

117
2 Gen



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SISTEMAS DE DRENAJE EN PLANTAS INDUSTRIALES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

RUBEN MONROY LEYVA

MEXICO, D. F.

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

		Pag.
1.0	INTRODUCCION.	3
1.1	Objetivo	4
1.2	Alcance	4
2.0	CONSIDERACIONES RELATIVAS A LOS SISTEMAS DE DRENAJE.	5
2.1	Descripción de Accesorios.	5
2.2	Definición de Términos	8
2.3	Simbología y Abreviaturas.	11
2.4	Clasificación de Sistemas.	13
2.5	Materiales.. . . .	17
3.0	SECUENCIA DE ANALISIS Y DISEÑO.	21
3.1	Generalidades.	21
3.2	Requisitos de Diseño	23
3.3	Criterio de Cálculo.	33
3.4	Métodos de Cálculo	34
4.0	CARGAS QUE ACTUAN SOBRE UNA TUBERIA ENTERRADA.	41
4.1	Cargas Gravitatorias o Cargas Muertas.	41
4.2	Cargas Superimpuestas o Cargas Vivas.	49
5.0	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS.	54
5.1	Excavación y Relleno de Zanjas	54
5.2	Plantillas	57
5.3	Instalación de Tuberías.	59

		Pag.
5.4	Prueba Hidrostática.	63
5.5	Protección Interior y Exterior en Tuberías.	63
6.0	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	67
	Bibliografía.	69

I.- INTRODUCCION:

Se ha encontrado que el empleo de la tubería se remonta a muchos siglos A.C., en Babilonia se empleó tubería de arcilla, en Pompeya se utilizó tubería de plomo, en el siglo XIV se tienen noticias de que se utilizó tubería de hierro fundido, básicamente se emplearon en sistemas de drenaje o de distribución de agua y no es hasta el siglo pasado cuando se empezó a utilizar otros materiales y servicios. Con los adelantos técnicos tan acelerados de nuestros días se ha tenido que recurrir a materiales más sofisticados en la utilización de servicios muy variados de altas y bajas presiones, así como de temperaturas extremas requeridas por la industria.

Con los descubrimientos de grandes yacimientos petrolíferos - en los últimos años, el panorama económico actual y el desarrollo del país, es imperiosa la necesidad de crear una tecnología propia y mano de obra especializada que nos permita cubrir las exigencias actuales, en los diferentes campos que demanda la industria.

Un caso particular, es el que se observa en las plantas de proceso, ya que la tubería requiere de 25 a 35% de los costos de material, de un 30 a 40% de la labor de construcción y, consume el 40 a 48% del total de horas hombre de ingeniería, es por esto que su diseño requiere de una atención muy especial, la tubería de una planta en proceso la podemos clasificar desde el punto de vista operativo en dos sistemas: Tubería para servicios auxiliares y tubería de proceso, La tubería para servicios auxiliares puede colocarse aérea o enterrada.

Debido a la gran concentración de tubería en una planta de proceso, es indispensable llevar parte de la tubería enterrada, como son los drenajes, que fluyen por gravedad; el resto, en base a la combinación de varios factores, tales como espacio en las camas de tubería, ahorro en soportería, requisitos de entrada y salida en el límite de batería de la planta, etc.

Las líneas que generalmente integran la red subterránea son las siguientes: suministro y retorno de agua de enfriamiento, agua sanitaria, agua contra incendio y el sistema de drenaje.

Siempre ha sido una preocupación para el proyectista de plantas industriales los sistemas de drenaje, ya que estos constituyen uno de los factores importantes para una buena operación y un mantenimiento eficiente de la misma.

Los sistemas de drenaje son básicos en una instalación industrial por que tienen la función de desalojar de una manera eficiente el agua de lluvia, el agua contra incendio, desechos industriales y sanitarios. Esta función de los drenajes es parte de la seguridad de dicha instalación pues no deja acumular los desechos que de una u otra forma puedan representar un peligro.

1.1. OBJETIVO

Este trabajo está dirigido a establecer las bases para proyectar un sistema de drenaje adecuado confiable y económico.

1.2 ALCANCE

Establecer los requisitos mínimos necesarios para proyectar un sistema de drenaje en instalaciones industriales, tomando en cuenta las condiciones de operación, mantenimiento, seguridad y grado de peligrosidad.

Incluye los métodos de cálculo más utilizados, datos técnicos necesarios y los materiales idóneos de los sistemas de drenaje en una planta industrial.

Este trabajo es general y deberá complementarse en caso necesario con los requisitos específicos de cada proyecto.

2.0 CONSIDERACIONES RELATIVAS A LOS SISTEMAS DE DRENAJE

2.1 DESCRIPCION DE ACCESORIOS

REGISTRO CIEGO.- Son cajas cerradas con tapa que se usan para la limpieza de tuberías, cambio de dirección o de sección en la tubería, lo mismo se emplea en entronques.

REGISTRO DE VISTA.- Deben usarse como un medio de acceso para inspección y limpieza de los conductos, ya sea con equipo o sin el, dependiendo de las dimensiones y profundidades deben administrarse con tapa (RVT) o coladera (RVC) de acuerdo a las exigencias del área. También se usan para efectuar un cambio de dirección o de sección en la tubería, en una considerable variación de la pendiente o para evitar excavaciones profundas cuando se tenga una fuerte pendiente. Estos registros se usan en sistemas combinados, pluvial-aceitoso o sistemas separados.

REGISTRO ACEITOSO.- Los registros aceitosos deben de usarse como un medio de inspección y limpieza de las tuberías o para efectuar un cambio de dirección o de sección. Sus dimensiones interiores varían de acuerdo al diámetro de la tubería que incide en las mismas y su profundidad recomendable es de 1.50 metros para permitir el acceso de hombre sin equipo.

REGISTRO QUIMICO.- Los registros de drenaje químico deben usarse como un medio de inspección y limpieza de las tuberías, o para efectuar un cambio de dirección o de sección en la misma. Sus dimensiones interiores pueden ser de 0.90 x 0.70 metros con profundidades óptimas de 1.50 metros, se permite el acceso de hombre sin equipo en condiciones críticas y difíciles. El recubrimiento o material empleado será de acuerdo al fluido que se maneje.

REGISTRO SANITARIO.- Los registros sanitarios deben de usarse como un medio de inspección y limpieza o para efectuar un cambio de dirección, sus dimensiones interiores pueden ser 0.75x0.60 metros con profundidades óptimas recomendables de 1.00 metro, no se considera el acceso de hombre y recibe las aguas negras de los edificios.

REGISTRO DE LIMPIEZA O TRAMPA DE GRASA.- Los desperdicios grasosos y jabonosos de lavabos, frecuentemente se descargan a través de trampas de grasa. La grasa se coagula y flota sobre la superficie de agua y las partículas pesadas bajan para acumularse en una cubeta que forma parte de la trampa. Sus dimensiones pueden ser de 0.75x0.60 metros con profundidades óptimas recomendables de 1.00 metro, no se considera el acceso de hombre.

NOTA:

Las profundidades de los registros es medida desde el nivel

de arrastre (NDA) del tubo de salida hasta el nivel de piso terminado (NPT).

COLADERAS.- La función principal de las coladeras es recoger el agua pluvial superficial y pueden ser de patio o guarnición o de interiores.

CÁRCAMOS.- Los cárcamos para bombeo de drenaje se diseñan y están supeditados a las condiciones específicas de cada caso, pudiendo ser para drenaje pluvial, aguas negras, aceitosas, ácidas o alcalinas. Los cárcamos para drenaje ácido o alcalino pueden recubrirse con algún producto que esté en función del tipo y concentración del fluido que se maneja.

TRINCHERAS.- Las trincheras en áreas pavimentadas deben de cubrirse con rejilla colocada al mismo nivel de la parte superior del pavimento, se construyen de concreto reforzado con malla de alambre. Las trincheras de tubería en áreas pavimentadas deben ser de construcción abierta, similares a las trincheras de drenaje. En áreas no pavimentadas deben cubrirse con placas de acero o de concreto con una elevación a la parte superior de 0.05 metros. Las trincheras se construyen con juntas de expansión separadas 6.00 metros aproximadamente.

SELLOS HIDRAULICOS.- Se entiende por sello hidráulico a la llegada ahogada de un drenaje a un registro, para evitar la propagación de un incendio a lo largo de la tubería de drenaje. El sello hidráulico se emplea generalmente en sistemas de drenaje pluvial, aceitoso y químico, estos constan de un desarenador y un sello de agua (Ver Fig. 2-1)

COPAS DE DRENAJE.- Los drenajes de proceso o agua aceitosa, agua de retrolavada deben descargar al extremo acampanado de un tubo de fierro fundido de 0.15 metros de diámetro o mayor. Para drenajes múltiples donde el área no sea suficiente para acomodarlos, se adaptarán embudos del mismo material, cuando los drenajes descargan a sistemas de tubería con materiales especiales, se deben utilizar del mismo material.

BOCAS DE LIMPIEZA.- Son conexiones en la línea con el fin de prever acceso a los aditamentos de limpieza, siempre y cuando el tramo sea corto y el total de vuelta no exceda de 135°.

DESARENADORES.- El drenaje pluvial o drenaje combinado conduce una cantidad considerable de material mineral que debe ser eliminado y se le conoce con el nombre genérico de "Arenillas" y lo forman las arenas, vidrios, rotos, cenizas, tierra y pequeños fragmentos de metal que producen un desgaste en las tuberías. Al entrar las aguas a un registro estas disminuyen su velocidad lo suficiente para permitir la sedimentación de las partículas de mayor gravedad específica, quedando atrapadas en el fondo del registro, a esta parte del registro se le llama desarenador. (Ver Fig. 2-1)

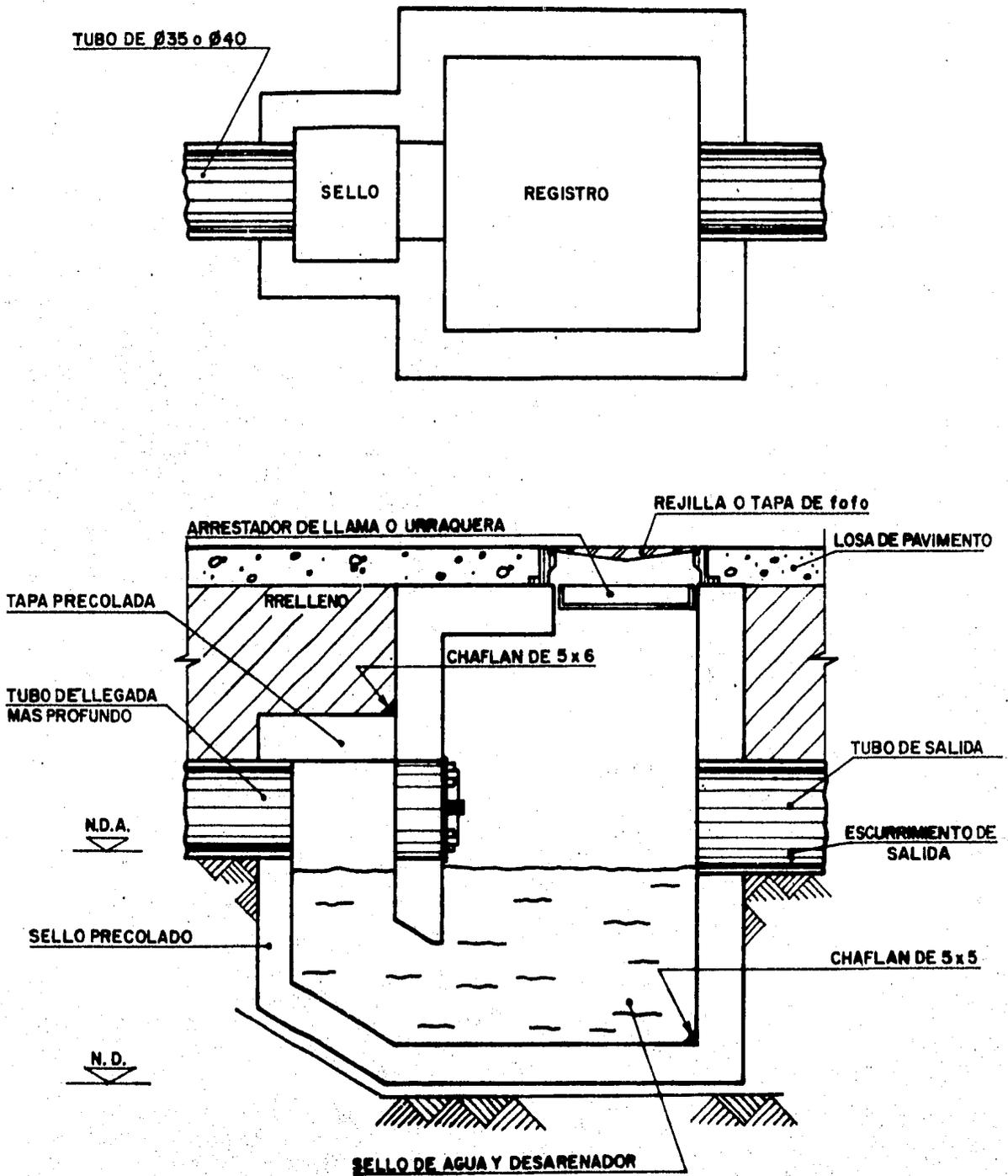


Figura 2-1

FOSA SEPTICA. - El caudal sanitario o de aguas negras conduce excrementos, compuestos de materia orgánica inestable, que a la par peligrosos y desagradables y su conversión en material estable o inactivo libera gases nocivos causando la absorción de oxígeno por el efluente. Los procesos naturales de estabilización de caudales de este tipo son fomentados por la presencia de bacterias, siendo estas de dos tipos principales; las bacterias anaeróbicas que son más activas cuando se excluye el oxígeno, las cuales, al promoverla liberación de gases, causan la desgregación de la materia sólida del efluente y su disminución de volumen; y las bacterias aeróbicas, más activas cuando se dispone de oxígeno y que promueven por tanto la absorción de este. Los métodos de tratamiento de este tipo de (2) efluentes se basan en la dirección de las actividades de estas bacterias para lograr la aceleración y consumación máxima de estos procesos naturales. En su forma más sencilla el drenaje sanitario incluye una fosa séptica, el cual crea condiciones bajo las cuales las bacterias anaeróbicas prosperan y se multiplican, desintegrando los sólidos del caudal en suspensión o solución y un filtro de bacterias, mismo que provee espacio y condiciones para la crianza de bacterias aeróbicas y sobre el cual por otra parte, se derrama líquido de la fosa séptica para complementar el proceso estabilizador por oxidación.

Las fosas sépticas se diseñan para retener el caudal durante el período suficiente que permite el asentamiento de los sólidos en el fondo del tanque donde su desintegración y digestión se verifican constantemente. Las fosas deben diseñarse de tal forma que el flujo sea suficientemente suave para no disturbar el contenido de sólidos y que la espuma que se forma en la superficie del líquido no sea arrastrada hacia adelante.

SEPARADORES DE ACEITE. - Hay diferentes clases de separadores, los más conocidos son los gravitatorios y centrífugos que aprovechan las diferentes gravedades específicas de los fluidos, el diseño de los separadores gravitatorios requieren del volumen máximo del flujo y del tiempo de residencia que permita la separación. Los separadores centrífugos generalmente se usan cuando la diferencia de la gravedad específica es muy pequeña.

FOSA DE NEUTRALIZACIÓN. - Los drenajes químicos recorren a su paso variedad de soluciones ácidas o alcalinas, subproductos de los procesos que se realizan en la planta. Este efluente puede presentar un peligro latente para la salud por su toxicidad apreciable, desagradables olores, etc.

Es por eso que el drenaje químico debe de ser tratado, para reducir al máximo esas características nocivas y posteriormente sea capaz de albergar, reproducir vida orgánica. Entre los métodos más comúnmente utilizado está el de la neutralización en fosas por medio de dispositivos neutralizantes para luego mandarlos a lagunas de oxidación.

2.2 DEFINICION DE TERMINOS

RAMAL. - Línea recolectora de derrames y/o purgas que descargan en la línea troncal

TRONCAL.- Es la línea recolectora de líquidos de ramales que descargan en el colector. Esta tubería se encuentra localizada dentro de los límites de la planta (Límites de Bateria).

COLECTOR.- Es la línea que recibe los líquidos de las troncales y descarga en un emisor.

EMISOR.- Es la línea de descarga general al exterior de las instalaciones y no recibe nuevos aportes (Ver Fig. 2-2)

COPA DE DRENAJE.- Es un elemento en forma de copa o embudo, empleado para recibir una o más purgas de recipientes, bombas, compresores y equipo en general.

BOCA DE LIMPIEZA.- Es un accesorio abocinado que se coloca en los principios y extremos muertos de los ramales de drenaje, se emplean para la limpieza, y puede en algunos casos substituir a los registros de limpieza.

TRAMPA DE GRASA.- Es un registro empleado para la separación de grass en drenaje sanitario.

REGISTRO DE LIMPIEZA.- Es un registro que se emplea al principio y extremos muertos de la tubería de drenaje.

TRINCHERA COLECTORA.- Es un conducto atmosférico empleado para drenar derrames.

SELLO HIDRAULICO.- Accesorios empleados en los registros para evitar la transmisión de gases aguas arriba.

ARRESTADORES DE FLAMA.- Es un accesorio empleado en las rejillas de los registros localizados en áreas de proceso, con objeto de confinar el fuego en los mismos en caso de siniestro.

DESARENADOR.- Se le denomina así a la parte comprendida entre el nivel inferior del tubo más profundo del registro y su fondo, empleado para la sedimentación de los sólidos, arrastrados por el agua.

FOSA SEPTICA.- Es una instalación empleada para el tratamiento de aguas negras.

SEPARADOR DE ACEITE AGUA.- Es una unidad encargada de la separación y recuperación de aceite contenido en el agua

NIVEL DE ARRASTRE (NDA). Elevación al lecho bajo interior del tubo .

PARTEAGUAS.- Es la línea que limita el área de escurrimiento y define generalmente el nivel del piso terminado.

CARCAMO DE BOMBEO.- Es una fosa captadora de líquidos donde se efectúa el bombeo.

GUARNICION DE CONFINAMIENTO.- Es un pequeño muro de concreto de 0,30 metros de alto colocado perimetramente para aislar las áreas de proceso y evitar escurrimientos, por motivo de seguridad

NIVEL DE PISO TERMINA (NPT) Es la cota que sirve como

DRENAJE EN ZONA INDUSTRIAL

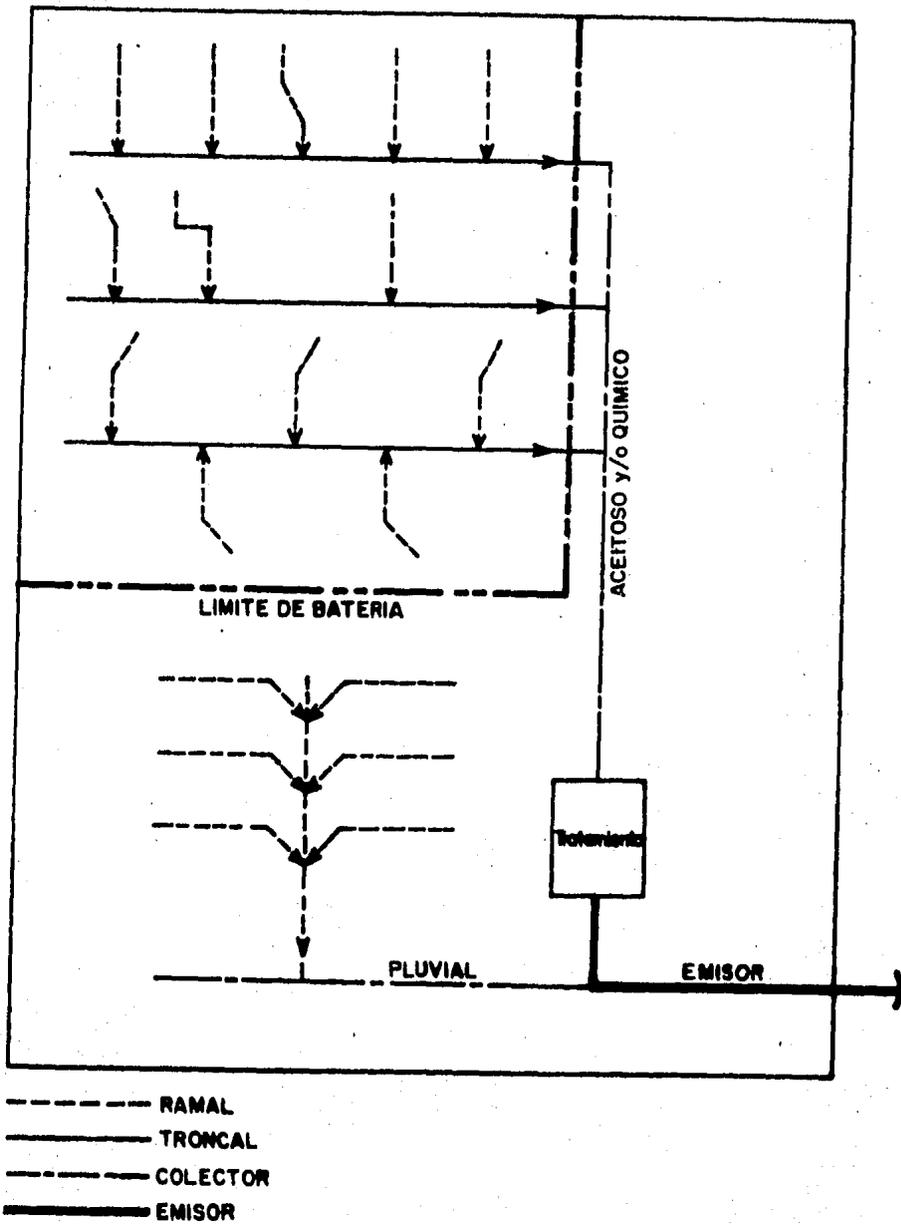
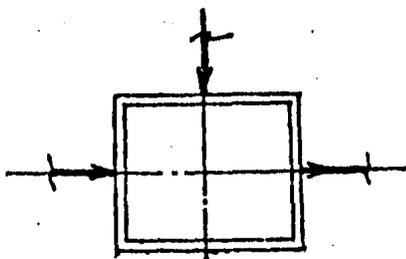


Figura 2-2

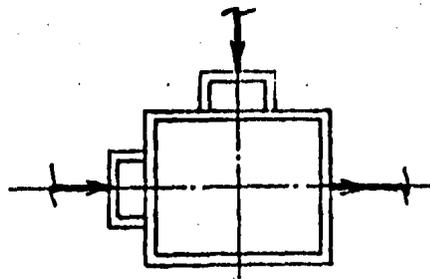
referencia en el diseño y construcción de la planta.

2.3 SIMBOLOGIA Y ABREVIATURA

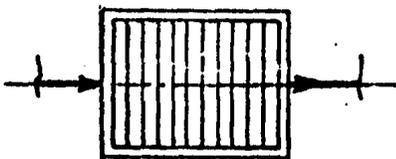
Los símbolos mostrados en los siguientes dibujos son los más comúnmente usados para la elaboración de los planos de los proyectos de drenaje.



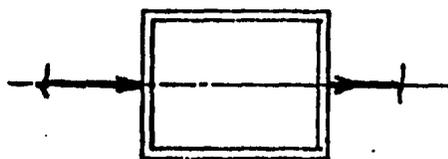
Registro Pluvial o Sanitario



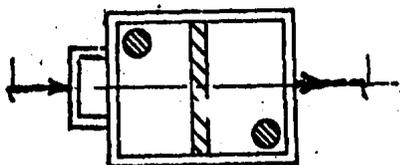
Registro aceitoso o Químico con sello Hidráulico



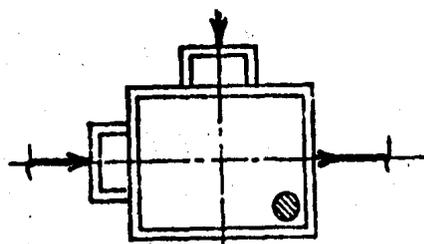
Registro con Rejilla



Registro con tapa ciega



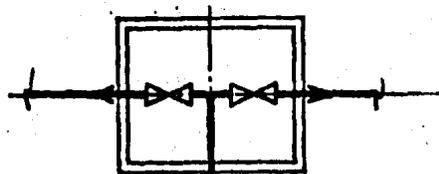
Registro aceitoso o pluvial con sello Hidráulico tipo mampara y coladera



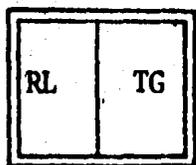
Registro aceitoso o pluvial con tapa y coladera



Fosa Séptica



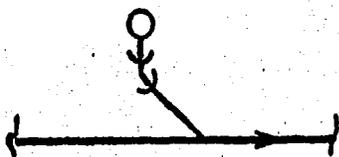
Caja de Válvulas



Registro de limpieza y trampa de grasa



Boca de limpieza



Copa de Purgas



Trincheras o drenaje con rejilla

2.4 CLASIFICACION DE SISTEMAS

2.4.1 POR SERVICIOS.- Los drenajes se clasifican en cuatro tipos:

- a) Drenaje Aceitoso
- b) Drenaje Químico
- c) Drenaje Pluvial
- d) Drenaje Sanitario

a) Drenaje Aceitoso.- Es el que recolecta y conduce aguas contaminadas con hidrocarburos y no corrosivos a una zona de separación y tratamientos.

b) Drenaje Químico.- Es el que recolecta aguas contaminadas con productos tóxicos y/o corrosivos y las conduce a una fosa de neutralización

c) Drenaje Pluvial.- Es el que recolecta y conduce aguas libres de contaminación, enviándolas al emisor principal sin ningún tratamiento. En caso de que estas aguas sean contaminadas con hidrocarburos pasarán a través de un separador de aceite.

d) Drenaje Sanitario.- Es aquel que recolecta y conduce aguas negras y jabonosas descargándolas al drenaje pluvial, después de tratarlas en la fosa séptica y trampa de grasa.

2.4.2 POR AEREAS.- En una zona industrial se pueden definir diferentes áreas de drenaje de acuerdo a su localización y estas son las siguientes:

- a) Proceso
- b) Almacenamiento
- c) Carga y Descarga
- d) Calderas y Tratamiento de Agua
- e) Torres de Enfriamiento
- f) Talleres
- g) Laboratorios
- h) Centrales de Bombeo
- i) Estaciones de Comprensión y Generación Eléctrica
- j) Edificios Administrativos
- k) Estacionamientos y Vías de Acceso
- l) Pasos Inferiores de Tubería y Trincheras
- m) Quemadores de Campo y Sin Humo
- n) Libres Taludes
- o) Zonas Habitacionales
- p) Subestaciones Eléctricas.

a) Drenaje en Areas de Proceso.- Las áreas de proceso contarán básicamente con tres tipos de drenaje: aceitoso, químico y sanitario.

b) Drenaje en Areas de Almacenamiento.- Estas áreas comprenden los tanques de almacenamiento de todo tipo que se localizan dentro de un dique de contención o cualquier otra estructura, que

impida, en caso de derrames que el producto almacenado salga fuera de dicha área. Estas áreas de almacenamiento contarán con un sistema de drenaje doble, ya sea pluvial-aceitoso o pluvial-químico con sus válvulas respectivas con objeto de poder enviar selectivamente las aguas a uno u otro drenaje.

Las válvulas deberán instalarse fuera de los diques o muros de contención (Fig. 2-3)

c) Drenaje en Areas de Carga y Descarga.- Estas áreas de llenaderas y descargadoras de auto-tanques contarán con drenaje - aceitoso, confinando el área por medio de una trinchera con rejilla - en forma perimetral (Fig. 2-4)

d) Drenaje de Areas de Calderas y Plantas de Tratamiento de Agua.- El área de calderas contará con drenaje aceitoso excepto en la zona donde no se manejen hidrocarburos la que contará con drenaje pluvial únicamente en áreas de tratamiento de agua a base de desmineralización, se instalará un sistema de drenaje químico, de preferencia un sistema separado ácido y alcalino.

e) Drenaje en Torres de Enfriamiento.- El área de torres de enfriamiento, contará con dos sistemas de drenaje: aceitoso y pluvial.

f) Drenaje en Areas de Talleres.- El área de talleres contará con drenaje pluvial, aceitoso y sanitario.

g) Drenaje en Areas de Laboratorio.- El área de laboratorios contará con drenaje químico, pluvial y sanitario.

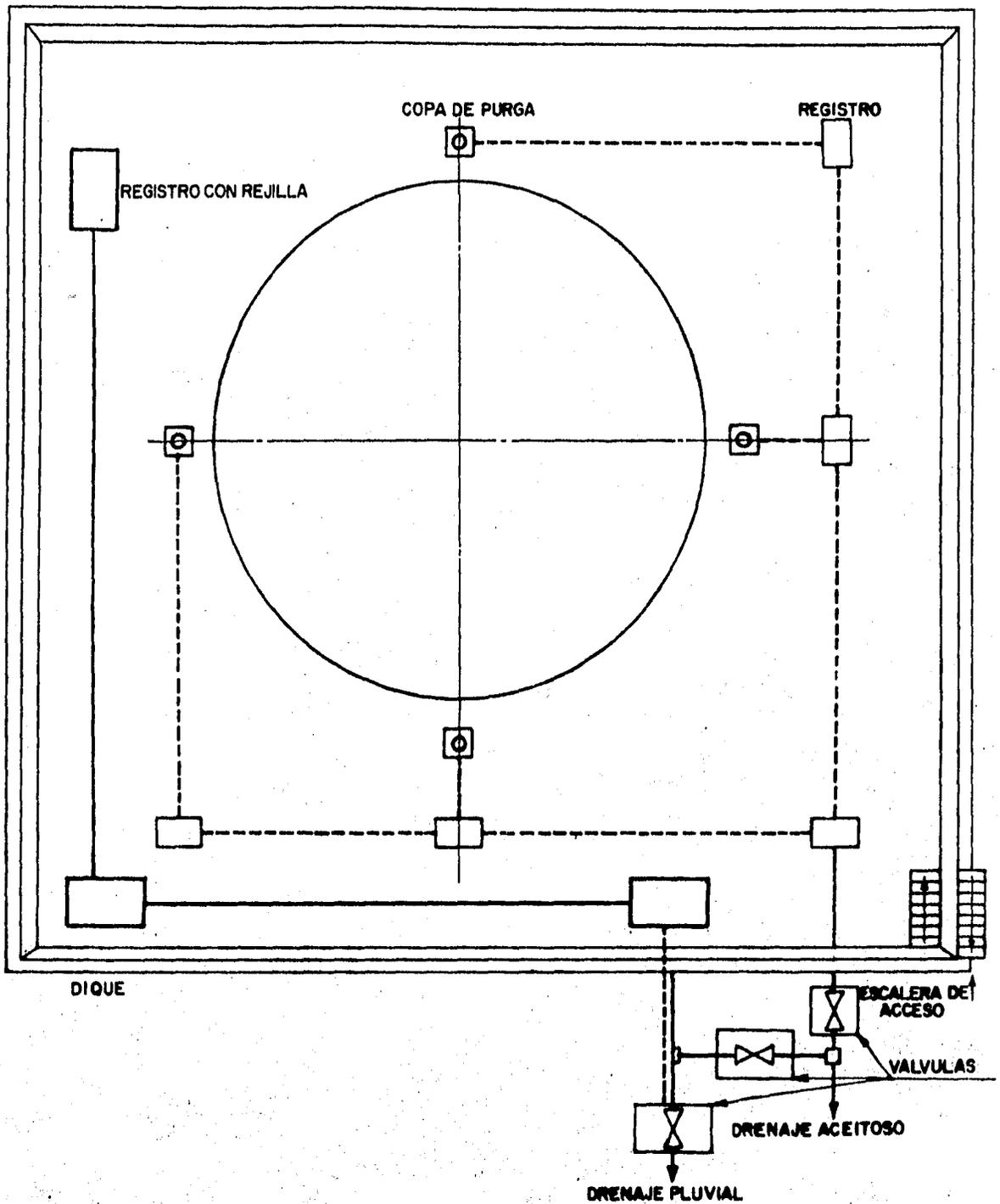
h) Drenaje en Areas Centrales de Bombeo.- El área de centrales de bombeo contará con drenaje aceitoso y sanitario.

i) Drenaje en Areas de Estaciones de Compresión y -- Generación Eléctrica.- Estas áreas contarán con drenaje aceitoso y sanitario.

j) Drenaje de Edificios Administrativos.- Se entenderá por edificios administrativos lo siguiente: oficinas, almacenes, casa habitación cuartos de control en áreas de proceso, centrales -- contra incendio y casetas de vigilancia. El área de edificios administrativos contará con drenaje pluvial y sanitario.

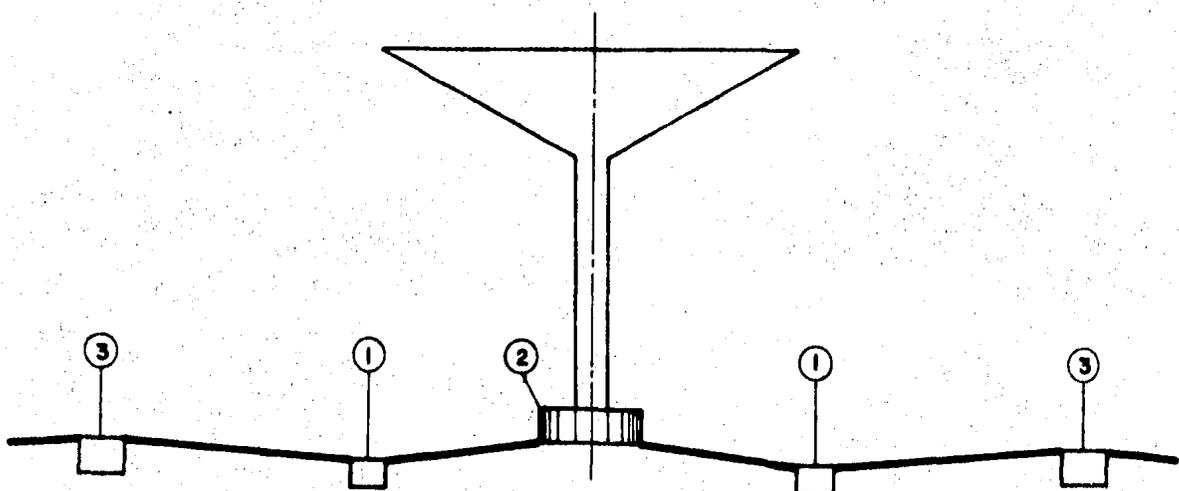
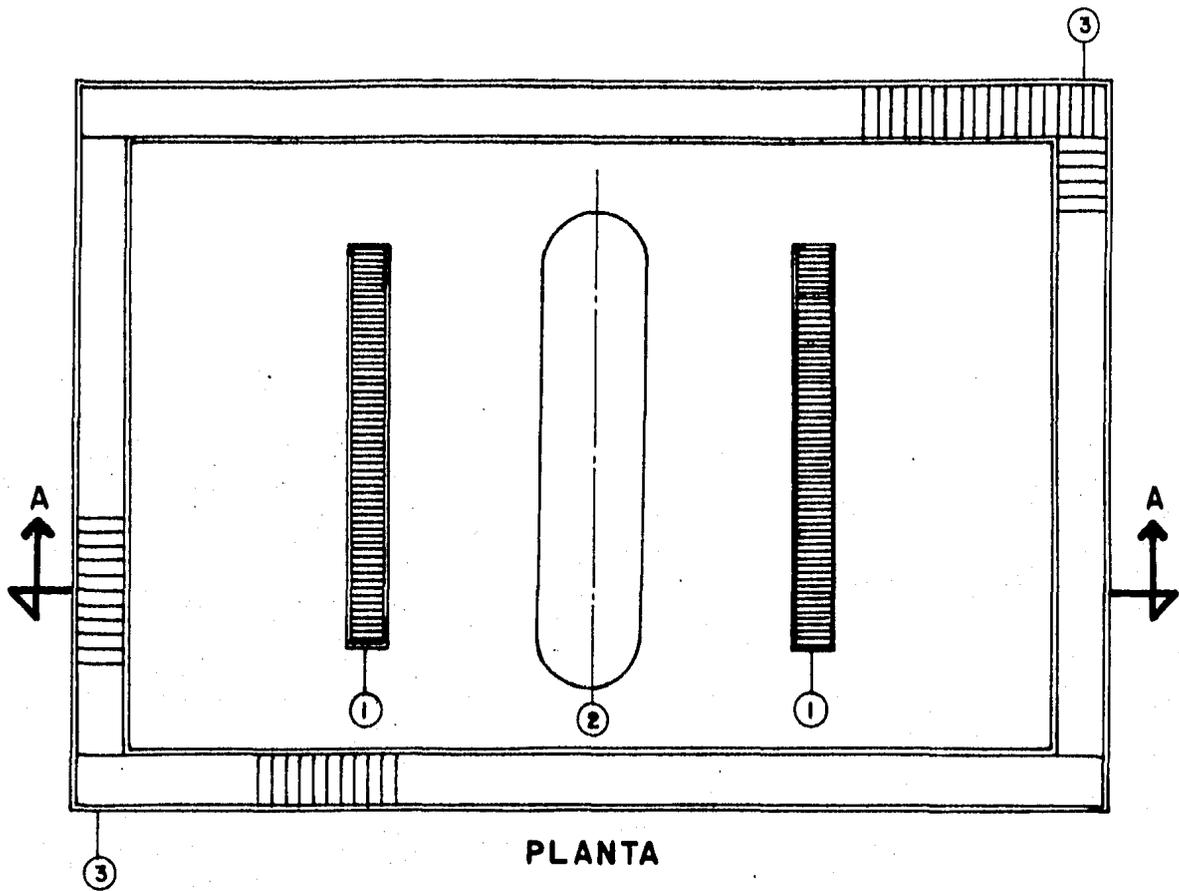
k) Drenaje en Estacionamientos y Vías de Acceso.- El área de estacionamiento y vías de acceso contará exclusivamente con drenaje pluvial.

l) Drenaje en Pasos Inferiores de Tuberías y Trincheras.- El área de pasos inferiores y trincheras -- para tuberías, tendrá drenaje aceitoso.



PURGAS DE TANQUES DE PRODUCTOS DESTILADOS

Figura 2-3



- ① REGISTRO CON REJILLA
- ② ISLA DE CARGA Y DESCARGA
- ③ REJILLA DE CONFINAMIENTO

Figura 2-4

m) Drenaje en Areas de Quemadores de Campo y Sin Humo
Estas áreas contarán con drenaje aceitoso exclusivamente.

n) Drenaje de Areas Libres y Taludes.- Se entenderá por áreas libres y taludes, las áreas tributarias dentro y fuera de las instalaciones.
Estas áreas deberán drenar al sistema pluvial.

o) Drenaje en Areas Habitacionales.- Dentro o adyacentes a zonas industriales, para estas áreas se diseñarán dos sistemas de drenaje: pluvial y sanitario.

p) Drenaje en Areas de Subestaciones Eléctricas.- En áreas de subestaciones eléctricas se deberá contar con drenaje aceitoso.

2.4.3 IDENTIFICACION.- Las tuberías de drenaje se deberán identificar de acuerdo al siguiente código de colores

<u>DRENAJE</u>	<u>COLOR</u>
Aceitoso	Café
Químico	Anaranjado
Pluvial	Azúl
Sanitario	Negro

Con los cuales se pintarán los brocales del registro, colocándose asimismo, sobre las tapas, la inicial del tipo de drenaje que se trate.

Aceitoso	A
Químico	Q
Pluvial	P
Sanitario	S

La dirección de los flujos en las tuberías se marcarán por medio de flechas en los registros, y también la inicial del tipo de drenaje de que se trate.

2.5 MATERIALES

2.5.1 Clasificación por Servicio.- Los principales materiales, con que se fabrican los tubos para la construcción de drenajes industriales son los siguientes: concreto, concreto reforzado, asbesto-cemento, materiales plásticos reforzados con fibra de vidrio, fierro fundido, barro vitrificado, acero, materiales termo plásticos como PVC (Cloruro de Polivinilo) y PE (Polietileno).

La selección del material que se emplee en un determinado sistema, dependerá del fluido que maneja dicho sistema, pudiéndose usar como guía lo siguiente:

DRENAJE ACEITOSO.- Se emplearán tubos de hierro fundido hasta diámetros de 0.61 m. (24"), para diámetros mayores se usarán de concreto reforzado cubiertos interiormente con productos epoxicos.

DRENAJE QUIMICO.- Se emplearán tubos de barro vitrificado, PVC, PE, Resinas epóxicas reforzadas con fibra de vidrio concreto con aditivos resistentes a los ácidos y hierro fundido recubierto con resina epóxicas

DRENAJE PLUVIAL.- Se emplearán tubos de hierro fundido, concreto, concreto reforzado, acero, asbesto cemento, -- PVC y PE.

DRENAJE SANITARIO.- Se emplearán tubos de barro vitrificado, asbesto-cemento, concreto, concreto reforzado y dentro de los edificios hierro fundido, PVC Y PE.

2.5.2 ESPECIFICACIONES DE TUBERIA.- Tubos de concreto sin reforzar se entiende por un tubo de concreto sin reforzar, aquellos construidos de concreto y provistos de un sistema de juntas para formar, en condiciones satisfactorias una tubería continua.

Todos los tubos serán de macho y campana, salvo que en el proyecto se estipule lo contrario.

TUBOS DE CONCRETO REFORZADO.- Se entiende -- por tubos de concreto reforzado aquellos conductos construidos de este material y provistos de un sistema de juntas para formar condiciones satisfactorias una tubería continua.

Las juntas de los tubos serán de caja y espiga, salvo cuando en el terreno exista peligro de que se presenten asentamientos diferenciales. En este caso se podrán ordenar que se fabriquen con juntas de macho y campana.

Todos los tubos tendrán una longitud de 1.20 metros 1.40 metros ó 3.60 metros., salvo indicación contraria en el proyecto.

El refuerzo circunferencial, podrá hacerse con anillos o bien con varilla de acero enrollado helicoidalmente. El cemento empleado deberá de ser de tipo II, V, V o tipo I con aditivos que lo hagan resistente a los sulfatos.

TUBERIA DE ASBESTO-CEMENTO.- Se entiende por tubo de asbesto cemento, aquellos conductos construidos de este material y provisto de un sistema de juntas adecuadas, para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.

Los tubos de asbesto - cemento deberán tener los siguientes diámetros expresados en milímetros 150,200,250,350,400 500,600,750,900 y 1000 y las longitudes nominales expresadas en metros

tanto para tubos con extremos lisos como para la longitud útil de los tubos de campana 3.00, 3.75, 4.00, 4.75 y 5.00 especificándose estos de acuerdo a las condiciones de consolidación del suelo.

La superficie interior de los tubos deberá ser lisa y regular, no deberá presentar irregularidades.

TUBERIA DE FIERRO FUNDIDO.- Se entiende por tubo de hierro fundido aquellos conductos construidos de este material y provistos de un sistema de juntas adecuadas, para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.

La tubería será de extremos lisos o de macho y campana vaciado y contriguado en moldes metálicos especiales tendrá un respaldo para contracción automática y una ranura para plomo en la campana.

Su utilización es recomendable cuando se presenten cargas exteriores y no se cuente con suficiente colchon para amortiguarlas, asimismo, cuando se requiera una impermeabilidad absoluta. Por otra parte en las casas de bombas y lugares donde se presentan fuertes vibraciones se debe usar tubería de hierro fundido.

Su utilización se debe a su gran durabilidad, por su resistencia a la corrosión y su bajo costo comparado con otros materiales, que cumplan con estas características.

TUBERIA DE ACERO.- Se entiende por tubería de acero, aquellos conductos construidos con tubos de acero, provistos de un sistema de juntas adecuadas, para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua.

Los tubos negros de acero son aquellos fabricados con el material proveniente de los procesos de acefación, estos pueden ser recubiertos de Zin en la superficie exterior e interior llamándose tubos galvanizados.

Los tubos pueden ser de extremos biselados o roscados.

TUBERIA DE BARRO VETRIFICADO.- Se entiende por tubería de barro vitrificado aquellos conductos construidos con tubos de barro vitrificado provistos de un sistema de juntas adecuadas para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua. Este tipo de tubería se fabrica a base de arcilla grasa mezclado con agua, conformada en moldes, secados y finalmente cocidos en hornos a altas temperaturas. Poco antes de que termine el cocimiento, se pone sal común (cloruro de sodio) en el horno debido a la alta temperatura se vaporiza, reaccionando con la arcilla formándose una capa dura, resistente e impermeable, también debido a las altas temperaturas de cocción el barro se vitrifica volviéndose denso y duro.

El tubo vitrificado tiene la propiedad de resistir a la corrosión producida por la descomposición de la materia orgánica en las aguas negras, las cuales producen entre otros ácidos sulfurico principalmente.

Además el tubo vitrificado resiste la circulación de substancias abrasivas, la humedad permanente, la alta alcalinidad, al salitre, a los gases y substancias corrosivas como el ácido fluorhídrico concentrado, agua a altas temperaturas, etc.

Toda la tubería será de macho y campana, rectos y perfectamente circulares y con vidriado uniforme.

TUBOS DE RESINAS PLASTICAS REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO.- Se fabrican de diferentes tipos de resinas, ajustándose se a las necesidades, los tubos de resinas epóxicas y de resinas poliester, se fabrican en diferentes diámetros.

Las tuberías de resinas plásticas reforzadas con fibra de vidrio, se fabrican por el sistema de devanado continuo (filament Winding). El cual consiste en enrollar filamentos continuos de fibra de vidrio, impregnada con resina epóxica o poliester sobre superficies lisas de mandriles de fierro o acero.

Así se logra que la superficie interior del tubo sea suficientemente tersa y evita en esta forma pérdida por fricción en la construcción.

El uso de la tubería de plástico reforzado con fibra de vidrio para drenaje, se va incrementando debido a su poco peso, resistencia electrolítica y a la mayoría de los agentes corrosivos que la hacen prácticamente indestructible. También presenta las ventajas de un mantenimiento mínimo y la facilidad de montaje en campo.

TUBO DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC).- Son tubos construidos de materiales termoplásticos conocidos como polímeros de cloruro de vinilo y fabricados por el método de extracción.

Las principales características físico químicas y mecánicas de los tubos PVC son las siguientes:

- a) Alta resistencia química y mecánica
- b) Alta resistencia a la Corrosión y al interperismo
- c) Resistencia a la abrasión
- d) Auto extingible
- e) Dieléctrico.
- f) Bajo coeficiente de Rugosidad
- g) Facilidad de instalación
- h) Ligero en peso
- i) Alta resistencia a la tensión y comprensión.

3.0 SECUENCIA DE ANALISIS Y DISEÑO

3.1 GENERALIDADES

Los requisitos básicos, que se deben tomar en cuenta para lograr un diseño adecuado de los sistemas de drenajes en zonas industriales son los siguientes:

Para iniciar el estudio del drenaje de un área industrial, se necesita un plano general de la zona donde esté localizado el área de la planta a una escala de 1:1000 a 1:3000 en donde deban encontrarse los siguientes datos:

- a) Poligonal de apoyo del levantamiento topográfico relacionándola con las coordenadas geográficas del lugar.
- b) Curvas de nivel con equidistancia vertical a cada veinticinco centímetros, cuando el terreno sensiblemente plano; a cada cincuenta centímetros, cuando el terreno esté clasificado como lomeríos y a cada 2 metros, cuando el terreno esté clasificado como montañoso, relacionado a un banco de nivel (BN) preestablecido y referido al nivel del mar.
- c) Indicar la localización de árboles, postes de líneas de conducción de corriente eléctrica, telegráfico, teléfono, sportes de tubería que conduzcan algún fluido a instalaciones subterráneas existentes, indicando para instalaciones, el diámetro, nivel de arrastre, pendiente, tipo de material y su servicio.
- d) Vías de comunicación de acceso al área en estudio, tales como calles, caminos, vías ferreas, etc.
- e) Croquis de localización general y su ubicación con respecto a la población más cercana.
- f) Dirección de Vientos Dominantes y reinantes
- g) Punto de descarga de las aguas pluviales y desechos industriales indicando niveles.

Con los datos anteriores nos damos una idea de la localización del área de la planta en estudio, el punto o los puntos convenientes de salida de la tubería de drenaje, los niveles adecuados -

para poderse conectar al sistema general fuera de la planta y en función de éstos proyectar un sistema de drenaje dentro del área de dicha planta.

El anteproyecto del sistema de drenaje industrial se hace sobre un plano maestro (plano de localización general de equipos). Se divide el área por zonas, de un tamaño tal que puedan dibujarse cada una en un marco de dibujo de preferencia a una escala de 1:75.

Sobre este plano maestro, se dibujan con dimensiones preliminares todas las cimentaciones de equipos, marcos de deportes de tubería, oficinas administrativas, cuarto de control, casa de bombas, compresoras y cualquier obstáculo que pueda ser una posible interferencia para el sistema de drenaje.

Sobre el plano maestro, trazar las parte-aguas en forma de cuadrado o rectangular con una relación largo-ancho no mayor de 1:125 y sus dimensiones no deberán ser mayores de 18.0 m. ni menores de 16.m., estos parte-aguas de preferencia deberán ser iguales en toda la planta sin tomar en cuenta edificios o detalles especiales, ya que estos se resolverán posteriormente con sobre elevaciones para facilitar el drenado.

Con los datos anteriores dibujados sobre el plano maestro se procede al trazo de la red, localizando los registros con rejilla (Ver Registros en Pag. 24) de preferencia al Centro de cada parte-aguas, se une cada uno de estos registros por medio de tubería con pendiente (ver pendientes requeridos pag. 23) tal que el agua que entre por cada registro pueda ser desalojada de la forma más rápida y eficiente.

Se dispondrán los ramales o troncales en forma de peine orientados hacia las troncales o colector según el caso, que es la forma racional para eliminar rápida, segura y económica las aguas drenadas. Ver Fig. 2-2

Las ramales deberán conectarse entre sí en los extremos iniciales uniéndolos por vasos comunicantes evitando inundaciones cuando se tape un ramal, estos drenes auxiliares deben ser de 0.20 m. (8")

Para evitar que los drenajes se tapen y para facilitar su limpieza, las líneas deben correr sin cambios de dirección entre registros. En ramales que no tenga registros debe haber conexiones de limpieza.

Para el cálculo de diámetro de las tuberías en los diferentes tipos de drenaje se emplean métodos reconocidos de cálculo que posteriormente se describirán en este trabajo.

El anteproyecto de la red general del sistema de drenaje, se hace con el fin de poder visualizar y coordinar cualquier interferen-

cia con ductos eléctricos, tubería de agua contra incendio, agua de enfriamiento etc. Debe darse preferencia en cuanto a elevación y recorrido a este tipo de tubería en relación con los demás servicios ya que trabaja por gravedad.

3.2 REQUISITOS DE DISEÑO

A continuación se presentan una serie de reglas básicas que cubren los requisitos que gobiernan el diseño, cálculo e instalación de sistemas de drenaje en plantas industriales.

El gasto de diseño (Q) será tomado como base para dimensionamiento de líneas de drenaje atendiendo a las necesidades futuras(3).

Velocidades de Diseño

Los drenajes sanitarios o de aguas negras deberán diseñarse para poder fluir a una velocidad mínima permisible al gasto de diseño de 0.60 metros por segundo (para evitar la sedimentación de los residuos sólidos) y una velocidad máxima de 3.0 metros por segundo.

En los drenajes pluviales, se requieren mayores velocidades mínimas que en los drenajes de aguas negras, debido a la presencia de arenas gruesas, gravas, cascajo, etc. que arrastran las aguas en áreas descubiertas, en este caso la mínima velocidad admisible es de 0.75 metros por segundo pero conviene llegar a 0.90 metros por segundo, debido al carácter abrasivo de los materiales sólidos, debe evitarse por otra parte, que la velocidad sea excesivamente alta, considerándose un valor máximo de 2.5 metros por segundo.

La experiencia ha demostrado que la velocidad en tuberías de drenaje menores de las mínimas recomendables, provoca la precipitación de los sólidos haciéndose necesaria una limpieza más frecuente.

Pendientes Requeridas

Para determinar las pendientes en los sistemas de drenaje, se debe tomar en consideración lo siguiente:

- a) Establecer una pendiente mínima con el objeto de reducir los costos de excavación.
- b) Establecer una pendiente máxima con el objeto de reducir el diámetro de la tubería y, por consiguiente, los costos de la misma.

En algunos casos puede haber restricciones al establecer la pendiente, debido a la proximidad de cimentaciones de equipo poco profundo, o bien, cuando el punto de descarga al colector del com

plejo no sea muy profundo.

Usualmente se prefiere una pendiente de 0.01 metro por metro (1%) aproximadamente, excepto para tuberías cortas donde debe ser mayor. La pendiente mínima será de 0.005 metro por metro (0.5%) - aproximadamente; ésta se puede reducir aún más siempre y cuando se mantenga la velocidad recomendada.

Profundidad Mínima

La profundidad mínima (colchón) medido del N.P.T. al paño superior de los tubos de drenaje no debe ser menor de 0.60 metros, en las zonas donde no circulen vehículos. Cuando por circunstancias especiales no es posible cumplir con el requisito de colchón mínimo sobre todo en zonas de circulación de vehículos, se podrá disminuir éste siempre y cuando en dichas zonas se instale tubería con alta resistencia mecánica como fierro fundido, acero al carbón, concreto reforzado etc., que sea mucho más resistente a la falla producida por la carga de relleno y la carga adicional. Cuando las condiciones sean muy severas se protege a la tubería con una camisa de chaqueta, o se refuerza la losa del piso.

No se deberá alojar ninguna tubería de drenaje debajo de las cimentaciones de una construcción.

Es recomendable que los ductos eléctricos se instalen por encima de las tuberías de drenaje para evitar que se encuentren bajo una posible fuga, y a una distancia de 0.20 metros como mínimo de estas canalizaciones eléctricas.

Registros

A continuación enumeraremos algunas recomendaciones referentes a usos, servicios y localizaciones de registros en sistemas de drenaje industrial.

Uso y Servicio de Registros

Hay una gran variedad de registros, dependiendo del tipo de drenaje en el cual se instalará, la profundidad si se permite el acceso de hombre y equipo o sin equipo, con tapa o rejilla (ver tabla 3-1 y figura 3-1).

Localización de Registros

- a) En las uniones de las líneas troncales.
- b) En las puntas muertas de las líneas troncales
- c) En los cambios de dirección, pendiente o de diámetro

TIPO DE DRENAJE EN EL QUE SE USA	EMBLEMA	DIMENSIONES INTERIORES (cm)	PROFUNDIDAD OPTIMA RECOMENDABLE (*) (m)	FUNCION DEL REGISTRO	TIPO DE CUBIERTA
SISTEMA COMBINADO { PLUVIAL- -ACEITOSO } SISTEMA SEPARADO { PLUVIAL O ACEITOSO }	R-1	130x130	2.50	PERMITE EL ACCESO DE HOMBRE CON EQUIPO	TAPA DE F O F O
SISTEMA COMBINADO { PLUVIAL- -ACEITOSO } SISTEMA SEPARADO { PLUVIAL }	R-2	130x130	2.50	PERMITE EL ACCESO DE HOMBRE CON EQUIPO Y RECOLECTA AGUAS DE LLUVIA O DE HIDRANTE	REJILLA DE F O F O
SISTEMA COMBINADO { PLUVIAL- -ACEITOSO } SISTEMA SEPARADO { PLUVIAL O ACEITOSO }	R-3	110x110	2.00	PERMITE EL ACCESO DE HOMBRE CON EQUIPO	TAPA DE F O F O
SISTEMA COMBINADO { PLUVIAL- -ACEITOSO } SISTEMA SEPARADO { PLUVIAL }	R-4	110x110	2.00	PERMITE EL ACCESO DE HOMBRE CON EQUIPO Y RECOLECTA AGUAS DE LLUVIA O DE HIDRANTE	REJILLA DE F O F O
SISTEMA COMBINADO { PLUVIAL- -ACEITOSO } SISTEMA SEPARADO { PLUVIAL O ACEITOSO }	R-5	90x90	1.50	PERMITE EL ACCESO DE HOMBRE SIN EQUIPO	TAPA DE F O F O
SISTEMA COMBINADO { PLUVIAL- -ACEITOSO } SISTEMA SEPARADO { PLUVIAL }	R-6	90x90	1.50	PERMITE EL ACCESO DE HOMBRE SIN EQUIPO Y RECOLECTA AGUA DE LLUVIA O DE HIDRANTE	REJILLA DE F O F O
SISTEMA COMBINADO { PLUVIAL- -ACEITOSO } SISTEMA SEPARADO { PLUVIAL O ACEITOSO }	R-7	70x90	1.50	PERMITE EL ACCESO DE HOMBRE SIN EQUIPO EN CONDICIONES CRITICAS Y DIFICILES	JUEGO DE DOS TAPAS DE F O F O

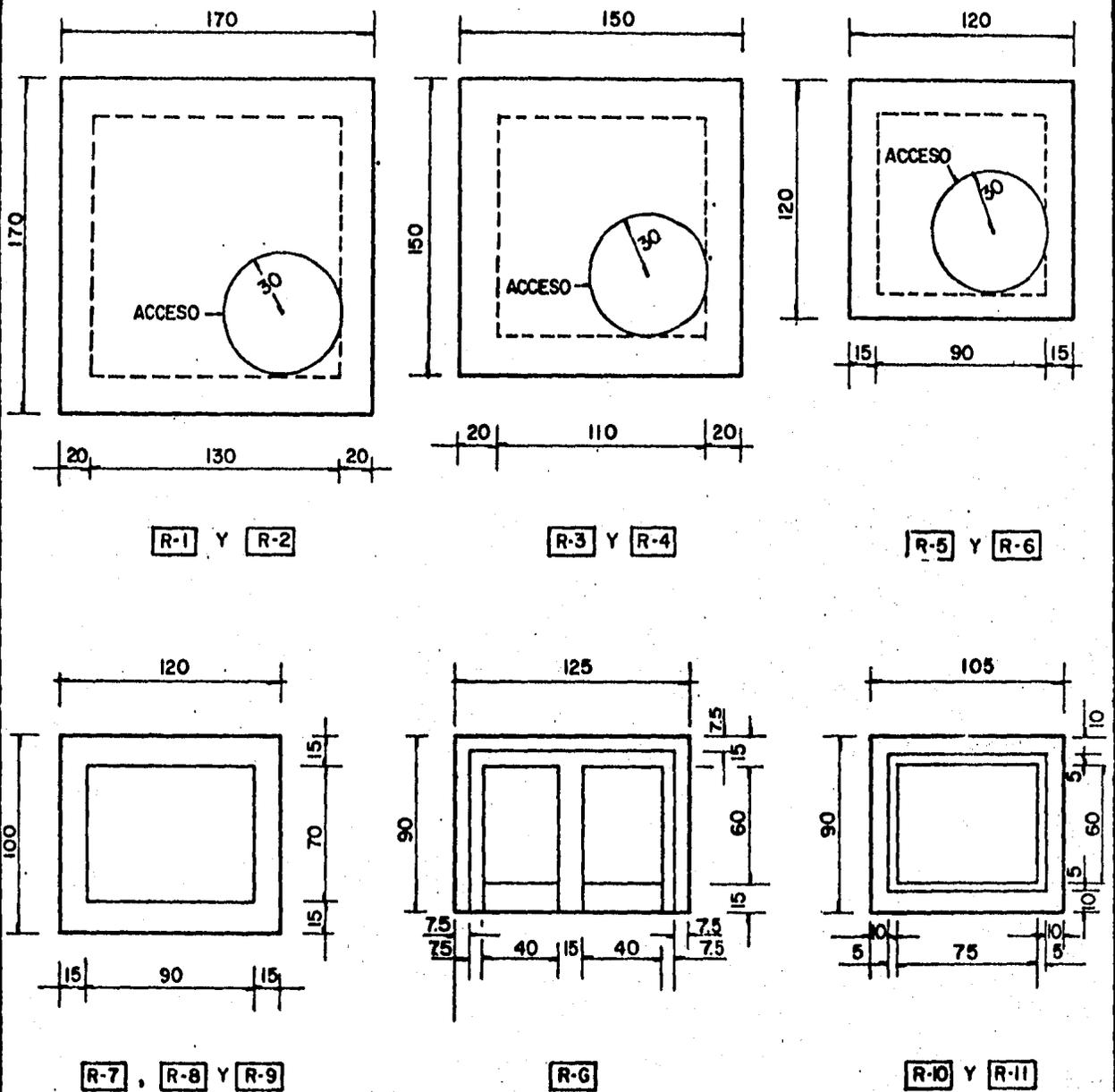
(*) SE REFIERE AL NIVEL DE ARRASTRE DEL TUBO DE SALIDA;
POR NECESIDAD DEL PROYECTO ESTAS PROFUNDIDADES OPTIMAS SE
PUEDEN VARIAR A CRITERIO DEL PROYECTISTA.

Tabla 3-1

TIPO DE DRENAJE EN EL QUE SE USA	EMBLEMA	DIMENSIONES INTERIORES (cm)	PROFUNDIDAD OPTIMA RECOMENDABLE (*) (m)	FUNCION DEL REGISTRO	TIPO DE CUBIERTA
SISTEMA COMBINADO } PLUVIAL-ACEITOSO SISTEMA SEPARADO } PLUVIAL	R-8	70 x 90	1.50	PERMITE EL ACCESO DE HOMBRE SIN EQUIPO EN CONDICIONES CRITICAS Y DIFICILES Y RECOLECTA EL AGUA DE LLUVIA O DE HIDRANTE	JUEGO DE DOS REJILLAS DE FOFO
DRENAJE PLUVIAL EN PATIOS DE MANIOBRA CALLES, ACCESOS, ESTACIONAMIENTOS, LLENADERAS Y CUALQUIER ZONA DONDE SE REQUIERAN GUARNICIONES	R-G	60 x 95	1.00	NO PERMITE EL ACCESO DE HOMBRE Y RECOLECTA AGUA DE LLUVIA	JUEGO DE DOS TAPAS DE CONCRETO
DRENAJE QUIMICO	R-9	70 x 90	1.50	PERMITE EL ACCESO DE HOMBRE SIN EQUIPO EN CONDICIONES CRITICAS Y DIFICILES	JUEGO DE DOS TAPAS DE FOFO
DRENAJE SANITARIO	R-10	60 x 75	1.00	NO PERMITE EL ACCESO DE HOMBRE Y RECIBE LAS AGUAS NEGRAS DE LOS EDIFICIOS	TAPA DE CONCRETO
DRENAJE SANITARIO	R-11	60 x 75	1.00	NO PERMITE EL ACCESO DE HOMBRE Y RECIBE LAS AGUAS JABONOSAS DE LOS EDIFICIOS (TRAMPA DE GRASA)	TAPA DE CONCRETO

(*) SE REFIERE AL NIVEL DE ARRASTRE DEL TUBO DE SALIDA; POR NECESIDAD DEL PROYECTO ESTAS PROFUNDIDADES OPTIMAS SE PUEDEN VARIAR A CRITERIO DEL PROYECTISTA.

Tabla 3-1



NOTAS:

- 1.- ACOTACIONES EN cm.
- 2.- EL TIPO DE CUBIERTA DE LOS REGISTROS **R-1** **R-3** **R-5** **R-7** Y **R-9** ES A BASE DE TAPAS DE fofo.
- 3.- EL TIPO DE CUBIERTA DE LOS REGISTROS **R-2** **R-4** **R-6** Y **R-8** ES A BASE DE REJILLAS DE fofo.
- 4.- EL REGISTRO **R-G** SE CUBRE CON 2. TAPAS DE CONCRETO.

- 5.- LOS REGISTROS **R-10** Y **R-11** SE CUBREN CON TAPAS DE CONCRETO SU DIFERENCIA ESTIBA EN QUE **R-11** SE UTILIZA COMO TRAMPA DE GRASA.

Figura 3-1

- d) En donde existan caídas o pendientes muy pronunciadas.
- e) En donde existan uniones de ramales con líneas troncales.
- f) La distancia entre ellos deberá ser la equivalente en metros a los centímetros que tenga el diámetro nominal de los tubos pero nunca mayor de 70 m., excepto en tubos de diámetros mayores de 1.50 m. Ejemplo Tubería de 8" = 20 cms. debe de haber una separación de 20 m.

Sellos Hidráulicos

Dentro de los límites de batería todas las líneas que llegan a los registros de drenaje aceitoso o químico, deberán de contar con sello hidráulico (Ver Fig. 2-1).

Deberán de contar con sello hidráulico la llegada de las troncales de las áreas de proceso al registro donde se conecta con el colector.

Los dos registros inmediatos antes del sistema separador de aceite, deberán estar sellados hidráulicamente.

Los drenajes provenientes de las trincheras de confinamiento deberán tener sello hidráulico.

Parte-aguas (Unidad de Área de Drenaje) un registro con rejilla deberá ser suficiente dentro de cada parte-aguas o unidad de área de drenaje para el eficiente drenado de agua de lluvia, agua contra incendio y agua de proceso. El registro no debe colocarse debajo de equipos.

El área de proceso deberá subdividirse en unidades de área de drenaje o parte-aguas, con una superficie máxima de 324 M² y mínima de 256 M². por parte-aguas en áreas pavimentadas y 900 M². para áreas no pavimentadas.

El máximo recorrido del líquido al registro deberá ser de 15 m., la pendiente del pavimento al registro no será menor de 0.01 m. por metro(1%)

Diámetros Mínimos de Tubería.

Los diámetros mínimos de las tuberías de las ramales que colectan purgas de recipientes o equipos será como se indica a continuación:

- a) Los ramales que dan servicio a una salida de equipo con menos de 6.0 mts., de longitud será de 0.10 mts.(4") de diámetro.

- b) Aquellos que den servicio de dos a seis salidas de equipo o que tengan más de 6.0 mts. de longitud serán de 0.15 mts. (6") de diámetro.
- c) Aquellos ramales que den servicio a 7 copas o -- más tendrán 0.20 mts. (8") de diámetro Ver Figura 3-2

El diámetro mínimo de las tuberías troncales deberán ser de 0.20 mts. (8").

Drenaje Pluvial

El drenaje pluvial es el que recogerá las aguas de lluvia de áreas que no estén sujetas a contaminación. Este drenaje también recogerá el agua contra incendio cuando el área esté protegida -- por éste sistema.

La capacidad del drenaje pluvial se calculará en base al volumen que resulte del gasto de agua recolectada en las áreas pluviales, durante la hora de máxima precipitación pluvial que resulte de los datos meteorológicos de la zona en estudio de diez años anteriores a la fecha de diseño. Cuando se tenga protección de agua contra incendio -- se debe seleccionar el gasto mayor más los desechos propios de la planta.

El diámetro mínimo de las líneas de drenaje de aguas pluviales será de 0.20 mts. (8").

En este sistema no se necesitan sellos hidráulicos.

Quando haya necesidad de proyectar canales en el desalojo de aguas pluviales, estos serán de sección rectangular o trapezoidal con un ancho de plantilla de acuerdo a las necesidades, y taludes con una relación de 2 a 1 o de 1.5 a 1 vertical a horizontal respectivamente.

Para ramales se pueden utilizar canales en forma de V, que no sean mayores de 69 mts. de longitud y con taludes de proporción de 1.5 a 1 vertical a horizontal con una pendiente mínima de 0.005 metros por metro y una profundidad mínima de 0.15 mts. y máxima de 0.60 mts.

En canales sin revestir y de baja capacidad, la velocidad media permisible, será la indicada por el laboratorio de mecánica de suelos para evitar la erosión. A falta de esta información la velocidad no debe exceder de los siguientes valores.

Arena fina o limosa	0.80 m/seg.
Arena gruesa o limo arenosa	0.80 m/seg.
Arcilla arenosa	1.00 m/seg.
Arcilla	1.50 m/seg.

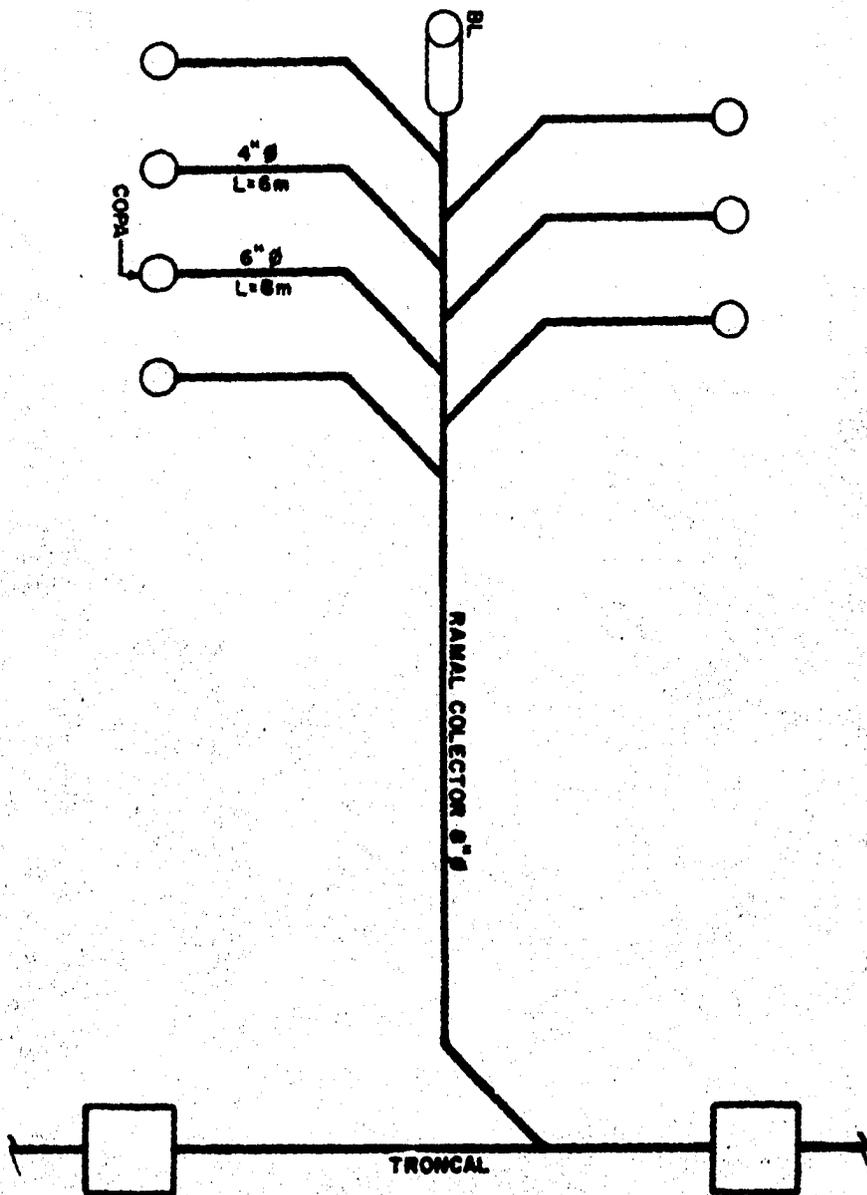


Figura 3-2

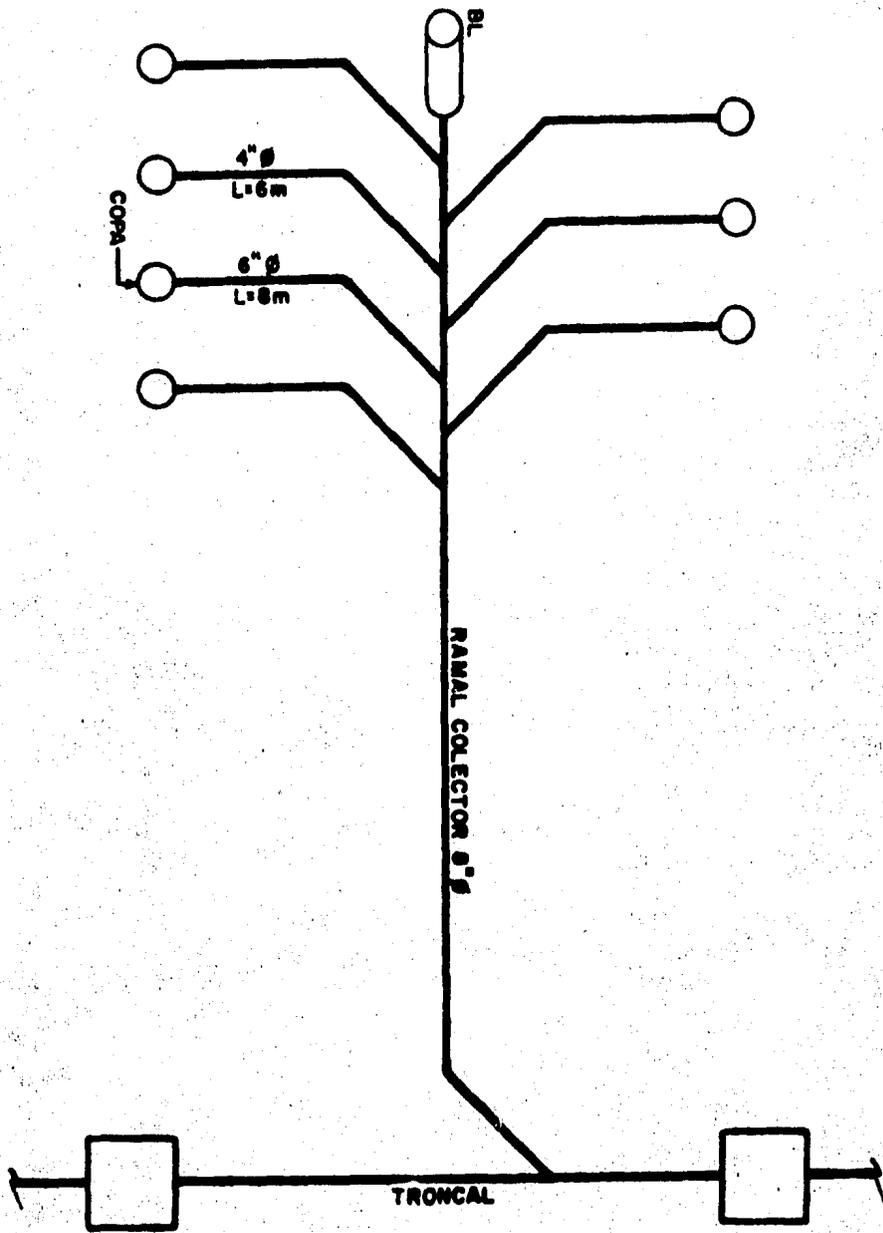


Figura 3-2

Se recomienda un revestimiento de concreto o algún material análogo en la entrada a un canal principal de un efluente por encima de la plantilla de éste. para reducir la erosión.

Las aguas del drenaje pluvial descargarán a un colector, que éste a su vez descargará a un emisor, que es el que desaloja las aguas fuera de la zona industrial.

Drenaje Químico

El drenaje químico recolecta los desechos de proceso que contienen líquidos ácidos o alcalinos de características nocivas que representan un peligro para la salud, estos deben ser desalojados por un sistema de drenaje especial, puede ser cerrado o abierto dependiendo del grado de peligrosidad, para conducirlos a plantas de tratamiento.

La capacidad del drenaje químico deberá ser de acuerdo a las aportaciones que se tengan en cada planta en particular.

Drenaje Aceitoso

El drenaje aceitoso recolecta y conduce las aguas de proceso, pluviales y contra incendio de las zonas sujetas a contaminación con hidrocarburos no corrosivos, a una unidad separadora y recuperadora de aceite.

La capacidad del drenaje aceitoso se calculará de acuerdo al volumen que resulte mayor de las combinaciones que pudieran presentarse, incrementándose con las aportaciones propias del área: la primera, constituida por el volumen de agua recolectada durante la hora de máxima precipitación pluvial que resulte de los datos meteorológicos de la zona en estudio de los diez años anteriores a la fecha de diseño y la segunda formada por el volumen de agua contra incendio que requiere de la mayor cantidad de agua para su protección.

El diámetro mínimo de las líneas de drenaje aceitoso será de 0.20 mts (8") entre coladera y coladera o registros.

En áreas donde se manejen hidrocarburos o fluidos peligrosos, los registros de los drenajes tendrán sello hidráulico ver pag.

Volumen de Agua Contra Incendio

En las líneas de drenajes que estén sujetas a recibir cargas de agua contra incendio se utilizarán los siguientes datos de diseño:

- a) Debe considerarse 1892 litros/minuto (500 GPM) en el primer registro y 946 litros/minuto (250 GPM) para los subsecuentes sin exceder de -

3785 litros/minuto (1000 GPM) en un troncal

- b) La asignación máxima al colector será de 7579 litros/minuto (2000 GPM)

Volumen de Aportación propia de la Planta

La cantidad de agua aceitosa que se maneja deberá estar de acuerdo a las aportaciones propias de cada planta en particular, - debiéndose dar atención especial al flujo producido en operación de - proceso, tales como: retrolavado de filtros, descargas de torres de - enfriamiento, drenado de recipientes, cambiadores, bombas, etc.

Drenaje Sanitario

En áreas industriales los desechos de aguas negras deberán ser descargados a un sistema individual de drenaje y tratado en una planta de eliminación de drenajes de aguas negras o en fosas sépticas, cuando la planta es de tamaño moderado.

Cuando se utilice fosa séptica ésta será seleccionada - de acuerdo al número de personas que hagan uso de los servicios.

El caudal de las aguas negras se compone de las aportaciones de las aguas jabonosas provenientes de lavabos y regaderas que se envían a la trampa de grasas y las aportaciones de los inodoros y mingitorios que se envían a una fosa séptica. Estas aportaciones pueden unirse para luego conectar su efluente al drenaje municipal o al drenaje pluvial de la planta.

El gasto de aguas negras se calculará tomando como base el número y el tipo de las instalaciones sanitarias en donde el volumen a considerar será de acuerdo a la siguiente tabla.

<u>Accesorio</u>	<u>L.P.M.</u>	<u>G.P.M.</u>	<u>Volumen</u>
Bebedero	1.89 - 2.84	0.5 - 0.75	por turno, por
Inodoro	7.57 - 11.36	2-0 - 3.0	Persona
Mingitorio	1.89 - 2.84	0-5 - 0.75	
Lavabo/cada			
Llave	7.57 - 9.46	2.0 - 2.5	
Regadera	7.57 - 9.46	2.0 - 0.75	

Consumo de Agua por Diversos Accesorios
(basado en una presión de 1.05 a 1.40 kg/cm². (15 a 20 psig)

El diámetro mínimo para este tipo de drenaje será de - 0.15 metros (6").

Considerese un sello hidráulico de por lo menos 0.20 - metros en el registro de descarga del drenaje de aguas negras al drenaje

je pluvial

Se deberá instalar un venteo antes de la fosa séptica - que desfogue los malos olores a la atmosfera por medio de un tubo de 0.05 mts. (2") de diámetro que descarga arriba del edificio más cerca no.

3.3 CRITERIO DE CALCULO

Para determinar el diámetro de una red de drenaje que desaloje un determinado caudal de agua de lluvia de una área determinada, de la manera más eficiente, hay que considerar en primer lugar el fenómeno de concentración de aguas o sea que no toda la lluvia que cae al mismo tiempo en una determinada área se concentra en el conducto, sino que el registro captador o rejilla, desalojará primero a las aguas que caen cerca del registro después dará salida a las que caen cerca más las que vienen de lugares más alejados. Si la lluvia persiste, pasará el volumen máximo que estará en función del tiempo de duración e intensidad de la lluvia. En segundo lugar el tiempo de concentración (T_c) que es el tiempo que tarda una gota de agua en desplazarse desde el punto más alejado hasta la sección en estudio, registro o coladera. También hay que tomar en cuenta las características del área como son dimensión, forma, pendiente, así como su coeficiente de impermeabilidad etc.

También hay que entender el término intensidad de precipitación (I), que es la relación que existe entre la altura (H) de la precipitación que se tiene en un tiempo (t) contado a partir de la iniciación del aguacero

$$I = \frac{H}{t}$$

La intensidad de precipitación expresada en mm por hora puede ser expresada en cm. o pulgadas por hora. Este valor se obtiene de registros obtenidos durante 10 años anteriores, en el lugar de estudio, y es la precipitación máxima obtenida en una hora durante ese tiempo. También se puede obtener con métodos estadísticos.

Del total del agua de lluvia que cae sobre una superficie, parte se pierde por la absorción del suelo, dependiendo esta pérdida de la naturaleza y permeabilidad del terreno, así como la pendiente del mismo, de la evaporación que dependa de la temperatura del medio ambiente, del contenido de humedad y de algunas otras causas de menor importancia.

El término "coeficiente de escurrimiento o de impermeabilidad" (C) es la relación entre la cantidad de agua a evacuar y la cantidad de agua de lluvia, el escurrimiento es una función del suelo a drenar, teóricamente $C=1$ cuando la superficie drenada es impermeable y $C=0$ cuando es permeable por tener alta capacidad de infiltración o retención superficial. Los valores medios deducidos a través de la experiencia vienen en la siguiente tabla:

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (C)

Naturaleza de la Superficie	Valores de C
Cubierta de Edificios	0.70 a 0.95
Pavimentos asfálticos de buena calidad	0.85 a 0.90
Pavimento de Concreto Adoquinado, etc. con juntas permeables	0.50 a 0.70
Idem de Juntas Impermeables	0.75 a 0.85
Pavimentos de piedra o ladrillo con juntas impermeables	0.75 a 0.80
Pavimento de gravas gruesas (piedra bola)	0.15 a 0.30
Superficie no pavimentadas (terracería revestida, etc.)	0.10 a 0.40
Parques, prados, bosques (muy variable con la pendiente del suelo y con la clase de subsuelo).	0.05 a 0.25

Al inicio de una tormenta, parte del agua es absorbida por el terreno, otra parte llena las depresiones del terreno, cuando son satisfechas estas demandas, se forma una lámina de agua que empieza a correr sobre la superficie en dirección de la máxima pendiente del suelo, ésta corriente ya aumentando de intensidad hasta establecerse un régimen de equilibrio, para el cual el caudal de la precipitación es igual a cantidad de agua a evacuar.

3.4 METODOS DE CALCULO

a) Cálculo del Gasto a drenar del Agua de Lluvia, para calcular la cantidad de agua que hay que drenar de una determinada área existen varios métodos de los cuales mencionaremos los siguientes:

Método Racional Americano

Este método está basado en el hecho de que la precipitación intensa es de corta duración y el tiempo de concentración no exceda de 15 minutos, la expresión matemática es:

$$Q = \frac{AIC}{3600}$$

En donde:

Q = Gasto en litros por segundo a drenar
A = Superficie en metros cuadrados del área por drenar

- C = Coeficiente de Escurrimiento
 I = Precipitación pluvial en mm por hora.

Los 3600 es el número de segundos de una hora para obtener el gasto "Q" en litros por segundo.

El coeficiente de escurrimiento "C" de una área determinada no se mantiene fijo en todas las condiciones, sino que tiende a aumentar cuando persiste la lluvia, debido a que se satura el suelo - se llenan las depresiones de la superficie. Varios investigadores -- han sugerido corrección al coeficiente de escurrimiento, como R.E. Gregory ha obtenido la fórmula para superficies impermeables.

$$C = 0.175 T^{1/2}$$

En donde

- C = Coeficiente de escurrimiento
 T = Duración de la lluvia en minutos

W.C. Hoad y H.C. Mc Gee proponen las siguientes expresiones para determinar el coeficiente de escurrimiento para superficies impermeables.

$$C = \frac{T}{8 + T}$$

Y para superficies permeables

$$C = \frac{0.3 T}{20 + T}$$

De los métodos empíricos hay varios autores que se han dedicado a estos estudios y entre los más conocidos son: Horton, Talbot, Murphy, Burkli Ziegler, etc.

Una de las fórmulas más conocidas para encontrar el gasto a drenar en una alcantarilla es por el método de E.Horton, fórmula empírica deducida de la experiencia.

$$Q = 2.756 \sqrt{\tau} \tan H^M \left[\frac{M+1}{M} \left(\frac{2.7 K}{25.4} \right)^{1/M} \frac{\tau}{60} \right]$$

En donde:

- Q = Caudal en litros por segundo y por hectárea

- T = Es la cantidad de agua a evacuar en milímetros de altura por hora.
- M = Factor que depende de la turbulencia de la corriente.
- t = Tiempo de duración de la tormenta (desde el comienzo)
- K = Constante que relaciona: la rugosidad de la superficie, pendiente de la misma, coeficiente de turbulencia y el recorrido máximo de la corriente, estando ligados por la siguiente ecuación.

$$K = \frac{414 \sqrt{S}}{(3-M) nL}$$

En donde:

- S = Pendiente de la superficie
- n = Coeficiente de rugosidad
- L = Recorrido máximo de la corriente en metros
- M = Factor que depende de la turbulencia de la corriente.

Experimentalmente se ha visto que el factor 'M' varía entre 1.66 para corrientes muy turbulentas y 3.00 para corrientes laminares, pero normalmente se toma 2.00 que corresponde a turbulencias de 75%

El coeficiente de rugosidad "n" varía de acuerdo a las diferentes superficies, cuando la superficie por drenar está compuesta por pavimentos de diferentes clases se toma un promedio proporcional a la superficie de cada uno de los pavimentos que intervienen.

<u>TIPOS DE SUPERFICIE:</u>	<u>VALOR DE n</u>
Pavimentos muy lisos	0.02
Pavimentos lisos y compactos sin piedras en la superficie	0.10
Pavimentos con poca hierba o firmes de alguna rugosidad	0.20
Pavimento de hierba normal	0.40
Pavimentos de hierba muy densa	0.80

Si sustituimos en la ecuación anterior $M = 2.00$ y $S = 0.02$, la expresión nos queda:

$$K = \frac{414 \sqrt{0.02}}{(3-2) \pi L} = \frac{58.5}{\pi L}$$

demons:

y a su vez se sustituye en la expresión general obtenida

$$Q = 2.756 \pi \tan h^2 \left[\frac{2+1}{2} \left(\frac{\sqrt{58.5}}{\pi L} \right)^{1/2} \frac{t}{60} \right]$$

$$Q = 2.756 \pi \tan h^2 \left[1.5 \frac{t}{60} \left(\frac{58.5 \pi}{25.4 \pi L} \right)^{1/2} \right]$$

$$Q = 2.756 \pi \tan h^2 \left[0.025 t \left(\frac{2.3 \pi}{\pi L} \right)^{1/2} \right]$$

Otro de los métodos empíricos conocidos se encuentra - el de Burkli - Ziegler, se emplea para obtener el gasto máximo que - drena una alcantarilla, cuando tiene lugar un aguacero intenso. La expresión obtenida es la siguiente

$$Q = 0.022 CAh \sqrt[4]{\frac{S}{A}}$$

En donde:

Q = Gasto en m³/Seg.

A = Superficie drenada en hectárea

h = Precipitación pluvial media en milímetros de altura

S = Pendiente del terreno en metros por kilómetro

C = Coeficiente que depende de la naturaleza del terreno por drenar y tiene los siguientes valores.

NATURALEZA DEL TERRENO

VALORES DE C

Calles pavimentadas y distritos comerciales en ciudades

0.75

Calles ordinarias de una ciudad

0.625

Parques y Calles con macadam

0.30

Terreno de cultivo, parques, jardines, etc.

0.25

b) Cálculo del Diámetro.

Una vez determinados los gastos y/o demandas para los diversos sistemas de drenaje y los servicios auxiliares necesarios; se está en posibilidad de calcular los diámetros respectivos, utilizando las formulas y/o nomogramas que para tal efecto existen.

A fin de poder involucrar todas aquellas variables mencionadas con anterioridad en una sola, utilizamos las siguientes ecuaciones.

$$Q = AV \quad \text{Ecuación de continuidad.}$$

$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación de Manning.}$$

En las cuales:

V = Velocidad en m/seg.

n = Coeficiente de rugosidad

$r = \frac{A}{p}$ radio hidráulico

A = Area Hidráulica en m².

p = Perímetro mojado en m.

S = Pendiente hidráulica en milésimas.

Además, se considerará que la tubería va a trabajar a tubo lleno, a pesar de que se sabe que la mayoría de las veces los drenajes funcionan únicamente a medio llenar, esto nos representa seguridad en el cálculo.

En base a lo anterior y sustituyendo la ecuación de Manning en la de continuidad, se despeja el diámetro de tubería, obteniendo una ecuación que proporcionará el diámetro expresado en términos de la capacidad requerida y de la pendiente propuesta.

La formula es la siguiente:

$$d = \frac{3.20 Qn^{3/8}}{S^{1/2}}$$

donde:

d = diámetro de tubo.

También podemos valernos de la gráfica de flujo mostrada en la figura 3-3, la cual nos da el diámetro adecuado para el

sistema, en función de los parámetros analizados en la ecuación anterior.

En la siguiente tabla se muestran algunos valores de n (15) comúnmente empleados para diferentes superficies interiores.

Superficie	n
Tubería de Concreto	0.013
Tubería de fierro fundido	0.013
Tubería de asbesto cemento	0.013
Tubería de barro vitrificado	0.013
Tubería de acero al carbón	0.015

GRAFICA DE FLUJO

Fórmula de MANNING

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} s^{1/2}$$

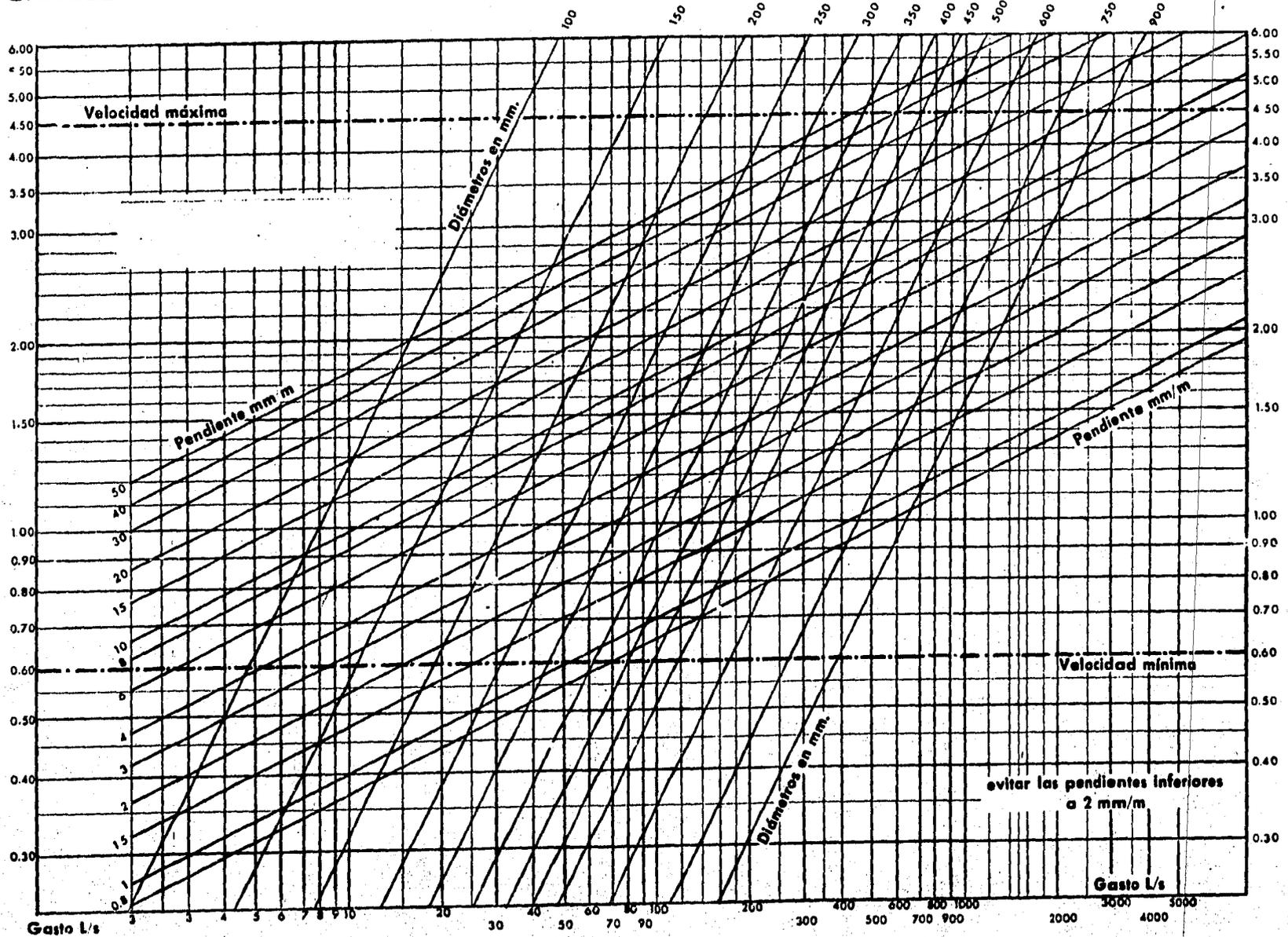


Figura 3-3

4.0 CARGAS QUE ACTUAN SOBRE UNA TUBERIA ENTERRADA

Las cargas aplicadas a una tubería enterrada se clasifican en cargas gravitatorias o cargas muertas y cargas superimpuestas o cargas vivas.

4.1 CARGAS GRAVITATORIAS O CARGAS MUERTAS

El método para determinar la carga vertical aplicada en un tubo enterrado debido a la fuerza de gravedad de la tierra ha sido desarrollado por Anson Marston. Donde establece que la carga en un tubo enterrado es igual al peso del prisma de tierra directamente encima del tubo, o prisma interior, adicionado algebraicamente los esfuerzos cortantes de fricción, ocasionados por los prismas adyacentes, -- siendo la magnitud y dirección de estos esfuerzos friccionantes una función del asentamiento relativo entre los prismas.

La teoría establece lo siguiente:

a) La carga calculada es la carga que se desarrollará cuando ocurra el último asentamiento.

b) La magnitud de las presiones laterales que inducen los esfuerzos cortantes entre los prismas de tierra interior y adyacente está contemplada de acuerdo con la teoría de Rankine.

c) La cohesión es insignificante. La ecuación general de Marston es:

$$W = C_w B^2$$

en donde

W = Carga vertical, por metro lineal, que actúa sobre el tubo, debido a la carga de gravedad.

w = Peso por metro cúbico de tierra.

B = Es el ancho de la zanja o del tubo en metros, dependiendo de las condiciones de instalación.

C = Coeficiente que incluye el efecto de:

1. Relación entre la altura del relleno y el ancho de la zanja o del tubo.

2. El esfuerzo cortante entre los prismas de tierra interior y adyacentes.

3. La dirección y cantidad del asentamiento relativo entre los prismas de tierra interior y adyacentes

Clasificación de condiciones de instalación.

Hay tres grupos de instalaciones, clasificadas por el manual ASCE "Design And Construction of Sanitary Storm Sewers" en zanja en terraplen y en tunel, en este trabajo se considera el primero y parte del segundo por su utilización más frecuente en este tipo de sistemas ver figuras 4-1 y 4-2

Cargas en Condición de Zanja.

Las condiciones de zanja son aquellas en las cuales el tubo está instalado en una zanja relativamente estrecha (en general el ancho menor de dos diámetros del tubo), cortada en terreno natural y cubierta con relleno hasta la superficie original del terreno.

La carga vertical a la cual está sujeta un tubo instalado en estas condiciones, es el resultado de dos fuerzas, una hacia abajo que es el peso del relleno actuando sobre la cresta del tubo en un plano horizontal a lo ancho de la zanja, y la otra hacia arriba y se debe a la fricción o esfuerzo cortante del prisma del relleno y de los prismas adyacentes.

La tendencia del terreno de relleno a asentarse con relación al terreno natural, genera hacia arriba esfuerzos cortantes que soportan una parte del peso del relleno. La carga resultante en el plano horizontal sobre la cresta del tubo y a lo ancho de la zanja es igual al peso del relleno menos los esfuerzos cortantes (ver figura 4-3)

$$W = P - 2F$$

donde

W = Carga sobre el tubo

P = Peso del relleno ABCD

F = Esfuerzo cortante en AC y BD

Formula Marston para cargas en tubos rígidos en condiciones de zanja es:

$$W_d = C_d w B^2 d \quad (1)$$

donde

W_d = Carga sobre el tubo Kg/m.

W = Peso unitario del relleno en Kg/ m³

B_d = Ancho de la Zanja a la altura de la cresta del tubo en metros.

C_d = Coeficiente de carga en función de la relación entre la altura de relleno y ancho de la zanja y el coeficiente de fricción entre el relleno y los lados de la zanja.

El valor del coeficiente C_d para varios tipos de terreno de relleno puede obtenerse de la gráfica de la figura 4-5.

CLASIFICACION DE LAS CONDICIONES DE CONSTRUCCION

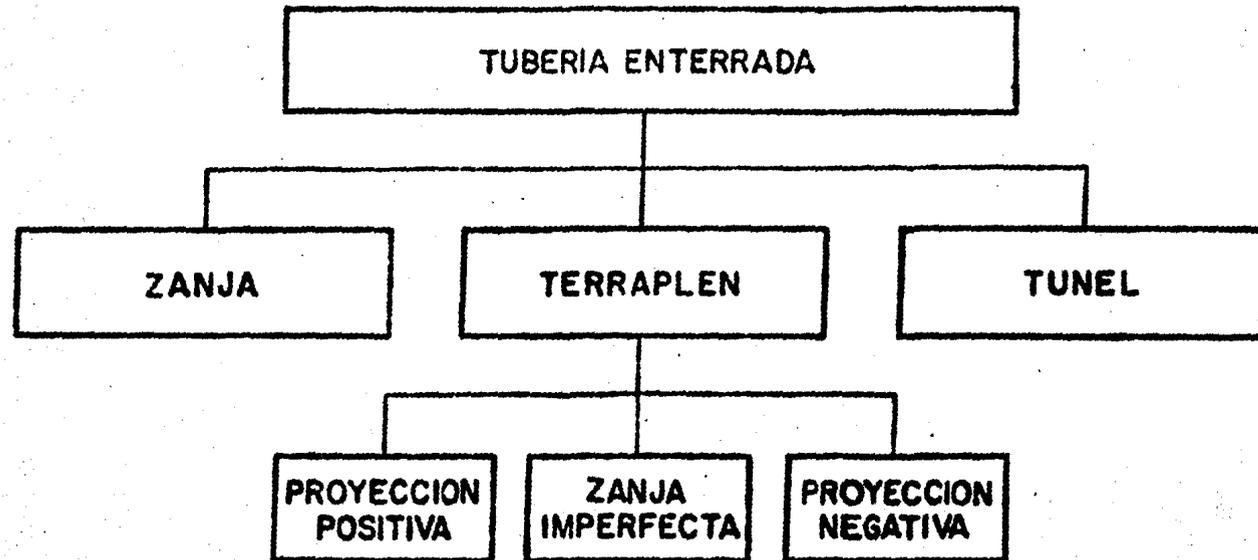


Figura 4-1

CLASIFICACION DE LAS CONDICIONES DE CONSTRUCCION

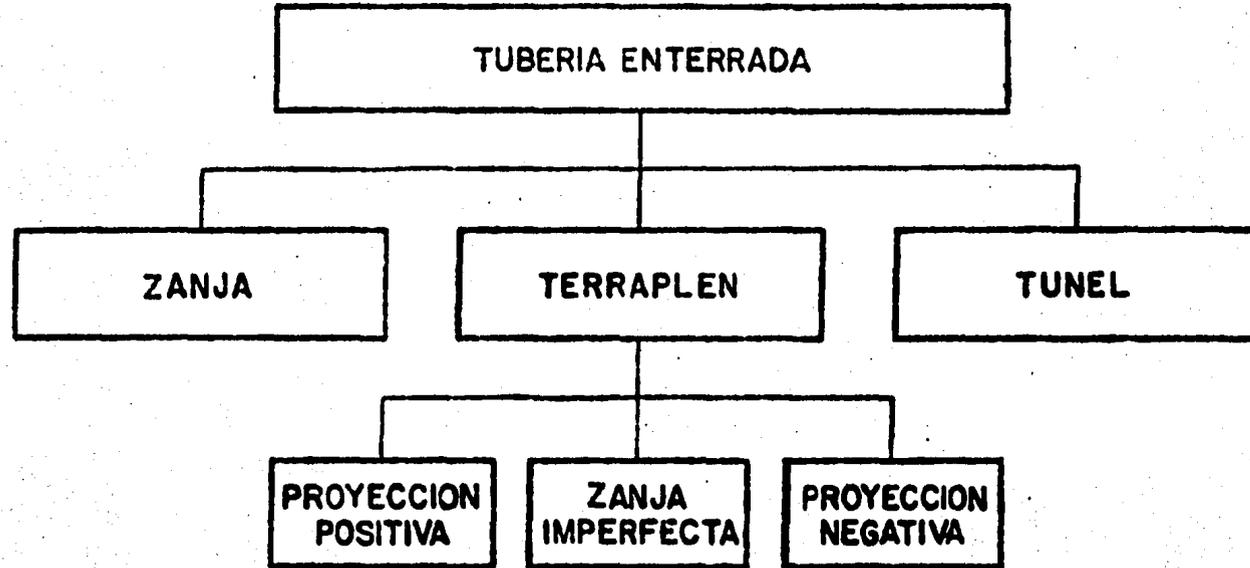
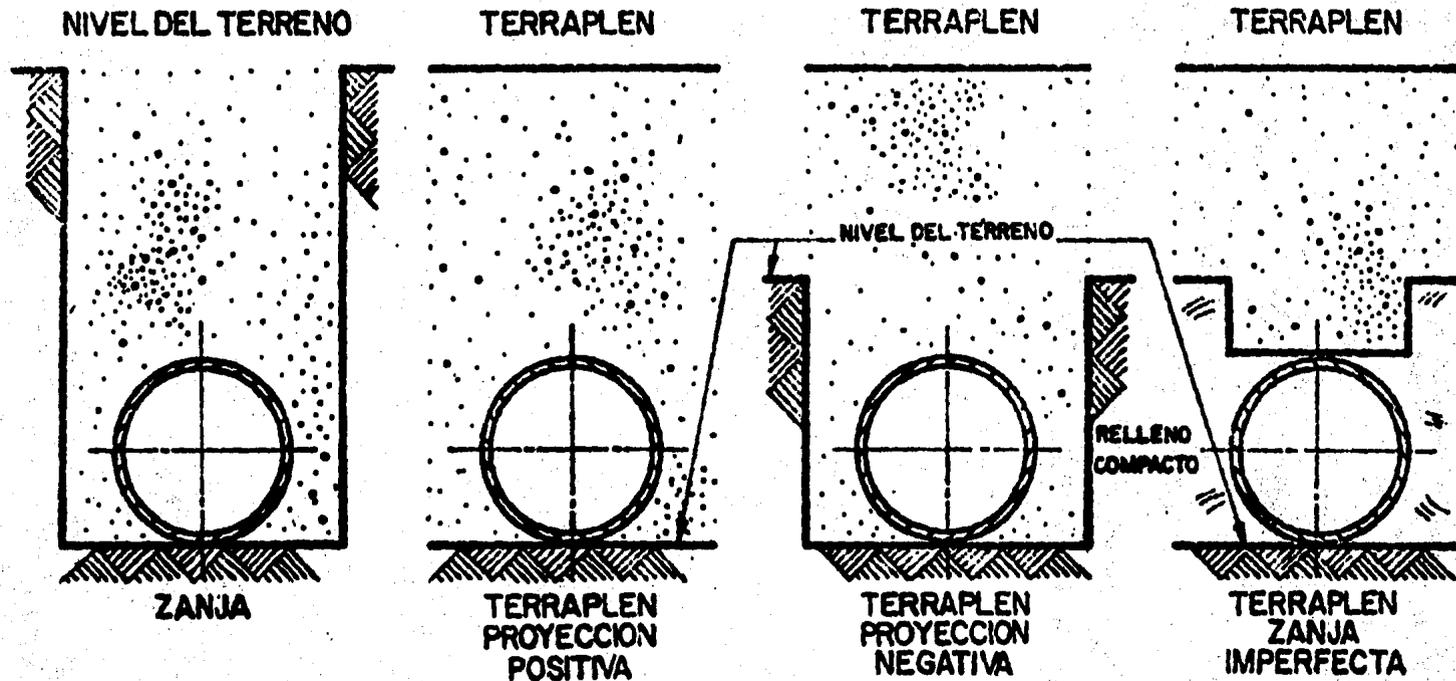


Figura 4-1



DIFERENTES TIPOS DE INSTALACIONES TIPICAS

Figura 4-2

GRAFICA PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE Cd.

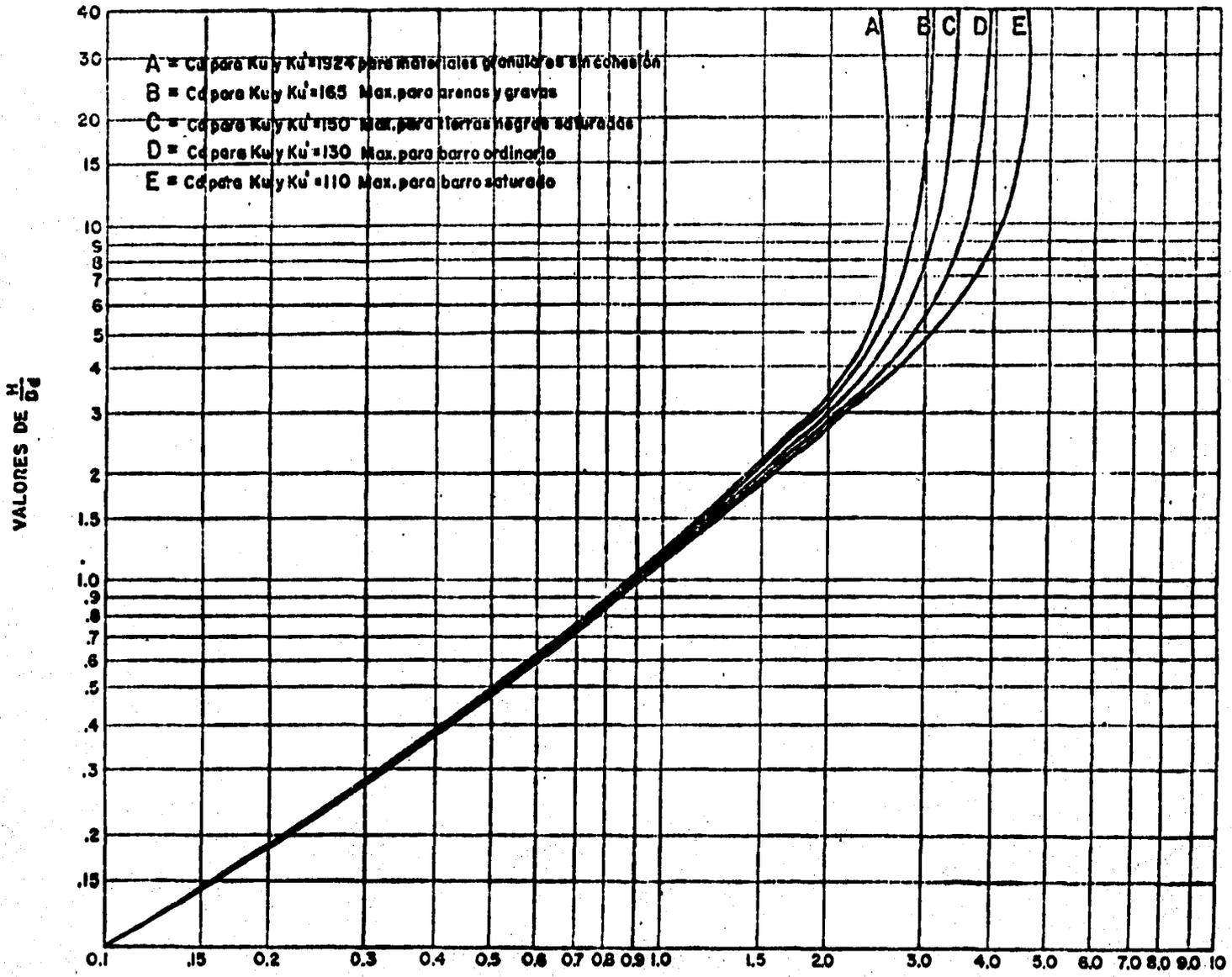


Figura 4-5

VALORES DEL COEFICIENTE C_d PARA TUBOS EN ZANJAS

Para tubos flexibles y el relleno a los lados está bien compactado, este relleno lateral tomará su parte proporcional de la carga, total, entonces la fórmula de carga en zanja puede modificarse quedando:

$$Wd = Cd Bc Bd$$

En donde

Bc = diámetro exterior del tubo

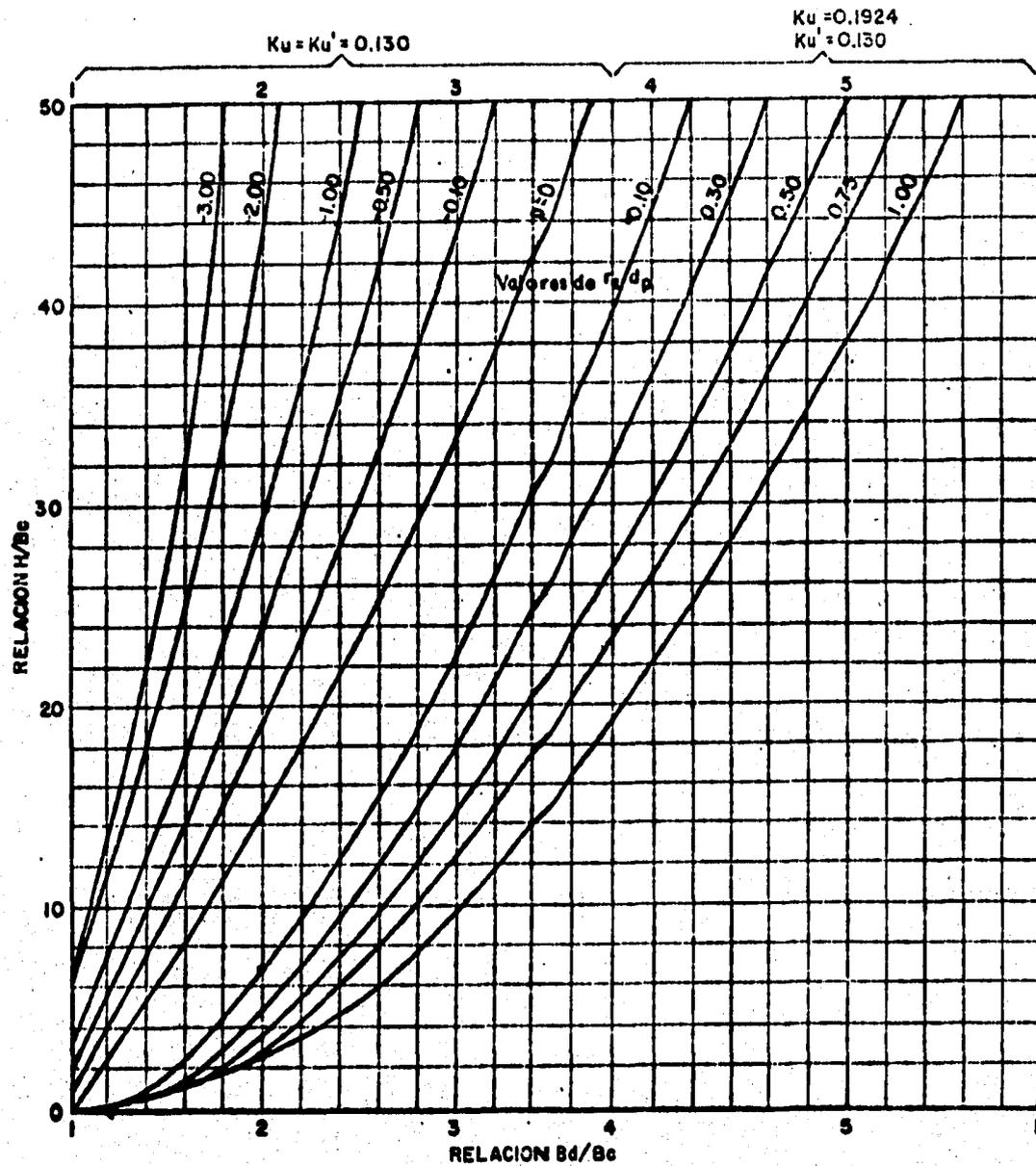
El ancho de la zanja Bd juega un papel muy importante en la influencia de la carga como puede observarse en la fórmula (1). Hay un valor límite para el ancho de una zanja, después de este valor deja de transmitirse carga adicional al tubo colocado en esta, la fórmula (1) tiene validez hasta este valor límite de ancho de zanja o cuando se iguala la carga determinada con la teoría de tubos en proyección, que se verá más adelante. El ancho de la zanja en la cual ocurre este valor límite puede terminarse por medio de la gráfica de la figura 4-6 (para la definición del término $rsdp$ véase el siguiente inciso referente a cargas en condiciones de terraplen).

El valor de la carga del terreno de relleno varía para diferentes suelos desde un mínimo de 1600 kg/m³ hasta un máximo de 2180 kg/m³. Cuando no existe información completa el manual ASCE "Design And Construction of Sanitary and Storm Sewers" recomienda un valor de diseño entre 1925 a 2003 Kg/m³.

Cargas en condición de Terraplen.

Las condiciones de terraplen son aquellas en las cuales los tubos están cubiertos con relleno por encima de la superficie original del terreno, esta clasificación se subdivide en dos grupos, proyección negativa y proyección positiva, en donde el tubo está debajo o sobre la superficie original del terreno respectivamente. Hay un caso especial llamado zanja imperfecta que no se considerará en este trabajo porque su utilidad es poco común y se emplea para reducir cargas en caso de altura de terraplen poco usual ver figs. 4-1 y 4-2.

Tubos en proyección positiva. La carga sobre la cual está sujeto un tubo en proyección positiva es igual al peso del prisma de terreno sobre el tubo más o menos, los esfuerzos cortantes que actúan en planos verticales que se extienden hacia arriba, dentro del terraplen desde los lados del tubo. Estos esfuerzos cortantes verticales generalmente no se extienden hasta el nivel superior del terraplen, sino que, cuando el terraplen es suficientemente alto, terminan en un plano horizontal por encima de la cresta del tubo; este plano se le llama "plano de igual asentamiento" Ver figura 4-4. Si la altura H_e del plano de igual asentamiento es menor que la altura H del terraplen, el plano de igual asentamiento es real. A esto se le llama condición de zanja incompleta o condicional de proyección incompleta, ya que los esfuerzos cortantes se extienden hasta el plano de igual asentamiento.



47 Figura 4-6

VALORES DE B_d/B_c EN LOS CUALES LAS FÓRMULAS DE TUBOS EN ZANJA Y PROYECCION POSITIVA DAN CARGAS IGUALES.

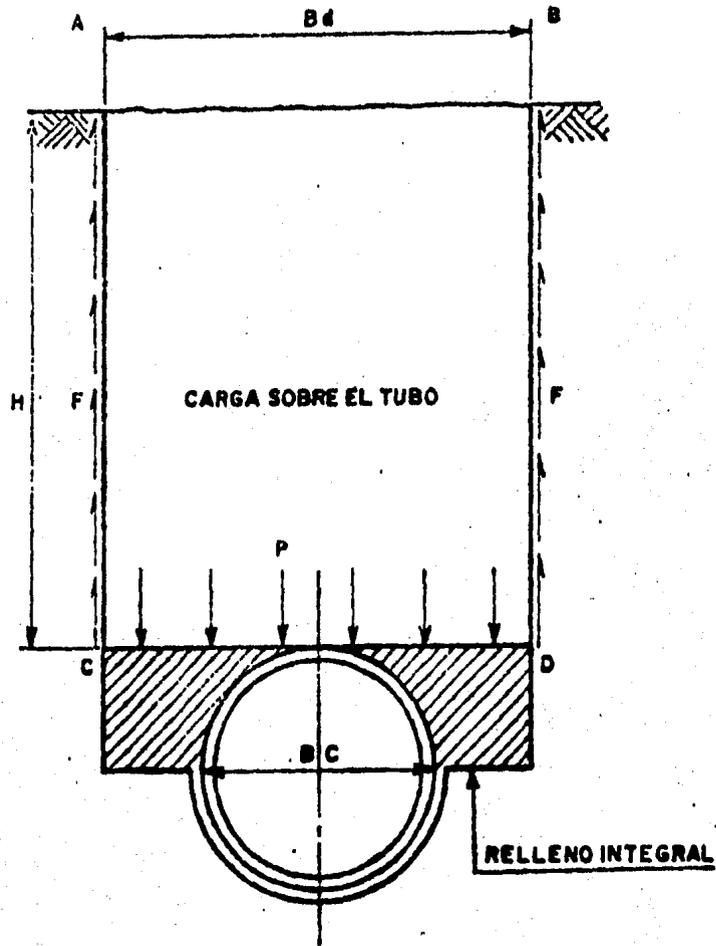


FIG.4-3 CARGAS QUE ACTUAN SOBRE EL TUBO EN CONDICIONES DE ZANJA

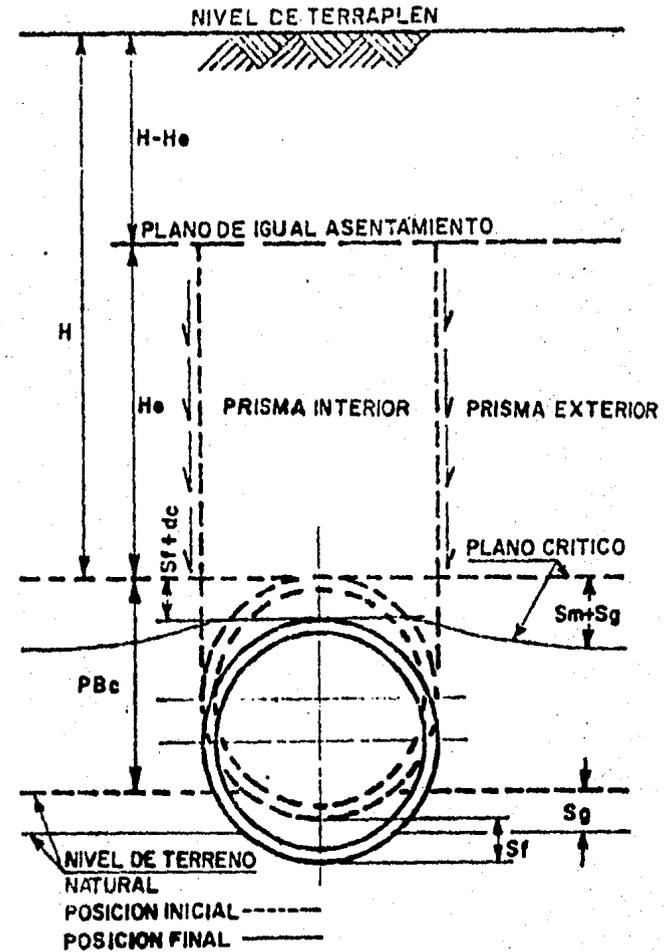


FIG.4-4 ASENTAMIENTOS QUE INFLUENCIAN LAS CARGAS SOBRE CONDUCTOS EN PROYECCION POSITIVA . .

Si la altura H_e es mayor que H el plano de igual asentamiento es imaginario. A esto se le llama condición de zanja completa o condición de proyección completa, ya que los esfuerzos cortantes se extienden completamente hasta el nivel superior del terraplen.

Fórmula de Marston para cargas sobre tubos en proyección positiva rígida o flexibles es:

$$W_c = C_c w B_c^2$$

en donde:

- W_c = Carga sobre el tubo, en Kg/m.
- w = Peso unitario del terreno en Kg/m³.
- B_c = Ancho exterior del tubo en metros
- C_c = Coeficiente de carga.

El valor de C_c para diferentes tipos de condiciones puede obtenerse en la gráfica de la figura 4-7

4.2 CARGAS SUPERIMPUESTAS O CARGAS VIVAS

- a) Cargas concentradas, Ver figura 4-8 y
- b) Cargas distribuidas, Ver figura 4-9

Las cargas concentradas pueden determinarse aplicando la solución de Boussinesque para presiones en un medio elástico semi-infinito a través de la integración desarrollada por D.L. Holl y para cargas distribuidas pueden emplearse las tablas de coeficiente de influencia desarrolladas por Nathan Newmark.

Cargas concentradas.

La fórmula de Marston para encontrar el valor de una carga concentrada sobre el tubo es la siguiente:

$$W_{sc} = C_s \frac{PF}{L}$$

En donde

- W_{sc} = Carga sobre el tubo en Kg/m
- P = Carga concentrada en Kg.
- F = Factor de impacto utilizado en 1.5 que es el sugerido por ASCE para carreteras y calles.
- C_s = Coeficiente de Carga
- L = Longitud efectiva en metros.

Los valores de C_s que aparecen en la tabla de la figura 4-10 están en función de $B_c/2H$ y $L/2H$ donde H es la altura desde la cresta del tubo hasta la superficie del terreno, en metros; B_c es el ancho -

GRAFICA PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE C_c

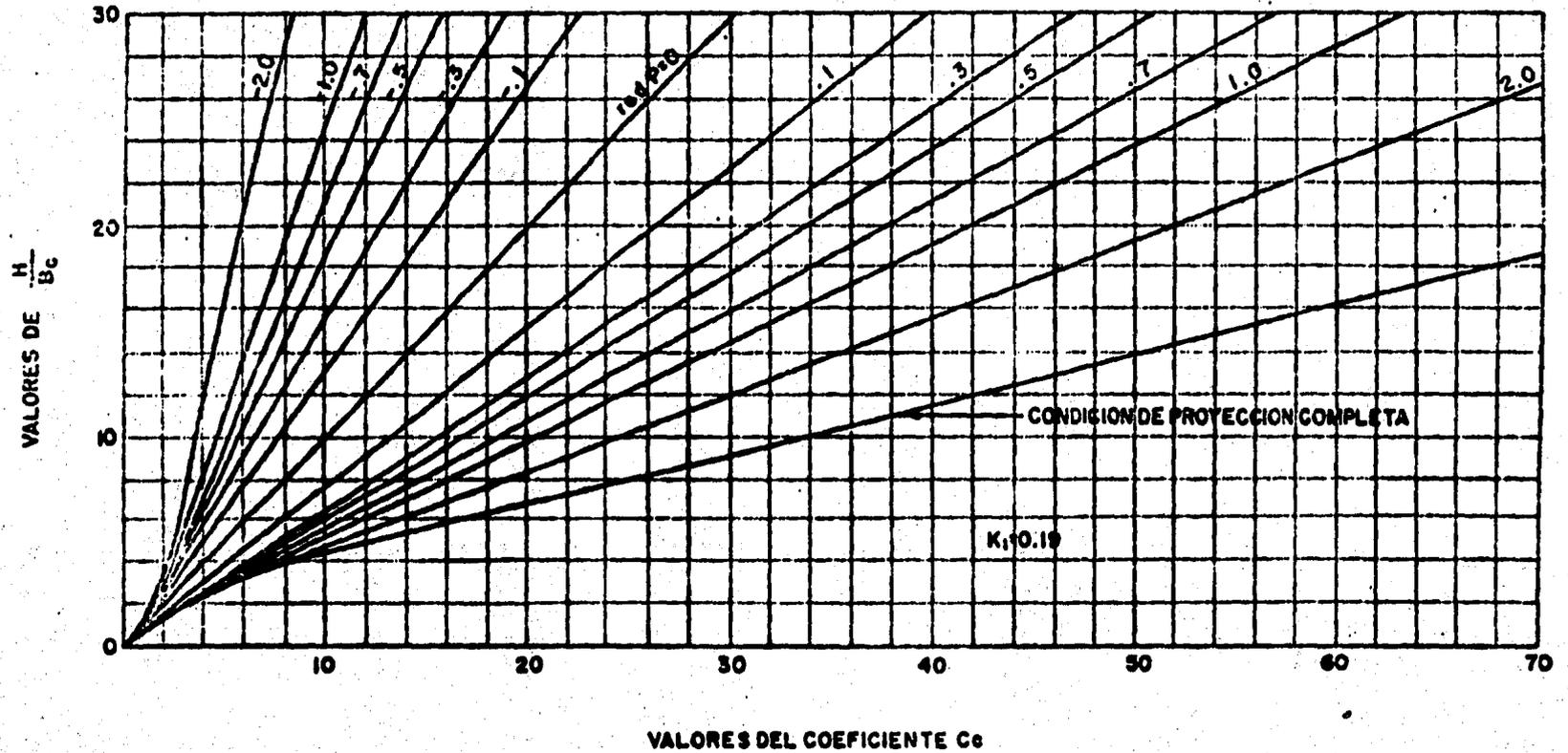


Figura 4-7

del tubo, en metros y L es la longitud efectiva del tubo en -
metros Ver Fig. 4-8

Cargas distribuidas

La fórmula para encontrar el valor de una carga distribuida so
bre un tubo enterrado es la siguiente.

$$Wsd = Cs PFBC$$

En donde

Wsd = Carga sobre el tubo, en kilogramos por metro li
neal.

P= Intensidad de la carga distribuida en Kg/m².

F= Factor de Impacto

Bc = Ancho del tubo en metros

Cs = Coeficiente de carga.

Los valores de Cs están en función D/2H y M/2H; H es la altura desde la cresta del tubo hasta la superficie del terreno, en metros y D es el ancho y M la longitud del área sobre la cual actúa la carga distribuida en metros ver figura 4-9. Los valores de Cs se pueden obtener de la tabla de la figura 4-10.

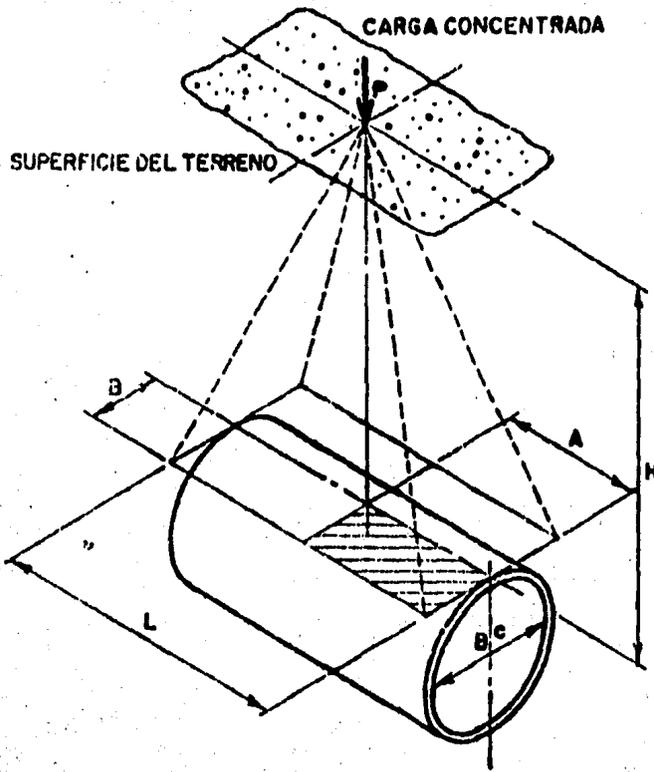


Figura 4-8

CARGA VIVA CONCENTRADA

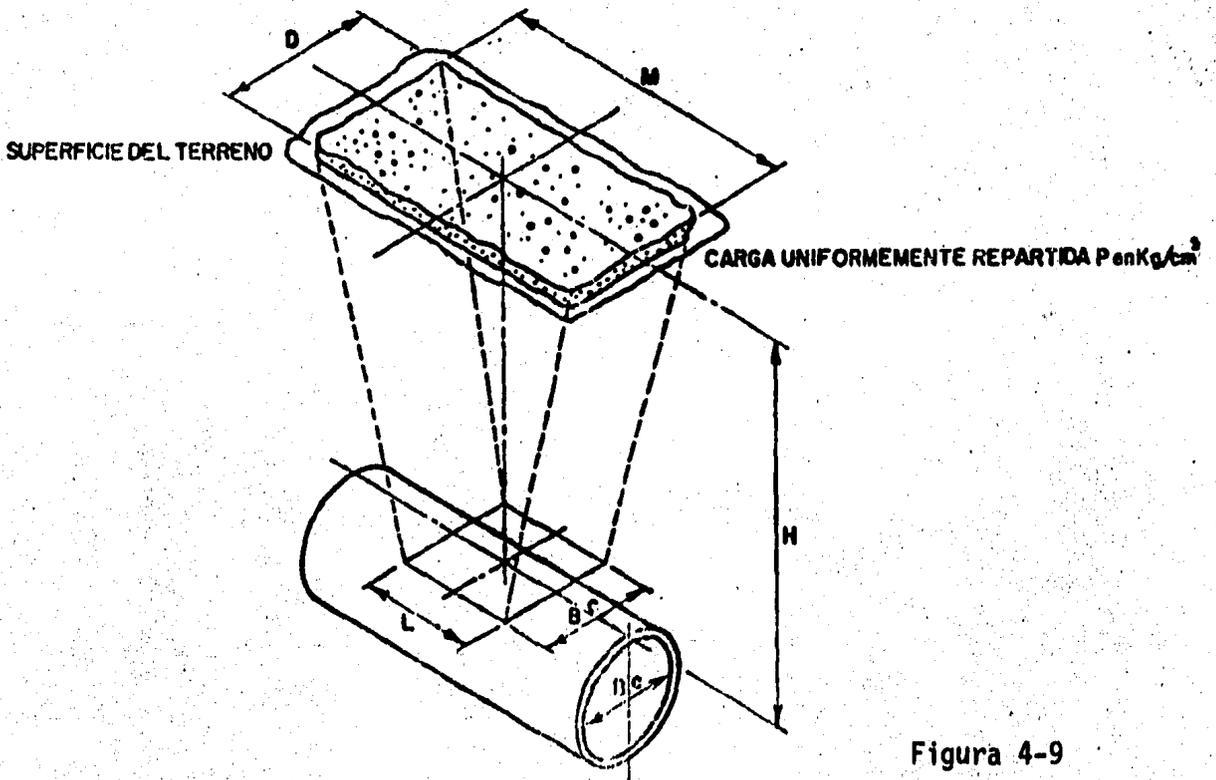


Figura 4-9

CARGA VIVA DISTRIBUIDA

$\frac{D}{2H}$ $\frac{D_c}{2H}$	$\frac{M}{2H} \circ \frac{L}{2H}$													
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	2.0	5.0
0.1	0.019	0.037	0.053	0.067	0.079	0.089	0.097	0.103	0.108	0.112	0.117	0.121	0.124	0.123
0.2	0.037	0.072	0.103	0.131	0.155	0.174	0.189	0.202	0.211	0.219	0.229	0.238	0.244	0.248
0.3	0.053	0.103	0.149	0.190	0.224	0.252	0.274	0.292	0.306	0.318	0.333	0.345	0.355	0.360
0.4	0.067	0.131	0.190	0.241	0.284	0.320	0.349	0.373	0.391	0.405	0.425	0.440	0.454	0.460
0.5	0.079	0.155	0.224	0.284	0.336	0.379	0.414	0.441	0.463	0.481	0.505	0.525	0.540	0.548
0.6	0.089	0.174	0.252	0.320	0.379	0.428	0.467	0.499	0.524	0.544	0.572	0.596	0.613	0.624
0.7	0.097	0.189	0.274	0.349	0.414	0.467	0.511	0.546	0.584	0.597	0.628	0.650	0.674	0.688
0.3	0.103	0.202	0.292	0.373	0.441	0.499	0.546	0.584	0.615	0.639	0.674	0.703	0.725	0.740
0.9	0.108	0.211	0.306	0.391	0.463	0.524	0.574	0.615	0.647	0.673	0.711	0.742	0.766	0.784
1.0	0.112	0.219	0.318	0.405	0.481	0.544	0.597	0.639	0.673	0.701	0.740	0.774	0.800	0.816
1.2	0.117	0.229	0.333	0.425	0.505	0.572	0.628	0.674	0.711	0.740	0.783	0.820	0.849	0.868
1.5	0.121	0.236	0.345	0.440	0.525	0.596	0.650	0.703	0.742	0.774	0.820	0.861	0.894	0.916
2.0	0.124	0.244	0.355	0.454	0.540	0.613	0.674	0.725	0.766	0.800	0.849	0.894	0.930	0.956

VALORES DE LOS COEFICIENTES DE CARGA C_s PARA CARGAS CONCENTRADAS Y DISTRIBUIDAS CENTRADAS VERTICALMENTE SOBRE EL TUBO.

Figura 4-10

5.0 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

5.1 EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJAS

Excavación:

El trazo de las líneas de drenaje se hará sobre el terreno marcándolo por medio de estacas sobre el eje de la línea a distancias convenientes y con suficiente anticipación para no entorpecer los trabajos de construcción.

Antes de que se efectúe la excavación de la zanja para alojar la tubería de drenaje, se deberá cuidar el trazo de la línea, debiendo reponer cualquier estaca que sea movida o destruida.

Antes de proceder a la excavación se deberá romper los pavimentos en el caso de que existan, sin dañar el pavimento adyacente, de acuerdo a los trazos señalados en el proyecto.

Los niveles de las líneas de drenaje se fijarán de acuerdo con el proyecto, y deberán ser referidos a un banco de nivel correctamente localizado.

El eje de excavación deberá estar alineado siguiendo el trazo estacado.

La excavación de la zanja deberá efectuarse con el equipo apropiado, el cual puede ser: máquina zanjeadora, retroexcavadora, draga de arrastre o pico y pala. Cuando la excavación se realice en roca fija se puede utilizar explosivos.

Las raíces que se encuentren en la excavación deben ser extraídas y no se mezclarán con el material de relleno de la zanja.

Antes de iniciar la excavación se deberá proceder a desconectar las líneas subterráneas de fluidos, cables, etc., que estorben en la excavación, para después reponerse una vez realizados los trabajos.

Se deberá de contar con un equipo de bombeo adecuado para garantizar la conservación de la excavación seca durante el tiempo de colocación de la tubería.

El producto de la excavación se depositará a uno o ambos lados de la zanja, dejando un pasillo de 0.60 mts. entre el borde de estos y el pie del talud del bordo producto de la excavación. Cuando el terreno del fondo de las zanjas sea poco resistente e inestable, se excavará hasta encontrar el material conveniente, reemplazando el material removido con relleno compactado de tierra o con una plantilla de grava, piedra quebrada o cualquier otro material adecuado.

La zanja se deberá conservar libre de cualquier material de la excavación hasta que sea rellenada.

Cuando sea necesario se deberá abrir una pequeña cuneta en el fondo de la excavación, que servirá para conducir el agua ---friática o de lluvia hasta un lugar de eliminación señalado por el ---cliente.

La excavación totalmente terminada, deberá de ir precedida cuando menos en 10 metros atrás con la colocación de tubos.

Los anchos de zanja deberán cumplir de acuerdo con el diámetro y la profundidad con la tabla 5-1 (4) excepto que el proyecto indique lo contrario.

La tolerancia que se permitirá en la excavación ya -afinada, será de 5 cms. debiéndose rectificar los niveles de la misma, por lo menos cada 15 metros.

El lapso de tiempo que transcurra entre la iniciación de excavación y la terminación del relleno, incluyendo colocación y pruebas de la tubería, deberá ser el menor posible con el objeto de evitar daños accidentales de cualquier índole a la tubería.

Cuando por las dimensiones de la excavación o la resistencia del terreno, se ponga en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, se colocarán los ademes y puntales necesarios para proporcionar la seguridad de los trabajadores y las obras, para que la zanja se mantenga abierta hasta que se coloque la tubería.

Cuando el proyecto lo indique, las paredes laterales de la excavación se construirán con talud para evitar que el material de las mismas se desprenda y caiga dentro de la excavación y así poder facilitar los trabajos de instalación de tubería.

Relleno:

Una vez efectuada la prueba hidrostática, comprobando que no hay fugas en la tubería y que su posición es la correcta, se procederá al relleno de las cepas con material producto de la misma excavación, libre de piedras y raíces con los siguientes requisitos:

La primera parte del relleno se hará teniendo especial cuidado en la compactación desde el fondo de la cepa y a ambos lados de la tubería hasta un nivel de 0.30 metros arriba del lomo superior del tubo. Después se continuará el relleno colocándolo en capas de 0.20 metros de espesor como máximo y que serán humedecidas, las compactadas se harán de acuerdo como lo indique el proyecto, así como la altura del mismo.

El relleno de la cepa deberá hacerse dentro de las 24 horas siguientes al bajado de la tubería, para prevenir la posible flotación de la tubería en caso de inundación de la zanja, así como evitar daños a la misma.

**ANCHO DE LAS ZANJAS SEGUN LA PROFUNDIDAD EN SU FONDO Y DEL DIAMETRO
DE LAS TUBERIAS QUE SE INSTALARAN EN ELLAS**

TABLA 5-1

Dímetro Nominal de la tubería		Hasta 1.25	1.26	1.76	2.26	2.76	3.26	3.76	4.26	4.76	5.26	5.76
Centi- metros	Pulga- das		a 1.75	a 2.25	a 2.75	a 3.25	a 3.75	a 4.25	a 4.75	a 5.25	a 5.75	a 6.25
15	6	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
20	8	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
25	10	70	70	70	70	70	70	75	75	75	80	80
30	12	75	75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
38	15		90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
45	18		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
61	24		135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
76	30		155	155	155	155	155	155	155	155	155	155
91	36			175	175	175	175	175	175	175	175	175
107	42			190	190	190	190	190	190	190	190	190
122	48				210	210	210	210	210	210	210	210
152	60				245	285	245	245	245	245	245	245
183	72					320	280	280	280	280	280	280
213	88					320	320	320	320	320	320	320
244	96						360	360	360	360	360	360

ANCHO DE LAS ZANJAS SEGUN LA PROFUNDIDAD EN SU FONDO Y DEL DIAMETRO
DE LAS TUBERIAS QUE SE INSTALARAN EN ELLAS

TABLA 5-1

Diámetro Nominal de la tubería		Hasta 1.25	1.26	1.76	2.26	2.76	3.26	3.76	4.26	4.76	5.26	5.76
Centí- metros	Pulga- das		a 1.75	a 2.25	a 2.75	a 3.25	a 3.75	a 4.25	a 4.75	a 5.25	a 5.75	a 6.25
15	6	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
20	8	60	60	65	65	70	70	75	75	75	80	80
25	10	70	70	70	70	70	70	75	75	75	80	80
30	12	75	75	75	75	75	75	75	75	75	80	80
38	15		90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
45	18		110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
61	24		135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
76	30		155	155	155	155	155	155	155	155	155	155
91	36			175	175	175	175	175	175	175	175	175
107	42			190	190	190	190	190	190	190	190	190
122	48				210	210	210	210	210	210	210	210
152	60				245	285	245	245	245	245	245	245
183	72					320	280	280	280	280	280	280
213	84					320	320	320	320	320	320	320
244	96						360	360	360	360	360	360

5.2 PLANTILLAS

Quando el fondo de las excavaciones donde se instalen las tuberías no ofrezcan la consistencia necesaria para mantenerlas en posición estable o no garantice un apoyo uniforme a las tuberías y cuando el proyecto así lo indique, se colocará una plantilla que podrá ser de concreto pobre, pedacera de tabique con mortero, tezontle, grava o arena según indique el proyecto, el espesor mínimo de la plantilla será de 0.10 metros y deberá estar compactada y humedecida la parte central de la plantilla donde se apoyará la tubería deberá tener la forma de un canal semicircular para permitir que el cuadrante inferior de la tubería descansa en todo su desarrollo y longitud sobre la plantilla.

El fondo de la zanja deberá excavarse más abajo de la cota del proyecto, para poder colocar la plantilla que le sirve de cama al tubo. (Ver figura 5-1, 5-2, y 5-3).

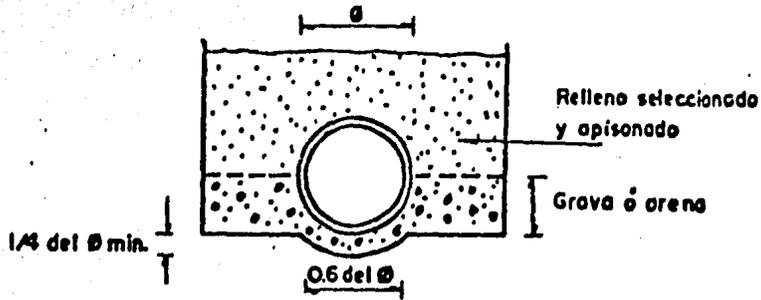


Fig. 5-1 TUBO SOBRE CONCHA CIRCULAR DE ARENA

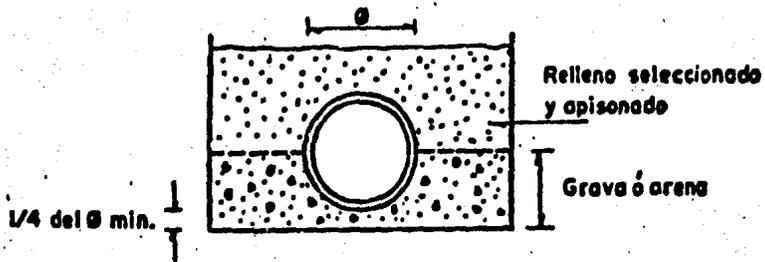


Fig. 5-2 TUBO SOBRE CAMA DE GRAVA O ARENA

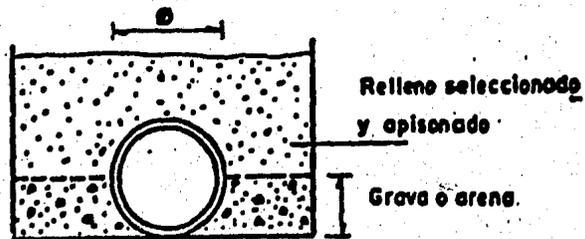


Fig. 5-3 TUBO SOBRE TERRENO PLANO Y COMPACTADO

5.3 INSTALACION DE TUBERIAS

El manejo de la tubería y los diversos materiales necesarios para la construcción de líneas de drenaje, deberán ser depositadas en almacenes y lugares donde serán usados, esta operación debe de hacerse con todo cuidado para evitar golpes que puedan provocar daños y fracturas en las tuberías. Estas deberán estibarse formando pilas de 1.20 mts. ó 2.00 mts. de altura como máximo, según se trate de tubería de fierro fundido, asbesto, cemento, concreto y barro vitrificado. Para evitar que las campanas se apoyen unas contra otras, se cuatrapearán las campanas con los extremos lisos de los tubos, separando cada capa con tabloncillos de 0.019 a 0.025 mts. de espesor por 0.203 a 0.305 mts. de ancho espaciados a 0.90 mts. como máximo de eje a eje. Se deberán poner cuñas de madera a los extremos de las pilas para asegurar estos contra cualquier movimiento.

Las bridas y conexiones se colocarán sobre tarimas de madera, los accesorios menores se manejarán y guardarán en cajas de madera.

En la instalación la tubería se empleará por tramos enteros y solamente se permitirán cortes cuando la longitud de la misma rebasa las dimensiones comerciales, los cortes se harán en ángulo recto con respecto al eje longitudinal de la tubería, empleando herramienta apropiada para cada caso.

Quando el peso de la tubería y la profundidad de la zanja no permitan bajarse a mano podrá hacerse con dispositivos especiales de tal manera, que no sufra daños o roturas, esto deberá colocarse de manera que el extremo liso del tubo conecte con la campana del último tubo colocado, o sea que la campana del tubo deberá colocarse hacia aguas arriba, cuidando que no penetre tierra en el interior de la misma.

El tendido de la tubería se hará de acuerdo con el alineamiento, cotas y pendientes fijadas en el proyecto; para lo cual se utilizarán las niveletas con las que se aprobó la excavación de la zanja. Durante el tendido, la cepa deberá estar completamente seca. Se evitarán los puntos de concentración de esfuerzos colocando la tubería de tal forma que descansa a lo largo de su superficie. Para lo cual, antes de bajarla a la zanja o durante su instalación, deberá excavarse en los lugares en que quedarán las juntas.

Al terminar de colocar cada tramo se deberá verificar que las niveletas permanezcan en su posición correcta y comprobar que la tubería colocada está correcta tanto en planta como en elevación, para lo primero se mandará estirar hilos dentro de la zanja, paralelamente al eje de la tubería, para la segunda se valdrá de un escantillón que se colocará en ambos extremos de cada tramo de tubo. La tolerancia de colocación de la tubería en planta será de 0.010 metros para tubos de 0.70 a 1.20 metros de diámetro.

Una vez bajados al fondo de la zanja se acostillarán con arena hasta la mitad del diámetro y posteriormente se rellenará la zanja con arena o producto de la misma excavación según indicaciones del proyecto (ver figuras 5-1, 5-2 y 5-3)

Tubería de Concreto

Los tubos de concreto serán junteados entre sí con mortero de cemento, arena o con mortero de cemento:arena y estopa alquitranada, antes del enchufe del macho de un tubo con la campana del otro, se deberá limpiar con cepillo de alambre y humedecerse las partes de los tubos que quedarán en contacto. El mortero deberá tener una proporción de 1:3. Cuando el junteo sea con mortero de cemento arena, será aplicado en la parte inferior interna de la campana hasta un nivel un poco superior al eje del diámetro horizontal del tubo. En la misma forma será aplicado en la parte superior externa del macho del tubo por enchufar, formando una capa de espesor suficiente para llenar la junta. Una vez aplicado el mortero, se enchufarán los tubos empujando el extremo liso del tubo por colocar dentro de la campana del tubo colocado, forzándolo hasta que escurra el mortero excedente de la junta, la cual deberá quedar totalmente llena, enrasando y emboquillando el mortero en forma de chaflán a 45° grados en el borde exterior de la junta. El afine interior de la Junta se hará por medio de algún dispositivo manual que ajuste lo mejor posible al diámetro interior de la tubería con objeto de extraer el mortero en exceso que haya escurrido al interior de la tubería durante el junteo, ya que las superficies interiores deberán quedar razantes.

Para el junteo de tuberías de concreto con mortero de cemento-arena y estopa alquitranada, una vez hechas las operaciones de limpieza señaladas anteriormente, se enredará un cordón de estopa alquitranada alrededor del macho espiga del tubo por enchufar, una vez hecho esto, se enchufará el macho en la campana hasta el fondo, después se calafateará ligeramente la estopa hasta lograr que el macho y la campana queden sujetos y firmes concéntricamente de manera que las superficies interiores de los tubos en contacto queden a ras una respecto a la otra; enseguida se llenará con mortero de cemento el espacio hueco anular de la junta, mojando las superficies antes de aplicarlo. Se lo dará un acabado a la junta por medio de un chaflán exterior de mortero de cemento, formado a 45° grados entre el canto de la campana y la superficie exterior del macho.

Tubería de fierro fundido

La tubería de fierro fundido de macho y campana se juntarán empleando un retén de fibra de vidrio o yute alquitranado y un sello de plomo, procediendo de la manera siguiente:

Una vez comprobado que el diámetro exterior del macho del tubo a instalar es el adecuado para enchufarlo en la campana, se le enrollará fibra o cordón de yute alquitranado, en una longitud a-

aproximada de 0.065 metros a partir de su extremo, después de alinearán los tubos por juntar con una tolerancia mínima de 0.003 metros - en cualquier sentido.

Alineados correctamente los tubos se insertará el macho en la campana, calafateando el retén de fibra o yute alquitranado, hasta obtener un ruido metálico y hasta lograr que el macho quede sujeto firmemente a la campana, dejando un espacio anular de 0.05 metros de profundidad aproximadamente para el vaciado del sello de plomo en la junta de tubos con diámetro igual o menor de 0.508 metros (20") y 0.060 metros en tubos de diámetros de 0.61 metros (24").

Para tomar los movimientos de contracción y expansión del tubo, se prevee la junta de un espacio entre los dos tubos, para ello se levantará el extremo libre del último tubo colocado y se volverá a bajar, este movimiento separa en la junta los extremos de los tubos.

En la tabla siguiente aparecen las alturas a que deben levantarse los extremos de los tubos de acuerdo con su diámetro.

Diámetro Nominal del Tubo En Metros	Altura que deben ser Levantados
Hasta 0.102	0.450
De 0.152 a 0.406	0.250
De 0.457 a 0.914	0.150

Una vez hechas las operaciones anteriores, con una cuerda de yute alquitranada se hará un cerco alrededor del macho ya enchufado, pegado al borde de la campana, sellándolo con barro, pero dejando en la parte superior una entrada en forma de embudo de por lo menos 0.02 metros de diámetro para poder llenar la junta hasta la parte alta de la campana. Se vaciará el plomo fundido a una temperatura de 600°C. para que el metal corra por toda la pared de la campana hasta llenar y colmar todo el espacio anular comprendido entre ésta y el macho del tubo enchufado.

El plomo se calentará en un crisol y se colocará en la junta por medio de un cucharón adecuado para vaciar el metal fundido

Previamente al colado del sello se comprobará que la superficie interior de la campana está seca y limpia.

El plomo deberá fundirse y colocarse dentro de la junta de manera que la superficie del metal colado coincida con la orilla del borde superior de la campana.

Después de colocar la Junta de plomo y cuando éste se haya enfriado hasta tomar la temperatura del tubo, invariablemente se

calafateará hasta que el plomo dé un sonido metálico y hasta su completa compactación para eliminar bolsas de aire y hacer impermeable la junta. Se utilizarán exclusivamente calafatos y martillos metálicos de 2 Kg. de peso, evitando dañar el tubo y la campana.

El plomo para retacar será plomo común que llene las especificaciones B-20-40 de la ASTM, las cantidades de yute alcantrinado y de plomo que deberá tener cada junta será la siguiente.

Diámetro Nominal del Tubo (M).	Yute Alquitrinado Kg./Junta	Plomo Kg./Junta
0.15	0.141	4.55
0.20	0.200	6.00
0.25	0.240	7.25
0.30	0.277	8.61
0.36	0.367	9.86
0.41	0.426	13.60
0.46	0.484	15.32
0.51	0.566	16.78
0.61	0.680	19.95

Tubería de Acero

La tubería de acero se usará en líneas de drenaje -- cuando se requiera además de impermeabilidad resistencia a cargas y presiones fuertes y sólo en casos extremos. La unión de los tubos de acero se hará soldándolos, salvo casos muy especiales se unirán por medio de juntas GIBault. Para la unión de los tubos de acero por medio de soldadura, se deberán seguir los siguientes pasos:

- a) Biselado
- b) Alineado
- c) Soldado

Los biseles en los extremos de la tubería no deben de mostrar irregularidades o abolladuras, en estos casos no se debe soldar se deberá biselar por medio de un biselador de oxiacetileno o con herramienta de mano adecuada.

Cada tubo se alineará con el ya instalado por medio de un alineador exterior o interior, según el diámetro de la tubería, de acuerdo con la siguiente tabla:

Diámetro Nominal en M.	Tipo de Alineador
De 0.101 a 0.150	Exterior
0.204 y Mayores	Interior Expansor

El alineamiento de los tubos será hecho de tal forma - que no sea visible ninguna desviación angular entre ellos. La separación entre los biseles de los tubos deberá ser aproximadamente de -- 0.0016 metros (1/16") de tal manera que se asegure una completa penetración de la soldadura, sin quemaduras. La soldadura se debe ir colocando por medio de cordones dependiendo su número del diámetro de la tubería.

5.4 PRUEBA HIDROSTATICA

Una vez construída parcial o totalmente la tubería, la impermeabilidad de los tubos de drenaje y las juntas, se probarán de la manera siguiente:

Prueba Hidrostática Accidental

Consiste en dar a la parte más baja de la tubería, una carga hidrostática que no excederá de un tirante de 2.0 m. de agua, - anclando la parte central de los tubos con relleno producto de la excavación y dejando libre las juntas, en caso de que se presenten fugas en las juntas, se deberá proceder a levantar la tubería y rehacer las juntas defectuosas, repitiendo la prueba hasta que no se presenten fugas. Esta prueba se hará en los siguientes casos:

Cuando se hayan observado defectos en el junteo de la tubería, cuando las condiciones del trabajo obligen a que se rellene la zanja, pudiendo originar movimientos en las juntas, en este caso - el relleno servirá de anclaje a la tubería.

Prueba Hidrostática Sistemática

Esta prueba se hará en todos los casos en que no se haga la prueba accidental.

Consiste en vaciar en el pozo de visita aguas arriba - del tramo por probar, el contenido de agua de una pipa de 5.0 m³. de capacidad, dejando correr el agua, aguas abajo. En el pozo de aguas abajo se instalará una bomba a fin de evitar que se forme un tirante de agua que podría deslavar las últimas juntas de mortero que aún estén frescas.

Esta prueba hidrostática tiene por objeto determinar - si es que la parte inferior de las juntas se retacó debidamente. Esta prueba debe hacerse antes de rellenar la zanja, en caso de que el junteo presente fugas, se reparará y se repetirá la prueba hidrostática hasta que el junteo quede correcto.

5.5 PROTECCION INTERIOR Y EXTERIOR EN TUBERIAS

a) Protección Interior

La selección de materiales de recubrimientos, con resistencias a la corrosión y a la abrasión en las superficies interiores de la tubería de acero para drenajes químicos, deberá estar de acuerdo con el tipo de fluido que se maneje, su temperatura y el grado de concentración. Estos recubrimientos interiores pueden ser de Neopreno, teflón PVC (Cloruro de Polivinilo) P.E. (Polietileno) Buna - N - etc.

En alguna ocasión especial donde no se necesite resistencia mecánica se puede emplear tubería de PVC forrada de resinas epoxicas reforzada con fibra de vidrio.

b) Protección exterior

Los materiales empleados en el recubrimiento anti corrosivo cumplen con las especificaciones de la AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA).

En la aplicación del recubrimiento en la tubería de acero se requiere seguir los siguientes pasos que a continuación se enumeran: (5)

1. Se limpia la superficie externa de la tubería, empleando solvente aromático para eliminar aceite, grasa o marcas de pintura.

Ya limpia y seca la tubería, puede emplearse el método de chorro de arena sílica o de gravilla de acero para eliminar salpicadura de soldadura, laminaciones, escoria de fundición o materias extrañas.

2. Se aplicará la pintura primaria a base de breas de hulla, disuelta en una mezcla de solventes aromáticos, que puedan aplicarse fácilmente en frío y que produzcan una unión efectiva entre el metal y la capa superior de esmalte, el espesor de esta capa de pintura deberá de ser de 0.348 mm. (12/1000"). Esta se aplicará en ausencia de lluvia o polvo, y sobre la tubería limpia y seca, esta pintura se extenderá uniformemente. Durante el secado deberán colocarse sobre durmientes de madera limpios de cualquier material extraño que pudiera ensuciarla durante el tiempo de secado.

3. Sobre la pintura anterior se colocará una capa de esmalte anticorrosivo con espesor mínimo de 1.59 mm. (2/32") incluyendo la anterior.

El esmalte será de brea de hulla para aplicación en caliente con buenas propiedades adherentes, en puntos donde sea difícil su aplicación con máquina se hará manualmente.

La tubería esmaltada será colocada sobre polines o costales rellenos de arena o tierra hasta que el esmalte se enfríe o se endurezca, no debiendo manejar la tubería antes.

4. Simultáneamente a la aplicación del esmalte se en volverá la tubería con tela de fibra de vidrio de refuerzo, hecha de monofilamento de vidrio aglutinados con resinas sintéticas compatibles con todo tipo de esmalte anticorrosivos, de tal manera que quede embe bido en el esmalte de una manera uniforme, sin mostrar arrugas ni tor ceduras. Se aplicará con un traslape según se indica en la tabla 5-5-2 y el espesor total deberá de ser de 2.38 mm. (3/32") como mínimo incluyendo las aplicaciones anteriores.

5. Sobre la envoltura anterior y en la misma forma - se aplicará un forro de fieltro de acabado como protección mecánica, hecho en malla de monofilamentos de fibra de vidrio, con refuerzo lon gitudinal impregnada con materiales bituminosos, con un traslape igual al de la envoltura y mientras el esmalte está fluido; esto es con el objeto de que a través de los poros del fieltro se haga una exuda --- ción moderada del esmalte, con lo que se asegura un excelente anclaje mecánico. El espesor total deberá de ser de 3.175 mm. (1/8") .

Si cuando las condiciones corrosivas son muy seve ras se podrán aplicar capas múltiples de esmalte y envoltura.

Quando el terreno es rocoso deberá llevar una pro tección mecánica adicional al recubrimiento de la tubería, se utiliza rán láminas asfálticas especiales, enrolladas alrededor del tubo y su jetas con alambre de acero.

RENDIMIENTO DE MALLA DE VIDRIO Y FIELTRO DE
ACABADO

TABLA - 5-2

Ø Nominal del tubo cms.	Ancho del rollo		Traslape re- comendado		Malla (S-3) Material por Km		Fieltro (S-4) Material por km.		
	(pulg)	cms. (pulg)	cms. (pulg)	cms. (pulg)	m ² . rollos	m ² . rollos	m ² . rollos	m ² . rollos	
1.27	1/2	5.08	2	1.27	1/2	111	7.27	113	17.05
1.91	3/4	5.08	2	1.27	1/2	125	8.28	128	10.29
2.54	1	5.08	2	1.27	1/2	158	10.30	161	25.44
3.81	1 1/2	5.08	2	1.27	1/2	223	14.54	228	36.02
5.08	2	10.16	4	1.27	1/2	246	11.52	251	19.85
7.62	3	10.16	4	1.27	1/2	358	16.73	365	78.89
10.16	4	10.16	4	1.27	1/2	502	23.47	512	40.51
10.16	4	15.24	6	1.27	1/2	437	9.40	445	23.95
15.24	6	15.24	6	1.27	1/2	613	13.20	622	32.50
20.32	8	22.86	9	1.27	1/2	771	12.58	783	31.64
25.04	10	22.86	9	1.27	1/2	994	16.21	1009	40.67
25.04	10	30.48	12	1.27	1/2	975	10.50	990	26.65
30.48	12	30.48	12	1.27	1/2	1152	12.40	1170	31.47
35.56	14	30.48	12	1.91	3/4	1291	13.80	1311	35.27
40.64	16	30.48	12	1.91	3/4	1468	15.80	1490	40.10
40.64	16	45.72	18	1.91	3/4	1431	10.26	1452	26.05
45.72	18	45.72	18	1.91	3/4	1607	11.53	1631	29.26
50.8	20	45.72	18	2.54	1	1816	13.05	1843	33.06
55.88	22	45.72	18	2.54	1	1997	14.33	2037	36.33
60.96	24	45.72	18	2.54	1	2174	15.00	2206	38.25
66.84	26	45.72	18	2.54	1	2360	16.93	2395	42.96
76.2	30	45.72		2.54	1	2722	19.54	2763	49.56

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

México es un país en vías de desarrollo, con grandes deficiencias y dentro de una crisis a nivel mundial, que cada día se acentúa más, es pues una necesidad crear nuevas fuentes de trabajo cada día más especializadas.

La industria petrolera viene siendo uno de los pilares en el desarrollo del país y nosotros de una forma u otra estamos cooperando para que se valla fortaleciendo y tratar de que se cristalicen los sueños de todo mexicano de ver un país libre y soberano en todos los aspectos y una de los caminos sería industrializado la materia prima para poderla vender como producto terminado.

El presente trabajo fué encaminado para que sea un modesto --trato auxiliar en el diseño de sistemas de drenajes en plantas industriales, pues contiene información general de los requisitos mínimos necesarios, métodos de cálculo, datos técnicos, materiales adecuados; tomando en cuenta las condiciones de operación, mantenimiento, seguridad y grado de peligrosidad.

RECOMENDACIONES

El diseño de sistemas de drenaje requiere de la debida aplicación de las recomendaciones que mencionan las "Bases de diseño", una incongruencia en el diseño deberá estar debidamente discutido y respaldado.

El diseño de la red de drenaje debe ser funcional y económico, tomando en cuenta, las alternativas propuestas con un mínimo de tiempo de acuerdo al programa. No debe haber retrasos ni modificaciones y las modificaciones que pudiera haber, resolverse en gabinete. Estas actividades es de las primeras que se realizan en campo y un cambio posterior redundaría en pérdidas de tiempo, materiales empleados y --costos en mano de obra, un retraso puede significar un corrimiento en la curva de actividades del programa.

Se debe procurar que las maniobras de excavación de zanjas, - instalación de tuberías, prueba hidrostática y el relleno de zanja, - deberá hacerse por tramos, entre registro y registro, en el menor tiempo posible y en días libres de lluvia.

Se deberá poner especial atención a la revisión en gabinete - del diseño con otras especialidades, como son los sistemas de fuerza, cimentación de estructura y equipos, para poder resolver oportunamente cualquier interferencia, que muchas veces se detecta en campo, ocasionando modificaciones en el trazo y pérdidas costosas.

Tomar en cuenta profundidad de tubería (colchón) en zonas de

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

México es un país en vías de desarrollo, con grandes deficiencias y dentro de una crisis a nivel mundial, que cada día se acentúa más, es pues una necesidad crear nuevas fuentes de trabajo cada día más especializadas.

La industria petrolera viene siendo uno de los pilares en el desarrollo del país y nosotros de una forma u otra estamos cooperando para que se valla fortaleciendo y tratar de que se cristalicen los sueños de todo mexicano de ver un país libre y soberano en todos los aspectos y una de los caminos sería industrializado la materia prima para poderla vender como producto terminado.

El presente trabajo fué encaminado para que sea un modesto --trato auxiliar en el diseño de sistemas de drenajes en plantas industriales, pues contiene información general de los requisitos mínimos necesarios, métodos de cálculo, datos técnicos, materiales adecuados; tomando en cuenta las condiciones de operación, mantenimiento, seguridad y grado de peligrosidad.

RECOMENDACIONES

El diseño de sistemas de drenaje requiere de la debida aplicación de las recomendaciones que mencionan las "Bases de diseño", una incongruencia en el diseño deberá estar debidamente discutido y respaldado.

El diseño de la red de drenaje debe ser funcional y económico, tomando en cuenta, las alternativas propuestas con un mínimo de tiempo de acuerdo al programa. No debe haber retrasos ni modificaciones y las modificaciones que pudiera haber, resolverse en gabinete. Estas actividades es de las primeras que se realizan en campo y un cambio posterior redundaría en pérdidas de tiempo, materiales empleados y --costos en mano de obra, un retraso puede significar un corrimiento en la curva de actividades del programa.

Se debe procurar que las maniobras de excavación de zanjas, - instalación de tuberías, prueba hidrostática y el relleno de zanja, - deberá hacerse por tramos, entre registro y registro, en el menor tiempo posible y en días libres de lluvia.

Se deberá poner especial atención a la revisión en gabinete - del diseño con otras especialidades, como son los sistemas de fuerza, cimentación de estructura y equipos, para poder resolver oportunamente cualquier interferencia, que muchas veces se detecta en campo, ocasionando modificaciones en el trazo y pérdidas costosas.

Tomar en cuenta profundidad de tubería (colchón) en zonas de

mantenimiento, paso de calles, y en casos críticos es práctica común -
recomendar a la especialidad de estructura que especifique una losa -
suficiente que soporte las cargas a la cual va a estar sometida regular-
mente por equipos de mantenimiento que circulen en dicha zona.

BIGLIOGRAFIA

- (1) RASE, HOWARD F. "Piping Design For Process Plants"; John Wiley and Sons, N.Y.
- (2) WEBSTER, SIDNEY "Planeación de Instalaciones Sanitarias"; Editorial Continental, -- Mex., D.F.
- (3) BORLAND S. "Good Practice in Sewer Construction"; Public Works, Chicago.
- (4) NORMA No. 3.332.02
PEMEX "Construcción de Líneas de Drenaje en Zonas Industriales"
- (5) ESPECIFICACION H-206
INSTITUTO MEXICANO -
DEL PETROLEO "Protección Mecánica para Tubería de Acero Subterránea"
- (6) RASE Y BARROW "Ingeniería de Proyectos para Plantas Industriales".
- (7) LINSLEY FRANCINI "Ingeniería de los Recursos Hidráulicos"
- (8) LINSLEY KOHLER PAUL
HUS "Hidrología para Ingenieros"
- (9) JUAREZ BADILLO, RICO RO
DRIGUEZ "Mecánica de Suelos, "Tomo II"
- (10) EXXON "Sanitary and Industrial Sewer Systems"
- (11) IMP-PEMEX "Memorias del 1er. Seminario de Ingeniería Mecánica Petrolera"
- (12) PEMEX "Manual para el Diseño y Cálculo de Drenaje"
- (13) No. 2.332.02 PEMEX "Drenajes en Zonas Industriales"
- (14) PUBLICACIONES Y CATALOGOS
SAMUEL TRUEBA CORONEL "Hidráulica"