**CARGAS DE CHOQUE.**- El efecto más fácil de evaluar es estructural: doblamiento, descantilladuras, rajaduras, aplastamiento de las pestañas de los rodillos, rotura de aristas y desgaste de la tornillería y de los pasadores y bujes.

*Evaluación de las cargas de choque:*

**Altas.**- Superficies duras e impenetrables con protuberancias de 150 mm. (6 pulg.) o aún más altas.

**Moderadas.**- Superficies parcialmente penetrables con protuberancias de 75 a 150 mm. (3-6 Pulg.) de alto.

**Bajas.**- Superficies totalmente penetrables (proporcionan pleno soporte a las planchas de las zapatas) y de pocas protuberancias.

**ABRACION.**- La propiedad de las materias del suelo para desgastar las superficies sometidas a fricción en los componentes de las cadenas.

*Evaluación de la abrasión:*

**Intensa.**- Suelos muy húmedos que contengan gran proporción de arena o partículas de rocas duras, angulares o cortantes.

**Moderada.**- Suelos ligeramente mojados o de un modo intermitente, que tengan baja proporción de partículas duras, angulares o cortantes.

**Baja.**- Suelos secos o rocas con una proporción baja de arena angular o cortante, o esquirlas de roca.

Las cargas de choque y la abrasión combinadas pueden intensificar el grado de desgaste con mayor intensidad que los efectos considerados separadamente, lo cual reduce aún más la duración de los componentes. Esto se debe tomar en cuenta al

estimar la evaluación de las cargas de choque y abrasión o se pueden incluir para elegir el factor "Z".

**FACTOR "Z".**- Representa los efectos combinados de muchas condiciones relativas al ambiente, así como a las operaciones y conservación con respecto a la duración de los componentes en un trabajo determinado.

**ESTIMACION DEL COSTO DE RODAJE.**- La guía siguiente da un factor básico para varios tipos de máquinas de cadenas y una serie de multiplicadores de condiciones para modificar el costo básico de acuerdo al impacto anticipado, abrasión y condiciones varias ("Z") en las que la unidad va a trabajar.

**Paso 1.** Elija la máquina y su correspondiente factor básico.

**Paso 2.** Determine la escala para cargas de choque, abrasión y condiciones "Z":

**Paso 3.** Añada multiplicadores de las condiciones elegidas y aplique la suma al factor básico para obtener la estimación por hora del tren de rodaje.

El resultado será un costo horario estimado para el tren de rodaje en tal aplicación.

| FACTORES BASICOS DEL TREN DE RODAJE<br>PARA TRACTORES CATERPILLAR |               |
|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| MODELO                                                            | FACTOR BASICO |
| D10                                                               | 14.5          |
| D9,                                                               | 11.0          |
| D8,,                                                              | 8.2           |
| D7,                                                               | 7.2           |
| D6,                                                               | 5.5           |
| D5,                                                               | 4.5           |
| D4,                                                               | 3.2           |
| D3,                                                               | 2.2           |

TABLA VII.10

| MULTIPLICADORES DE CONDICIONES |         |          |     |
|--------------------------------|---------|----------|-----|
|                                | IMPACTO | ABRASION | "Z" |
| Alto                           | 0.3     | 0.4      | 1.0 |
| Moderado                       | 0.2     | 0.2      | 0.5 |
| Bajo                           | 0.1     | 0.1      | 0.2 |

TABLA VII.11

Ejemplo: Un D9 trabaja con material de alta carga de choque y sin abrasión en un factor moderado "Z".

Factor básico del D9 = 11.0  
Multiplicador I = 0.3  
A = 0.1  
Z = 0.5

Costo horario del tren de rodaje =  $(0.3 + 0.1 + 0.5) \times 11.0 = 9.90$  Dólares por hora.

## NOTAS

1.- Se pueden elegir los multiplicadores de condiciones en cualquier combinación. Por lo tanto, un multiplicador de 0.4 (todos los multiplicadores de bajo alcance) representa lo óptimo, mientras que 1.7 (todos los multiplicadores de gran alcance) representan condiciones pésimas.

2.- El costo por hora del tren de rodaje estimado que se obtenga con este método, constituirá aproximadamente un 60% del costo de las piezas y un 40% de mano de obra. El costo de los componentes del tren de rodaje se basa en las Listas de Precios del Consumidor publicadas en E.U.A. y se pueden ajustar según sea necesario de acuerdo a los derechos de importación, tasas de cambio, etc., fuera de los Estados Unidos.

**CONSUMO O POR ELEMENTOS ESPECIALES DE DESGASTE.**- Finalmente, el último cargo por consumos es el relativo a piezas sujetas a continuas fuerzas abrasivas, a variaciones súbitas de presión, etc., y cuya vida económica es menor al resto del equipo. Y se calcula mediante la expresión.

$$P_e = \frac{V_p}{H_r}$$

donde:

$P_e$  = Costo por piezas de desgaste rápido, por hora de operación del equipo.

$V_p$  = Valor de adquisición de piezas especiales de desgaste rápido (costo).

**Hr = Horas de vida económica de las piezas especiales de desgaste rápido (duración).**

Para tener en cuenta este cargo se debe considerar las piezas de desgaste rápido que no estén sujetas a condiciones severas de trabajo que producen un deterioro superior al normal, como pudiera ser, por ejemplo: cuchillas y gavilanes de la hoja de un tractor que continuamente estuviera trabajando en roca o casquillos de un desgarrador en condiciones semejantes. Otros elementos de desgaste rápido, pudieran ser mangueras, brocas, acero de barrenación para equipos de perforación, bandas de hule, etc., siempre que estos elementos no hayan sido considerados en el precio unitario como consumo de materiales, o mantenimiento del propio equipo.

### **CARGOS POR OPERACION:**

Es el que se deriva de las erogaciones que se hacen por concepto del pago de salarios de personal encargado de la operación de la máquina, por hora efectiva de la misma.

Este cargo está representado por:

$$O = \frac{St}{H}$$

En la presente ecuación:

**O = Cargo por operación del equipo por hora efectiva de trabajo.**

**St = Representa los salarios por turno del personal necesario para operar la máquina. Los salarios deberán comprender: salario base, cuotas patronales por seguro social, impuesto sobre remuneraciones pagadas, días festivos, vacaciones y aguinaldo, o sea, el salario real de este personal.**

**H =** Representa las horas efectivas de trabajo que se consideren para la máquina, dentro del turno.

El salario base a que se refiere el factor "St", es aquel señalado en el tabulador vigente para operadores de maquinaria, atendiendo a la clase de máquina, capacidad y responsabilidad delegada al operador, condiciones generales del trabajo, etc., sin olvidar que dicho salario base estará indudablemente afectado por la Ley de "oferta y demanda". En la práctica puede darse el caso de que se fije al operador un salario base reducido, pero incrementándosele por medio de bonificaciones por hora efectiva de trabajo de la máquina, con lo que se logrará además que el operador tenga interés en mantener constantemente su máquina en condiciones de trabajo.

Lo anterior está basado en que la función y responsabilidad de los operadores de maquinaria de construcción, comprende tanto la operación de las máquinas, como todos los cuidados que razonablemente se requieran para la conservación y mantenimiento de las mismas; incluso, es práctica comunmente establecida por todas las empresas constructoras que, cuando las actividades directas de construcción decrecen, o que la maquinaria es retirada del servicio para concentrarla en los talleres de reparaciones mayores, sus operadores son los mejor avocados para vigilar que las reparaciones del equipo sean correctamente ejecutadas, puesto que ellos conocen íntimamente las deficiencias de la máquina a su cargo.

En la ejecución de cualquier trabajo, es prácticamente imposible que un operador labore en forma continua e ininterrumpida durante toda la jornada de trabajo. Es lógico que existan interrupciones, unas veces debidas a factores humanos, y otras debido a pequeñas reparaciones, ajuste y lubricación de las máquinas.

Debe tenerse en cuenta, así mismo, que especialmente en obras que presentan condiciones muy adversas, las pérdidas de tiempo o interrupciones en las actividades de la maquinaria, se incrementan en forma notable, bien sea por condiciones topográficas desfavorables, por fenómenos meteorológicos adversos, o porque la maquinaria de que se disponga no sea precisamente la más adecuada para las condiciones imperantes en la obra.

Así pues, por cada hora cronológica, solamente se trabaja efectivamente un porcentaje de la misma, el que está profundamente influido por las condiciones de la obra y por la calidad de la administración o gestión de la empresa constructora. Por lo antes dicho, para obtener los tiempos reales o efectivos de trabajo, es necesario

introducir en las cálculos los factores correspondientes, que se señalan en la siguiente tabla.

| FACTORES DE RENDIMIENTO DE TRABAJO EN FUNCION DE LAS CONDICIONES DE OBRA Y DE LA CALIDAD DE ADMINISTRACION |                                         |       |         |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------|---------|------|
| CONDICIONES DE LA OBRA                                                                                     | COEFICIENTE DE ADMINISTRACION O GESTION |       |         |      |
|                                                                                                            | EXCELENTE                               | BUENA | REGULAR | MALA |
| EXCELENTES                                                                                                 | 0.84                                    | 0.81  | 0.76    | 0.70 |
| BUENAS                                                                                                     | 0.78                                    | 0.75  | 0.71    | 0.65 |
| REGULARES                                                                                                  | 0.72                                    | 0.69  | 0.65    | 0.60 |
| MALAS                                                                                                      | 0.63                                    | 0.61  | 0.57    | 0.52 |

**TABLA VII.12**

A continuación podemos ver un formato para el análisis del costo directo: Hora-Máquina.

**FORMATO PARA EL ANALISIS DEL COSTO DIRECTO: HORA - MAQUINA .**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                       |                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>CONSTRUCTORA:</b><br>_____<br>_____<br><b>OBRA:</b> _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Máquina: _____<br>Modelo: _____<br>Datos adic.: _____ | Hoja No. _____<br>Catálogo: _____<br>Revisó: _____<br>Fecha: _____ |
| <b>DATOS GENERALES:</b><br>Precio de adquisición: \$ _____<br>Equipo adicional: _____<br>Valor inicial (Va): \$ _____<br>Valor de rescate (Vr): _____ % = \$ _____<br>Tasa de interés (i): _____ %<br>Prima seguros (s): _____ %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                       |                                                                    |
| Fecha de colocación: _____<br>Vida económica (Ve): _____ años<br>Horas por año (Ha): _____ hr/año<br>Motor: _____ de _____ HP<br>Factor de operación: _____<br>Potencia de operación: _____ HP op<br>Coeficiente de almacenaje (K): _____<br>Factor mantenimiento (Q): _____                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                       |                                                                    |
| <b>I- CARGOS FIJOS.</b><br>a) Depreciación: $D = \frac{Va - Vr}{Ve}$ _____ \$ _____<br>b) Inversión: $I = \frac{Va + Vr}{2Ha}$ _____ \$ _____<br>c) Seguros: $S = \frac{Va + Vr}{2Ha}$ _____ \$ _____<br>d) Almacenaje: $A = K D$ _____<br>e) " $M = Q D$ _____<br><p align="center"><b>SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA</b> \$ _____</p> <p align="center"><small>* Reservas para reparaciones (Multiplicador de uso prolongado por factor de reparación básicos)</small></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                       |                                                                    |
| <b>II- COSTOS DE OPERACION. CONSUMO.</b><br>a) Combustible: $E = e Pc$<br>Diesel: $E = 0.20 \times$ _____ HP. op. x \$ _____ /lt. = _____<br>Gasolina: $E = 0.24 \times$ _____ HP. op. x \$ _____ /lt. = _____<br>b) Lubricantes, filtros, grasa: Precio unitario x Consumo = Costo/hora.<br>Carter _____ x _____ = _____<br>Transmisión _____ x _____ = _____<br>Mandos finales _____ x _____ = _____<br>Funciones hidráulicas _____ x _____ = _____<br>Grasa _____ x _____ = _____<br><p align="center"><b>SUBTOTAL (aceites y grasa)</b> _____</p> Filtros (analizar cada máquina de acuerdo al instructivo de operación)<br>c) Neumáticos: Costo de reemplazo entre horas de uso.<br>Costo / Duración = _____<br>d) Tren de rodaje:<br>( F. impacto + F. abrasividad + Factor Z ) x Factor básico = _____<br>e) Elementos de desgaste especial: Costo / Duración<br>Concepto Costo entre duración = Costo/hora<br>1- _____ = _____<br>2- _____ = _____<br>3- _____ = _____<br><p align="center"><b>TOTAL</b> _____</p> <p align="center"><b>SUMA CONSUMOS POR HORA</b> _____</p> |                                                       |                                                                    |
| <b>III- OPERACION.</b><br>Salario: \$ _____<br>Operador: _____<br>_____<br>Sol. / Turno - prom.: \$ _____<br>Horas / Turno - prom.: (H) _____<br>H = # horas x _____ (factor de rendimiento) = _____ horas.<br>∴ Operación = O = S / H = \$ _____<br><p align="center"><b>SUMA OPERACION POR HORA</b> \$ _____</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                       |                                                                    |
| <p align="center"><b>COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD)</b> \$ _____</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                       |                                                                    |



## VIII. COSTOS INDIRECTOS .

Tal y como se mencionó en la introducción, los costos indirectos aplicables a una obra o a los diversos conceptos de trabajo que forman parte de la misma, son todos aquellos gastos generales que por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todos y cada uno de los conceptos de trabajo que forman parte de una obra determinada, es decir , los gastos generales que ejerce la empresa constructora para hacer posible la ejecución de todas sus operaciones en las obras a su cargo.

Los indirectos propios de cada obra en particular, son perfectamente previsibles y se pueden analizar y estimar previamente por lo menos dentro del mismo orden de aproximación de los costos directos. Se pueden, por otra parte controlar durante la ejecución de la obra, para mantenerlos dentro de los límites prefijados.

Por no ser posible una determinación concreta en tiempo, cantidades o importes de los Trabajos que los producen, los cargos indirectos se expresan como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo.

A grandes rasgos, podemos clasificar los aspectos que dan lugar a los costos indirectos, dentro de los cinco grupos siguientes.

- a) Administración central
- b) Administración y gastos generales de obra
- c) Financiamiento
- d) Fianzas y Seguros
- e) Imprevistos

De una manera enunciativa y no limitativa, en las siguientes páginas se consignan los principales renglones, que por concepto de costos indirectos, integran los cinco grupos mencionados anteriormente.

### *a) ADMINISTRACION CENTRAL.*

Se refiere a los gastos generales inherentes a toda empresa permitiendo su normal desenvolvimiento.

Toda empresa constructora racionalmente organizada, deberá estar dotada de cuerpos administrativos que estén encargados de conducir, controlar y vigilar todas las operaciones de la propia empresa, así como de servir de enlace entre las diversas dependencias que forman parte de la misma.

Dentro de la administración central, algunos de los renglones de gastos más importantes son:

- Honorarios de directivos y ejecutivos.
- Honorarios y sueldos de personal técnico.
- Honorarios y sueldo de personal administrativo.
- Salario de personal de servicio.
- Seguro Social e impuestos sobre remuneraciones pagadas.
- Prestaciones que obliga la Ley Federal del Trabajo.
- Pasajes y viáticos del personal de administración central.
- Gastos de representación.
- Consultorías y asesorías.
- Estudio e investigación.
- Iguala en asuntos jurídicos y fiscales.
- Depreciación, rentas y mantenimiento de edificios, talleres, bodegas, etc.
- Depreciación de muebles y enseres.
- Amortización de gastos de organización.
- Previsión para cuentas de cobro dudoso.
- Previsión para periodos de inactividad.
- Depreciación, renta y operación de vehículos.
- Servicios médicos de emergencia.
- Indemnizaciones.

Gastos de oficina: Papelería y útiles de escritorios, correos, Telégrafos, teléfonos, luz, gas, radio, situación de fondos, copias y duplicados otros consumos, suscripciones y cuotas conservación.

Preparación de concursos.

Publicidad y promoción.

Donativos.

El monto de los gastos correspondientes a la administración central es muy variable dependiendo de la magnitud de la empresa y debe ser calculado en base al costo directo total de cada obra.

#### *b) ADMINISTRACION Y GASTOS GENERALES DE OBRA*

Los conceptos que constituyen este grupo, los podemos desglosar en los siguientes aspectos:

a).- Honorarios, sueldos y prestaciones

b).- Instalaciones y obras provisionales

c).- Transporte, fletes y acarreos

d).- Gastos de oficina

e).- Varios

#### **HORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES**

Este concepto cubre todas las erogaciones originadas por el personal técnico-administrativo que en el campo, dirige y supervisa la ejecución de los trabajos. En dicha organización de dirección y superintendencia se incluye desde la máxima autoridad de la obra, que suele ser un Ingeniero Superintendente General, hasta sobrestante, cabos y todo el personal de campo que esté cumpliendo funciones administrativas.

Dentro de este concepto queda involucrados los siguientes renglones.

Honorarios de superintendentes e Ingenieros Auxiliares.

Honorarios de sueldos de personal administrativo y de servicios. (Jefe de Oficina, Secretarias, pagador, oficinistas, almacenistas, laboratoristas).

Sueldos y salarios de personal auxiliar (Bodegueros, mecánicos, soldadores, choferes, veladores).

Seguro Social e impuestos sobre remuneraciones pagadas del personal técnico y administrativo en obra.

Pasajes y viáticos.

Sueldos de tránsito.

Compensaciones y gratificaciones.

## **INSTALACIONES Y OBRAS PROVISIONALES**

Incluimos dentro de este aspecto, todas las erogaciones relativas a la construcción de obras e instalaciones auxiliares, necesarias para el desarrollo de la obra, tales como:

**Campamento:** Oficinas de obra, talleres, bodegas, almacenes, comedores, dormitorios, laboratorios de campo y patios de almacenamiento.

Conservación y mantenimiento de las estructuras anteriores.

Instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de gas, y su conservación.

Tapiales y cercas.

Muelles.

Señalamientos.

Casetas de vigilancia.

Instalaciones deportivas y recreativas.

Escuelas.

Iglesias.

Instalaciones para servicio médico.

## **TRANSPORTES, FLETES Y ACARREOS**

Se agrupan los gastos originados por:

Consumos y amortización de vehículos del servicio general de la obra.

Fletes de materiales y equipo, etc. no incluidos en el costo directo.

## **GASTOS DE OFICINA**

Papelería y útiles de escritorio.

Correo, telégrafos, teléfono, y otros medios de comunicación.

Gastos por movimientos bancarios.

Copias y duplicados de planos y documentos.

Consumo de luz, gas, etc.

Relaciones públicas, donativos, atenciones.

Suscripciones y cuotas.

Envíos.

Pasajes y transportes locales.

Amortización de equipo de ingeniería.

## **VARIOS**

Aquí se involucran otras erogaciones, como pueden ser:

Amortización y consumo de equipo y herramienta de taller.

Control de calidad.

Riesgo de obras terminadas (reclamaciones posteriores).

Conservación de la obra hasta la entrega.

Derechos de pasos.

Letreros en general.

Servicios médicos de emergencia.

Intercomunicación.

Limpieza de obra en proceso y para entrega.

Desmantelamientos.

Ruptura y reposición (ductos, pavimentos, cables, etc.).

#### *c) FINANCIAMIENTO.*

Este es un factor de costo de vital importancia, cuya imprevisión puede tener graves consecuencias en los resultados finales de una obra, y aún ocasionar serias pérdidas.

El monto de los financiamientos dependerá en cada caso particular, de la relación que exista entre el programa previsto de erogaciones y el programa esperado de ingresos, dependiendo el primero del programa general de obra y el segundo de la forma de pago establecida en el contrato.

#### *d) FIANZAS Y SEGUROS.*

Involucra dentro de este grupo a todas las erogaciones motivadas por los aspectos de fianzas, seguros, multas, recargos, regalías por el uso de patentes, etc.

#### *e) IMPREVISTOS.*

Existen divergencias entre si se debe o nó, incluir dentro de los costos indirectos, el concepto de "imprevistos". Categóricamente hay que reconocer que existen en todo trabajo de construcción, causas o elementos de costo que no pueden ser evaluados.

No se puede suprimir totalmente los errores, tanto en estimación como en el proceso de ejecución. No se puede predecir la magnitud de un posible accidente; no se puede cubrir con seguros todas las posibles eventualidades, ni se puede prever las demoras que causarán en las operaciones. Elementos de este tipo constituyen el riesgo natural de la construcción, riesgo del mismo género que es inherente a cualquier otra orden de actividad económica.

El criterio correcto de estimación de imprevistos, consistirá pues, en tratar de presuponer con alguna base razonable, los cargas de previsión para el mayor número posible de contingencias reduciendo a un mínimo aceptable el factor marginal que se supone servirá para cubrir en alguna proporción los riesgos verdaderamente imprevisibles.

Las principales causas de los costos imprevistos son ciertas demoras y suspensiones de trabajo por conflictos obrero- patronales, atraso en suministro de materiales, obra de mano y equipo, o escasez de dichos elementos, accidentes, modificaciones al proyecto, erogaciones extras por extravíos, robos y pérdidas, errores y omisiones en presupuestos y programas, etc.

En resumen podemos concluir que el porcentaje con que se exprese en efecto de los imprevistos dentro de los costos indirectos, dependerá del grado de certidumbre que se tenga respecto a todos y cada uno de los factores de costo de una obra.

### **XIII. LOS COSTOS DE LA CONSTRUCCION ANTE UN PROBLEMA INFLACIONARIO**

Cuando en un país se aumenta la emisión del billetes más allá de los límites convertibles, esta acción trae como consecuencia que el circulante pierda valor efectivo, y por lo tanto decrece su poder adquisitivo con el consecuente aumento del costo de la vida, además de esto se produce un aumento en la emisión de la deuda de dicho país. A este fenómeno se le conoce con el nombre de INFLACION.

Por otra parte, si el aumento de la deuda externa se enfoca únicamente a abrir el déficit presupuestal, descuidando otros aspectos como podría ser la inversión en otros rubros como la industrialización del país o la infraestructura adecuada para producción, el problema inflacionario se ve aún más acentuado.

Otra repercusión del fenómeno de la Inflación se observa en los salarios, pues debido a la falta de control de precios, la gran mayoría de las mercancías suben de valor, teniendo entonces la necesidad de aumentar dichos salarios, lo cual contribuye a complicar en mayor grado el problema, puesto que está vinculado a un nuevo aumento en el costo de la vida.

Para detener el fenómeno inflacionario se han planteado algunas posibles soluciones como son, entre otras, la restricción de las emisiones de billetes, disminución de los gastos del estado, aumento de las exportaciones, devaluación monetaria, etc., aunque dichas soluciones no son fáciles de implementar, sobre todo a corto plazo.

En lo que respecta a la industria de la construcción en México, está tuvo un periodo de auge hasta el año de 1972, debido principalmente a que el incremento de costos era uniforme, y hasta cierto punto predecible.

La Camara Nacional de la Industria de la Construcción proporciona los siguientes índices para el periodo de 1954 a 1972:

|                                     |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Indice de materiales                | 1972 = 193.70 |
| Indice de mano de obra              | 1972 = 490.60 |
| Indice de materiales + mano de obra | 1972 = 245.81 |
| Los índices anteriores, con base a  | 1954 = 100    |

De acuerdo con los datos anteriores se puede observar que en un periodo de 18 años, los costos de los materiales tuvieron un incremento medio de aproximada-



por lo tanto de la necesidad de la pronta recuperación de las inversiones reales efectuadas en la obra. Una consideración importante que se deberá tener es la del volumen de trabajo que supone el realizar todos estos ajustes si la obra en cuestión se maneja con una cantidad importante de precios unitarios.

El criterio para la aplicación de cualquiera de las fórmulas que se utilizan, dependerá de la importancia de la variación de los conceptos ya mencionados de mano de obra, materiales y maquinaria y así puede utilizarse una fórmula sencilla como la a) en donde sólo se toman en cuenta los conceptos globales ya mencionados, ó con una fórmula más complicada como la b) en donde como se explicará más adelante, se toman en cuenta diferentes tipos de salarios, diferentes tipos de materiales y diferentes tipos de máquinas.

La fórmula más simple es la siguiente:

$$a).- PF = Pi \left( 0.55 \frac{Sf}{Si} + 0.30 \frac{Mf}{Mi} + 0.15 \frac{Ef}{Ei} \right)$$

en donde:

Pf = el nuevo valor obtenido en el costo o precio unitario del concepto que se esté analizando.

Pi = costo o precio unitario inicial o de la última revisión si esta es periódica.

$\frac{Sf}{Si}$  = la relación que existe entre el salario inicial al momento de la revisión (Sf) y el salario inicial (Si)

$\frac{Mf}{Mi}$  = La relación que existe entre el costo actualizado de los materiales (Mf) y el costo inicial de los mismos (Mi)

$\frac{Ef}{Ei}$  = El valor actualizado de la maquinaria considerada en forma de renta, depreciación, o valor de adquisición actualizado (Ef) al valor original (Ei)

La fórmula anterior, quiere decir que el costo y precio revisado está afectado en un 55% por salarios, 30% por materiales y un 15% por el uso de la maquinaria, porcentajes que pueden ser fácilmente determinados en cualquier análisis de costos.

Si existen diferencias importantes en los incrementos de salarios, materiales, maquinaria y el uso de alguno de ellos en el concepto que se analice, reviste especial importancia, se puede llegar a fórmulas tan complicadas como la siguiente:

$$b).- Pf = Pi \left( 0.05 \frac{Spf}{Spi} + 0.10 \frac{Sof}{Soi} + 0.05 \frac{Saf}{Sai} + 0.03 \frac{Mcf}{Mci} + 0.07 \frac{Mef}{Mei} + 0.08 \frac{Maf}{Mai} + 0.07 \frac{Mcef}{Mcei} + 0.20 \frac{Epf}{Epi} + 0.25 \frac{Eaf}{Eai} + 0.10 \frac{Ebf}{Ebi} \right)$$

donde:

spf = Salario actual de los peones

Spi = Salario inicial de los peones

Sof = Salario actual de los operadores de maquinaria pesada

Soi = Salario inicial de los operadores de maquinaria pesada

Saf = salario actual de los empleados que están en la administración de la construcción.

Sai = Salario inicial de los empleados que están en la administración de la construcción.

Mcf = Precio actual de los combustibles

Mci = Precio inicial de los combustibles

Mef = Valor actual de los explosivos

Mei = valor inicial de los explosivos

Maf = Valor actual del acero

Mai = Valor inicial del acero

Mcef = Valor actual del cemento

Mcei = Valor inicial del cemento

Epf = Valor actual del equipo pesado

Epi = Valor inicial del equipo pesado

Eaf = Valor actual del equipo de acarreo

Eai = Valor inicial del equipo de acarreo

Ebf = Valor actual del equipo de barrenación

Ebi = Valor inicial del equipo de barrenación

En caso de que se este realizando una obra en un país extranjero, existe la necesidad de dividir los análisis de costos en dos grupos que son:

Los pagos que deben hacerse en moneda local y por otro lado los pagos que deben hacerse en divisas extranjeras que generalmente es el dolar americano.

Para ilustrar lo anterior, se transcriben las especificaciones relativas a un proyecto real que se ejecutó en la República de Colombia.

*Los reajustes al valor en moneda nacional y dólares de las estimaciones mensuales del Contrato para compensar los incrementos en costo de mano de obra, equipos y materiales para el trabajo, se harán a las estimaciones mensuales para todos los frentes de trabajo y por grupos, según se define a continuación.*

*Los ítemes de pago se presentan reunidos por frentes de trabajo así:*

- I      Generales*
- II     Excavaciones*
- III    Concretos y aceros*

Las fórmulas que se aplicarán son las siguientes:

1.- Para el frente de trabajo "Generales" la componente en moneda local se reajustará mediante la siguiente fórmula:

$$P_i = P_o (0.45 \frac{S_i}{S_o} + 0.32 \frac{M_i}{M_o} + 0.13 \frac{G_i}{G_o} + 0.10) \text{ (colón) en Bogotá}$$

La componente en dólares se reajustará mediante la siguiente fórmula:

$$D_i = D_o (0.15 \frac{E_i}{E_o} + 0.70 \frac{U_i}{U_o} + 0.15)$$

2.- Para los grupos II "Excavaciones" la componente en moneda local se reajustará mediante la siguiente fórmula:

$$P_i = P_o (0.44 \frac{S_i}{S_o} + 0.23 \frac{C_i}{C_o} + 0.15 \frac{G_i}{G_o} + 0.08 \frac{M_i}{M_o} + 0.10)$$

La componente en dólares se reajustará mediante la siguiente fórmula:

$$D_i = D_o (0.15 \frac{E_i}{E_o} + 0.38 \frac{M_i}{M_o} + 0.07 \frac{S_i}{S_o} + 0.25 \frac{U_i}{U_o} + 0.15)$$

3.- Para los grupos III "Concreto y aceros" la componente en moneda local se reajustará mediante la siguiente fórmula:

$$P_i = P_o (0.45 \frac{S_i}{S_o} + 0.13 \frac{C_i}{C_o} + 0.18 \frac{M_i}{M_o} + 0.09 \frac{G_i}{G_o} + 0.05 \frac{U_i}{U_o} + 0.10)$$

De aquí podemos concluir que el índice de costo de un año es decir  $\frac{C_n}{C_1}$  es igual a  $\frac{C_n}{C_{n-1}} \cdot \frac{C_{n-1}}{C_{n-2}} \cdot \frac{C_{n-2}}{C_{n-3}} \cdot \dots \cdot \frac{C_2}{C_1}$

3. **Índices en cadena o enlazados.** El índice de costo para un período dado, con respecto a otro período tomado como base. Siempre puede expresarse en términos de enlaces relativos entendiéndose por tales a la relación entre un costo y el costo del período precedente, o dicho de otra manera, como el producto de todos los índices de costos dividido cada uno de ellos entre el inmediato anterior.

Los índices en cadena se obtienen de la siguiente manera: 
$$I_n = \frac{C_n}{C_{n-1}} \cdot \frac{C_{n-1}}{C_{n-2}} \cdot \frac{C_{n-2}}{C_{n-3}} \cdot \dots \cdot \frac{C_2}{C_1}$$
 donde  $C_n$  = sigue siendo una observación en el período n  $C_1$  = es la observación en el período base

Todo esto se puede apreciar más fácilmente en la tabla XIII.1

**INDICE NACIONAL DEL COSTO DE EDIFICACION DE LA VIVIENDA DE INTERES SOCIAL**  
**INDICES EN CADENA O ENLAZADOS (\*)**

|      |       |          |
|------|-------|----------|
| 1980 |       |          |
| ENE  | 336.9 | 1.016622 |
| FEB  | 342.5 | 1.018102 |
| MAR  | 348.7 | 1.006595 |
| ABR  | 356.1 | 1.014529 |
| MAY  | 356.1 | 1.009828 |
| JUN  | 359.6 | 1.009828 |
| JUL  | 368.3 | 1.024193 |
| AGO  | 375.9 | 1.020635 |
| SEP  | 380.0 | 1.010907 |
| OCT  | 383.7 | 1.009736 |
| NOV  | 387.4 | 1.009642 |
| DIC  | 389.4 | 1.005162 |

(\*) Esta columna se obtuvo de aplicar la fórmula:  
 DIC/NOV • NOV/OCT • ... • FEB/ENE = DIC/ENE  
 Ahora bien nos falta demostrar que:  $\frac{D}{N} \cdot \frac{N}{O} \cdot \dots \cdot \frac{F}{E} = \frac{D}{E}$   
 haciendo las operaciones correspondientes obtenemos:  
 $\frac{D}{N} \cdot \frac{N}{O} = \frac{D}{O}$

FUENTE: INDICADORES ECONOMICOS DEL BANCO DE MEXICO.  
 TABLA XIII.1

4. Operación de índices entre distintos periodos. Cuando ya se tienen calculados y tabulados los índices de costo para un cierto periodo base, puede ser necesario por alguna razón conocer los índices de costos de la misma serie respecto a otro periodo base, distinto al tomado originalmente.

Supongamos que:

$$I_{C(n,1)} \cdot I_{C(n-1,1)} \cdots I_{C(4,1)} \cdot I_{C(3,1)} \cdot I_{C(2,1)}$$

|       |       |
|-------|-------|
| 223.9 | 87.36 |
| 277.2 | 88.22 |
| 252.8 | 89.20 |

Son los índices de costos para un cierto artículo, en los periodos 2,3,4, ..., n-1,n, habiendo sido calculados todos con base 1.

Si establecemos que:

$$I_{C(n,3)} \cdot I_{C(n-1,3)} \cdots I_{C(4,3)} \cdot I_{C(3,3)} \cdot I_{C(2,3)}$$

Son los índices de costos para el mismo artículo, en los periodos 1,2,4, ..., n-1,n, calculados con base 3, tenemos que:

$$I_{C(n,3)} = \frac{I_{C(n,1)}}{I_{C(3,1)}} \cdot 100$$

$$I_{C(n-1,3)} = \frac{I_{C(n-1,1)}}{I_{C(3,1)}} \cdot 100$$

$$I_{C(1,3)} = \frac{I_{C(1,1)}}{I_{C(3,1)}} \cdot 100$$

OBSERVACIÓN n BASE (3) (1980)  
OBSERVACIÓN n BASE (3) (1980)

**III.- PORCENTAJE DE AVANCE:** Conforme a lo establecido en el artículo 10 del Reglamento General de Contratos y Condiciones Generales de la Contratación.  
Se escribe el porcentaje de avance de obra de cada uno de los meses indicados en la columna anterior.

**IV.- PRESUPUESTOS PARCIALES AL INICIO (Ppo):**  
Los cuales se obtienen de multiplicar el (Po) por cada uno de los renglones de la columna III, y la suma final de estos valores debe ser igual a (Po).

**V.- PRESUPUESTO PARCIAL DE ACTUALIZACIÓN (Ppa):**  
Se obtiene de multiplicar el porcentaje de avance por el (Pa) correspondiente a cada mes y al final se obtiene la suma total.

**VI.- INCREMENTOS TOTALES:**  
Se obtiene de restar en cada mes el (Ppo) del (Ppa).

**VII.- PORCENTAJE DE INCREMENTO O AFETACIÓN DEL ANTICIPO:**  
Es el factor (f) ya calculado anteriormente.

**VIII.- INCREMENTO REAL:**  
Son los incrementos totales afectados por (f).  
Después de haber realizado las sumas correspondientes, se resume la integración del precio final de la obra como sigue:

$$\text{Valor final ó Precio de venta} = (\text{Po}) + \text{Incremento real} + \text{Obra extra (si existe)}$$

**Nota:** Si existe obra extra, se pone su valor total con precios unitarios al mes de ejecución de los trabajos; sin que se vea afectado por el anticipo, ya que son obras autorizadas posteriores a la fecha de contratación por las cuales normalmente no se anticipa.  
En esta columna se anticipa lo que se anticipa por medio de los precios unitarios que se han establecido anteriormente por medio de los precios unitarios o índices.

A continuación se presenta un ejemplo de una tabla de cálculo, haciendo notar que dicha tabla debe estar acompañada de todos los datos necesarios que avalen su veracidad.

|                               |                                                 |                             |                                                                               |
|-------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Localidad:<br>Frente:         | Contrato:<br>Contratista:                       | PI<br>MC<br>PO<br>A<br>0.8A | 2,138,012,000<br>2,138,012,000<br>3,206,911,229<br>534,503,000<br>427,602,400 |
| Tipo de Obra:<br>Fecha Calc.: | F Inicio:<br>F Termino:<br>Plazo:<br>Prorrogas: | 1-(0.8A/PO)                 | 0.866662                                                                      |

| PROCEDIMIENTO    | A V A N C E<br>MES            | %           | 1<br>PRES. PARC.<br>AL INICIO<br>Ppo | 2<br>PRES. PARC.<br>ACTUALIZADO<br>Ppa | 3<br>INC. TOTALES<br>(2-1): 1 | 4<br>% A:<br>INC | 5<br>INC. REAL<br>(3X4): iR |
|------------------|-------------------------------|-------------|--------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------------|
| TABULADOR        | JUN/89                        | 0.0850      | 272,587,454                          | 272,587,454                            | 0                             | 0.866662         | 0                           |
| TABULADOR        | JUL/89                        | 0.0103      | 33,031,186                           | 33,452,647                             | 421,461                       | 0.866662         | 365,265                     |
| TABULADOR        | AGO/89                        | 0.0237      | 76,003,796                           | 77,153,722                             | 1,149,926                     | 0.866662         | 996,597                     |
| TABULADOR        | SEP/89                        | 0.0385      | 123,466,082                          | 126,947,161                            | 3,481,079                     | 0.866662         | 3,016,920                   |
| TABULADOR        | OCT/89                        | 0.1074      | 344,422,266                          | 356,104,112                            | 11,681,846                    | 0.866662         | 10,124,215                  |
| TABULADOR        | NOV/89                        | 0.0579      | 185,680,160                          | 191,977,915                            | 6,297,755                     | 0.866662         | 5,458,026                   |
| TABULADOR        | DIC/89                        | 0.0000      | 0                                    | 0                                      | 0                             | 0.866662         | 0                           |
| TABULADOR        | ENE/90                        | 0.1372      | 439,988,221                          | 465,929,702                            | 25,941,481                    | 0.866662         | 22,482,502                  |
| TABULADOR ENE/90 | FEB/90                        | 0.0239      | 76,645,178                           | 81,164,139                             | 4,518,961                     | 0.866662         | 3,916,413                   |
| TABULADOR ENE/90 | MAR/90                        | 0.0879      | 281,887,497                          | 298,507,440                            | 16,619,943                    | 0.866662         | 14,403,877                  |
| TABULADOR ENE/90 | ABR/90                        | 0.1882      | 603,540,693                          | 639,125,145                            | 35,584,452                    | 0.866662         | 30,839,700                  |
| TABULADOR ENE/90 | MAY/90                        | 0.1470      | 471,415,951                          | 499,210,395                            | 27,794,444                    | 0.866662         | 24,088,395                  |
| TABULADOR ENE/90 | JUN/90                        | 0.0930      | 298,242,744                          | 315,826,985                            | 17,584,240                    | 0.866662         | 15,239,597                  |
|                  | <b>SUMA CON<br/>TABULADOR</b> | <b>1.00</b> | <b>3,206,911,229</b>                 | <b>3,357,986,817</b>                   | <b>151,075,588</b>            |                  | <b>130,931,506</b>          |

RESUMEN:  
PRESUPUESTO AL INICIO (PO)  
INCREMENTO REAL (i)  
MONTO MAXIMO DE OBRA (P. V.)

3,206,911,229  
130,931,506  
-----  
\$3,337,842,735