

24. 190



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DRENAJE PLUVIAL DEL
COMPLEJO PETROQUIMICO
MORELOS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

México, D.F.

Enero 1986



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.

TEMA: DRENAJE PLUVIAL DEL COMPLEJO PETROQUIMICO MORELOS.

	I N T R O D U C C I O N	1
CAPITULO	I.- GENERALIDADES	13
CAPITULO	II.- ESTUDIOS NECESARIOS PARA EL PROYECTO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO	18
CAPITULO	III.- SISTEMAS DE ALCANTARILLADO	35
CAPITULO	IV.- METODOS DE CALCULO DE UNA RED DE ALCANTARI- LLADO.	85
CAPITULO	V.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	102
CAPITULO	VI.- PRESUPUESTO	124
CAPITULO	VII.- CONCLUSIONES.	133
	BIBLIOGRAFIA	135

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAP. I GENERALIDADES	13
1.1 Localización	16
1.2 Vías de Comunicación	17
CAP. II ESTUDIOS NECESARIOS PARA EL PROYECTO DE UNA RED DE ALCANTARILLADO.	18
2.1 Topografía	19
2.2 Geología	20
2.3 Hidrología	33
CAP. III SISTEMAS DE ALCANTARILLADO	35
3.1 Definición	36
3.2 Tipos de sistemas en una red de alcantarillado.	36
3.3 Requisitos necesarios que debe de satisfacer una red de alcantarillado.	36
3.4 Clasificación de drenaje en zonas industriales	50

3.5	Atarjeas y colectores	57
3.6	Tipo de tubería empleada en los sistemas de alcantarillado	68
3.7	Diseño de la tubería en condiciones críticas de carga.	74
CAP. IV.	MÉTODOS DE CALCULO PARA UNA RED DE ALCANTARILLADO.	85
4.1	Método Racional Americano	86
4.2	Método gráfico Alemán	91
4.3	Método de Burkli - Ziegler	92
4.4	Métodos Empíricos	92
4.5	Elementos hidráulicos de la Sección Circular	93
4.6	Cálculo de la red de drenaje pluvial	97

CAP. V	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	102
5.1	Limpieza del terreno	103
5.2	Trazo y nivelación	103
5.3	Excavación de zanjas	104
5.4	Plantilla	106
5.5	Tendido de tubería	106
5.6	Pruebas	110
5.7	Relleno	123
5.8	Compactación	123
CAP. VI	PRESUPUESTO	124
6.1	Desfogue hacia la Laguna de Pajaritos	125
6.2	Desfogue hacia el Arroyo Colorado	129
CAP. VII	CONCLUSIONES	133
	BIBLIOGRAFIA	135

INTRODUCCION

La industria Petroquímica comprende la elaboración de todos aquellos productos químicos que se derivan de los hidrocarburos del petróleo y del gas natural.

Por Ley en México la Industria Petroquímica Nacional, está dividida en dos sectores: El Básico y el Secundario.

Encomendado a Petróleos Mexicanos la producción total del Sector Básico y compartiendo la del Sector Secundario, la elaboración de productos químicos nos permite satisfacer un Mercado interno en continua expansión, impulsar el desarrollo formal de una tecnología propia consolidar nuestra presencia en el Mercado Internacional de Petroquímicos a fin de fortalecer nuestra economía por medio del ingreso de divisas del País, dando a la vez un uso más racional y justo a nuestros hidrocarburos.

El Complejo Petroquímico Morelos, pretende el aprovechamiento de un recurso no renovable como son los hidrocarburos del petróleo y en su caso específico, las fases residuales y el crudo que provienen de las plantas -criogénicas de los complejos Tabasco I, II, que se encuentran localizados en la Zona productora de Cactus Chiapas.

El crudo el cual se obtiene de la perforación de pozos petroleros, -es procesado en las instalaciones llamadas Baterías de separación, en donde el crudo es separado del gas que lleva consigo, dicho gas es enviado al complejo petroquímico Morelos en donde los hidrocarburos serán procesados para obtener principalmente, Etileno, Etano, Propano, Butano, etc.

El Complejo Petroquímico Morelos contará con las siguientes instalaciones:

12 Plantas de Proceso
Servicios Auxiliares
Area de Tanques

Edificios Administrativos

Talleres y Almacenes

Bodegas de polietileno

Subestación Eléctrica

Area S. P. C. O.

Tratamiento de Efluentes

Area de Quemadores

Estacionamiento.

PLANTA DE OXIGENO Y NITROGENO

En un compresor centrífugo el aire se filtra y se comprime, posteriormente pasa por una cámara de oxidación catalítica, en donde los restos de hidrocarburos se convierten en Dióxido de Carbono y agua. Después de enfriarse, el aire libre de hidrocarburos es pasado por un separador de agua, y después a unas válvulas automáticas de tres vías, que selecciona los canales de aire adecuados a través de los cambiadores los cuales tienen como función: Enfriar y purificar el aire. Los cambiadores tienen una construcción de triple tubo concéntrico, en los cuales el oxígeno producto sigue la misma trayectoria a través del centro del tubo, mientras tanto el nitrógeno de salida y el aire de entrada cambian canales en los dos anillos externos. Este cambio periódico permite que el vapor de agua y el dióxido de carbono, los cuales se condensan del aire de entrada de alta presión, se evaporan y se purgen del sistema por medio del Nitrógeno de desecho de baja presión.

Las unidades que forman esta planta son cerradas, aisladas y libres de fuga, y están constituidas principalmente de metales no ferrosos como: El cobre, aluminio, aleaciones con un gran contenido de níquel y cromo.

Esta planta tiene como función la obtención de oxígeno para el uso de las plantas como: las de Etileno, Oxido de Propileno y Acetaldehido y tendrá una producción de 972 Toneladas por día de Oxígeno y 166 Toneladas por día de Nitrógeno, el procedimiento para la obtención de Oxígeno y Nitrógeno será a base de licuación y fraccionamiento de aire.

PLANTA DE POLIETILENO A. D.

El proceso de producción de las plantas de polietileno está constituido por siete etapas que son las siguientes:

- 1).- Area de almacenamiento y preparación de materias primas esta planta - se abastecerá de Etileno por medio de un ducto, en esta planta existe un área de tanques para la preparación y almacenamiento de los agentes de suspensión y de los catalizadores para la polimerización.
- 2).- Area de polimerización, los catalizadores de polimerización, se diluyen y suspenden en solventes (heptano, hexano, gasolina, etc.) Los -- cuales son inyectados continuamente a los reactores.
- 3).- Area de preparación y secado del polímero, por medio de centrifugación es separado el polímero del agente de suspensión. El polietileno separado es mezclado con un agente de lavado para volver a separarlo del agente de suspensión. El agente en suspensión y el lavado son llevados a la sección donde se regeneran, se recuperan o se desechan.
- 4).- Sección de Preparación de agentes solventes y de lavado tanto el recuperado de la sección de secado como los filtrados provenientes de las dos separaciones son mandados a la sección de destilación.
- 5).- Area de Proceso de Gas:
El Nitrógeno que corresponde a los gases "gastados" es almacenado en un tanque de balance llamado gasómetro por donde son descargados a la atmósfera pasados por un separador y un enfriador de baja temperatura.
- 6).- Area de Homogenización:
Por medio de un convertidor neumático el cual trabaja en Atmósferas de Nitrógeno alimenta el polvo seco de polietileno de la sección de secado a la unidad de homogenización. En esta unidad de homogenización se obtiene el grado de uniformidad indicado para los diferentes tipos de polímero.
- 7).- Area de Granulación.
En esta área se granulan los diferentes tipos de polímero constituida

del siguiente equipo, mezcladores, tolvas receptoras de polvo, dosificadores, máquinas de selladores y ensacadoras.

Esta planta produce polietileno como producto final, y tiene una capacidad de producción de 277 toneladas por día, utiliza como materia prima el Etileno, este producto se utiliza principalmente en la fabricación de plásticos.

PLANTA DE ETILENO

El Etileno según A. Gautier, fué descubierto en 1775 por un grupo de Químicos Holandeses: Paetz, Deiman, Van Troostwyk, Lauwenburg y Bondet, los cuales obtuvieron el Etileno al calentar el alcohol etílico con exceso de ácido sulfúrico, al cual le dieron el nombre de gas oleificante debido a que este producto tenía tendencia a condensarse formando aceites.

El proceso de obtención en la planta de Etileno será a base de pirólisis, y este proceso constará de nueve secciones las cuales son las siguientes:

- 1.- Sección de pirólisis y separación primaria, aquí se obtiene una corriente rica en Etileno por deshidrogenación térmica de Etano, acompañada de una gran cantidad de vapor.
- 2.- Sección de apagado:
En esta sección, se enfrían los gases que provienen de los hornos de pirólisis.
- 3.- Sección de compresión de gases:
En esta sección se comprimen los gases que resultan de la pirólisis hasta alcanzar las presiones necesarias para su tratamiento y recuperación.
- 4.- Sección de tratamiento cáustico:

En esta sección se elimina el Bióxido de carbono el cual causa problemas en las secciones frías de la planta, así como también se eliminan en esta sección los compuestos de azufre presente en las corrientes de proceso.

5.- Sección desmetanizadora:

En esta sección son separados el hidrógeno y el metano, los cuales fueron generados en los hornos de pirólisis por medio de expansiones, enfriamientos y destilación.

6.- Sección desetanizadora y de hidrogenación de acetileno; por medio de una hidrogenación selectiva se transforma el acetileno a etileno, ya que el acetileno es un producto indeseable que se produce en la pirólisis.

En esta sección se separa la mezcla etano-etileno del componente de la corriente en proceso.

7.- Sección de fraccionamiento etano-etileno:

En esta sección se obtiene el producto final etileno con una pureza de 99.97 % en peso. Por el fondo de la columna rectificadora es recuperado el etano no pirolizado el cual es recirculado a los hornos para su desintegración.

8.- Sección de fraccionamiento de pesados:

En esta sección por medio de fraccionamiento son obtenidos como productos finales; propano, propileno, butileno butadieno, butano, gasolina de base olefínica.

9.- Sección de refrigeración:

Dado que se requiere temperatura muy baja en las secciones de separación de los productos, temperaturas que no se pueden satisfacer con el agua que proviene de la torre de enfriamiento, es necesario utilizar otros sistemas de refrigeración.

Esta planta enviará materia prima a las plantas de Óxido de Etileno y Glicoles, Polietileno. Tendrá una capacidad de 1,388 Toneladas por día y utilizará como materia prima el Etano producido en la planta fraccionadora, para que por medio de pirólisis transforme el Etano en Etileno.

PLANTA DE PROPILENO

El sistema de operación y de producción de la planta de propileno es está basada en un sistema de flujo parecido al de las plantas de desintegración catalítica de lecho fluidizado.

El catalizador está compuesto principalmente por óxidos de cromo el cual se encuentra pulverizado entre 10 y 80 micras, por lo tanto se comporta como un fluido ya que se encuentra suspendido en gases.

Al paso por el reactor se realiza una reacción de oxidación-reducción en la cual una parte del catalizador se reduce pasando de compuestos crómicos, a compuestos de menor valencia, el Propano pierde hidrógeno pasando a propileno. Es decir que el proceso está basado en la deshidrogenación selectiva.

Después del reactor el catalizador agotado es separado de los hidrocarburos en forma gaseosa en un sistema de separadores ciclónicos que descargan en el regenerador, ya en el regenerador por medio del aire es oxidado nuevamente a sales crómicas, al mismo tiempo que se quema un poco de carbón, el cual se ha depositado en la reacción de deshidrogenación como subproducto, en la superficie del catalizador. La reacción de deshidrogenación del propano es endotérmica, pero la reducción del óxido crómico es exotérmica, es por eso que el proceso ya en conjunto dentro del reactor, es levemente exotérmico.

Esta planta tendrá una capacidad de 972 toneladas por día. Utiliza

como materia prima el propano y produce propileno, el cual es utilizado principalmente como líquido refrigerante y a la vez produce la materia prima para la obtención del óxido de propileno.

PLANTA DE POLIPROPILENO

El catalizador Ziegler consiste en un alquiluro de aluminio y un haluro de titanio, es una combinación de organometálicos y compuestos metálicos de transición.

El propileno que es la materia prima es polimerizado en un reactor continuo, automáticamente controlado a temperaturas y presiones moderadas, condiciones que en su variación y control permitirán la formación de polímero.

La planta de polipropileno tendrá una capacidad de 100,000 Toneladas al año.

La materia prima que es el propileno de 99 % de pureza se obtendrá de la planta de propileno del Complejo Petroquímico Morelos.

PLANTA FRACCIONADORA DE HIDROCARBUROS CONDENSADOS

Tiene como función enviar materias primas a las plantas de Etileno, propileno y Butadieno. Esta planta fraccionadora de hidrocarburos condensados tendrá una capacidad de 110,000 barriles al día su fuente de abastecimiento será a base de gases licuables (hidrocarburos) los cuales serán obtenidos en las plantas criogénicas de Cactus Chiapas. Los productos y sub-productos que producirá la planta fraccionadora de hidrocarburos saturados son los siguientes.

Naftas, ligera y pesada, Butano, Etano, Propano.

PLANTA DE ACRILONITRILLO.

Esta planta producirá acetonitrilo y acrilonitrilo los productos que produce la planta de acrilonitrilo son utilizados principalmente en la industria hulera así como en la fabricación de fibras sintéticas. La planta de acrilonitrilo tendrá una capacidad de producción de 1381, toneladas por día el producto que utilizará como materia prima la planta de acrilonitrilo será el propileno.

PLANTA DE BUTADIENO.

La materia prima que utiliza la planta de Butadieno será de olefinas lineales que a su vez se mezclan con Butano normal y recirculación de hidrocarburos no transformados a Butadieno, integrando la materia prima total a los reactores de conversión. El Butadieno se forma por medio de la deshidrogenación, la cual se efectúa a una temperatura de 600°C. y a una presión de 0.176 Kg/cm² absolutos, con la presencia de un catalizador de alúmina con óxido de cromo. En el proceso de la reacción, existe un enfriamiento de descomposición parcial de los hidrocarburos, depositándose carbón en el lecho catalítico, el cual apaga la reacción en un espacio de tiempo de 9 minutos aproximadamente. Debido a esto es necesario para poder trabajar continuamente, el proceso se lleva a cabo en cinco reactores, de los cuales tres reaccionan, uno quemando el carbón con aire (regeneración) y el quinto reactor realizando la purgación por medio de vapor. Para cumplir el ciclo de carga-purga quemado, purga-carga a los reactores, se cuenta con un sistema automático de movimiento de válvulas, que controla todos los ciclos.

La planta de butadieno tendrá una capacidad de 277 Toneladas por día los principales usos del Butadieno se justifican en la Industria Hulera.

PLANTA DE ISOPROPILICO

Esta planta tendrá una capacidad de 208 Toneladas por día y utilizará como materia prima propileno y agua para producir alcohol isopropilico.

Los principales usos de este producto son utilizados en la elaboración de cosméticos, detergentes y en el aumento del octanaje de la gasolina.

PLANTA DE ACETALDEHIDO

El acetaldehido se obtendrá por medio de la oxidación catalítica del Etileno. El oxígeno y el Etileno son alimentados a un reactor de tipo vertical, que previamente se llena con una solución acuosa de catalizador. La reacción se efectúa a una presión baja y a la temperatura de ebullición de la solución catalizadora. La reacción es exotérmica generando 58 K cal por mol de acetaldehido producido.

Este calor es eliminado en la evaporación del agua de la solución catalizadora y la concentración de ésta se mantiene con un repuesto constante de condensado. El acetaldehido producido es condensado y lavado con agua donde el gas no reaccionado es reciclado al reactor.

Esta planta tendrá una capacidad de producción de 150,000 Toneladas por año de acetaldehido.

Este producto es utilizado como intermediario para la obtención de ácido acético, alcohol butílico, pentaeritritol, acetato de vinilo, cloral acetato de etilo así como en la fotografía, droguería y perfumerías.

PLANTA DE OXIDO DE ETILENO Y GLICOLES

A partir del Etileno se obtiene el óxido de Etileno, empleando el oxígeno como agente de oxidación, por medio de la mezcla de oxígeno, etileno y gas de recirculación con lo cual se alimenta a un reactor catalítico multitubular.

La temperatura de oxidación se controla por medio de un fluido enfriador orgánico. El efluente gaseoso del reactor que contiene óxido de etileno, se enfría y se comprime. El enfriamiento se lleva a cabo por intercambio de calor con los gases de recirculación. Al pasar los gases por el absorbedor de óxido de etileno, dicho producto es transformado en una solución acuosa diluida. La mayor parte de los gases no absorbidos se retornan al reactor pasando previamente por el intercambiador ya mencionado anteriormente, completando así el circuito cerrado.

Esta planta tendrá una capacidad de producción de 277 Toneladas por día de óxido de Etileno y 347 Toneladas por día de glicoles.

Se utilizan principalmente para la fabricación de fibras sintéticas. (Poliéster y dacron), detergentes anticongelantes, películas.

SERVICIOS AUXILIARES

El abastecimiento de agua cruda será del río Uxpanapan, con un volumen de $2.325 \text{ M}^3/\text{seg}$. La planta de pretratamiento contará con una capacidad de $473125 \text{ m}^3/\text{S}$. En esta planta de pretratamiento el agua cruda será tratada con cal y coagulantes para obtener agua parcialmente blanda y clorificada.

El condensado aceitoso se obtendrá en las plantas de proceso, el cual se tratará para obtener condensado limpio que junto con el que se obtiene en las turbinas se recirculará al tanque de agua tratada que también

recibirá el efluente de agua de la planta desmineralizadora.

Las cuatro torres de enfriamiento tendrán una capacidad de 8 200 833 a 13'154 166 m³/S.

Se contará con siete calderas para generar vapor de 45.8 kg/cm² con una capacidad de 255 ton/hr. cada una de las calderas.

Además de tres calderas que generarán vapor de 59.9kg/cm² con una capacidad de 200 ton/hr. cada una.

En lo que respecta al problema de electricidad del complejo petroquímico Morelos, se contará con tres turbogeneradores de 48,000 kw. cada uno, dos en operación y otro de repuesto para cualquier problema que se presente, además de doce subestaciones reductoras de voltaje para que por medio de estas subestaciones se suministre energía a las plantas.

Debido al funcionamiento y operación de las plantas descritas, se presenta el problema de desalojar los residuos químicos, aceitosos, sanitarios y fluviales.

Dentro del complejo petroquímico Morelos, se desarrollaron los proyectos de drenaje químico, aceitoso, sanitario y pluvial, ocupando este último el estudio de este trabajo.

CAPITULO I

GENERALIDADES

GENERALIDADES

Para realizar estudios de la red de alcantarillado es necesario conocer la cantidad de agua producto de la precipitación pluvial que cae sobre el área de estudio, este dato es denominado intensidad de lluvia (i) esta intensidad de lluvia se mide en mm de altura por hora cabe mencionar que la intensidad de lluvia es conocida por algunos autores como lámina de lluvia.

El cálculo de la red de alcantarillado estará enfocado principalmente a la precipitación pluvial.

Normalmente debe de existir un drenaje pluvial y un drenaje sanitario, el cual está compuesto por las aguas negras y por las aguas jabonosas.

Mediante estudios de factibilidad de proyecto se llegó a la conclusión de que lo óptimo era conducir las aguas negras hacia fosas sépticas, para después por medio de ramales integrar dichas aguas al drenaje pluvial, a su vez las aguas blancas serán pasadas por unas trampas de grasa para integrarlas al drenaje pluvial.

Esto implica que en lugar de utilizar el drenaje pluvial y el sanitario, solamente se utilizará el drenaje pluvial pero tomando en cuenta las aportaciones de la red contra incendio, así como las de las aguas negras y las aguas jabonosas.

Para llevar a cabo la elaboración de un proyecto de alcantarillado es necesario contar con la siguiente información:

- Clima
- Comunicaciones
- Economía
- Localización en un plano de vías de comunicación

- Aspecto de la localidad o lugar indicando tipo de edificaciones.
- Sitios de vertido de las aguas negras
- Planos de detalle de la Zona
- Aforos en la corriente receptora
- Plano topográfico y de detalle de cruzamientos del emisor con carreteras , ríos, arroyos, canales etc.
- Curvas de nivel con equidistancia vertical a cada veinticinco (25) centímetros, cuando se trate de un terreno sensiblemente plano y a cada cincuenta (50) centímetros cuando el terreno se encuentre clasificado como lomeríos y a cada dos (2) metros cuando el terreno se encuentre clasificado como montañoso.
- Dirección de vientos dominantes y vientos reinantes con frecuencia y velocidad.
- Plano de localización general y ubicación con respecto a la Ciudad, Población o lugar importante más cercano.
- Plano de parteaguas que por su captación afecte la superficie a beneficiar.

Después de tener los datos antes descritos se procede a definir las diferentes áreas dentro del complejo petroquímico Morelos, las cuales son:

- Area de plantas de proceso y servicios Auxiliares
- Area Administrativa
- Area de Almacenamiento
- Area de tanques
- Area de quemadores

Una vez definidas las diferentes áreas dentro del Complejo Petroquímico Morelos, se lleva a cabo la planificación común o de detalles, que están en función de las necesidades de las plantas así como de su funcionamiento.

Una vez que se fijan los niveles, en los cuales se evita el mínimo -

volumen de terracería, se realiza un anteproyecto en el cual se ubican las cajas, registros, coladeras también se ubican los ramales de la tubería. - Es importante hacer mención a esta planificación de detalle dado que existen también ductos eléctricos, ductos telefónicos, tubería del drenaje - - aceitoso, tubería de la red contra incendio, etc.

Es por eso que debe de existir una buena coordinación en la planeación, para que de esta manera un trabajo no interfiera al otro, o en dado caso que no existan cruzamientos de tubería en el mismo nivel.

I.1.- LOCALIZACION

El Complejo Petroquímico Morelos ocupa una área de 380 hectáreas. - Ubicado en el municipio de Coatzacoalcos, Estado de Veracruz.

Delimitado al norte con el Golfo de México, al Este con Ejido de Colorado, al Oeste con la Laguna de Pajaritos, al Sur y Suroeste con los Complejos Petroquímicos de la Cangrejera y de Pajaritos, así como otras instalaciones Industriales del Sector Público y privado como son: Fertilizantes Mexicanos, Cloro de Tehuantepec, Industria Química del Istmo, Tetractilo - de México, Celanese Mexicana e Industrias Resistol entre otras.

Lo anterior lo hace un elemento más de todo un corredor Industrial considerado como uno de los polos de desarrollo más importantes del País.

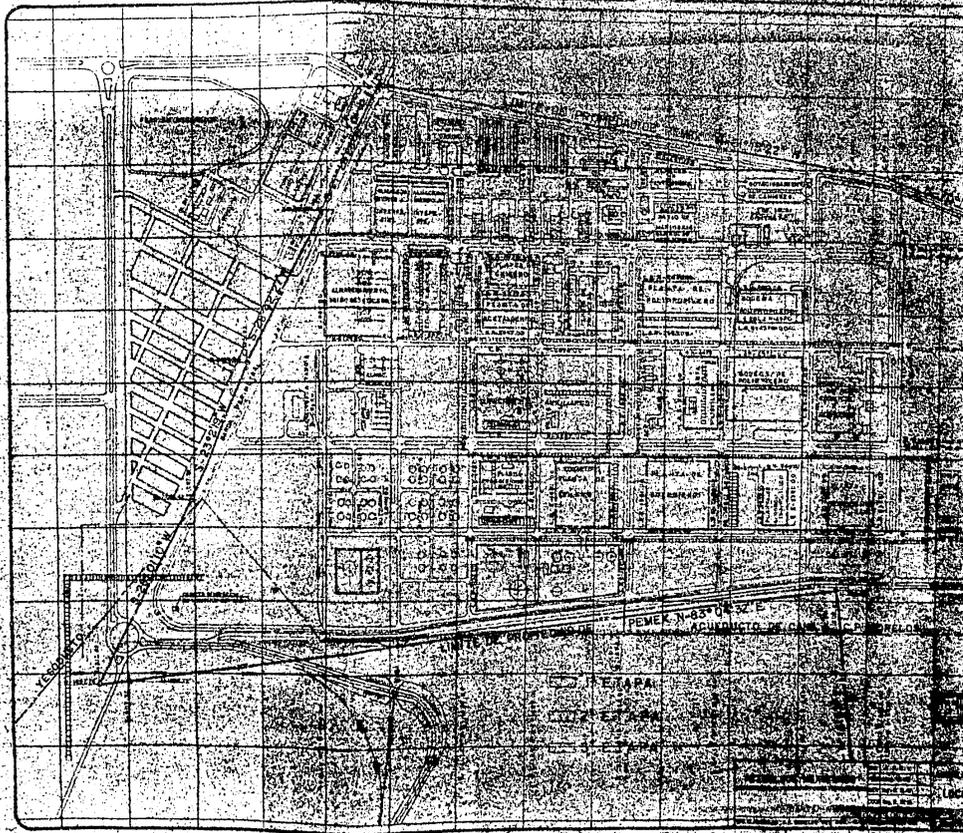
Por tal circunstancia el complejo petroquímico Morelos es desde su inicio, beneficiario de toda una infraestructura Industrial, de comunicaciones, de Servicios Comerciales y Financieros, así como de la existencia de mano de obra calificada, lo que hace posible la superación de obstáculos que se presentan en proyectos de esta magnitud.

La localización se puede ver en el siguiente Plano.



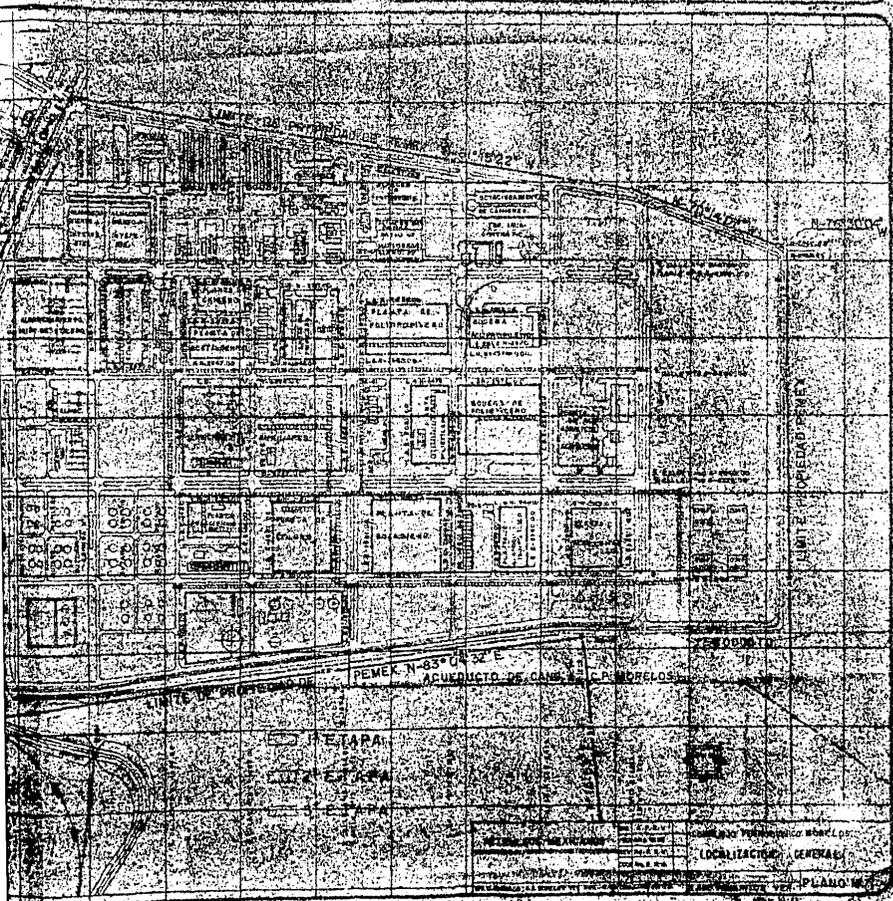
SUBDIRECCION DE PROYECTOS
Y CONSTRUCCION DE OBRAS

LOCALIZACION GENERAL
DE LAS OBRAS



ON DE PROYECTO
 UCCION DE OBRAS

LOCALIZACION GENERAL
 A.C.F. MORELOS



PROYECTO	LOCALIZACION GENERAL
FECHA	PLANO N.º
PROYECTISTA	
PROYECTO	
FECHA	
PROYECTISTA	

I.2.- VIAS DE COMUNICACION

Por medio de la carretera Federal 180 Coatzacoalcos - Villahermosa y aproximadamente a 8 Km. de la ciudad de Coatzacoalcos se encuentra el acceso principal al Complejo Petroquímico Morelos.

Del lado Norte del Complejo Petroquímico Morelos se encuentra un camino de 1 Km. de longitud totalmente pavimentado el cual llega hasta el -- Golfo de México. Este camino tiene como función la comunicación de la población de Allende, Colonia Habitacional Gavilán de Allende, y la Población de Rabón Grande.

Del lado sur se encuentra un camino de 1.5 Km. de longitud totalmente pavimentado el cual comunicará al complejo petroquímico Morelos con el Complejo Petroquímico de Cangrejera.

Con lo que respecta a vías férreas se cuenta con instalaciones del F.F.C.C. dentro del Complejo Petroquímico Morelos, estas instalaciones son llamadas espuelas las cuales pueden observarse en el plano IA. Las Vías de Ferrocarril entroncarán con la vía de F.F.C.C. Coatzacoalcos - Mérida.

Por lo que respecta al mar, se cuenta con la Terminal Marítima en la laguna de Pajaritos. La Terminal se utilizará principalmente para la exportación de los productos elaborados en el Complejo Petroquímico Morelos.

Se cuenta con un Aeropuerto localizado en Canticas, cerca de Minatitlán, Ver.

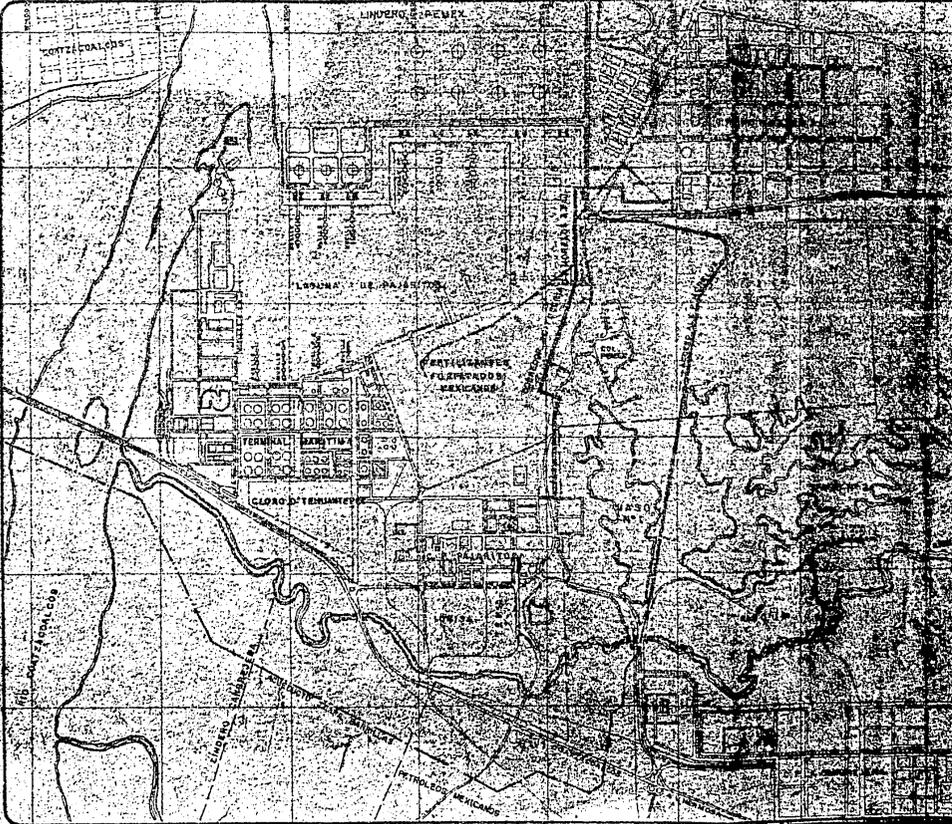
Debido a lo anterior la ubicación del Complejo Petroquímico Morelos se localiza en un sitio ideal de acuerdo a sus necesidades.



PEMEX

S.P.C.O.

LOCALIZACION GENERAL DE INSTALACIONES



S.P.C.O.

LOCALIZACION GENERAL DE INSTALACIONES



CAPIULO II

ESTUDIOS DE LOS EFECTOS DE LA
DE UNA RED DE ALCAHARRERÍA

A.1.- TOPOGRAFIA

En el año de 1977 se iniciaron los trabajos de deslinde para establecer el área que ocuparía el Complejo Petroquímico Morelos.

El Complejo Petroquímico Morelos está emplazado en un terreno de lombrío cuya diferencia de elevaciones sobre el nivel del mar va de la + 5 a la + 50 cerca de la costa del Golfo de México y de la desembocadura del río contraeolcos.

Los terrenos son de topografía abrupta, con desniveles hasta de 45 metros, definiendo un buen drenaje superficial, al respecto existen algunas corrientes de agua (escurridores de gasto reducidos), de carácter permanente; cerca del fondo de algunas barrancas se observan pequeños veneros que descargan en los escurridientos mencionados.

Los datos topográficos generalmente empleados para esta etapa son obtenidos de levantamientos preliminares o fotogramétricos complementados con visitas al terreno.

Los datos topográficos deben de ser suficientemente explícitos y amplios para definir los siguientes puntos:

- A).- Los trabajos de movimiento de tierra.
- B).- Conexiones de caminos y ferrocarriles
- C).- Las rutas de conexión con líneas de fuerza, combustibles fuentes de suministro de agua, etc.
- d).- Evaluación de drenajes.

2.2.- GEOTECNIA

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta un proyecto de esta magnitud como lo es la construcción de un complejo petroquímico es indudablemente el subsuelo.

Con la finalidad de tener la información del subsuelo, en donde se construirá el Complejo Petroquímico Morelos, se realizaron los estudios correspondientes en el área de estudio, cuyos resultados se muestran a continuación. Estos resultados son únicamente de una área en estudio que comprende las siguientes coordenadas N 2100, E 1500 y E 2500, que se muestra en la figura II A con la finalidad de realizar el estudio del drenaje pluvial del complejo petroquímico Morelos, el área comprende las zonas más críticas con respecto a las instalaciones de drenaje pluvial.

El estudio se basa en la exploración del subsuelo y en diferentes pruebas de laboratorio, como las siguientes.

- 1.- Exploración y muestreo
- 2.- Pruebas de laboratorio
- 3.- Estratigrafía y propiedades

1.- Exploración y muestreo.

La exploración del subsuelo se realizó con 12 sondeos los cuales se muestran en la figura II A. Estos 12 sondeos fueron de 2 tipos:

- a) Seis de penetración estándar
- b) Seis de tipo mixto

A).- Penetración estándar.

En esta prueba se obtuvieron muestras alteradas representativas en

las cuales se midió la resistencia a la penetración.

B).- Mixto.

Por medio de una combinación del procedimiento de penetración estándar con el muestreo inalterado, empleando, el doble barril denison, o tubo de pared delgado shelby, hincado a presión biselado y dentado accionado a rotación.

2.- Pruebas de laboratorio.

A las muestras que se ensayaron en el laboratorio se les aplicaron sus respectivas pruebas para determinar;

- a).- Clasificación de acuerdo al sistema unificado de clasificación de sue los. (SUCS)
- b).- Contenido de agua, (W)
- c).- Límites de consistencia líquido (WL), y plástico (WP).
- d).- Composición granulométrica y porcentaje de partículas finas (fracción que pasó la malla No. 200)

PARA LAS MUESTRAS INALTERADAS

- e).- Resistencia en compresión no confinada, (q_u)
- f).- Resistencia al corte en compresión triaxial no consolidada no drenada.
(c o)
- g).- Compresibilidad en consolidación unidimensional

h).- Peso específico relativo. (ss)

La variación con la profundidad de las propiedades de a), d), e), y h) se presentan en las tablas II A.

Los diagramas de Mohr correspondientes a la resistencia al corte en compresión triaxial se muestran en las figuras II B, II C, II D, II E,

Nota: Por tratarse de doce sondeos y de ocho pruebas de laboratorio, solo se muestran los resultados de tres sondeos y de tres pruebas de compresión triaxial.

3.- ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES

Con el apoyo de los perfiles correspondientes a cada uno de los sondeos, los cuales se muestran en la tabla II A, así como de dos perfiles longitudinales, que se muestran en las figuras II F, IIG., y las propiedades del suelo, se obtuvieron los siguientes resultados.

Propiedades del subsuelo.

La capa de suelo vegetal tiene un espesor de 1 M, aproximadamente, - en esta capa de suelo vegetal se encuentran tres estratos principalmente.

Las elevaciones del horizonte superior y espesores se pueden observar en la siguiente tabla.

SP - 4162	24.4	6.0	18.4	15.2	3.2	9.3
4163	33.1	2.4	30.7	14.0	16.7	19.3
4164	19.5	1.2	18.3	11.8	6.5	11.9
4165	28.2	5.6	22.6	16.6	6.0	3.0
4166	28.3	6.6	21.7	12.5	9.2	6.3
4167	27.4	6.6	20.8	8.6	12.2	19.2
SW - 4168	32.9	6.5	26.4	16.7	9.7	4.6
4169	30.9	4.3	26.6	18.6	8.0	3.5
4170	14.1	2.0	12.1	13.5	1.4	7.2
4171	35.5	3.8	31.7	18.6	13.1	5.7
4172	31.8	4.6	27.2	15.4	8.8	10.0
4173	22.5	0.6	21.9	4.6	17.3	21.6

ESTRATO I

Arcilla de alta plasticidad CH, con arena fina, de consistencia media a firme color anaranjado con manchas y capas aisladas de colores amarillo, café claro y gris. Tiene lentes y capas de suelos limo-arenosos y arenosos limosos.

PROPIEDADES.

Ej: 0.6 a 6.6 mts.

+N: 5 a 19 golpes

W : 20 a 43 %

WL: 53 a 75 %

WP: 22 a 31 %

F : 60 a 90 %

SS: 2.62 a 2.73

+N: Resistencia a la penetración número de golpes en 30 cm. de avance.

e : 0.75 a 1.2
 q : 1.75 a 1.73 ton/m³
 qu: 6.8 a 36.6 ton/m²

ESTRATO II

Arcilla de plasticidad media a alta CL Y CH, con arena fina. Contiene capas intercaladas de suelos limo-arenosos y areno-limosos de color café claro y café amarillento, con manchas rojizas y anaranjadas. La consistencia de la arcilla aumenta con la profundidad, el estrato II se clasifica en tres partes que son:

ESTRATO 2 a.

PROPIEDADES

HS:	12.1	a	31.7 mts.	F:	65	a	95 %
E :	3.0	a	12.5 mts.	SS:	2.57	a.	2.70
N :	4	a	21 golpes	e:	0.65	a	1.31
W :	28	a	56 golpes	q:	1.70	a	2.00
WL:	41	a	68 %	qu:	4.9	a	18.9 ton/m ²
WP:	21	a	37 %	+CQ:	8.5	a	15.6 ton/m ²

Se concluye en base a los resultados de los ensayos de consolidación unidimensional de los especímenes inalterados que el estrato es de baja compresibilidad.

ESTRATO 2 b.

HS:	8.2	a	23.7 mts.
E :	0.9	a	10.5 "
N :	16	a	46 golpes
W :	25	a	51 %
WL:	40	a	67 %

WP: 25 a 32 %
 F : 58 a 93 %
 SS: 2.58 a 2.69
 e : 0.92 a 1.38
 γ : 1.67 a 1.85 ton/m³
 qu: 10.2 a 23.9 ton/m²
 CQ: 6.8 a 12.4 ton/m²

El estrato 2b no se detectó en los sondeos 4163, 4168, 4170 y 4173, por lo tanto se concluye que el estrato 2b es de baja compresibilidad.

ESTRATO 2.c.

Arcilla muy dura, CL, color café claro, con arena, fina, fósiles marinos aislados y lentes intercalados de suelo limo-arenosos y areno-limosos. Contiene carbonato de calcio el cual le da cementación.

PROPIEDADES:

HS: 41.1 a 18.5
 E : 1.5 a 7.9 mts.
 N ; mayor que 50 golpes
 W_i: 25 a 12 %
 WL: 37 a 56 %
 WP: 23 a 39 %
 F : 55 a 93 %
 SS: 2.58 a 2.67
 e : 0.66 a 0.98
 γ : 1.71 a 2.02 ton/m²
 qu: 10.0 a 117.0 ton/m². (afectación de fisuras).
 CQ: 9.0 a 61.0 ton/m².

El estrato 2 c. no se encontró en el sondeo número 4173

ESTRATO 3.

Suelos arcillosos y limosos muy duros, de color gris, con arena fina Fósiles Marinos, fuertemente cementados con carbonato de calcio, existiendo lentes aislados de lutitas y areniscas.

PROPIEDADES.

HS:	1.4	a	17.3	mts.
E :	mínimo explorado de 3.0 mts., en el sondeo número 4165 y máximo 21.6 en el sondeo número 4173.			
N :	mayor de 50 golpes			
W :	20	a	37	%
WL:	36	a	65	%
WP:	21	a	34	%
F :	60	a	99	%
SS:	2.60	a	2.68	
e :	0.67	a	0.93	
γ :	1.78	a	1.98	ton/m ³
qu:	11.8	a	291.0	ton/m ² .
CQ:	24.5	a	100.0	ton/m ² .

ESTRATO 4.

Explorado: en sondeo número 4173, y por otros sondeos correspondientes a otros estudios, está compuesto por arena arcillosa, SC, de color gris verdoso, muy compacta y cementada con carbonato de calcio, conteniendo Fósiles Marinos y una pequeña cantidad de grava fina, contenido de agua medio de 23 % y relación de vacíos (e) de 0.7 peso volumétrico (δ) de 1.9 ton/m³.

El nivel freático varía en función de la topografía, pero por medio

de los estudios correspondientes se encontró entre las profundidades de -
1.95 M. en el sondeo número 4162.

Respecto al banco de referencia, ese nivel se define entre 11.9 y -
26.8 M.

Estos valores pueden estar afectados por lodos bentónicos en las -
perforaciones o por las corrientes subalveas locales.

En las áreas de corte se encontrarán los estratos 1 en la parte Nor-
te y 2 a en la Sur, el estrato 2 c se encontrará en profundidades de 7 y -
12 m.

En la tabla II A. se encuentran los resultados de los diferentes N.F.
En cada uno de los sondeos.

HS = Profundidad total de exploración

E = Profundidad mínima explorada

+N = Resistencia a la penetración número de golpes en 30 cm de avance

W = Contenido de agua

WL = Límite de consistencia líquida

WP = Límite de consistencia plástica

F = Porcentaje

SS = Peso específico relativo de sólidos

e = relación de vacíos

d' = peso volumétrico

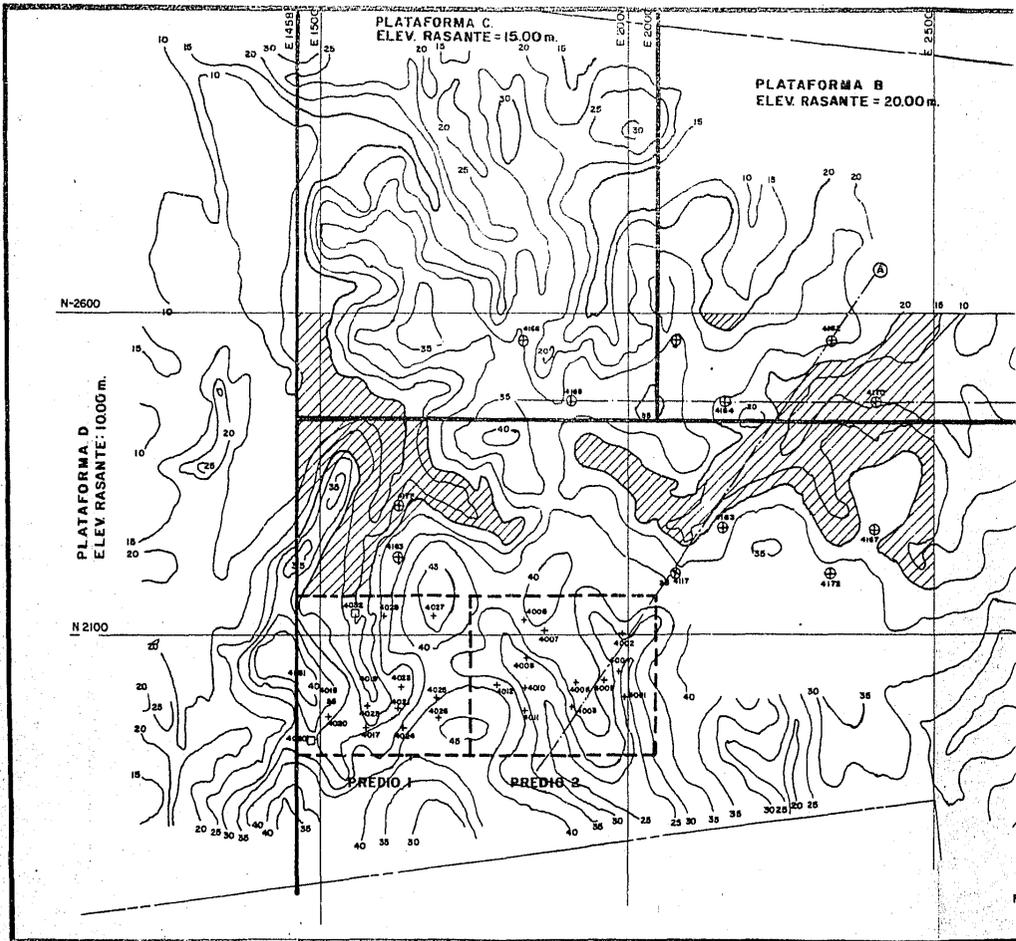
qu = resistencia a la compresión simple

cq = resistencia al corte en compresión triaxial

NIVEL FREATICO

SONDEO	COORDENADAS		ELEVACION DEL BROCAL (m)	LONGITUD (m)	PROFUNDIDAD DE N.F. (m)
	N (m)	E (m)			
SP- 4162	2550	2320	24.36	0.52	10.50
4163	2220	1620	33.10	35.70	9.80
4164	2455	2155	19.45	24.85	1.95
4165	2265	2155	28.16	25.15	9.30
4166	2550	1825	28.32	25.40	9.85
4167	2265	2405	27.42	34.35	6.60
SM- 4168	2455	1905	32.85	27.70	9.30
4169	2550	2075	30.93	26.35	9.90
4170	2455	2405	14.12	22.65	2.20
4171	2195	2075	35.54	28.05	8.75
4172	2195	2330	31.78	33.00	7.60
4173	2300	1620	22.46	33.03	5.50

TABLA 2 A.



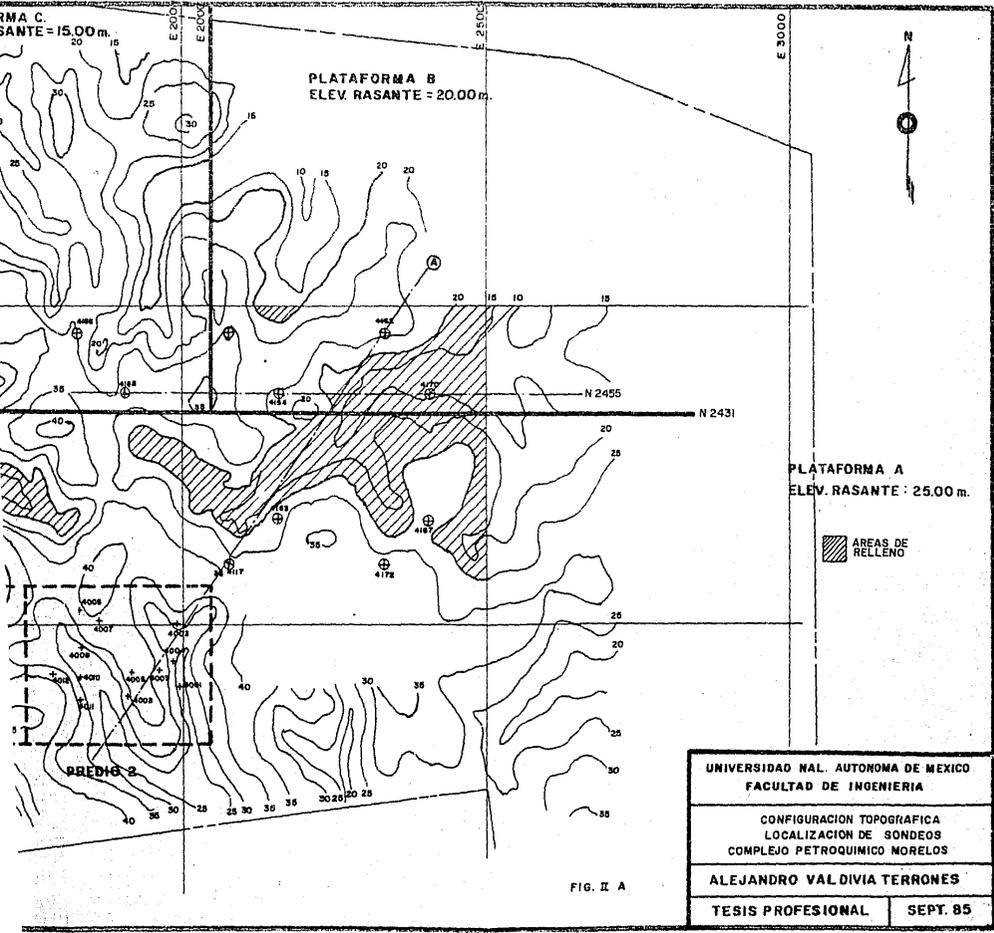


FIG. II A

Sondeo: SM-4168 ; Profundidad: 10.49 m

Prueba de compresión triaxial:
no consolidada - no drenada (UU)

Prueba	σ_{33} kg/cm ²	σ_1 kg/cm ²	ϵ %	E kg/cm ²	σ_3	σ_1	σ_1	W_1 %	W_f %	a_1 %	a_f %
1	1.0	2.71	8.99	233	2.61	1.30	-	49.0	-	98	-
2	2.0	4.01	8.08	311	2.61	1.31	-	50.0	-	100	-
3	4.0	6.09	10.26	230	2.61	1.32	-	49.6	-	98	-

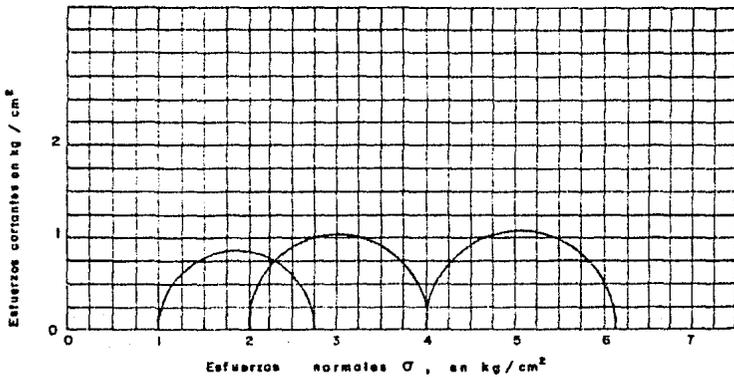


FIG.-II B

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
DIAGRAMA DE MOHR	
ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES	
TESIS PROFESIONAL	SEP.-85

Sondeo: SM-4168 ; Profundidad: 11.73 m

Prueba de compresión triaxial:
no consolidada - no drenada (UU)

Probeta	σ_{III} Kg/cm ²	σ_z Kg/cm ²	E %	E Kg/cm ²	σ_u	σ_1	σ_f	W _l %	W _p %	G _l %	G _p %
1	1.0	3.16	8.25	186	2.62	1.27	-	49.2	-	100	-
2	2.0	4.30	11.27	229	2.62	1.28	-	49.4	-	100	-
3	4.0	6.79	8.37	307	2.62	1.27	-	48.8	-	100	-

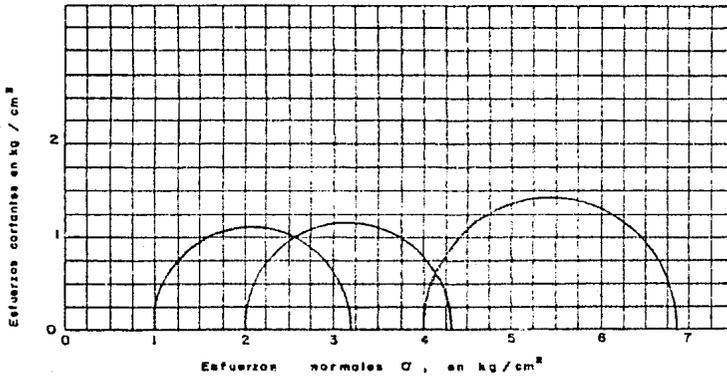


FIG.- II C

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

DIAGRAMA DE MOHR

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEP-85

Sondeo: SM-4168 ; Profundidad: 13.34 m

Prueba de compresión triaxial:
no consolidada - no drenada (UU)

Próbalo	σ_{ax} Kg/cm ²	σ_z Kg/cm ²	E _i %	E Kg/cm ²	S _g	σ_i	σ_f	W _i %	W _f %	G _i %	G _f %
1	1.0	2.91	3.83	186	2.61	1.21	-	46.6	-	100	-
2	2.0	3.94	4.95	244	2.61	1.26	-	47.0	-	97	-
3	4.0	6.10	9.39	398	2.61	1.21	-	47.4	-	100	-

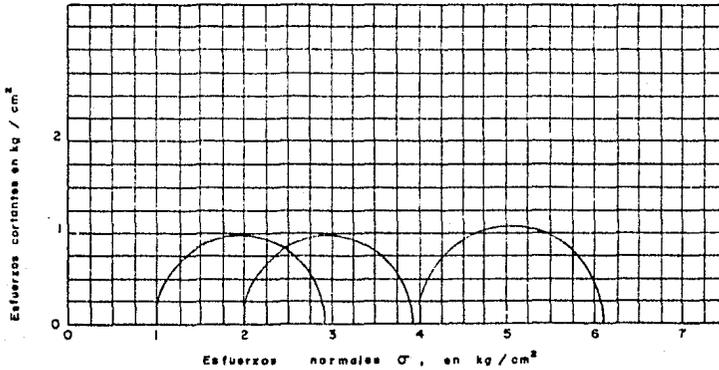


FIG.-II D

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

DIAGRAMA DE MOHR

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEP-85

SONDEO	PROF. (m)	S_u	W_L (%)	e	U_L (%)
SM-4168	14.65	2.65	47.8	1.271	100

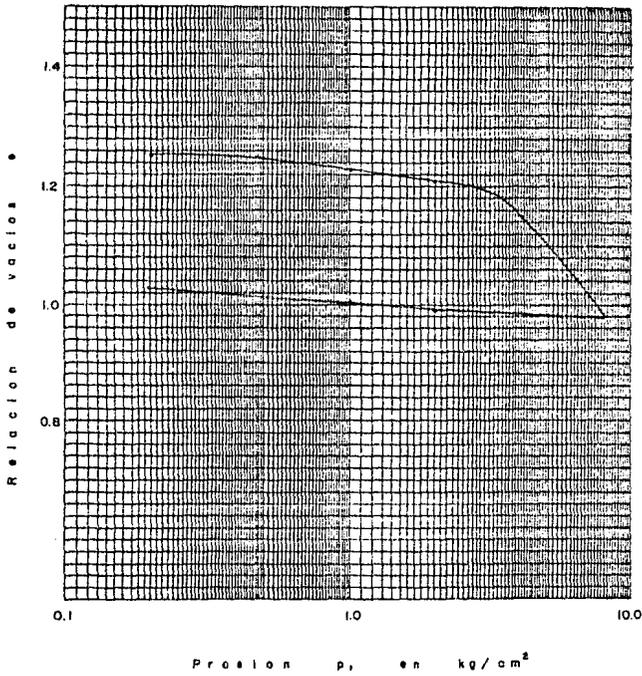


FIG.- II E

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

CURVA DE COMPRESIBILIDAD

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEP.-85

2.3.- HIDROLOGIA

Los datos obtenidos en las estaciones climatológicas son:

Temperatura

Máxima	42°C
Mínima	11.8°C
Máxima promedio	38.6°C
Mínima promedio	13.8°C
Promedio del mes más frío	10°C
Promedio del mes más calurosos	30°C
Bulbo húmedo promedio	27.8°C.

Humedad

Máxima	95%
Mínima	50%
Media Mensual	82%

Tormentas Eléctricas

ENERO	0	JULIO	2
FEBRERO	0	AGOSTO	2
MARZO	0	SEPTIEMBRE	2
ABRIL	1	OCTUBRE	1
MAYO	1	NOVIEMBRE	0
JUNIO	2	DICIEMBRE	0

PRECIPITACION PLUVIAL

Horaria máxima	80 mm.
Máxima en 24 horas	280 mm.
Anual media	3241 mm.

VIENTO

Dirección vientos reinantes de NE a SW,
 Dirección vientos dominantes de Norte a Sur
 Velocidad Media Máxima diseño
 10 Km/hr. 200Km/hr. 240 Km/hr.

ATMOSFERA

Presión Atmosférica 750 mm. Hg.

Contaminantes NaCo, SO₂, SO₃

ELEVACION

S.N.M. (sobre el nivel del Mar) 15 metros.

CAPITULO III

SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

3.1.- ALCANTARILLADO

Definición: Recibe el nombre de alcantarillado el conjunto de ductos que generalmente son subterráneos y que por medio de los cuales es posible captar conducir y desalojar, los diferentes tipos de aguas que de alguna manera causan problemas a una población, Ciudad o Zona Industrial.

3.2.- TIPOS DE SISTEMAS EN UNA RED ALCANTARILLADO

En redes de alcantarillado existen normalmente dos tipos de sistemas de alcantarillado, el sistema separado y el sistema combinado.

El sistema separado de alcantarillado tiene como objetivo principal la recolección de aguas negras o las aguas provenientes de la precipitación pluvial, exclusivamente.

El sistema combinado como su nombre lo indica tiene como objeto la recolección al mismo tiempo de las aguas negras y de las aguas provenientes de la precipitación pluvial.

3.3.- REQUISITOS NECESARIOS QUE DEBE DE SATISFACER UNA RED DE ALCANTARILLADO.

3.3.1.- Resistencia suficiente en la construcción y operación. Cualquier red de alcantarillado o sistema de drenaje, debe tener una estructura que pueda resistir fácilmente los esfuerzos a los cuales va a estar expuesta dicha red, los factores que se toman en cuenta para elegir el tipo de ducto óptimo son los siguientes: cargas internas y cargas externas. En las cargas internas principalmente las fluctuaciones del gasto los cuales determinan el funcionamiento de los conductos, es decir tubo lleno o como

canal abierto. En las cargas externas son considerados el empuje de tierras, las cargas muertas y las cargas vivas sobre los conductos y la resistencia del suelo.

3.3.2.- Localización adecuada.

Para poder realizar una localización en una red de alcantarillado para una Zona Industrial como en este caso o para una Zona habitacional es necesario basarse principalmente en la topografía del lugar así como en los conceptos de Urbanización y tratar de evitar grandes profundidades en el tendido de la red por que esto aumenta el costo, además se debe de tener una buena coordinación, con los datos de proyecto de tubería para las plantas así como de los servicios auxiliares para cada una de las plantas.

Debe tratar de evitarse, que existan cruces al mismo nivel con el drenaje de aceite, drenaje químico, ductos telefónicos, ductos de alta tensión, etc. Es por eso que debe de existir una buena coordinación con los diferentes conceptos que comprende la Urbanización.

Es necesario aclarar que siempre debe tratarse de seguir la pendiente de terreno, ya que esto facilita el drenaje superficial y a la vez evita que la tubería se profundice.

3.3.3.- Seguridad de Eliminación.

Por medio de conductos normalmente cerrados (tubos), debe de llevarse a cabo la eliminación de las aguas, producto de la precipitación pluvial, así como de las aguas sanitarias (Negras y Jabonosas), esto es con el fin de no causar problemas con los desechos químicos, así como para evitar el mal olor de las aguas sucias, esta eliminación debe tratar de realizarse lo más rápido posible del área que se va a drenar.

Dentro de la seguridad de eliminación se deben de cumplir ciertos re

quisitos como :

a).- Velocidad.

b).- Impermeabilidad

c).- Ventilación.

a).- Velocidad.

Normalmente en una red de alcantarillado los conductos, es decir la tubería para drenaje se debe de proyectar para trabajar como canales abiertos y no como tubería a presión, esto no indica que en algunas ocasiones se comporte como tubería a presión.

En una red de alcantarillado que está basada principalmente para trabajar en el desalojo de la precipitación pluvial son necesarias velocidades mayores a las empleadas en las aguas negras. Esto es debido al escurrimiento superficial el cual arrastra Arenas, desperdicios, etc.

La velocidad mínima necesaria para evitar la sedimentación de las materias sólidas en suspensión dentro de la red de alcantarillado debe de ser de 0.60 m/seg. pero cuando la red está diseñada para el desalojo de la precipitación pluvial la velocidad mínima necesaria debe de ser de 0.75 m/seg. Se debe tratar de evitar que la capacidad de las tuberías para la eliminación de las aguas pluviales no se exceda.

Como se mencionaba en el punto anterior debido a la topografía o a los requisitos de proyecto, en algunas ocasiones resulta que el área a drenar está muy plana y no es posible tener la pendiente mínima, entonces se recurre a utilizar tubería de mayores dimensiones debido a que pueden utilizarse con pendientes bajas, aun que algunas veces no sea posible tener la pendiente mínima, si es necesario llenar el requisito de la velocidad mínima.

b).- Impermeabilidad.

Siempre que se tengan que conducir aguas negras y jabonosas, y - - aguas pluviales así como desechos industriales, debe de existir im permeabilidad en dicha conducción para evitar una posible contami nación de los lugares por los cuales pasa. Un gran error que se co metía con anterioridad era el de colocar juntaa la red de alcanta- rillado y la red de abastecimiento de agua potable, por que muchas veces no existía una buena impermeabilidad entre una y otra red lo que provocaba se contaminara la red de abastecimiento de agua pot able. Los factores utilizados se aplican para tener una buena imper meabilidad en la red, son el seleccionamiento adecuado del tipo de tubería, es decir que en función del material de desecho se pueden escoger los siguientes tipos:

- | | |
|---------------------|--|
| - Acero | - Fibra de vidrio |
| - Asbesto cemento | - Resina epóxica |
| - Barro vitrificado | - Tubo metálico con recubrimiento especial a resinas fenólicas |
| - Concreto | - Tubos metálicos con porcelanizado interior. |
| - Concreto armado | |

Dentro del punto de impermeabilidad de la red, se toma en cuenta la infiltración del agua, y para el cálculo de la infiltración se toma en - cuenta el tipo de suelo, diámetro de la tubería, tipo de tubería, profun- didad del manto freático, etc.

c).- Ventilación.

Por medio de los orificios que contienen las tapas de los registros de visita, así como las cajas de limpieza, es necesario eliminar los gases corrosivos y explosivos los cuales son producto de la descomposición de la materia orgánica ya sea de las aguas sanitarias (negras y jabonosas) o de

los desechos Industriales.

3.3.4.- FACILIDAD EN LA INSPECCION Y LIMPIEZA.

Por medio de la experiencia se ha comprobado que aún cuando se realiza el cálculo de la red eficientemente no se puede evitar la sedimentación de partículas sólidas en suspensión que arrastran las aguas, además de las materias sólidas que se encuentran en las áreas superficiales las cuales - también tienden a sedimentarse, aún cuando la velocidad es superior a las - velocidades mínimas requeridas por norma para el buen funcionamiento de la red.

Debido a que los cuerpos en suspensión y flotación se adhieren a las paredes y al fondo de los conductos, se producen obstrucciones, las cuales disminuyen el buen funcionamiento de la red.

Por lo tanto son necesarias las obras complementarias, que sirvan para dar limpieza e inspección a la red.

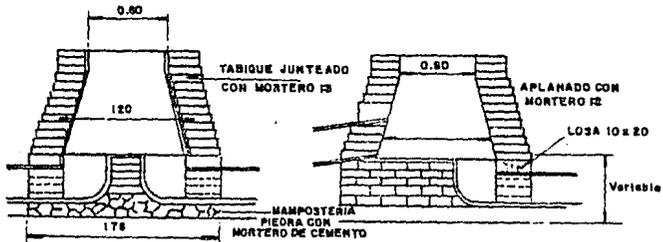
Estas obras complementarias deben de cumplir con los requisitos que establecen las normas.

Como son:

- Suficiente amplitud para el acceso de personas.
- Generalmente estas obras complementarias deben localizarse en los cambios de pendiente, cambio de diámetro, cruceros, etc.

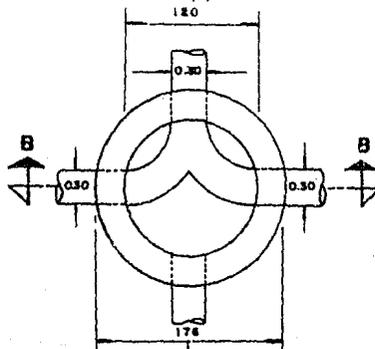
POZO DE VISITA TIPO PARA ZONAS HABITACIONALES

POZO "B"



CORTE B-B

CORTE C-C



PLANTA

NOTA.
EL POZO TIPO "B"
SE USARA PARA
PROFUNDIDADES
MENORES DE 250m.

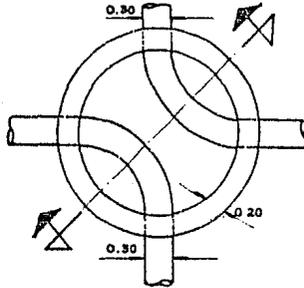
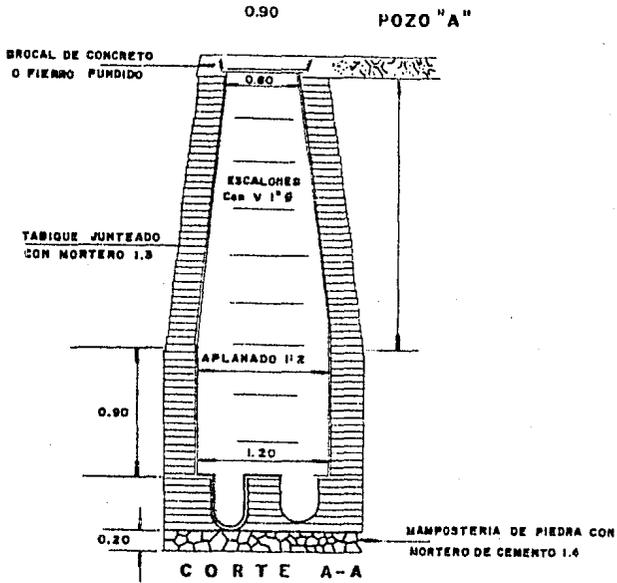
UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

POZO DE VISITA

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85



NOTA
EL POZO TIPO "A" SE USARA
PARA PROFUNDIDADES MAYORES
DE 2.60

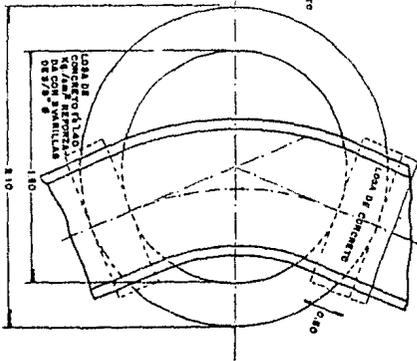
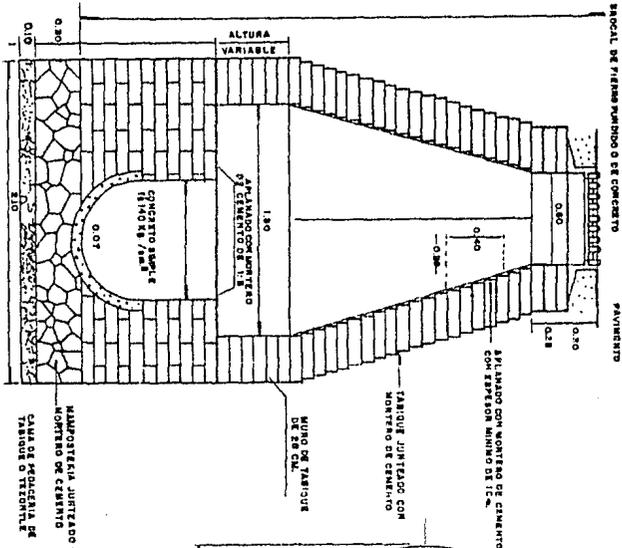
UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

POZO DE VISITA

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85



MANIPOSTERIA JUNTADO CON MORTERO DE CEMENTO
 CANAL DE ESCUELA DE TANQUE O TERCENTE

DATA	A	B	C	D	E
078	0.81	2.25	1.10	1.20	1.20
081	1.07	2.25	1.30	1.20	2.00
107	1.24	2.00	1.30	2.00	2.00

NOTA:
 ACOPLACIONES EN METROS

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

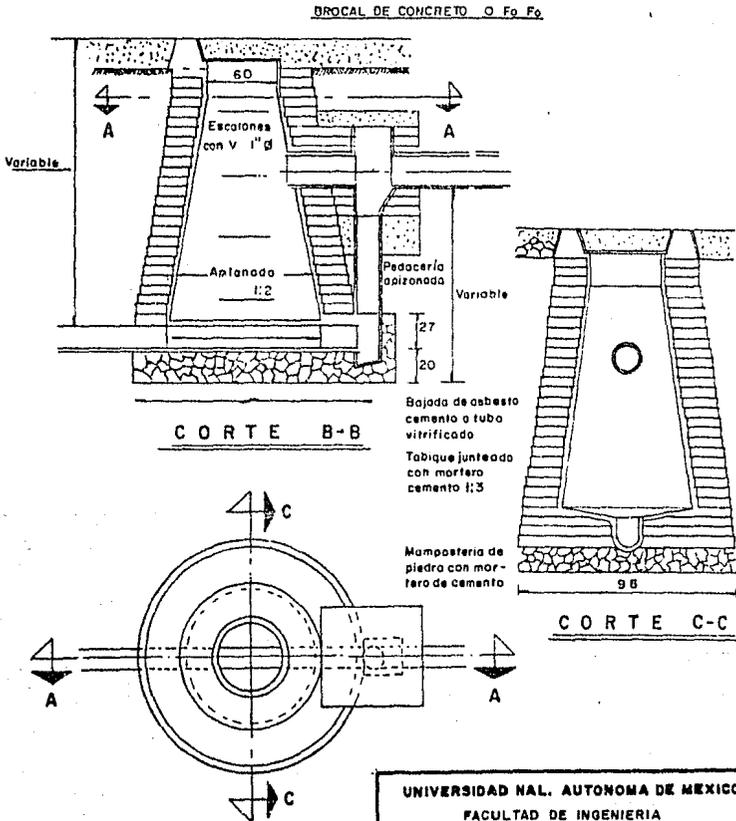
ALCANTARILLADO
 POZO DE VISITA ESPECIAL

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85

CAIDA TIPO SOBRE ATARJEA EN AREAS HABITACIONALES PARA
 PROFUNDIDAD HASTA DE 20.00 m.



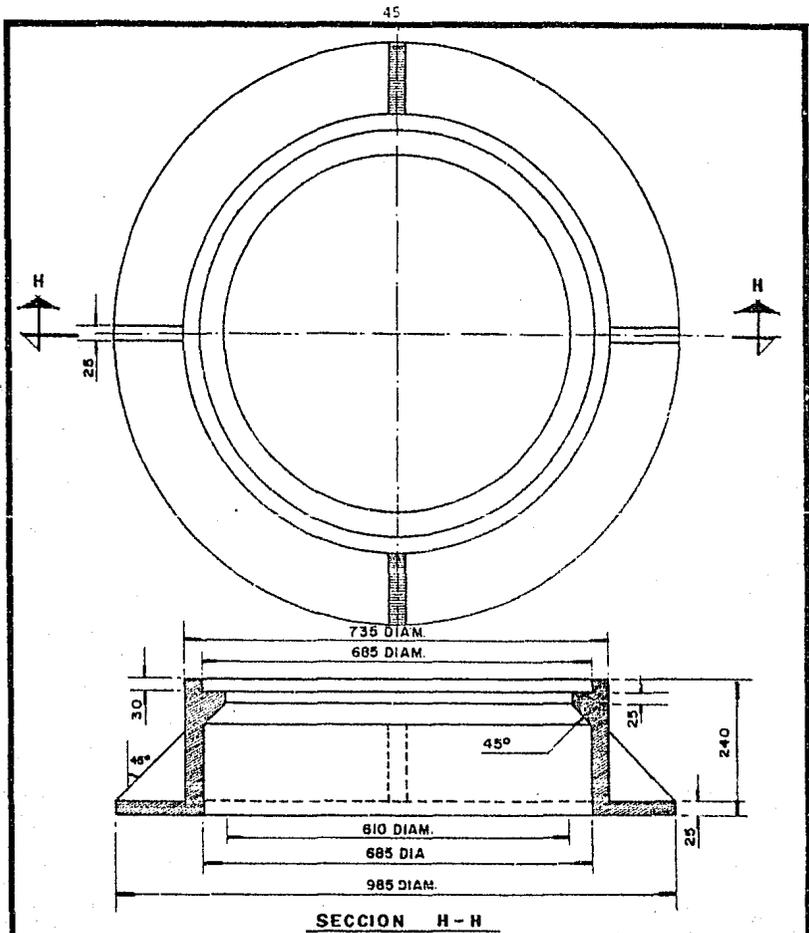
UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

CAIDA TIPO

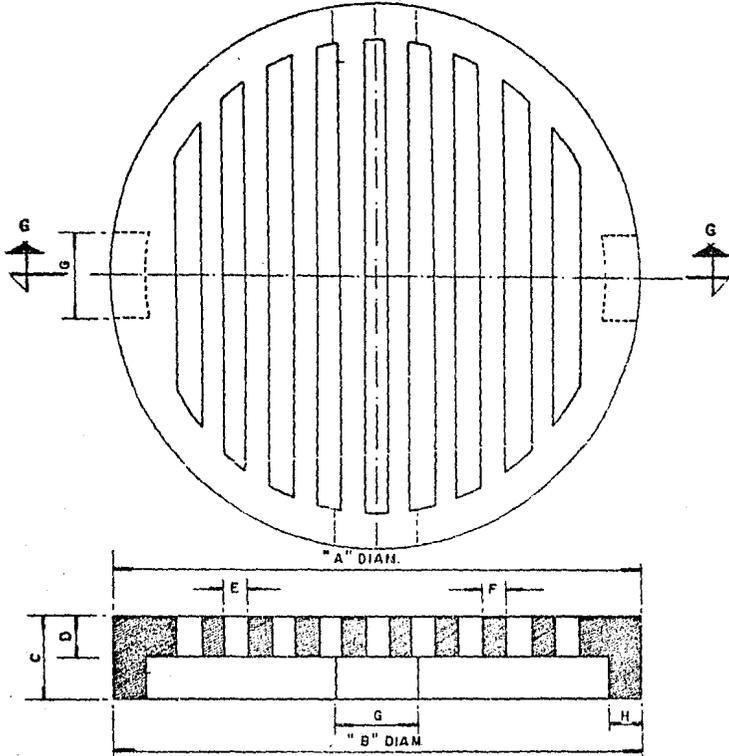
ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85



UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE INGENIERIA	
MARCO PARA REGISTROS DE TABIQUE	
ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES	
TESIS PROFESIONAL	SEPT. 85



SECCION G-G

DIAM TUBO	A	B	C	D	E	F	G	H
203mm. 8 pulg.	248	222	57	19	9	11	19	19
254 " 10 "	305	280	60	23	13	14	50	4
305 " 12 "	365	330	63	25	13	16	5	4

REJILLA PARA ACOPLARSE EN CAMPANAS DE TUBO DE BARRO CONCRETO SIMPLE Y ARMADO FIERRO FUNDIDO Y ASBESTO CEMENTO.

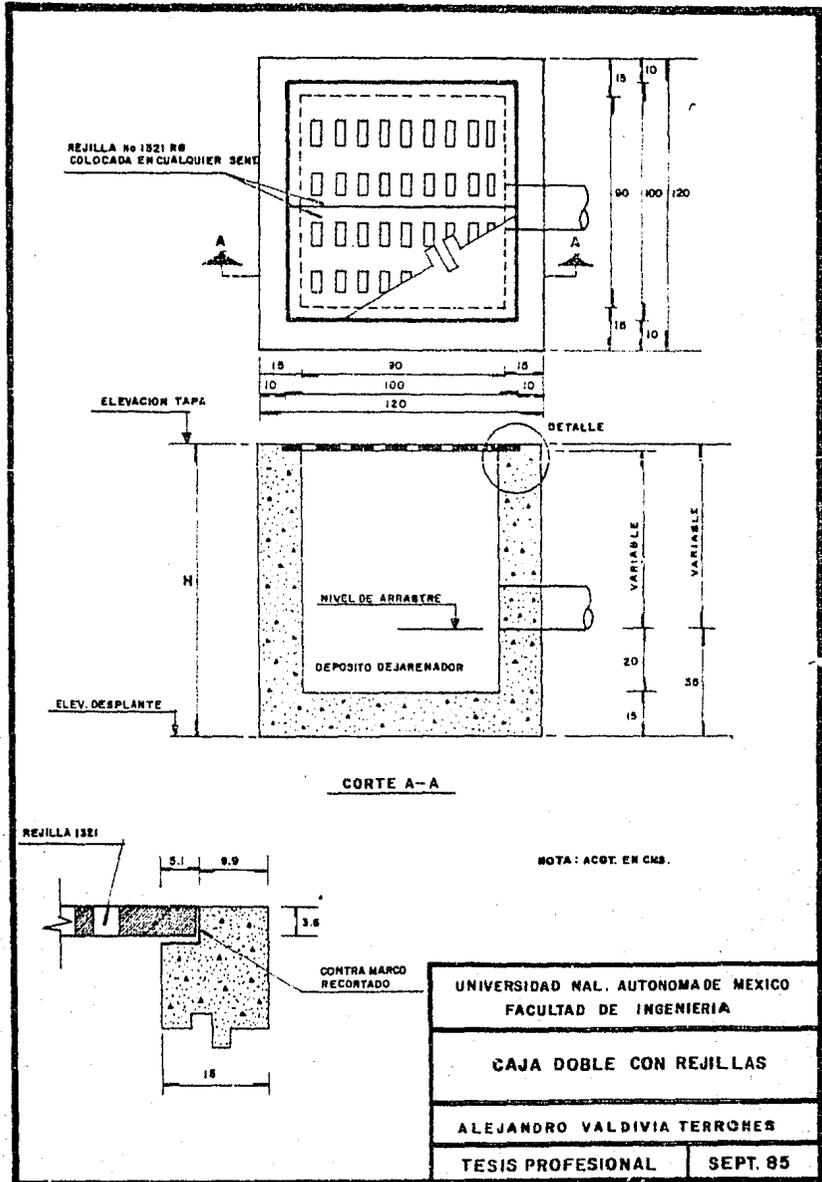
UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

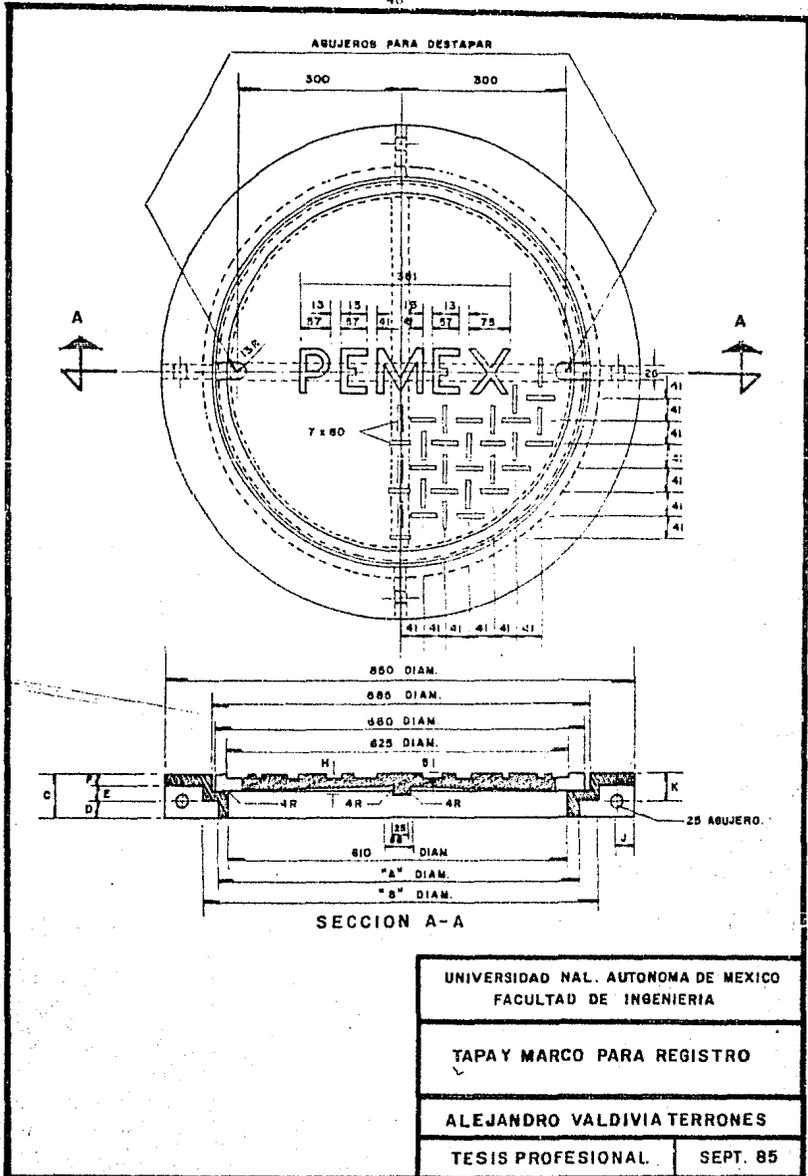
REJILLA DE ACOPLAMIENTO

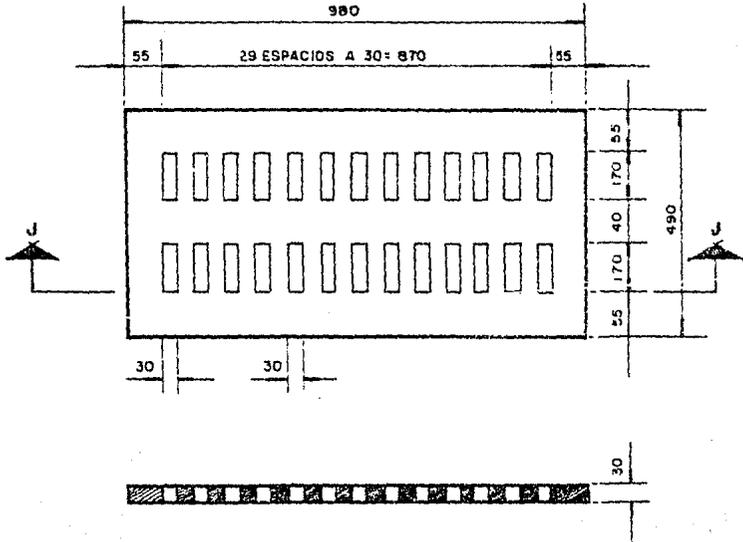
ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85







SECCION J-J

REVILLA No. 1321-RG
 SE PUEDEN INSTALAR UNA O VARIAS
 PESO APROX. 70 KG.

Acotaciones en mm.

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

REVILLA PARA COLADERA

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85

3.4.- CLASIFICACION DE DRENAJES EN ZONAS INDUSTRIALES.

Los drenajes en zonas industriales se clasifican en la siguiente manera:

- 1).- Por servicio
- 2).- Por áreas
- 3).- Por identificación

1).- Por servicio se clasifica en:

- a) - Drenaje aceitoso
- b) - Drenaje químico
- c) - Drenaje pluvial
- d) - Drenaje Sanitario

DRENAJE ACEITOSO: Es aquel que colecta conduce y desaloja las aguas no corrosivas que están contaminadas con hidrocarburos.

DRENAJE QUIMICO: Es el conjunto de ductos que sirven para coleccionar conducir y desalojar el agua en áreas donde se trabaja con productos ácidos, alcalinos, corrosivos, tóxicos en proporciones que pudiesen afectar el material de construcción utilizado en otros tipos de drenaje.

DRENAJE PLUVIAL: Es aquel que colecta conduce y desaloja las aguas producto de la precipitación de las calles y áreas pavimentadas, así también como las aguas que no están contaminadas.

DRENAJE SANITARIO: Se utiliza para desalojar las aguas negras y las aguas jabonosas.

2).- POR AREAS.

En función de los requisitos particulares de cada una de las diferentes áreas, dentro de una zona industrial se podrían encontrar las siguientes áreas.

- a) - Proceso
- b) - Carga y descarga
- c) - Almacenamiento
- d) - Torres de enfriamiento
- e) - Talleres
- f) - Central de bomberos
- g) - Calderas y tratamiento de agua
- h) - Laboratorios
- i) - Pasos inferiores de tuberías y trincheras
- j) - Zonas habitacionales
- k) - Estaciones de compresión y generación eléctrica
- l) - Subestaciones eléctricas
- m) - Edificios Administrativos
- n) - Estacionamiento y vías de acceso
- o) - Quemadores de campo
- p) - Libres y taludes.

DRENAJES EN AREAS DE PROCESO

En función de las necesidades de las áreas de proceso se tendrán - - tres tipos de drenaje que son los siguientes:

- Drenaje químico
- Drenaje aceitoso
- Drenaje sanitario

DRENAJE EN AREAS DE CARGA Y DESCARGA.

También reciben el nombre de lleraderas y descargadoras de autos-tanque, cuando se trate de llenaderas de gases licuados no drenables el área contará con el drenaje pluvial solamente, cuando se trate de otros productos el área contará con drenaje aceitoso y drenaje químico.

DRENAJE EN AREAS DE ALMACENAMIENTO.

Estas áreas deben de cumplir con el requisito de drenaje doble ya sea pluvial-químico o pluvial-aceitoso.

DRENAJE EN TORRES DE ENFRIAMIENTO.

Debido al servicio que prestan las torres de enfriamiento a las plantas de proceso, existen purgas. Las cuales por medio de válvulas son conducidos al drenaje pluvial o en su defecto al drenaje aceitoso, es por eso que en el área de torres de enfriamiento se cuenta con dos drenajes el aceitoso y el pluvial.

DRENAJE EN AREAS DE TALLERES

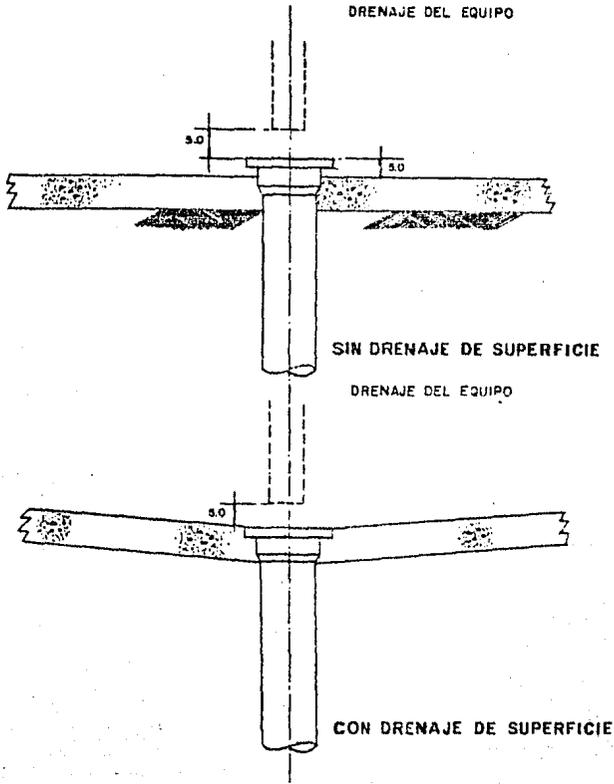
El área de talleres contará con los drenajes pluvial, sanitario y aceitoso.

DRENAJE EN AREA DE CENTRALES DE BOMBEO.

Esta área contará con drenaje pluvial, sanitario, aceitoso y químico.

DRENAJE EN PASOS INFERIORES DE TUBERIA Y TRINCHERAS.

Solamente contará con drenaje aceitoso.

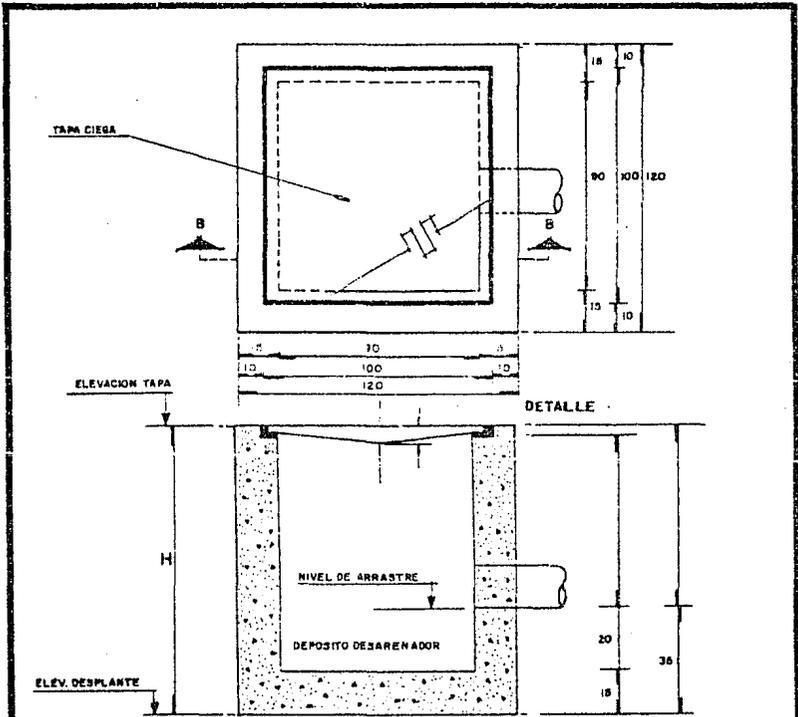


UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

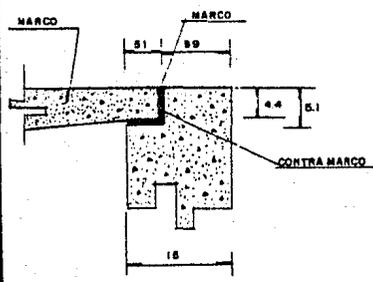
CAMPANA DE DRENAJE ACÉITOSO

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL | SEPT. 85

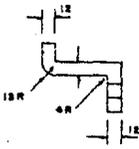


CORTE B-B

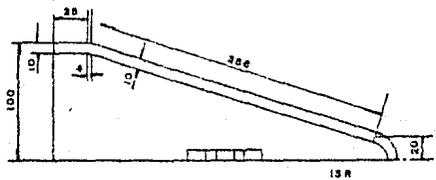
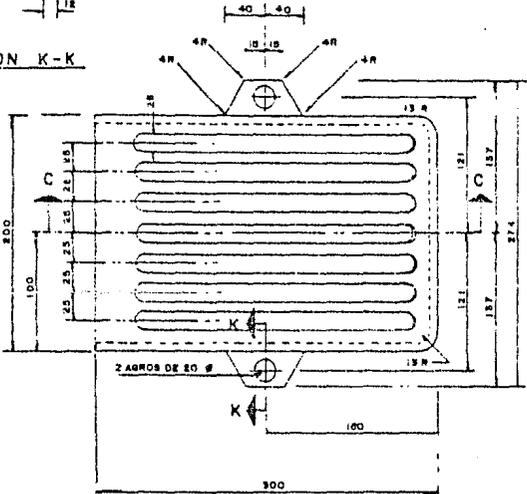


NOTA: ACOT EN CMS.

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CAJA DOBLE CON TAPA CIEGA	
ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES	
TESIS PROFESIONAL	SEPT. 85



SECCION K-K



SECCION C-C

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO	
FACULTAD DE INGENIERIA	
COLADERA PARA TUBO	
ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES	
TESIS PROFESIONAL	SEPT. 83

DRENAJE EN AREA DE ESTACIONES DE COMPRESION Y GENERACION ELECTRICA.

Debido a las necesidades de esta zona se contará con drenaje aceitoso y sanitario.

3)- IDENTIFICACION:

Por medio del siguiente código de colores se identifican las tuberías de drenaje, con este código de colores se pintan los brocales de registros y pozos de visita, sobre los cuales se pintan las iniciales del tipo de drenaje del que se trate.

DRENAJE	COLOR	SIMBOLO
Aceitoso	Café	A
Químico	Anaranjado	Q
Pluvial	Azul	P
Sanitario	Negro	S

3.5.- ATARJEAS Y COLECTORES

En función de la topografía y de la localización de los sub-colectores, colectores, sitio de vertido, urbanización de la Población y en este caso en la disposición de las plantas Industriales se pueden utilizar diferentes tipos óptimos de formas en las atarjeas como en los colectores.

1) MODELOS DE CONFIGURACION EN ATARJEAS

- a).- Peine
- b).- Doble peine
- c).- Bayoneta
- d).- Ramificados

2) MODELOS DE CONFIGURACION EN COLECTORES

- a).- Disposición en cuenca
- b).- Disposición en abanico
- c).- Disposición en perpendicular
- d).- Disposición en paralelo
- e).- Disposición radial

a).- PEINE: Como se muestra en la figura III.1 a el colector recibe las aportaciones de las atarjeas por un único lado. La forma llamada de peine se recomienda utilizar en lugares donde es necesario un rápido desalojo de las aguas y en zonas con poca pendiente así como en lugares donde existe una cuenca lateral. Las aguas por medio de las atarjeas llegan a un colector que las transporta al emisor, para que por medio del emisor sean enviadas al sitio de desfoque.

b).- DOBLE PEINE.- Esta forma se refiere a que el colector es alimenta-

do por dos lados, como se muestra en la figura III 1.b, este tipo se utiliza normalmente cuando la cuenca va al centro del área en proyecto.

- c).- **BAYONETA**:- Esta forma se muestra en la figura III, 1,c, y es el tipo más usual en los sistemas de alcantarillado, por que las atarjeas van cambiando de dirección en cada cruce, con la finalidad de disminuir la velocidad, ayuda mucho a evitar los azolves.
- d).- **RAMIFICADOS**:- Esta forma es en la que los ramales parten del extremo del área por drenar, basándose en los puntos más convenientes de la topografía de la zona, el colector recibirá las aportaciones de los ramales y sub-ramales, este tipo puede verse claramente en figura III 1. d.
- 2).- **COLECTORES**: Tienen como objetivo la conducción apropiada de las aguas recolectadas por sus respectivos tributarios las formas de los colectores estarán en función de las condiciones topográficas de la zona; las formas que pueden tener los colectores se han clasificado de la siguiente manera:
- a).- **DISPOSICION EN CUENCA**:- Los colectores tienden normalmente a buscar las partes bajas del terreno y estas formas son utilizadas en zonas donde existen cuencas, ríos con sus respectivos efluentes.
- b).- **DISPOSICION EN ABANICO**.- Esta forma es utilizada principalmente en urbanizaciones y topografía irregular dentro de la zona en estudio esto hace que los colectores no sean muy largos, por lo que los colectores llegan directamente a un colector central como se muestra en la figura III.2 a.

c).- DISPOSICION PERPENDICULAR.

Colectores paralelos entre sí y perpendiculares a la corriente como lo indica la figura III 2 b. Algunas veces llegan a contaminar debido a que varios colectores convergen en un mismo punto.

d).- DISPOSICION EN PARALELO.

Esta forma de utiliza cuando la zona en estudio se encuentra en un solo plano con pendiente constante y continua, los colectores se encuentran paralelos a la corriente y los colectores descargan a un colector o emisor perpendicular a los colectores como se muestra en la figura III 2.c.

e).- DISPOSICION RADIAL:- Se utiliza principalmente en urbanización del tipo Radial, o en la ladera de una montaña o de una cuenca, por medio de las formas circulares como lo muestra la figura III.2.d.Las cuales convergen a un punto de desfcgue.

ALCANTARILLAS

La colocación de las alcantarillas en tuberías del drenaje pluvial por norma de Pemex deberá de cumplir con las siguientes características.

- a).- Para tuberías que se encuentran entre 70 cm. y 150 cm. de diámetro nominal, la distancia máxima entre una alcantarilla y otra deberá ser de 70 mts.
- b).- En tuberías cuyo diámetro nominal no exceda los 70 cm. la distancia máxima entre una alcantarilla y otra será la equivalente en metros a los centímetros que tenga el diámetro nominal de los tubos.
- c).- Para tuberías con diámetro nominal superior a los 150 cm. la distancia entre una alcantarilla y otra estará determinada por una serie de estudios en los cuales se toma en cuenta las particularidades de cada caso.

SISTEMA DE DRENAJE:- Es el conjunto de tuberías, así como de sus obras complementarias, las cuales tienen como objeto coleccionar y desalojar las aguas de desecho de las áreas Industriales.

DRENAJE PLUVIAL:- Es aquel que colecciona y desaloja las aguas producto de la precipitación pluvial de calles y áreas pavimentadas así como también las aguas que no están contaminadas.

RAMAL:- Es la tubería que tiene como función recoleccionar los derrames para descargarlos a las tuberías troncales.

COLECTOR:- Esta tubería tiene como función la conducción de los líquidos aportados por los troncales a los sistemas de tratamiento y emi

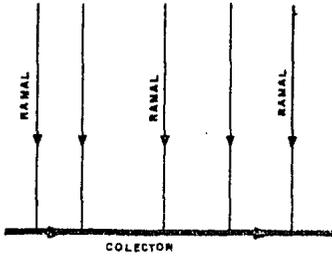
sor.

EMISOR:- Es la tubería que se encarga de conducir las aguas fuera de las instalaciones sin recibir nuevas aportaciones.

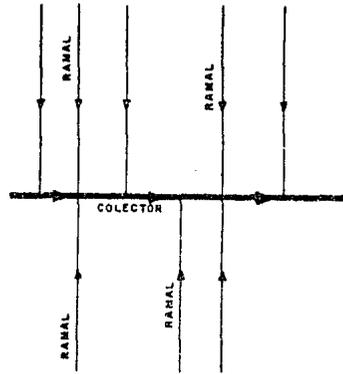
BOCA DE LIMPIEZA:- Accesorio abocinado, normalmente se coloca en los principios o extremos muertos de los ramales del drenaje pluvial. Como su nombre lo indica se emplea para dar limpieza y mantenimiento a la red.

DESARENADOR:- Se le denomina así a la parte inferior de las alcantarillas, empleado para la sedimentación de los sólidos arrastrados por el agua.

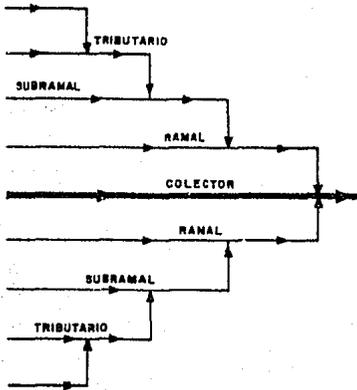
A)-EN PEINE SENCILLO



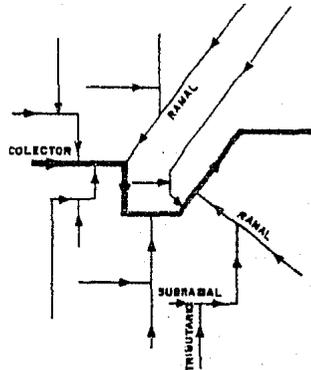
B)-EN DOBLE PEINE



C)-EN BAYONETA



D)-EN FORMA RAMIFICADA



UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

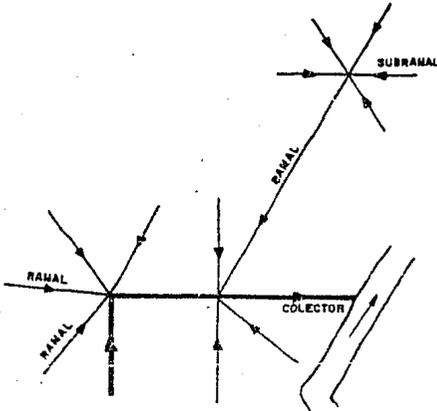
MODELO DE CONFIGURACION
DE ATARJEAS

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

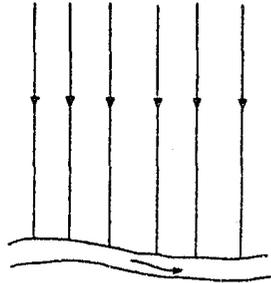
TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85

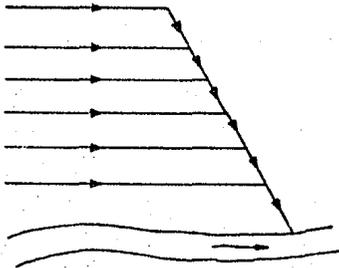
b) -- EN ABANICO



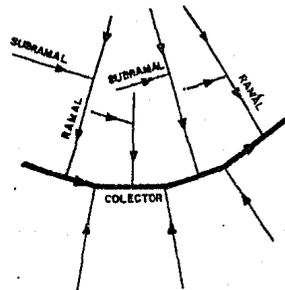
c) -- PERPENDICULARES



d) -- PARALELAS



e) -- EN FORMA RADIAL



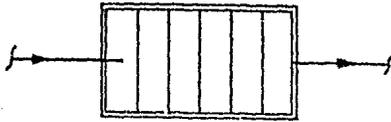
UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

MODELO DE CONFIGURACION
DE COLECTORES

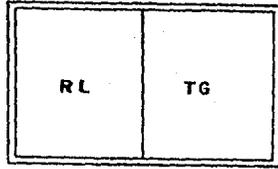
ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

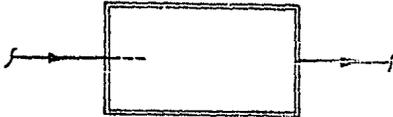
SEPT. 85



REGISTRO CON REJILLA



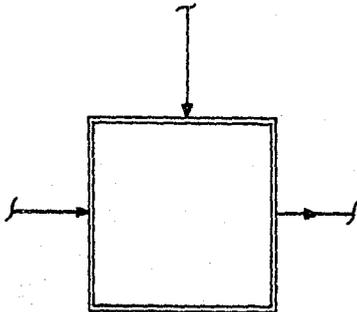
**REGISTRO DE LIMPIEZA
Y TRAMPA DE GRASA**



REGISTRO CON TAPA CIEGA



BOCA DE LIMPIEZA



REGISTRO PLUVIAL O SANITARIO

**UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA**

SIMBOLOGIA

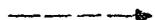
ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

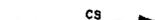
SEPT. 85

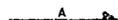
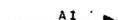
SÍMBOLOS CONVENCIONALES EMPLEADOS EN EL DIBUJO DE DRENAJE Y ALCANTARILLADO

TUBERÍAS:

	Drenaje Pluvial
	Drenaje Sanitario
	Drenaje Aceitoso
	Drenaje Químico (ácido o alcalino)
<u>45-18-CS-8-40</u> 	(45) Indica el diámetro del tubo en centímetros
	(18) Indica el diámetro del tubo en pulgadas
	(CS) Indica el material de que está hecho el tubo (ver siglas de identificación)
	(8) pendiente geométrica de la tubería en milésimas
	(40) longitud de un tramo de tubería en metros

Siglas que indican el tipo de material del tubo

	Barro vitrificado
	Concreto simple
	Concreto armado
	Asbesto-cemento
	Hierro fundido

	Acero
	Acero inoxidable
	Cloruro de Polivinilo
	Fibra de vidrio con resina epóxica
	Conexiones

	Codos a 90°		Codos a 45°
	"Y" sencilla a 45°		"Y" doble a 45°
	"T"		Desviación
- Accesorios complementarios (alcantarillas) -			

	CR Coladera con rejilla para superficies de rodamiento
	CP Coladera con rejilla para patios

UNIVERSIDAD NAL. AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

SIMBOLOGÍA

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85

	CT	Coladera de cuneta		REL	Registro especial tipo lumbrera
	CC	Caja ciega		CD	Cajón para drenaje
	CCB	Caja ciega con sello hidráulico			Fincchera o urea con rejilla
	RV	Registro de visita			Niveles de Crucero
	RVS	Registro de visita con sello hidráulico			Niveles de arrastre en tubos
	RVC	Registro de visita con coladera			
	RE	Registro especial			
	CP	Caja para purgas			
	RPT	Registro con paso a través de tubería			
	C	Carcama o cisterna			
	CP	Copa para purga de tanques y equipo			
	TR	Topón registro			
	FS-P6	Fosa séptica de Asbesto-cemento prefabricado (Asbestolit o similar), indicando su capacidad.			
	SEP	Separador Agua-Aceite			
				N.P.T. + 13.00	Nivel de Piso Terminado

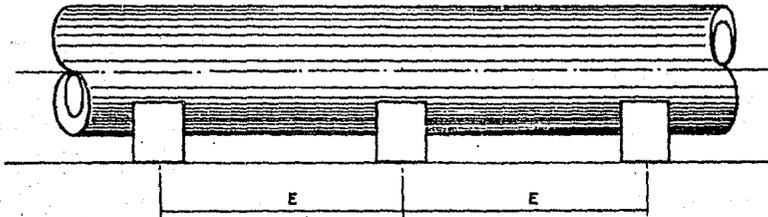
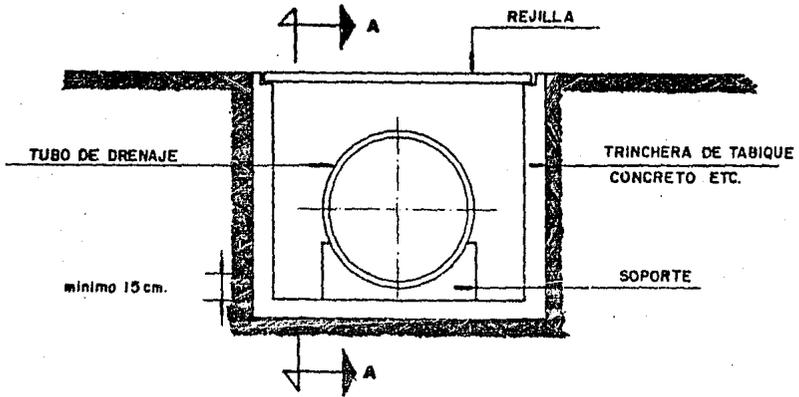
UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

SIMBOLOGIA

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85



CORTE A-A

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

TUBERIA

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85

3.6

TIPO DE TUBERIA EMPLEADA EN LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO:- En función de las condiciones de terreno, cantidad de agua a desalojar, clima, etc. se pueden utilizar los siguientes tipos de tubería.

- Asbesto cemento
- Concreto simple
- Concreto armado
- Fierro fundido
- Acero
- Cloruro de polivinilo (P V C)
- Barro vitrificado y petrificado

Las tuberías empleadas en el drenaje pluvial son normalmente de asbesto cemento y concreto armado.

TUBERIA DE ASBESTO CEMENTO:- Conductos de sección cilíndrica los cuales se elaboran por medio de una mezcla homogénea de fibras de asbesto, agua y cementante hidráulico inorgánico y en algunos casos con adición de sílice.

CLASIFICACION:- Los tubos de asbesto cemento se clasifican por medio de la carga mínima de ruptura al aplastamiento, la cual está expresada en unidades de kg/m².

- B - 6000 Kg/m².
- B - 7000 Kg/m².
- B - 8000 Kg/m².
- B - 12 000 Kg/m².

Es decir que existen estas cuatro clasificaciones para cada diámetro nominal.

ESTANQUIDAD :- La tubería debe resistir como mínimo una presión de 3.5 -- kg/cm²., durante un lapso de tiempo de 5 segundos al término de este tiempo los tubos no deben de presentar ningún tipo de falla ni pérdidas.

DIAMETROS:-

Diferentes tipos de diámetros nominales, en mm..

150	300	450	750
200	350	500	900
250	400	600	1000

RESISTENCIA DE APLASTAMIENTO				
DIAMETRO NOMINAL EN mm.	B-6000 Kg/cm ²	B-7000 Kg/cm ²	B-8000 Kg/cm ²	B-12000 Kg/cm ²
150			1500	1800
200		1500	1800	2400
250	1500	1875	2250	3000
300	1800	2275	2700	3600
350	2100	2625	3150	4200
400	2400	3000	3600	4800
450	2700	3375	4050	5400
500	3000	3750	4500	6000
600	3600	4500	5400	7200
750	4500	5625	6750	9000
900	5400	6750	8100	10800
1000	6000	7500	9000	12000

TUBERIA DE CONCRETO ARMADO.

Las tuberías de concreto armado deberán de cumplir con los siguientes requisitos.

MATERIALES:

- a).- Concreto.- Deberán de cumplir con las especificaciones de las normas D.G.N. C-1 y D.G.N. C-2. Obteniendo una mezcla de concreto de calidad adecuada la cual deberá de tener una resistencia mínima a la compresión de 250 kg/cm²., y una resistencia óptima de F'C= 280 kg/cm². Además deberá de cumplirse que el contenido de cemento tipo portland nunca será menor de 350 kg por metro cúbico de concreto.
- b).- Refuerzo.- Deberán de cumplirse con las especificaciones para refuerzo de concreto D.G.N. B-6 y D.G.N. B-13.

LONGITUD:

La longitud de los tubos de asbesto-cemento es de:

- 3.00 m.
 3.75 m.
 4.00 m.
 4.75 m.
 5.00 m.

DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE CONCRETO SIN REFORZAR PARA
ALCANTARILLADO CON JUNTAS DE CAMPANA

DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD DE COLOCADO:	DIAMETRO INFERIOR EN BOCA	PROFUNDIDAD DE LA CAMPANA	CANTIDAD MINIMA DE LA CAMPANA	ESPESOR DE LAS PAREDES	ESPESOR DE LA CAMPANA
(D) cm	(L) cm	DE CAMPANA DS num.	(L S) mm	CAMPANA H	(T) mm	(t) mm
10	91	152	38	1:20	14	Mayor de 3/4 - del espesor del cuerpo del tubo y aproximadamente de 6 mm. en el extremo.
15	91	210	51	1:20	16	
20	91 o 122	273	57	1:20	19	
25	91 o 122	330	64	1:20	22	
30	91 o 122	387	64	1:20	25	
38	91 o 122	476	64	1:20	32	
45	91 o 122	665	70	1:20	38	
58	91 o 122	660	70	1:20	44	

DIMENSIONES PARA TUBOS DE CONCRETO REFORZADO.

TAMARÑO NOMINAL DIAMETRO INTERIOR D (cm)	CONCRETO $F'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$			CONCRETO $F'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$			CONCRETO $F'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$		
	ESPESOR DE LA PARED T (mm)	REFUERZO DE ACERO CIRCULAR cm^2/m		ESPESOR DE LA PARED T (mm)	REFUERZO DE ACERO CIRCULAR cm^2/m		ESPESOR DE LA PARED T (mm)	REFUERZO DE ACERO CIRCULAR cm^2/m	
		LINEA INTERIOR	LINEA EXTERIOR		LINEA INTERIOR	LINEA EXTERIOR		LINEA INTERIOR	LINEA EXTERIOR
	30	43	1.3		51	1.5			
38	43	1.3		57	1.9				
45	53	1.3		61	2.5				
60	76	1.5		76	3.6		76	5.5	
76	89	1.9		89	4.7		89	6.5	
91	102	3.0	3.0	102	3.8	3.8	102	5.9	5.9
107	114	3.4	3.4	114	4.5	4.5	114	7.0	7.0
122	127	4.5	4.5	127	7.9	7.0	152	10.6	10.6
152	152	6.1	6.1	152	8.5	8.5	178	12.7	12.7
185	178	7.4	7.4	178	5.3	5.3	127	8.0	8.00

NOTA: Los tubos con espesor de pared mayor que el especificado, se aceptarán si cumplen los requisitos de la prueba de resistencia y la cantidad de refuerzo.

DIAMETRO NOMINAL EN cm.	C A L C U L A D A S				PENDIENTE RE- COMENDABLE	
	M A X I M A v= 3.00 m/seg. a tubo lleno		M I N I M A v=0.60 m/seg. a tubo lleno		PARA PROYECTOS EN MILESIMOS	
	PENDIENTE MILESIMOS	GASTO Lt/seg.	PENDIENTE MILESIMOS	GASTO Lt/seg.	MAXIMA	MINIMA
20	82.57	94.24	3.30	18.85	8 3	4.0
25	61.32	147.25	2.45	29.45	6 1	2.5
30	48.09	212.06	1.92	42.41	4 9	2.0
38	35.09	340.23	1.40	68.05	3 5	1.5
45	28.01	477.13	1.12	95.43	2 8	1.2
61	18.67	876.74	0.75	175.35	1 9	0.8
76	13.92	1360.93	0.56	272.19	1 4	0.6
91	10.95	1951.16	0.44	390.23	1 1	0.5
107	8.82	2967.61	0.35	539.52	0	0.4
122	7.41	3506.96	0.30	701.39	7.5	8.3
152	5.53	5443.75	0.22	1088.75	5.5	0.3
183	4.31	7890.66	0.17	1576.13	4.5	0.2
213	3.52	10689.82	0.14	2137.96	3.5	0.2
244	2.94	14027.84	0.12	2805.57	3.0	0.2

PENDIENTES MAXIMAS Y MINIMAS, (para tuberías de una red de alcantarillado en casos normales).

Notas:-

- 1.- Se proyectarán en las atarjeas de 20 cm. de diámetro para poder lograr un óptimo funcionamiento.
- 2.- Esta tabla se deriva de aplicar la fórmula de manning con un coeficiente de rugosidad (n).
n= 0.013 (para proyecto de alcantarillado)

3.7 Cálculo de las cargas que afectan a una tubería, en uno de los casos más desfavorables, como se muestra en la figura, para una carga con centrada cooper E-72

DATOS

Concreto $F'c = 200 \text{ Kg/cm}^2$

Diámetro de la varilla $\theta = 3/6''$ separación a cada 15 cm.

Solución

CONDICION DE ZANJA

$$3 \quad r = \frac{Bd}{\theta} \quad 2.63 \theta's \quad r = \frac{3.85}{1.82} = 2.1 > 2$$

$$\frac{H}{Bd} = \frac{2.42}{3.85} = 0.63$$

Cálculo de carga muerta por metro lineal

$$wd = cd w (Bd)^2$$

donde:

wd = Carga muerta por metro lineal

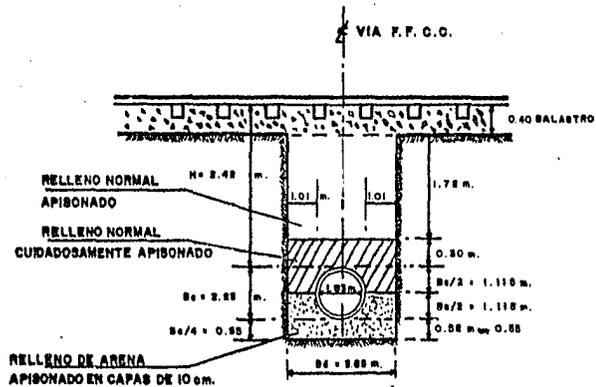
Bd = Ancho de la zanja en metros

w = Peso del relleno en Kg/m^3

cd = Coeficiente de carga el cual está en función de la relación H/Bd ,

$w = 1920 \text{ Kg/m}^3$ dato del Depto. de Geotecnia

$$\frac{H}{Bd} = \frac{2.42}{3.85} = 0.63 = \quad Ku = 150$$



75

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

CONDICIONES DE CARGA

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 68

Por lo tanto se obtiene un coeficiente $cd = 0.60$

$$Wd = 0.60 \times 1920 (3.85)^2 = 17075,5 \text{ Kg/m}$$

$$Wd = 17.08 \text{ T/m}$$

3.- CARGA VIVA E IMPACTO

$$Wsc = Cs \frac{PF}{L} \quad \text{válido para } r \geq 2 \text{ ó } 3 \text{ 9s}$$

donde:

F = Factor de impacto (en vías férreas = 1.75)

Wsc = Carga sobre la tubería en Kg. por unidad de longitud.

P = Carga concentrada en Kg.

Cs = Coeficiente de carga el cual está en función de

$$\frac{Bc}{2H} \text{ y } \frac{L}{2H} \quad \text{donde } L = 0.90 \text{ m}$$

$$\frac{Bc}{2H} = \frac{2.23}{2(2.42)} = 0.461$$

$$Cs = 0.06$$

$$\frac{L}{2H} = \frac{0.90}{2(2.42)} = 0.186$$

$$Bc = e + 2e = 1.83 + 2(0.20) = 2.23 \text{ m.}$$

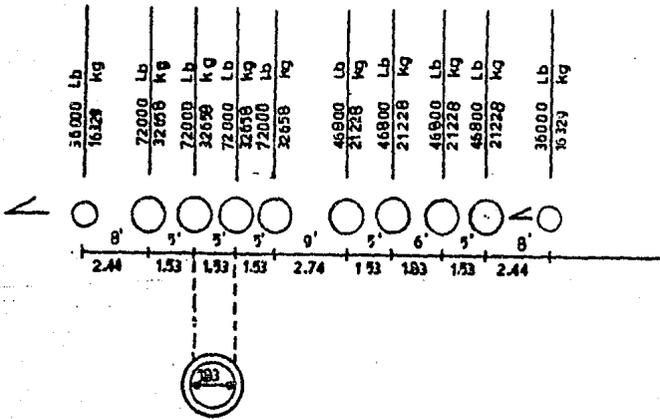
donde

e = Espesor del tubo

Bc = Diámetro exterior del tubo

$$W_{sc} = \frac{(0.06) (1.75) (32658)}{1.00} = 3.43 \text{ t/m.}$$

4.- Carga concentrada cooper E -72 (TREN)



Por medio del diagrama podemos ver claramente que actuarán los medios ejes, por lo tanto:

$$P = 2 \times 16,329 = 32,658$$

$$P = 1.75 \text{ (factor de impacto para vías férreas)}$$

$$O_s = 0.06$$

Cálculo de carga muerta por metro lineal.

$$W_d = C_d W (B_d)^2$$

Donde:

W_d = Carga muerta por metro lineal

B_d = Ancho de la Zanja en metros

W = 1920 (peso volúmetrico)

H = 2.23 m. diámetro exterior

$h' = h + h' + H_2$

h = 2.14 altura del colchón

$h' = 2.62$ altura de carga viva

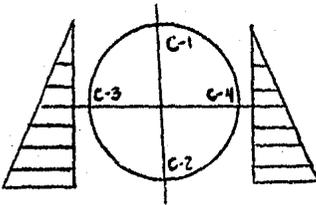
$h_2 = 0.40$ altura

$h' = 2.14 + 2.62 + 0.40 = 5.16$ m.

$E = 0.143 \times 1920 \times 2.23 (2.23 + 2 \times 5.16) = 7684$ kg.

E = 7684 kg.

c) Cargas horizontales.



Valores de C

$C_1 = -0.052$

$C_2 = -0.073$

$C_3 = C_4 = 0.0625$

D = diámetro exterior

$M_1 = (-0.052) (7684) (2.23) = -891.04$ kg/m.

$M_2 = (-0.73) (7684) (2.23) = -1250.88$ kg/m.

$M_3 = M_4 = (0.0625) (7684) (2.23) = 1070.96$ kg/m.

MOMENTOS TOTALES

MOMENTO EN EL PUNTO No. 1

MF 1 = Cargas verticales = cargas horizontales

$$MF 1 = 2858.60 - 891.04 = 1967.56 \text{ kg/m.}$$

MOMENTO EN EL PUNTO No. 2

$$MF 2 = C. V + C. H.$$

$$MF 2 = 2858.60 - 1250.88 = 1607.72 \text{ kg/m.}$$

MOMENTO EN EL PUNTO No. 3 y 4

$$MF 3, 4 = C V + C. H.$$

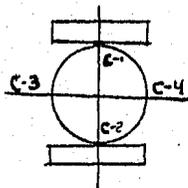
$$MF 3, 4 = - 2858.60 + 1070.96 = - 1787.64 \text{ kg/m.}$$

CARGA TOTAL SOBRE EL TUBO

$$Wt = Wd = Wsc.$$

$$Wt = 17.075 + 3.43 = 20.51 \text{ T/m.}$$

5.- CONDICIONES DE CARGA Y APOYO.



a) Cargas verticales

$$M = C W T D \text{ (kg/m) (momento)}$$

$$D = 2.23 \text{ (diámetro exterior)}$$

VALORES DE C: (tablas manual de tubería - Pemex)

$$C = C2 = + 0.0625$$

$$C3 = C4 = - 0.0625$$

Momentos

$$M1 = M2 = +0.625 \times 20,510 \times 2.23 = + 2858.60 \text{ kg/m.}$$

$$M3 = M4 = - 0.625 \times 20,510 \times 2.23 = - 2858.60 \text{ kg/m.}$$

LONGITUD DE LA CIRCUNFERENCIA DEL TUBO:

D = promedio del diámetro exterior e interior

$$D = \frac{\text{Diámetro exterior} + \text{diámetro interior}}{2}$$

$$D = (2.23) (3.1416) + = 7.01 \text{ m.}$$

$$D = \frac{(2.23) (3.1416) + (2.23) - (2 \times 0.20) (3.1416)}{2} = 6.38 \text{ m.}$$

$$\text{No. Vars} = \frac{6.38}{0.15} = 42.53$$

24 Vars en diámetro exterior a cada 30 cm.

24 Vars en diámetro interior @ 24 cm.

por armado

DISEÑO DEL TUBO

- Cálculo del espesor

$$\text{Mom. M\u0303x} = M F 1 - 19 \quad 67.56 \text{ kg/m.}$$

$$\text{Concreto } F'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_c = 0.45 F'c = 157.50 \text{ kg-cm}^2$$

$$d = 0.294$$

b= Ancho unitario

(considerado 1 m.= 100 cm.)

$$d = 13.0 \text{ cm.} \quad (\text{pr\u00e1ctico})$$

Por norma el recubrimiento m\u00ednimo es de 2.5 cm. por cada lado del refuerzo.

$$e = d+2$$

$$e = 13.0 + 2 (2.5)$$

$$e = 18.00 \text{ cm.} \quad \leftarrow \quad 20 \text{ cm.} \quad (\text{supuesto})$$

Area de acero

$$A_s = \frac{M}{f_e j d} = \frac{196756}{1265 \times 0.85 \times 13.50} = 13.55 \text{ cm}^2/\text{m.}$$

$$\text{Acero de refuerzo de } f_s = 1265 \text{ kg/cm}^3$$

$$j = 0.85$$

Utilizando varillas del No. 4 (1/2" ϕ) de 12.7 mm.

$$A_s = \text{\u00c1rea de acero} = 1.27 \text{ cm}^2$$

= anillos, por metro

$$\text{No. Varillas} = \frac{As}{as} = \frac{13.55}{1.27} = 10.67 \quad 11 \text{ varillas}$$

$$\text{separación} = \frac{100}{11} = 9.05 \quad 9 \text{ cm.}$$

Acero por temperatura:

$$Ast = 0.003 \quad bd$$

$$Ast = 0.003 \times 100 \times 13.5$$

$$Ast = 4.05 \text{ cm}^2.$$

(Utilizando varillas del No. 3 (3/8" Ø) de 9.5 mm.

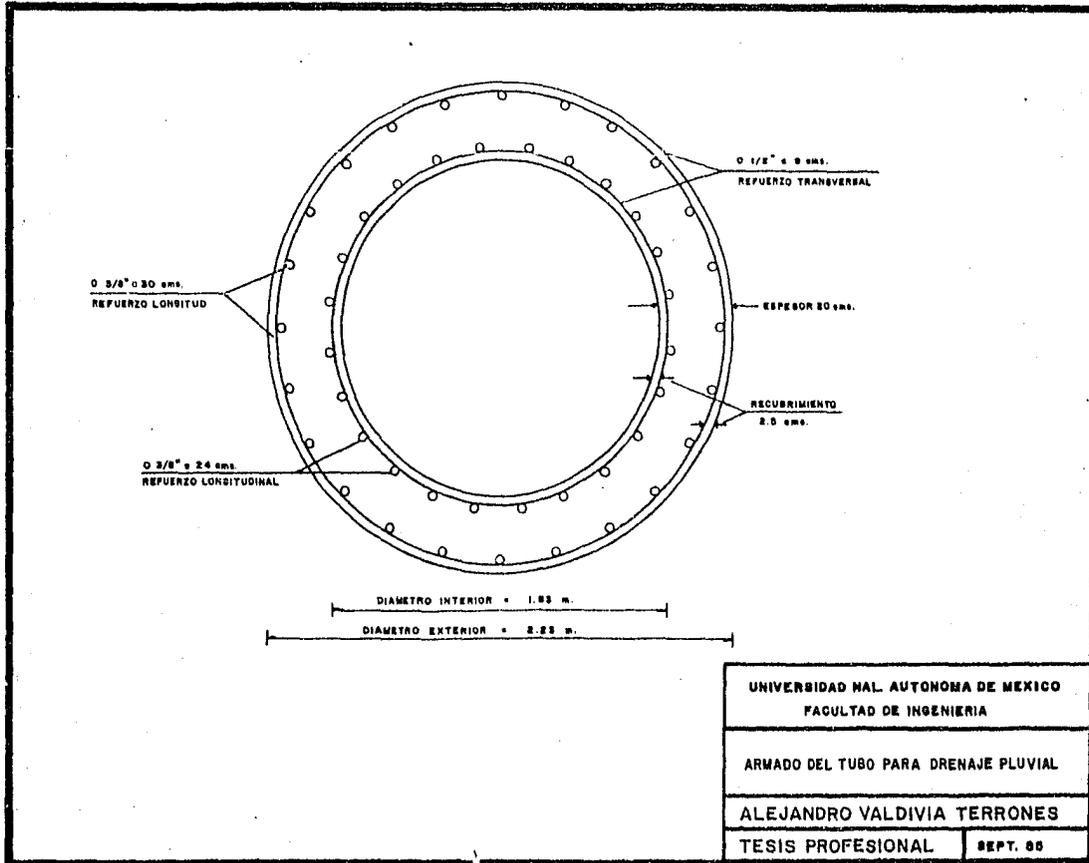
$$As = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. varillas} = \frac{4.05}{0.71} = 5.7 \quad 6 \text{ var}$$

$$\text{separación} = \frac{100}{6} = 16.67 \quad 15 \text{ cm.}$$

6 Var \varnothing 15 cm.

en doble capa 30 cm.



$\frac{D}{2H}$																
$\frac{B_0}{2H}$						$\frac{M}{2H}$						$\frac{L}{2H}$				
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		
9.1	0.019	0.37	0.053	0.067	0.079	0.089	0.097	0.103	0.108	0.112	0.117	0.121	0.124	0.128		
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	0.244	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	0.0391	0.405	0.425	0.440	0.454	0.460		
0.5	0.079	0.155	0.244	0.284	0.336	0.329	0.414	0.441	0.463	0.481	0.505	0.325	0.540	0.548		
0.6	0.089	0.174	0.252	0.320	0.379	0.428	0.467	0.449	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		
0.8	0.182	0.202	0.292	0.373	0.441	0.499	0.546	0.584	0.615	0.639	0.647	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		

84

TABLA DE VALORES DE LOS COEFICIENTES DE CARGA Ca. Para cargas concentradas y para cargas distribuidas concentradas verticalmente sobre el tubo.

CAPITULO IV

METODOS DE CALCULO PARA UNA RED
DE ALCANTARILLADO.

Los diferentes procedimientos de cálculo existentes para una red de drenaje de alcantarillado de aguas pluviales, están basadas principalmente en valuar el gasto, como existen diferentes criterios de cálculo, cada uno de ellos valúa el gasto de diferente manera. Algunos de los métodos de -- cálculo más usados son los siguientes:

- 4.1.- Método Racional Americano
- 4.2.- Método Gráfico Alemán
- 4.3.- Método de Burkli Ziegler
- 4.4.- Métodos Empíricos

4.1 Método Racional Americano:- Este método está basado en la siguiente fórmula $Q = C i a$

En donde

Q = gasto en m³/seg. o lt/seg.

C = Coeficiente de escurrimiento o de impermeabilidad

i = Intensidad de la lluvia en función del tiempo, en mm/hr. o en cm/hr.

Es común utilizar las unidades de mm/hr.

a = Area de escurrimiento en Ha.

En esta fórmula se trata de evaluar el gasto que escurre por el área de influencia de cada tramo. Así de esta manera se realiza la acumulación de gastos y por medio de este acumulamiento de gastos es posible conocer el diámetro de la tubería.

A continuación se describirán cada uno de los conceptos que intervienen en la fórmula:

(c).- Coeficiente de escurrimiento o impermeabilidad es una relación del volumen que llueve con respecto al volumen que escurre, normalmente es menor que la unidad el valor del coeficiente por que es lógico -- pensar que del volumen llovido, una parte se evapora, otra se infiltra, otra se almacena en depresiones del terreno, y el resto del volumen producto de la precipitación pluvial escurre, para cuestiones de cálculo se ha comprobado que los siguientes valores arrojan resultados aceptables, por que el coeficiente de escurrimiento es muy difícil de precisar, debido a los factores que intervienen como son la temperatura y la duración de la lluvia.

Valor de los coeficientes de escurrimiento " C "

1.- Techos impermeables	0.75 a 0.95
2.- Pavimentos de asfalto en buen estado	0.85 a 0.90
3.- Pavimentos empedrados o de adoquín junteados con cemento.	0.75 a 0.85
4.- Pavimentos de adoquín sin cemento	0.50 a 0.70
5.- Pavimentos de terracería	0.25 a 0.60
6.- Pavimentos de grava	0.15 a 0.30
7.- Superficies sin pavimentar	0.10 a 0.30
8.- Parques y jardines	0.05 a 0.25
9.- Areas boscosas	0.10 a 0.20

Valores de "C" por Zonas

1.- Zonas citadinas densamente pobladas	0.70 z 0.90
2.- Zonas mercantiles	0.70 a 0.95
3.- Zonas comerciales	0.60 a 0.85
4.- Zonas Industriales	0.55 a 0.80
5.- ZONAS RESIDENCIALES:	

a).- Departamentos	0.50 a 0.70
b).- Casas solas o de tipo residencial	0.25 a 0.60
c).- Parques	0.25
d).- Areas no desarrolladas	0.05 a 0.25

(1).- **INTENSIDAD DE LLOVIA:** Esta intensidad de lluvia correspona a un agua cero de una determinada duración. Normalmente se toman frecuencias de una en cinco (5) años; al tiempo que interviene en la fórmula, se le denomina tiempo de concentración.

Tiempo de concentración.- Es el tiempo que tarda en llegar al punto de concentración la gota de agua que cae en el punto más alejado del área de captación.

Tiempo de Ingreso:- Es el tiempo que tarda en llegar a la coladera pluvial la gota de agua que cae en el punto más alejado del área de captación (TI).

Tiempo de escurrimiento:- Es el tiempo que tarda en escurrir la gota dentro de la tubería hasta un punto determinado. (TE).

$$3 \text{ Min.} \leq TI \leq 20 \text{ min.}$$

$$TE = \frac{\text{Longitud}}{\text{Velocidad a tubo lleno}} \frac{m}{m/\text{seg.}} = \text{seg.}$$

TABLA DE CALCULO

Para llevar un orden del cálculo de la red de drenaje de alcantari-- llado se ha elaborado un tipo de tabla que facilita las operaciones y el - cual se describe a continuación.

- 1.- TRAMO:- Número correspondiente a cada uno de los pozos que limitan el tramo, en esta columna se indica que el escurrimiento de agua se realiza del pozo al tramo. Puede suceder que un tramo recto se encuentren varios pozos intermedios aún respetando la distancia máxima entre un pozo y otro, se procederá a tomar tantos tramos, como sean necesarios.
- 2.- Superficie tributaria en Ha:- Se toma como el área de influencia del tramo.
- 3.- Valor del coeficiente de impermeabilidad
- 4.- Superficie impermeable:- Considera el área tributaria impermeable y se obtiene multiplicando la superficie tributaria en la Ha. (2) con el coeficiente de impermeabilidad (3).
- 5.- Superficie acumulada en Ha.
- 6.- Tiempo de concentración
- 7.- Intensidad de lluvia " i "
- 8.- Gasto (Q) en m³./seg.
- 9.- Pendiente en milésimos:- Esta columna está referida a la pendiente del tramo de la tubería.

10.- Diámetro en cm.:— Esta columna se refiere al diámetro de la tubería, es obvio que en los primeros tramos de las atarjeas tendrán que ir tuberías de diámetro mínimo, conforme se avance en la acumulación de los gastos se incrementarán los diámetros, que estarán en función de los gastos que hay que transportar.

11.- Velocidad a tubo lleno

en m/seg.:— En base a la pendiente, rugosidad y diámetro de la tubería se calcula la velocidad para que la atarjea trabaje como tubo.

12.- Longitud del tramo

en m.:— Se refiere a la distancia horizontal entre los pozos que limiten un tramo.

13.- Tiempo de circulación

en minutos:— Es el tiempo que tarda el agua en circular del pozo inicial al pozo final.

14.- Capacidad de la

alcantarilla.— Gasto en L/seg, que está en función del tubo, tanto de su velocidad como de su diámetro.

COTAS DE TERRENO

15) Inicial

16) Final

COTAS DE PLANTILLA

17).- Inicial

18).- Final

4.2 METODO GRAFICO ALEMAN

$Q = Cía$ - 4.2.1

Este método se basa principalmente en la gráfica del escurrimiento del agua en el tramo, esta gráfica normalmente resulta parecida a la figura de un trapecio. En el eje de las abscisas se grafican los tiempos y en el eje de las ordenadas (Y) los gastos.

El gasto por tramo se puede calcular mediante la fórmula 4.2.1 utilizando la intensidad de lluvia como constante:

Tomando como rangos de variación de 10 a 60 minutos los tiempos de concentración y de duración de las lluvias, se procede a trazar el primer tramo partiendo en el origen de los ejes hacia las coordenadas correspondientes a un punto de gasto-tiempo de concentración. A partir de este último punto se sigue con un trazo horizontal hasta intersectar con un punto cuya abscisa sea el tiempo de duración. A partir de este punto se traza una recta inclinada hasta intersectar el eje x con el tiempo de duración de la lluvia más el tiempo de duración. La acumulación del agua escurrida se realiza hasta alcanzar el máximo en el tiempo de concentración, partiendo del máximo en el tiempo de concentración el cual se mantiene constante hasta el tiempo de duración de la lluvia por lo que al ir disminuyendo hasta agotarse, se iguala al tiempo de concentración.

Con lo que respecta a tramos continuos se dibujará la segunda figura arriba de la primera, cumpliendo de que comience la segunda en donde termina el tiempo de concentración de la primera. Así sucesivamente en caso de existir una tercera irá sobre la segunda figura.

En series de tramos o en tramos que coinciden en un mismo punto, se trazarán uno sobre el otro, únicamente que el segundo punto que coincide se iniciará en el tiempo en que inicia el primero, formando así figuras de trapecios.

4.3 Método de Burkli - Ziegler

Este método valúa el gasto de la siguiente manera

$$Q = C A \sqrt[4]{\frac{S}{A}} \quad Q = C S^{1/4} A^{3/4}$$

En donde

c = Coeficiente de escurrimiento

i = Intensidad de lluvia constante para un determinado aguacero

s = Pendiente predominante de la zona de captación,

A = área de la zona en Ha.

4.4 EMPIRICOS

Estas fórmulas están basadas en las observaciones, y en realidad casi no se utilizan estas fórmulas, pero si nos pueden dar una idea de los resultados.

PARMELEY

$$Q = C A i \sqrt[6]{\frac{S}{A}^{0.15}}$$

HERING

$$Q = C A i \sqrt[5]{\frac{S}{A} \frac{0.27}{0.15}}$$

GREGORY

$$Q = C A i \frac{0.186 S}{0.14 A}$$

ADAMS

$$Q = C A i \sqrt[4]{\frac{s}{A^2 i^2}}$$

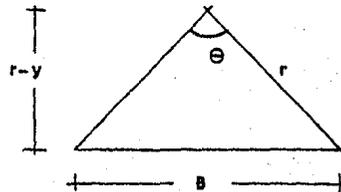
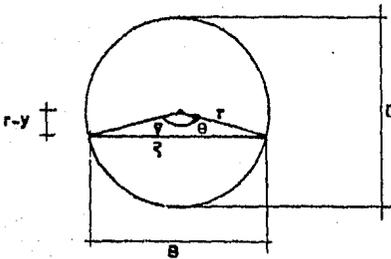
M c MATH

$$Q = C A i \sqrt[5]{\frac{s}{A}}$$

HAVSKLEY

$$Q = C a i \sqrt[4]{\frac{s}{A i}}$$

4.5 ELEMENTOS HIDRAULICOS DE LA SECCION CIRCULAR



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

tubo lleno

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V$$

$$\cos \frac{\theta}{2} = \frac{r-y}{r} = 1 - \frac{y}{r} = 1 - \frac{2y}{2r}$$

$$\cos \frac{\theta}{2} = \frac{2y}{-D} \quad \theta = 2 \text{ ang } \cos \left(1 - \frac{2y}{D} \right) \quad - (A)$$

Area Mojada =





$$= \left(\frac{D^2 \pi}{4} \right) \left(\frac{\theta}{360} \right)$$

$$\therefore \text{Sen } \theta/2 = \frac{B/2}{r} \quad B = 2 r \text{ sen } \frac{\theta}{2}$$



$$= \left(\frac{2r \text{ sen } \frac{\theta}{2} (r-y)}{2} \right)$$

Como

$$y = (1 - \cos \theta/2) r = r - r \cos \theta/2$$

Sustituyendo

$$= \frac{(2r \text{ sen } \theta/2) (r - (r - r \cos \theta/2))}{2}$$

$$= \frac{(2r \text{ sen } \theta/2) (r \cos \theta/2)}{2} = r \text{ sen } \theta/2 \cos \theta/2$$

$$\text{sen } \theta/2 = \text{sen } \theta/2 \cos \theta/2$$

$$D = \frac{r^2}{2} \text{ sen } \theta = \frac{D^2}{4} \left(\frac{\text{sen } \theta}{2} \right)$$

$$P_m = \frac{\pi D \theta}{360}$$

$$R = \frac{A}{P_m} = \frac{\frac{D^2}{4} \left(\frac{\theta \pi}{360} - \frac{\text{sen } \theta}{2} \right)}{\frac{D \theta \pi}{360}}$$

$$R = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \text{ sen } \theta}{2 \pi \theta} \right)$$

q = Gasto de dise~no

Qt.ll = Gasto a tubo lleno

V t.ll = Velocidad a tubo lleno

$$q = \frac{q}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

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

Relación entre gastos

$$\frac{q}{Q} = \frac{\frac{a}{n} r^{2/3} s^{1/2}}{\frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2}} = \frac{a}{A} \left(\frac{r}{R}\right)^{2/3}$$

Relación entre velocidades

$$\frac{v}{V} = \left(\frac{r}{R}\right)^{2/3}$$

$$\frac{q}{Q} = \left[\frac{\frac{D^2}{4} \left(\frac{\pi \theta}{360} - \frac{\text{sen } \theta}{2} \right)}{\frac{\pi D^2}{4}} \right] \left[\frac{\frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \text{ sen } \theta}{2 \pi \theta} \right)}{\frac{D}{4}} \right]^{2/3}$$

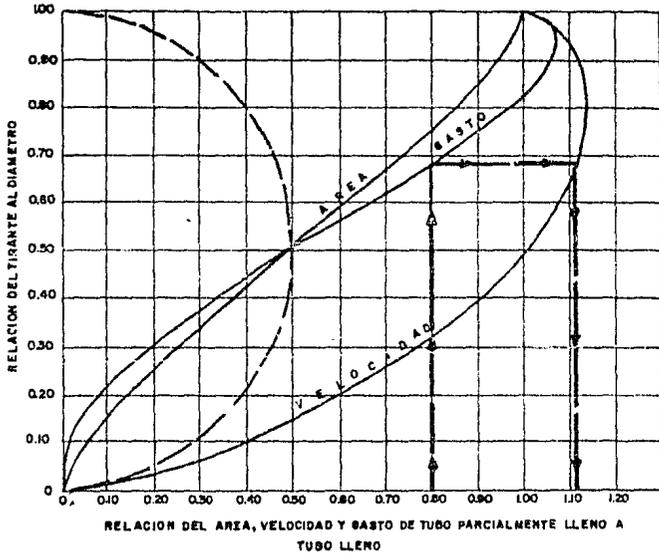
$$= \left[\frac{\frac{\pi \theta}{360} - \frac{\text{sen } \theta}{2}}{\pi} \right] \left[1 - \frac{360 \text{ sen } \theta}{2 \pi \theta} \right]^{2/3}$$

$$\frac{v}{V} = \left[\frac{\frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \text{ sen } \theta}{2 \pi \theta} \right)}{\frac{D}{4}} \right]^{2/3} = \frac{v}{V} = \left(1 - \frac{360 \text{ sen } \theta}{2 \pi \theta} \right)^{2/3}$$

la gráfica se realiza con el apoyo de la siguiente tabla.

$\frac{y}{D}$	θ° a ang cos $\left(1 - \frac{2y}{D} \right)$	$\frac{v}{V}$	$\frac{q}{Q}$
1.0	360	1.00	1.00
0.90	286	1.095	1.066
0.80	254	1.140	0.977
0.70	227	1.120	0.837
0.60	203	1.099	0.672

ELEMENTOS HIDRAULICOS DE LA SECCION CIRCULAR



Ejemplo: Si el tubo lleno se tiene $Q=425$ l.p.s. y $V=2.14$ m/seg., obtener la velocidad para $Q=340$ l.p.s., en variar la pendiente.

El porcentaje respecto al tubo lleno es $= \frac{340}{425} = 80\%$ entrando a la gráfica se obtiene el porcentaje respecto a la sección llena de 1.25 que multiplicado por 2.14 de $V=1.25 \times 2.14 = 2.68$ m./s.

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

GRAFICA DE ELEMENTOS HIDRAULICOS
SECCION CIRCULAR

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85

4.6 " CALCULO DE LA RED DE DRENAJE PLUVIAL "

Aplicando el método de Burkli-Ziegler.

$$Q = 27.78 \quad c \quad i \quad S^{1/4} \quad A^{3/4}$$

Si

$$K = 27.78 \quad c \quad i \quad S^{1/4}$$

entonces

$$Q = K \quad A^{3/4}$$

donde

$$i = 10 \text{ cm/hora}$$

$$c = 0.85$$

$$S1 = 0.006233 \quad (\text{laguna de pajaritos})$$

$$S2 = 0.003335 \quad (\text{arroyo colorado})$$

$$K1 = 27.78 \times 0.85 \times 10 \times 6.233^{1/4} = 373.10$$

$$K2 = 27.78 \times 0.85 \times 10 \times 3.335^{1/4} = 319.10$$

$$Q1 = 373.10 \quad A^{3/4} \quad 1 \quad (\text{columna 23})$$

$$Q2 = 319.10 \quad A^{3/4} \quad 1'$$

Las fórmulas 1 y 1' nos dan el gasto efectivo en litros y el A uti lizada en esta fórmula corresponde al área drenada por cada uno de los registros correspondientes.

Cálculo del diámetro de la tubería.

$$Q = A V \quad \text{Ec. Continuidad}$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (\text{fórmula de manning})$$

donde:

Q = gasto en m³/seg.

A = área hidráulica en m².

V = velocidad en m/seg.

R = RADIO HIDRAULICO

Pm = perímetro mojado

N = Coeficiente de rugosidad (n= 0.013 para sistemas de alcantarillado).

Sustituyendo la fórmula de manning en la ec. de continuidad.

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$R = \frac{A}{Pm} = \frac{\pi D^2}{4} \div \frac{\pi D}{4} = \frac{D}{4}$$

$$Q = \frac{\pi}{4} \frac{D^2}{n} \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} S^{1/2}$$

despejando,

$$\frac{4 Q n}{\pi S^{1/2}} = \frac{D^2 D^{2/3}}{4^{2/3}}$$

$$D^{8/3} = \frac{d^{5/3} Q n}{\pi S^{1/2}}$$

$$D = \left(\frac{d^{5/3} Q n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

para fines de cálculo ;

$$D = \left(0.041708712 \frac{Q}{S^{1/2}} \right)^{3/8} \quad (\text{columna 34 a 43})$$

Cálculo del Q a tubo lleno, despejando de la ecuación anterior el Q, tenemos :

$$Q' = 23.97580615 D^{8/3} S^{1/2} \quad (\text{columna 45})$$

En la ecuación de gasto a tubo lleno (Q') se toma el Diámetro comercial no el gasto teórico.

La columna No. 46, se obtiene al realizar la división entre el valor de la columna de Q efectivo en litros con la columna de Q tubo lleno. O bien por medio de el nomograma utilizando el diámetro y la pendiente.

Columna No. 47, V' tubo lleno. El valor se obtiene mediante el nomograma o bien con la siguiente fórmula;

$$Q' = 23.97580615 D^{8/3} S^{1/2}$$

$$Q' = A \cdot V'$$

$$A V' = 23.97580615 D^{8/3} S^{1/2}$$

$$\frac{\pi D^2}{4} V' = 23.97580615 D^{8/3} S^{1/2}$$

$$V' = 30.526944 D^{8/3} S^{1/2}$$

Columna No. 48 V/v' , este valor se obtiene con el nomograma de Manning y está en función del valor de la relación del gasto del tubo parcialmente lleno a tubo lleno.

Columna No. 49, este valor se obtiene al multiplicar el valor de la columna No. 47 con el valor de la columna No. 48, es decir la velocidad de tubo parcialmente lleno a tubo lleno.

Nota.- En ningún caso el valor de la velocidad efectiva será:

$$0.5 \leq V \text{ efectiva} \leq 3$$

Valores en m/seg.

TABLA DE CALCULO DE ALCANTARILLADO SISTEMA COMBINADO

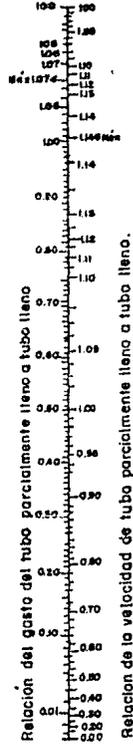
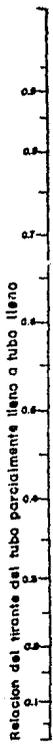
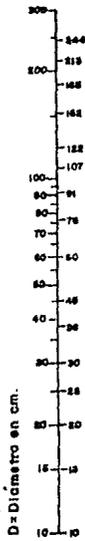
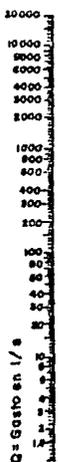
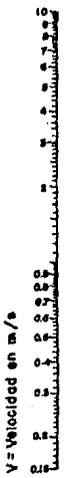
LÍNEA	ÁREAS DRENADAS						CÓDIGOS						RENDIMIENTOS		TUBOS										C	S	U	V	W	X									
	PRINCIPAL		SUBPRINCIPAL		TERCERARIO		TRANSMISORIO		DISTRIBUCIÓN		DISTRIBUCIÓN		RENDIMIENTOS		D																								
	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	P	A	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390							420	450	480	510	540	570	600		
NO.	2.22	2.23	2.24	2.25	2.26	2.27	2.28	2.29	2.30	2.31	2.32	2.33	2.34	2.35	2.36	2.37	2.38	2.39	2.40	2.41	2.42	2.43	2.44	2.45	2.46	2.47	2.48	2.49	2.50	2.51	2.52	2.53	2.54	2.55	2.56	2.57	2.58	2.59	2.60
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ALCANTARILLADO SISTEMA COMBINADO



$$V = \frac{1}{n} r^{2/3} S^{1/2}$$

n = 0.013



UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA

ALCANTARILLADO
 NOMOGRAMA DE MANNING

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL SEPT. 86

CAPITULO V

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

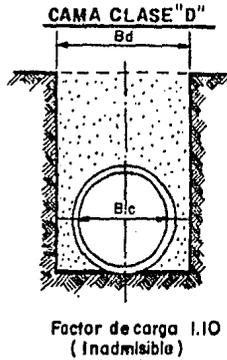
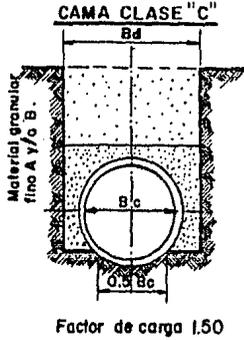
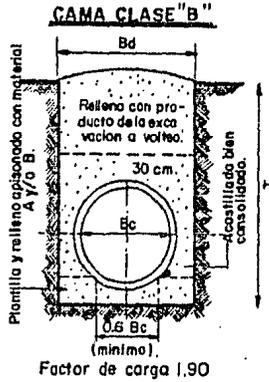
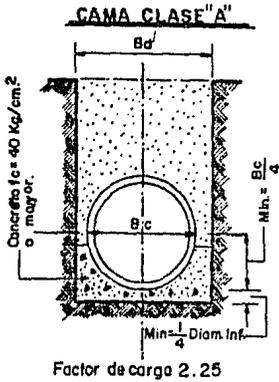
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

5.1 Limpieza del terreno.

Antes de llevar a cabo el trazo y nivelación se debe de realizar una limpieza de la zona en estudio, para así poder facilitar las actividades posteriores, la limpieza del terreno en algunas ocasiones, comprende el desmote y despalme por que muchas veces se va a realizar la urbanización para una población, Ciudad o Zona Industrial, como en este caso y esto se realizará en una Zona donde no existe más que jungla o montaña y una topografía muy accidentada, el tipo de maquinaria que se utiliza para realizar el desmote, despalme y limpieza está en función de la Zona es por eso que normalmente se utilizan tractores para realizar el corte. El despalme en algunas ocasiones se realiza con la unión de dos tractores a una cierta distancia por medio de una cadena y caminando en el mismo sentido y dirección pero paralelos uno de otro, si la Zona no necesita de maquinaria para su limpieza es posible realizarla con gente especializada en este tipo de trabajo.

5.2 Trazo y Nivelación.

En función de la localización de la línea de conducción de la red de alcantarillado especificada en el proyecto. Se procede por medio del departamento auxiliar de topografía a marcar con ayuda de los aparatos correspondientes el sitio por el cual pasará la línea de conducción, esta se realiza apoyados con los llamados " trompos " los cuales son trozos de madera en forma de estaca.



NOTA— Para la instalación de tuberías, se empleará la cama clase "B", y en casos especiales la cama clase "A"

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

ALCANTARILLADO
CLASES DE CAMA

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85

bre la tubería, es necesario encontrar un nivel de piso adecuado, es decir un estrato lo suficientemente confiable y resistente. Algunas veces en el nivel que marca el proyecto sobre el cual irá el tendido de la tubería no tiene una buena resistencia, es decir que no soportará las cargas, entonces se procede a excavar más hasta localizar un estrato firme y rellenar con gravilla o arena bien compactada, hasta llegar al nivel sobre el cual marca el proyecto el tendido de la tubería.

5.4 PLANTILLA.

La plantilla se optó por norma en todas las redes de alcantarillado a partir del nivel de proyecto al cual debe de ir el tendido de la tubería debe de existir una plantilla de 15 cm., mínimo de espesor, de arena o de gravilla sobre la cual se realice el tendido de la tubería, en algunas ocasiones esta plantilla tendrá más de 15 cm. de espesor debido a que el estrato de suelo resistente se localiza a una mayor profundidad, la función de la plantilla es el amortiguamiento de los esfuerzos que se presenten en la tubería de la red de alcantarillado, en algunas ocasiones cuando se trata del tendido de ductos subterráneos de alta tensión, es necesario por norma plantillas de concreto simple de $F'c = 120 \text{ Kg/cm}^2$, pero en el caso de la red de alcantarillado, solo se debe de cumplir con la plantilla de arena o de gravilla de 15 cm., de espesor como mínimo.

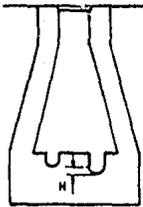
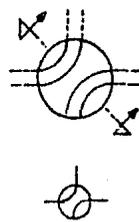
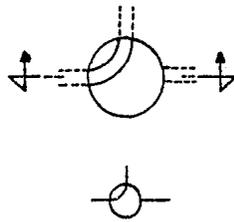
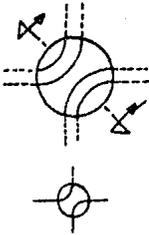
5.5. TENDIDO DE TUBERIA

En una red de alcantarillado tan grande se debe de tener un proveedor eficiente el cual debe de satisfacer los diferentes tipos de diámetros y de materiales de la tubería los conceptos que se toman en cuenta son los siguientes.

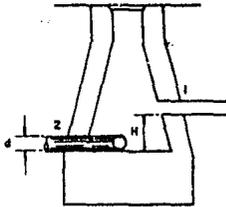
a).- Almacenamiento

b).- Distribución de la tubería

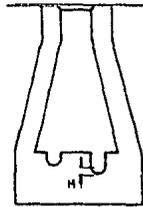
DISPOSICION DE PLANTILLAS EN POZOS DE VISITA Y CAIDA



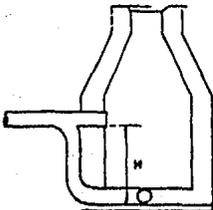
H NO DEBE SER
MAYOR DE 0.40 m.
(en casos excepcionales
no mayor de 0.80 m.)



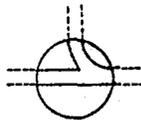
H - NO DEBE SER
MENOR DE "d"
I MAS ALTO QUE 2



POZO PARA CABEZA
QUE DEBE EVITARSE
EN LO POSIBLE SE
HACE UNA FALSA
MEDIA CAÑA H NO
MAYOR DE 0.40 m.



H - MENOR CAIDA 2.00 m.
CAIDA 0.50 m. SE CONS-
TRUIRAN DIRECTAS AL
POZO.



UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

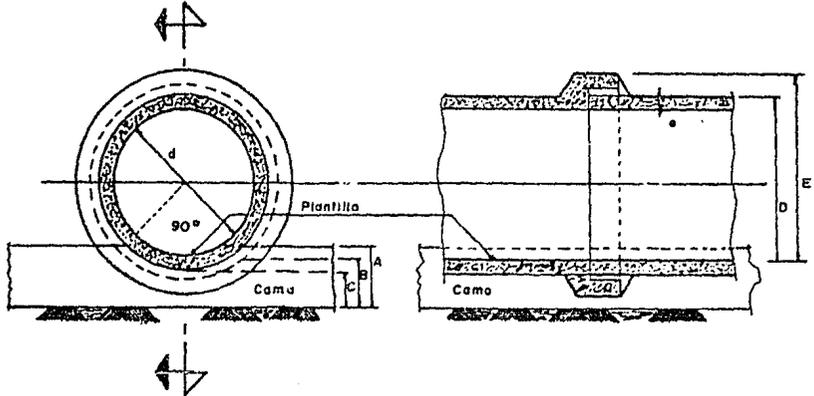
DISPOSICION DE PLANTILLAS

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85

ESPESORES DE CAMA RECOMENDABLES PARA TUBERIA DE DISTINTO DIAMETRO COLOCADA EN TIERRA O TEPETATE



Anotaciones en cm.

d	A	B	C	ESPESORES			D	E
				Tubo	Campana	Junta		
15	8.0	6.9	2.9	1.8	1.2	1.3	18.8	18.3
20	10.0	8.4	3.8	1.9	1.4	1.5	22.2	22.2
25	11.0	8.8	3.4	2.2	1.7	1.8	27.6	30.9
30	12.0	9.3	3.3	2.5	1.9	1.8	32.4	38.9
38	14.0	9.7	3.6	3.2	2.4	1.8	40.8	44.4
45	15.0	10.0	3.8	3.5	2.9	1.8	48.3	54.0
61	16.0	10.4	3.7	5.4	4.0	1.6	68.4	71.2
75	17.0	10.8	3.8	7.0	5.0	1.6	83.2	86.2
91	18.0	11.0	3.4	7.8	5.8	1.6	99.1	104.7
107	22.0	12.7	3.8	9.9	6.8	1.8	118.6	122.2
122	22.0	14.3	4.2	10.2	7.5	1.8	132.1	139.6
152	20.0	16.7	4.0	12.7	9.4	1.9	165.1	174.5
183	26.0	20.0	4.7	15.2	11.2	1.9	198.1	209.3
219	31.0	22.3	4.3	17.8	13.1	1.9	231.1	244.2
244	46.0	24.7	4.3	20.3	16.0	1.9	264.2	279.2

NOTAS:

La cama debera ser de un material que garantice
dos condiciones:

Facilidad en el acomodo de la tubería.
Formar una superficie tal que la carga del tubo
en el terreno sea uniforme.

La columna E varía un poco según el tubo
La columna A es la que debe tomarse para
el presupuesto.

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

ESPESORES DE CAMA

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 86

c).- Colocación de la tubería

- a).- Almacenamiento:- Para realizar un eficiente tiempo en la construcción de la red de drenaje pluvial, es necesario contar con los elementos necesarios en el momento adecuado, es por eso que es necesario tener almacenada la tubería cerca de el área en estudio. Normalmente el almacenamiento se ubica en un lugar plano a la intemperie, para tener facilidad de manejo de la tubería así como para evitar rupturas.
- b).- Distribución de la tubería.- Partiendo del sitio de almacenaje, se transporta la tubería en función de las necesidades de proyecto, al lugar donde se va a utilizar, en algunas ocasiones la tubería es tendida cerca de la excavación. Para facilidad de operación en el tendido de la tubería.
- c).- Colocación de la tubería.- La tubería deberá de ir colocada con la caja de espiga o la campana hacia aguas arriba, su colocación se deberá de comenzar de aguas abajo hacia aguas arriba. Los tubos de diferente o igual longitud serán junteados entre sí con mortero de cemento o con estopa de cemento, lo cual estará en función de los requerimientos de proyecto. En proporción de materiales se deberá de cumplir la relación 1:3 cemento-arena.

Es decir que por cada proporción de cemento se deberán de agregar tres proporciones más de arena.

Después de colocar el tramo de tubería, deberá de limpiarse la junta libre así como la junta que irá en unión humedeciendo ambos extremos del tubo. Llenando con mortero la parte inferior de la circunferencia de la campana y la parte superior exterior del macho. Formando así una copa para rellenar eficientemente la junta, posteriormente se embonan ambos tubos a presión limpiando el mortero sobrante así como rellenando con mortero de cemento en caso de existir porosidades o hue

cos. Cuando se realiza el junteo con estopa alquitranada y mortero de cemento, se enrolla un cordón de estopa alquitranada alrededor del macho y se embonan a presión en el fondo de la caja o campana del otro tubo posteriormente se tapa con estopa y brea (calafatear) hasta lograr que queden perfectamente unidos de tal manera que las superficies interiores de los tubos en contacto queden a ras con respecto a la otra; en caso de existir algún espacio hueco anular, se rellenará con mortero de cemento. Por último se le dará un acabado a la junta por medio de un chafalán anterior de mortero de cemento, formando un ángulo de 45° de lado y lado entre el canto de la campana y la superficie exterior del macho del otro tubo.

5.6 PRUEBAS

Por norma se consideran lotes de trecientos tubos a los cuales se les aplican diferentes pruebas, como son:

- Del tres por ciento del lote se verificarán sus dimensiones
 - El 1 % del lote de tubos se someterá a la prueba de resistencia, así como la posición y la cantidad de acero de refuerzo.
 - El 1 % del lote de tubos se someterá a la prueba hidrostática.
 - De los fragmentos de los tubos sometidos a la prueba de resistencia se tomarán las muestras para la prueba de absorción.
- a).- Prueba hidrostática.- Tomando en cuenta que los tubos no trabajan a presión, esta prueba tiene como función primordial comprobar la impermeabilidad del concreto del tubo que está expuesto a las filtraciones. La prueba se aplica de la siguiente manera:

En un tramo de tubería se tapa el tubo por los dos extremos, algunas

veces se tapan con metal cubiertos de hule de tal manera que el sello sea hermético. En algunas otras ocasiones se utilizan tapones de madera, en uno de los tanques se coloca un niple de aproximadamente 19 milímetros de diámetro con rondana de hule y sus respectivas tuercas, esto es en el caso de tapón de madera, y en el caso de tapón de metal se solda:

Este niple es conectado por medio de un tubo flexible operada manual las tuberías de agua y en el caso de no tener presión suficiente a una bomba operada manualmente, esta presión se debe de aplicar de la siguiente manera:

350 gr/cm². Durante 5 minutos

700 gr/cm². Durante 10 minutos

1050 gr/cm². Durante 15 minutos
Total = 30 minutos.

El aparato utilizado para conocer la presión es el manómetro.

Resultados:- En el transcurso de la prueba, el tubo no deberá de presentar ninguna fuga, considerando como fuga la representación por medio de goteo.

b).- Prueba de absorción.- Esta prueba se realiza en muestras de 1 a 1.5 mts. de superficie y 100 gramos de peso como mínimo, tratando de darle una forma cuadrada y que estén además sin ningún tipo de fisura o grieta. Deberán de identificarse con la misma marca del tubo que proceden.

Dicha marca deberá de cubrir más del 1 % de la superficie de la muestra. Se les aplicará una temperatura aproximadamente a los 100°C. A las muestras, con la finalidad de secarlas, el secado se realizará hasta que la pérdida de peso no sea mayor, en dos pesadas sucesivas

con intervalos de dos horas, de 0.1 % del peso original. Después de - cumplir con los requisitos de secado, se colocará la muestra en un re - ci - pi - en - te de alambre, sumergiéndola en agua que no contenga sales en - sus - pen - sión. Esta agua se calentará hasta la ebullición y hervirá du - ran - te cinco horas, inmediatamente después se enfriará el agua hasta - la temperatura ambiente, se secará la humedad superficial con toalla, para volver a pasar la muestra. La absorción se calcula como por cien - to del peso inicial seco; anotando separadamente los resultados de ca - da una de las muestras. Tomando como aproximación 0.5 gramos sobre el promedio de los resultados de las muestras probadas del lote de prue - ba.

No se deberá de exceder del 8 % del peso inicial seco de la muestra en relación a la cantidad de agua absorbida.

c).- Prueba de resistencia por cargas.- Se deben de cumplir diferentes re - sis - tencias de carga para tubería de concreto armado (refuerzo de ace - ro) que para tubería sin refuerzo. En tubo reforzados; 3000 Kg. por - metro de tubo y por minuto.

Tubos sin refuerzo: 100 Kg. por metro de tubo y por tiempo indefinido. La resistencia se obtiene por medio de la relación:

$$R = \frac{P}{L}$$

Donde;

P= carga en Kg.

L= longitud, claro del tubo.

En la determinación de la resistencia por carga se aplican los si - g - ui - en - tes métodos.

1.- Método de apoyo en arena

2.- Método de apoyo en tres aristas.

1.-

METODO DE APOYO EN ARENA

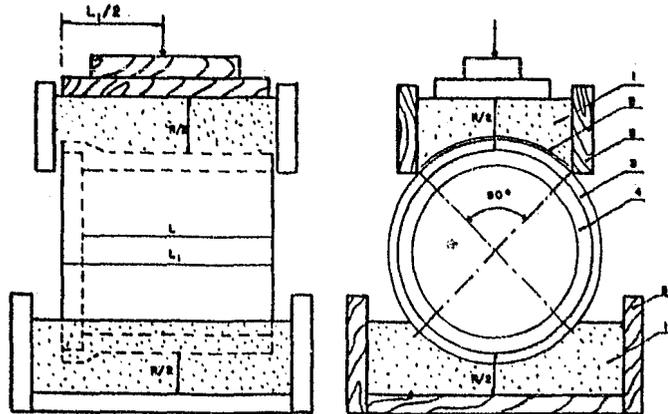
El tubo es apoyado, en la parte superior e inferior y simétricamente con el eje vertical, en dos camas de arena de un espesor igual a la mitad del radio en prueba, este espesor deberá de cubrir una cuarta parte de la circunferencia del tubo.

La arena debe de contener 5 % humedad como mínimo, además deberá de pasar la malla No. 4 con arena suelta en el apoyo inferior al momento de colocar el tubo, la superficie de la arena del apoyo superior deberá de ser nivelado con rasero y se cubrirá con una placa rígida de un material que sea resistente y que además puede transmitir la carga uniformemente, como podría ser la madera.

La carga uniforme se aplicará en el centro de la placa, de preferencia a través de un apoyo esférico. La carga puede aplicarse por medio de una máquina de prueba o bien colocando peso sobre una plataforma que descansa sobre la placa de apoyo tratando de tener simetría al apilar los pesos con respecto a los ejes de dicho tubo.

Por nada la plataforma deberá de estar en contacto con el marco de la cama de arena y a la vez los marcos superior e inferior no deberán de estar en contacto con el tubo.

Las cargas de ruptura de los tubos sin refuerzo, los cuales se someten a la prueba de resistencia no deberán de ser menores de las indicadas en la tabla 5.1.



1. Arena
2. Plástico o tela para evitar fuga de arena
3. Campana del tubo
4. Cuerpo del tubo
5. Marco de madera

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

METODO DE APOYO EN ARENA

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 85

En las pruebas de resistencia para tubos reforzados son consideradas como cargas críticas aquellas que producen grietas de 0.25 mm. Y una grieta considerada de ruptura, que atravieza el espesor del tubo. Los valores de estas cargas no deberán de ser menores que los indicados en la tabla - 5.2.

2.- METODO DE APOYO EN TRES ARISTAS

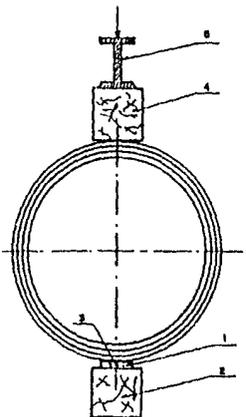
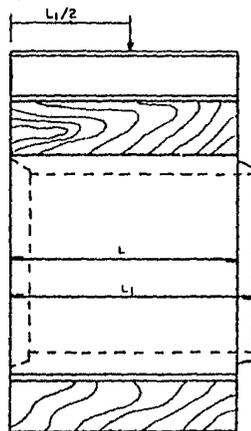
Este método se realiza de la siguiente manera:

Colocando el tubo longitudinalmente sobre dos tiras paralelas de madera, de sección cuadrada de 2.5 x 2.5 cm. fijadas a un polín de madera de -- cuando menos 15 x 15 cm. de sección separadas entre sí 2.5 cm. por cada -- 30.5 cm. de diámetro nominal del tubo.

El espacio entre las tiras es relleno con mortero yeso-arena con un espesor de 2.5 cm. colocando el tubo cuando el mortero se encuentre aún en el estado plástico.

Las esquinas interiores de las tiras deberán de estar redondeadas. Te niendo como apoyo superior un polín de madera de 15 x 15 cm. colocado a lo largo del lomo del tubo y asentado sobre una capa de mortero yeso-arena de 10 mm. de espesor, con la finalidad de compensar las desigualdades del tubo.

El polín se asienta cuando el mortero está aún en estado plástico. La carga deberá de ser vertical y simétrica con respecto al tubo y a los apoyos inferiores, y se aplicará a través de una vigueta de acero, colocada - sobre el polín superior de apoyo.



1. Tiras de madera de sección cuadrada, de 2.5 x 2.5 cm.
2. Apoyo inferior polín de madera de 15 x 15 cm.
3. Separación mínima entre las tiras: 2.5 cm.
4. Apoyo superior. Polín de madera de 15 x 15 cm.
5. Vigueta de acero.

UNIVERSIDAD NAL. AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

METODO DE APOYO EN TRES ARISTAS

ALEJANDRO VALDIVIA TERRONES

TESIS PROFESIONAL

SEPT. 65

CARGA MINIMA DE RUPTURA PARA TUBOS
DE CONCRETO SIN REFORZAR.

Tamaño nominal (diámetro interior) cm.	Método de apoyo en tres aristas Kg/m.	Método de apoyo en arena Kg/m.
10	1490	2230
15	1640	2450
20	1930	2900
25	2080	3130
30	2230	3350
38	2600	3900
45	2970	4460
60	3570	5360

TABLA 5.1

PRUEBA DE RESISTENCIA POR EL METODO DE APOYO EN ARISTAS

CARGAS MINIMAS PARA TUBOS DE CONCRETO REFORZADO						
TAMAÑO NO- MINAL (DIA- METRO INTE- RIOR)	CONCRETO F'c = 200		CONCRETO F'c = 250		CONCRETO F'c = 300	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
cm.						
30	2679	4019	3350	5200		
38	2977	4466	3900	6050		
45	3275	4912	4450	6700		
60	3572	5357	4450	7450	5950	3950
76	4018	6027	5000	8550	7450	11150
91	4464	6697	6050	9800	8950	13400
107	4762	7143	7050	10950	10400	15600
122	5060	7590	8050	11900	11900	17850
152	5953	8929	8950	14900	13400	22300
183	6698	10047	9800	17850	14750	26800

Nota:-

- a).- Carga en Kg/m. que produce una grieta de 0.25 mm.
- b).- Carga en Kg/m. que produce la ruptura del tubo.

Nota:- Las cargas mínimas en la prueba de resistencia por el método de apoyo en arena, serán una y media veces las indicadas en la tabla.

TABLA 5.2

DIAMETRO DE TUBO (cm.)	ANCHO DE ZANJA (cm.)
20	65
25	70
30	80
38	90
45	100
61	120
76	140
91	175
107	195
122	215
152	250
183	285
213	320
244	355

PROFUNDIDAD EN LOS POZOS DE VISITA Y
POZOS DE CAJA

de	0.10 m.	a	1.00 m.	se considera	a	1.00 m.
"	1.01	"	a 1.25	"	"	1.25 "
"	1.26	"	a 1.50	"	"	1.50 "
"	1.51	"	a 1.75	"	"	1.75 "
"	1.76	"	a 2.00	"	"	2.00 "
"	2.26	"	a 2.50	"	"	2.50 "
"	2.51	"	a 2.75	"	"	2.75 "
"	2.76	"	a 2.00	"	"	3.00 "
"	3.01	"	a 3.25	"	"	3.25 "
"	3.25	"	a 3.50	"	"	3.50 "
"	3.51	"	a 3.75	"	"	3.75 "
"	3.76	"	a 4.00	"	"	4.00 "
"	4.01	"	a 4.25	"	"	4.25 "
"	4.26	"	a 4.50	"	"	4.50 "
"	4.51	"	a 4.75	"	"	4.75 "
"	4.76	"	a 5.00	"	"	5.00 "
"	5.01	"	a 5.25	"	"	5.25 "
"	5.26	"	a 5.50	"	"	5.50 "
"	5.51	"	a 5.75	"	"	5.75 "
"	5.76	"	a 6.00	"	"	6.00 "
"	6.01	"	a 6.25	"	"	6.25 "
"	6.26	"	a 6.50	"	"	6.50 "
"	6.51	"	a 6.75	"	"	6.75 "
"	6.76	"	a 7.00	"	"	7.00 "
"	7.01	"	a 7.25	"	"	7.25 "
"	7.26	"	a 7.50	"	"	7.50 "
"	7.51	"	a 7.75	"	"	7.75 "
"	7.76	"	a 8.00	"	"	8.00 "
"	8.01	"	a 8.25	"	"	8.25 "
"	8.26	"	a 8.50	"	"	8.50 "
"	8.51	"	a 8.75	"	"	8.75 "
"	8.76	"	a 9.00	"	"	9.00 "
"	9.01	"	a 9.25	"	"	9.25 "

PROFUNDIDADES DE LAS EXCAVACIONES EN ZANJA PARA LA
INSTALACION DE TUBERIAS.

Hasta	1.25	m.	se	considera	a	1.00	m.	de	profundidad
de	1.26	a	1.75	"	"	"	"	2.00	" " "
"	1.76	a	2.25	"	"	"	"	2.00	" " "
"	2.26	a	2.75	"	"	"	"	2.50	" " "
"	2.76	a	3.25	"	"	"	"	3.00	" " "
"	3.26	a	3.75	"	"	"	"	3.50	" " "
"	3.76	a	4.25	"	"	"	"	4.00	" " "
"	4.26	a	4.75	"	"	"	"	4.50	" " "
"	4.76	a	5.25	"	"	"	"	5.00	" " "
"	5.26	a	5.75	"	"	"	"	5.50	" " "
"	5.76	a	6.25	"	"	"	"	6.00	" " "
"	6.26	a	6.75	"	"	"	"	6.50	" " "
"	6.76	a	7.25	"	"	"	"	7.00	" " "
"	7.26	a	7.75	"	"	"	"	7.50	" " "
"	7.76	a	8.25	"	"	"	"	8.00	" " "
"	8.26	a	8.75	"	"	"	"	8.50	" " "
"	8.76	a	9.25	"	"	"	"	9.00	" " "
"	9.26	a	9.75	"	"	"	"	9.50	" " "
"	9.76	a	10.25	"	"	"	"	10.00	" " "

5.7 RELLENO

Normalmente cuando el material producto de la excavación se encuentra "sano" es decir que es un material resistente se procede a realizar el relleno con el mismo material, en algunas ocasiones al realizar la excavación se encuentran problemas con los niveles freáticos y esto hace que el material producto de la excavación se tire en un lugar apropiado y se acree material en buenas condiciones.

El acarreo de material para el relleno normalmente se hace del banco de materiales a la zanja.

El relleno se realiza por medio de capas, es decir que se tira el material sobre el tendido de la tubería, se compacta y se vuelve a tirar el material sobre la capa anterior.

5.8 COMPACTACION.

El relleno y la compactación son actividades simultáneas, es decir - mientras se rellenan en un tramo se compactan en otro tramo, para volver a compactar la nueva capa de relleno y casi sucesivamente hasta llegar al nivel de piso de proyecto.

Una de las recomendaciones al realizar la compactación es tener cuidado de no provocar una ruptura en la tubería normalmente se realiza la compactación con el compactador de rodillos neumáticos, o el compactador llamado " BAILARINA " en algunas ocasiones debido a las condiciones de la obra se realiza la compactación con pisón de mano.

CAPITULO VI

PRESUPUESTO

6.1

Desfogue hacia la laguna de Pajaritos.

Partida	C O N C E P T O S D E S C R I P C I O N	Cantidad Obra	Unidad	Precio Unitario
1	Limpieza en áreas Urbanas y trabajos topográficos			
1.A	Trazo y Nivelación	23,734.00		
2	Excavaciones para estructuras, tuberías de proceso drenajes y canales. Excavación en zanja o arena libre con -- herramienta manual (volumen medio en banco)			
	Material Profundidad			
2.A	A hasta 2.00	18,987.23	M3.	232.50
2.B	A de 2.01 a 4.00	15,775.54	M3.	
2	Excavación en zanja con máquina			
2.C	"A" Retroexcavadora hasta 2.00	27,978.82	M3.	51.99
2.D	"A" Retroexcavadora de 2.01 a 4.00	12,825.16	M3.	
	Excavación en área libre en agua sin bombeo con herramienta manual.			
	Material			
2.E	"A" de 4.01 a 6.00			
3	Cargas, acarrees y traspaños con herramienta manual (volumen medido suelto)			
3.A	Traspaleo hasta 4 m.	9,412.36	M3.	
3.B	Cargas y acarreo hasta 50 m. En carretilla acarrees para terracerías con maquinaria (vol. Medido en banco)	8,702.00	M3.	163.45
3.C	Acarreo primer Km.	11,021.25	M3	12.35
3.D	Acarreos kms. subsecuentes	22,042.51	13 Km.	12.35
4	Terraplenes, rellenos y ademes			
4.A	Rellenos con herramienta manual completa dos sin control de laboratorio			
	Compactación de terraplenes del terreno natural en área de desplante con máq. (espesor 30 cm).			
4.B	Compactado al 85 %	44,453.05	M3.	9.74
2	Excavaciones para estructuras, registros tuberías de proceso, drenajes y canales. Excavación en zanja o área libre con herramienta manual (V.M.B.)			
2.A.a	A hasta 2.00	2,006.04	M3.	232.50
2.B.a	A de 2.01 a 4.00	1,679.19	M3.	307.67
	Excavación en zanja con maq. (V.M.B.)			
2.C.a	A retroexcavadora hasta 2.00	3,008.25	M3.	51.99

2.D.a	A retroexcavadora de 2.01 a 4.00 m.	1,659.57	M3.	58.21
	Excavación en zanja o en área libre en - aguas sin bombeo con herramientas manual			
2.E.a	A de 4.01 a 6.00	3,974.31	M3.	679.29
5	Cargas, acarreos y traspaleos con herra- mienta manual (V.M.S.)			
5.A	Traspaleo hasta 4.00 m.	2,301.36	M3.	108.97
6	Terraplenes rellenos y ademes. Rellenos con herramienta manual			
6.A	Compactado sin control de laboratorio			
7	Elaboraciones concretos hidráulicos agre- gados máximo 19 mm. Cemento normal			
7.A	F'c 90 Kg/cm ² .	93.26	M3.	3147.87
	F'c 200 Kg/cm ²	1,195.47	M3.	3695.17
8	Vaciados			
	Con botes o carretilla acarreo hasta 50 m. en:			
8.A	Plantillas y firmes con espesor se 5 cm.	1,865.20	M2	106.02
8.B	Dados, zapatas, contratraves, cosas, ci- mientos, bases			
8.C	Muros de registros con profundidad hasta 2.00 m. espesor de 15-30 cm.	498.32	M3	976.74
8.D	Muros de registros con profundidad de 2.01 a 6.00 m.			
	Espesor de 15-30 cm.	298.66	M3	1085.19
8.E	Muros de registros con profundidad de 4.01 a 6.00 m.			
	Espesor 15- 30 cm.	80.68	M3	1248.56
9	Cimbrados			
9.A	En reglas y fonteras	147.52	M2	488.91
9.B	En losas de 15 a 20 cm. de espesor	288.94	M	706.71
9.C	En registros con espesor de 15-30 cm. Profundidad hasta 4.00 m.	8,911.00	M2	744.71
9.D	En registros con espesor 15- 30 cm. de 4.01 a 6.00 m. profundidad	2,181.12	M2	846.22
10	Habilitado y colocación de acero de re- fuerzo acero Fy=4200 Kg/cm ² . 10 mm. (No.3)	52.618	Ton	44739.08
	Acero PY= 4200 Kg/cm ² . 16 mm. (nú. 5)	4.226	"	43038.85
11	Herrajes y rajillas			
11.A	Fabricación y colocación hasta 20 m. de altura.	2,929.32	Kg.	137.27

12	Registros y pozos de visitas			
	Tapa o rejilla (RVP) No. 1321-T1 y No. 1321-T4	101	Pza.	7821.00
	Rejilla No. 1321-RG (cp) (1.00x0.50)	237	"	4026.00
13	Demoliciones			
13.A	Muro de concreto reforzado	3.84	M3.	1798.60
14	Tuberías de concreto simple o reforzada			
	Plantilla en zanja para instalar tubería de	4,664.83	M3	1051.55
	Instalación de tubo de concreto reforzado (D)	1,593.70	M	1006.46
14.A	38 cm.	1,469.17	M	2380.57
14.B	45 cm.	4,845.00	M	2939.49
14.C	60 cm.	2,418.47	M	3387.70
14.D	76 cm.	671.69	M	4538.58
14.E	91 cm.	983.07	M	5585.58
14.F	107 cm.	355.09	M	7041.34
14.G	122 cm.	579.67	M	10027.85
14.H	152 cm.	795.61	M	15238.25
14.I	183 cm.	93.14	M	20577.34
14.J	213 cm.			
	Conexión de tubería de concreto simple o reforzado con paredes de registro.			
14.K	38	106	Conex	323.66
14.L	45	122	"	418.35
14.M	60	210	"	573.94
14.N	76	146	"	788.00
14.O	91	24	"	924.84
14.P	107	30	"	1077.17
14.Q	122	12	"	1198.41
14.R	152	16	"	1438.22
14.S	183	22	Con.	1731.54
14.T	213	2	"	2015.40
14.U	244	3	"	2108.72

Desfogue hacia el arroyo colorado.

Partida	C O N C E P T O S	Cantidad	Unidad	Precio
	D E S C R I P C I O N	de Obra		Unitario
1	Limpieza en áreas Urbanas y trabajos topográficos.			
1.A	Trazo y nivelación	53,104.91	M2	11.66
2	Excavaciones para estructuras, tuberías, drenajes y canales. Excavación en zanja o área libre con herramienta manual (V.M.B.)			
	Material Profundidad (m)			
2.A	"A" hasta 2.00	38,799.00	M3	232.50
2.B	"A" de 2.01 a 4.00	38,800.82	M3	307.67
2	Excavación en zanja con maquinaria (V.M.B.)			
	Material			
2.C	"A" hasta 2.00	62,770.44	M3.	51.99
	"A" Retroexcavadora de 2.01 a 4.00	33,465.98	M3	58.21
	Excavación en zanja o en área libre en aguas sin bombeo con herramienta manual.			
	Material			
2.E	de 4.01 a 6.00	23,659.80	M3	679.29
3	Cargas, acarrees y traspaleos con herramienta manual (V. M. S.)			
3.A	Traspaleo hasta 4.00	30,757.85	M3	108.97
3.B	Carta y acarreo hasta 50 M. En carretilla Acarreos para terracerías con maquinaria (V.M.B)	30,680.00	M3	163.45
3.C	Acarreo primer kilómetro	35,106.62	M3	888.80
3.D	Acarreos kilómetros subsecuentes	76,213.25	M3/Km.	12.35
4	Terraplenes rellenos y ademes. Rellenos con herramienta manual			
4.A	Compactados sin control de laboratorio Compactación de terraplenes del terreno Natural en área de desplantes con maquinaria (espesor promedio 30 cm.)	63,818.37	M3	161.87
4.B	Compactado al 85 %	96,508.69	M3	9.74
14	Tubería de concreto simple o reforzado Plantilla de arena en zanja para instalar Tubería			
	Instalación tubo de asbesto-cemento (D)			
14.A	25 cm.	1,499.88	M.	543.73
14.B	30 cm.	3,209.50	M	703.94
	Instalación tubo de concreto reforzado (D)			
14.C	38 cm.	8,870.00	M.	2,006.46
14.D	45 cm.	5,974.40	M.	2,380.57
14.E	60 cm.	6,038.22	M.	2,939.49
14.F	76 cm.	4,422.55	M.	3,387.70

14.G	91 cm.		1,132.50	M.	4,538.58
14.H	107 cm.		1,450.08	M.	5,585.58
	Excavación en zanja o en área libre con herramienta manual (V.M.B.)				
2.A.a	"A"	hasta 2.00	5,011.73	M3	232.50
2.B.a	"A"	de 2.01 a 4.0	4,151.32	M3	307.67
	Excavación en zanja con maquinaria (V.M.B.)				
2.C.a	"A"	Retroexcavadora hasta 2.00	7,516.44	M3	51.99
	"A"	" " " de 2.01 a 4.00	3,775.42	M3	58.21
	Excavación en zanja o en área libre en agua sin bombeo con herramienta manual.				
2.E.a	"A"	de 4.01 a 6.00	4,001.51	M3	679.29
	argas, acarreo y traspaleos con herramienta manual (V. M. S.)				
5.A	Traspaleo hasta 4.00 m.		4,436.25	M3	108.97
6	Terraplenes rellenos y ademes Rellenos con herramienta manual				
6.A	Compactados sin control de laboratorio		17,077.46	M3	161.87
7	Elaboraciones de concreto hidráulico agregado máximo 19 mm., cemento normal				
7.A	F'c = 90 Kg/cm.2		232.91	M3	3,147.87
7.B	F'c = 200 Kg/cm.2.		2,531.42	M3	3,659.17
8	Vaciados				
	Con botes o carretillas acarreo hasta 50 m. en:				
8.A	Plantillas y firmes con espesor de 5 cm.		4,654.44	M3	106.02
8.B	Dados, zapatas, contratraves, losas, cimientos, Bases				
8.C	Muros de registros con profundidad hasta 2 m. Espesor de 15 a 30 cm.		1,229.62	M3	976.74
8.D	Muros de registro con profundidad de 4 a 6 cm. Espesor de 15 a 30 cm.		672.00	M3	1,085.19
8.E	Muros de registro con profundidad de 4 a 6 m. Espesor de 15 a 30 m.				
9	Cimbrados				
9.A	En reglas y fronteras		367.27	M2	488.91
9.B	En losas de 15 a 20 cm. de espesor		765.08	M2	706.71
9.C	En registros con espesor de 15 a 30 cm. hasta 4.00 m.		21,578.76	M2	744.72
9.D	En registros con espesor de 15 a 30 cm. Profundidad de 4 a 6 m.		2,649.60	M2	846.22
10	Habilitado y colocación de acero de refuerzo Acero grado estructural 10 mm. (No.3)		127.584	Ton	44,739.09
	Acero grado estructural 16 mm. (No. 5)		9.871	"	43,039.85
11	Herrajes y rejillas				
	Fabricación y colocación hasta 20 m. de Altura		7,626.12		137.27

12	Registro y pozos de visita			
	Tapa o rejilla (R.V.P.) No. 1321-T1	229	Pza	7,821.00
	y No. 1321 - T 4			
	Rejilla No. 1321-RG (cp) (1.00 x 0.50)M.	617	Pza	4,026.00
14.I	122	936.50	M.	7,041.34
14.J	152	1,590.37	M.	10,027.85
14.K	183	462.00	M.	15,238.25
14.L	213	285.90	M.	20,577.34
14.M.	244	246.00	M.	25,852.08
14.H	305	1,094.64	M.	31,126.82
	Conexión de tubería de concreto simple o reforzado con paredes de registro D. (cm.)			
14.R	25	76	Conex.	197.26
14.C	30	284	"	221.57
14.Q	38	400	"	323.66
14.R	60	272	"	578.94
14.S	76	163	"	788.06
14.T	21	40	"	924.84
14.U	107	48	"	1,077.17
14.V	122	24	"	1,98.41
14.W	152	46	"	1,438.22
14.Y	183	14	"	1,731.54
14.Y	213	8	"	2,015.4
14.Z	244	6	"	2,308.72
14.Aa	305	28	"	2,885.91

REGISTROS.

- 2 Excavaciones para estructuras, tuberías de proceso, drenajes y canales.

Conclusiones.

El estudio realizado en este trabajo trata de conjuntar todos los puntos que influyen en la ejecución de una red de Drenaje Pluvial en una zona industrial.

La zona en la cual se encuentra localizado el Complejo Petroquímico Morelos tiene una precipitación pluvial anual media de 3240 mm. además de contar con las características de que toda el área de plantas y todas las calles y caminos de acceso deberán de ir pavimentados. Debido a esto se justifica de sobremanera la construcción de una red de alcantarillado y drenaje pluvial.

Una red de alcantarillado comprende el desalojo de las aguas negras y blancas. En base a los resultados de el anteproyecto se llegó a la conclusión de tratar las aguas blancas en trampas de grasa y las aguas negras en fosas sépticas y una vez tratadas ambas aguas integrarlas a la red de drenaje pluvial, evitando así el costo de una red de alcantarillado para el desalojo de las aguas negras y blancas.

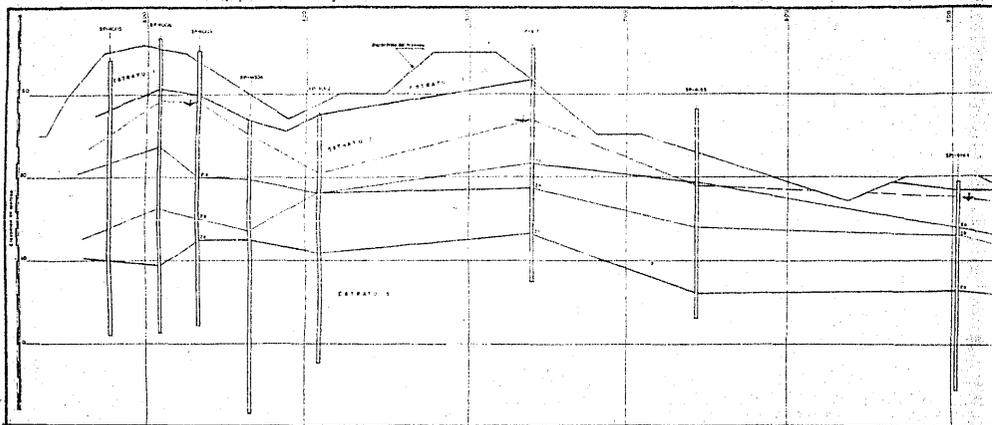
Uno de los criterios tomado muy en cuenta en la construcción de la red de drenaje pluvial, es el de contar con una área aproximada de 500 hectáreas.

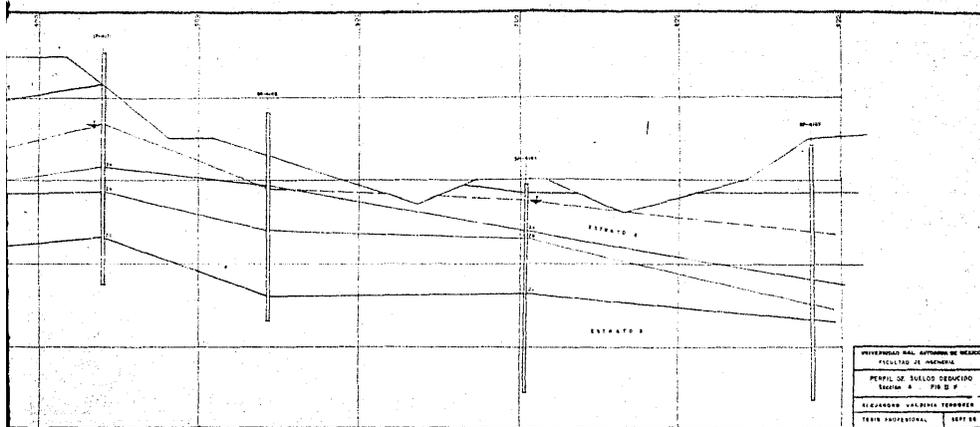
Tomar un solo punto de desfogue, implicaría la sobreacumulación de gastos, lo cual conduciría a tener diámetros de más de 3.05 mts. Tomar un solo punto de desfogue también nos implicaría vencer los siguientes obstáculos;

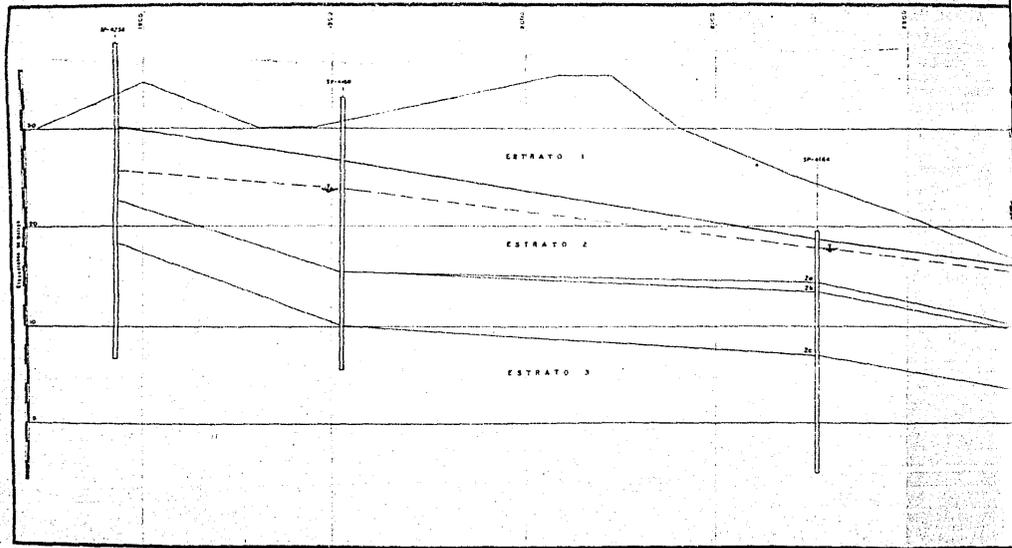
Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (NAME) en la Laguna de Pajaritos + 2.00 M.S.N.M.

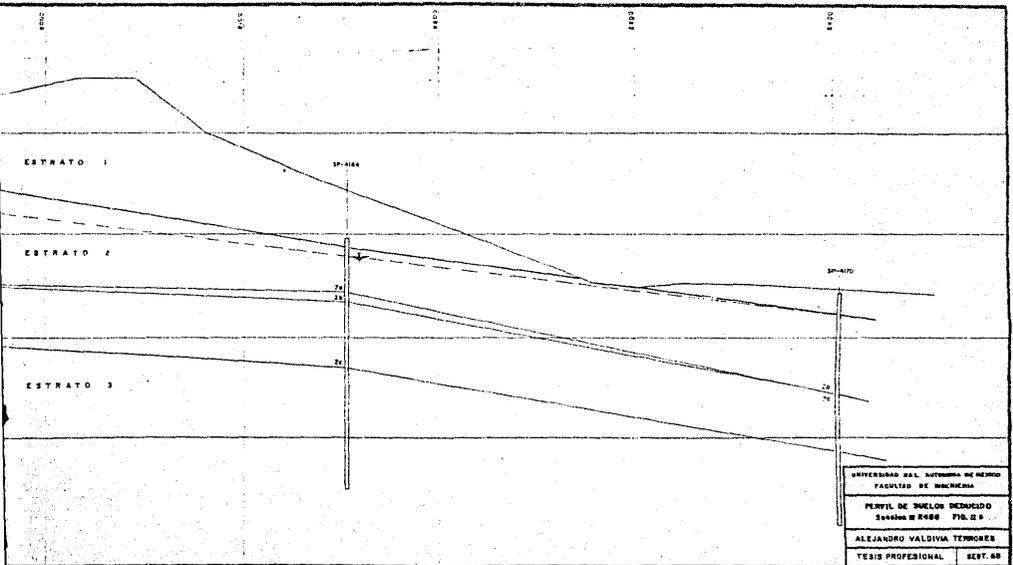
La optimización de el anteproyecto nos indicó tener dos puntos de desfogue uno hacia el NE (Arroyo Colorado) y otro hacia el SW (Laguna de Pajaritos). Contando además con la existencia de un parteaguas a mitad del Complejo, lo cual delinéo el límite entre un circuito y otro.

El presupuesto trata de ejemplificar la manera legal con la cual se cuantifica el volumen de obra dentro del complejo, puesto que de ninguna manera trata de dar un resultado del costo total del drenaje pluvial, el presupuesto únicamente abarca el costo directo de las actividades realizadas en la construcción del drenaje pluvial.









Bibliografía

- Abastecimiento de agua y alcantarillado
Ernest W. Steel, Ed. Gustavo Gili, S.A.
- Apuntes de alcantarillado y planta de
aguas negras, Escuela de Posgraduados, UNAM.
- Drenajes en zonas Industriales
Norma No. 2.332.01 Pemex
- Enciclopedia cultural U T E H A.
- Excavaciones para obras de drenaje y puentes
Norma No. 3.102.02
(Serie de caminos).
- Guía general para la elaboración de proyectos
de Ingeniería de Sistemas de agua potable y
alcantarillado
(Secretaría de Asentamientos Humanos y obras
públicas).
- Ingeniería Sanitaria
(Ing. Ernesto Murguía Vaca).
- Manual para diseño y cálculo de drenajes.
Pemex, G.P.C.
- Memoria descriptiva y justificativa de las
Plantas Petroquímicas del Complejo Industrial Morelos
Noviembre 1977.
- Normas de Proyecto para obras de alcantarillado sanitario
en localidades urbanas de la República Mexicana
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería.

- **Tubos de concreto para drenajes industriales, control de calidad muestreo y pruebas**
Norma No. 5.332.01