



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

---

FACULTAD DE QUIMICA

**Proyecto para la Relocalización de la Terminal de  
Almacenamiento y Distribución de Productos  
Destilados en Saltillo, Coahuila.**

TESIS PROFESIONAL

Que para Obtener el Título de:

INGENIERO QUIMICO

Presenta

Carlos del Río Priego

México, D. F.

1978



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 esta 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.

TESIS 1928

AÑO U. T. 363 1928

FECHA 363

NR. C. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



JURADO:

Presidentes: Prof. Rudi P. Stivalet Corral  
Vocal: Prof. Arturo López Torres  
Secretario: Prof. Alfonso Mondragón Medina  
1er. Suplente: Prof. Rafael García Nava  
2o. Suplente: Prof. Enrique Bravo Medina

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

Bufete de Ingeniería Civil y Química, S.A. y  
Facultad de Química.

SUSTENTANTE:

Carlos del Río Priego

ASESOR DEL TEMA:

Ingeniero Rudi P. Stivalet Corral

A MI ESPOSA E HIJO

A MIS PADRES

A MIS HERMANAS

## INDICE

	Página
Introducción	I
Capítulo I	1
Bases de diseño para la relocalización de la terminal de almacenamiento y distribución de productos destilados en Saltillo, Coahuila.	
Capítulo II	21
Urbanización y localización general	
II-1 Generalidades y dimensionamiento de instalaciones	21
II-2 Planos de localización general y urbanización	35
Capítulo III	
Proceso	47
III-1 Generalidades	47
III-2 Diagramas mecánicos de flujo o de tubería e instrumentos	51
III-3 Servicios	194
Capítulo IV	
Otras especialidades, terminación de un proyecto y conclusiones.	215
IV-1 Otras especialidades del proyecto	215

	Página
IV- 2 Terminación de un proyecto	219
IV-3 Conclusiones	220
Bibliografía	223



### Introducción:

Las terminales para el almacenamiento y distribución de productos del petróleo, si bien no son productivas en si mismas, cubren una serie de necesidades básicas al desarrollo e industrialización integral de un país y son requeridas, además, para satisfacer la demanda en servicios de sus habitantes.

Estas instalaciones hacen posible la entrega de crudo o de sus derivados, (mediante una red de poliductos, vía marítima o terrestre), en sitios alejados de los centros de producción, facilitan su distribución dentro de las poblaciones o áreas industriales y son de primera importancia en la importación y exportación de productos.

Ya que la capacidad de almacenamiento y distribución deberá crecer paralelamente a la de refinación y producción petroquímica, Petroleos Mexicanos está llevando a cabo un amplio programa de construcción y relocalización (en aquellos casos donde las plantas no cuentan con áreas de expansión o han quedado englobadas por zonas urbanas), de estas instalaciones.

El trabajo de diseño presentado en esta Tesis corresponde a la relocalización de una terminal de almacenamiento (Saltillo, Coah.), que por las razones antes indicadas deberá ser proyectada para instalarse en una zona adecuada, con posibilidades de ampliación y para recepción desde poliducto.

Dentro del campo de desarrollo que se presenta ante un ingeniero químico al egresar de la escuela, se encuentra el de la ingeniería de proyecto.

Para la satisfacción de una necesidad mediante los productos derivados de una planta química, son necesarias, para su instalación, una serie de actividades que se conocen como Ingeniería de Proyecto (Básica y de Detalle). Este tipo de ingeniería cubre, en general, los siguientes aspectos: Interpretación y proyección de información y resultados provenientes de planta piloto, desarrollo de ciclos o secuencias de proceso, balances de materia y energía, evaluación y aplicación de tecnologías, localización de equipos e instalaciones, diseño de tuberías, definición de los sistemas de control y seguridad en un proceso, dimensionamiento y especificación de equipos, procedimientos de compra, construcción y arranque.

Además, el diseño de una planta de proceso no puede ser del todo cubierto por una sola especialidad de la ingeniería, sino que al contrario, es el resultado de los esfuerzos combinados de ingenieros químicos, civiles, mecánicos y electricistas; así como de químicos, arquitectos y especialistas en otras áreas. Este esfuerzo combinado, sin embargo, debe ser dirigido por una persona que pueda guiar la ingeniería, anticipar y resolver los problemas de rutina, mantener en programa y dentro de presupuesto las diferentes etapas del proyecto e interrelacionar a todos los componentes del equipo.

### III

Debido a esto, ha sido práctica común el asignar esta responsabilidad total a un solo individuo, llamado coordinador o gerente del proyecto y que generalmente es un ingeniero químico.

Para cumplir sus actividades, un coordinador deberá poseer un adecuado respaldo en la aplicación, al proyecto de plantas industriales, de los conocimientos y habilidades relacionados con la ingeniería química, la administración, los aspectos económicos, los procedimientos de compra, las relaciones humanas y la programación de actividades. Así mismo, y aún cuando no lo aplique directamente, necesita conocer los aspectos básicos de otras áreas de la ingeniería; al coordinar las actividades de todos los grupos en el proyecto.

Esta tesis, enfocada primordialmente a los aspectos de diseño de proceso y actividades de coordinación, es un esfuerzo en la adquisición de los conocimientos y habilidades requeridos en estas importantes áreas.

Ya que ingenieros químicos laborando en proyectos, han recibido su formación en bufetes de ingeniería o empresas descentralizadas, creo conveniente el proponer que la Facultad de Química ponga en acción mecanismos encaminados a dar una preparación más específica en estos campos, y se dé un mayor énfasis al aprendizaje en: instrumentación, relaciones humanas, administración

y programación, interpretación y elaboración de planos,  
servicios auxiliares y procedimientos de compra.



CAPITULO I

BASES DE DISEÑO PARA LA RELOCALIZACION DE LA TERMINAL  
DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE PRODUCTOS DESTILA  
DOS EN SALTILLO, COAHUILA

BASES DE DISEÑO PARA LA RELOCALIZACION DE LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE PRODUCTOS DESTILADOS EN SALTILLO, COAHUILA.

A) ANTECEDENTES:

Petróleos Mexicanos tiene actualmente en operación una planta de almacenamiento de productos con capacidad de 25,000 Bls., localizada en la zona URBANA de la ciudad y sin existir además terreno disponible para futuras ampliaciones. Por otra parte el poliducto Monterrey-Gómez Palacio pasa en las cercanías de la ciudad.

Por todo lo anterior se hace necesaria la instalación de una nueva planta en una zona adecuada, cercana al poliducto, con el fin de poder abastecer a la terminal de una extracción al mismo y con capacidad para las necesidades futuras tanto de Saltillo como de su zona de influencia, (Matehuala, S.L.P.), y que se calculan para 1985 de:

	SALTILLO	MATEHUALA	TOTAL
PEMEX EXTRA:	593 Bls/d.O.	332 Bls/d.O.	925 Bls/d.O.
PEMEX NOVA:	4,800 Bls/d.O.	2,039 Bls/d.O.	6,839 Bls/d.O.
DIAPANO:	84 Bls/d.O.	100 Bls/d.O.	184 Bls/d.O.
DIESEL:	3,872 Bls/d.O.	1,297 Bls/d.O.	5,169 Bls/d.O.

B) CARACTERISTICAS DEL LUGAR DE CONSTRUCCION:

Altura sobre el nivel del mar: 1,609 m.

Presión atmosférica: 12.3 Psia.

Temperatura media: 19.5°C - 24.6°C.

Temperatura máxima: 40.1°C.

Temperatura mínima: -11.9°C.

Sismo: Zona 0 (cero), de acuerdo con manual de diseño de obras civiles de la C.F.E.

Vientos dominantes: 80 Km/hr del Noreste al Suroeste.

Precipitación pluvial máxima mensual: 52.1 mm. (Agosto de 1975).

Localización: Longitud  $101^{\circ}0'0''$ ; Latitud  $-25^{\circ}25'0''$ .

C) INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO:

1. Superficie del terreno: El área disponible es de  $134,021.8054 \text{ m}^2$ .

2. Localización del terreno: Entre el kilómetro  $5 + 623.60$  y el kilómetro  $6 + 881.63$  de la carretera Saltillo - Monterrey.

3. Croquis de localización: Figura 1.

4. Comunicaciones:

a) Vía de ferrocarril: Al noroeste del terreno y a una distancia de 606.17 metros aproximadamente - pasa la vía de ferrocarril Mexico - Laredo troncal Saltillo - Ramos Arizpe a la altura del kilómetro  $923 + 322.7$ .

b) Carretera: Al sureste del terreno pasa la carretera Saltillo - Monterrey y al noroeste pasa la carretera Saltillo - Piedras Negras.

5. Poligonal del terreno: Figura 2.

6. Servicios:

a) Energía Eléctrica: Paralelo a la vía del ferrocarril pasa una línea de alta tensión, de 34,500 Volts de la que se puede alimentar a la planta.

b) Agua: El agua de suministro a la planta se hará por medio de un pozo profundo; que se perforará en el lugar adecuado; el pozo tendrá 80 mts. de --

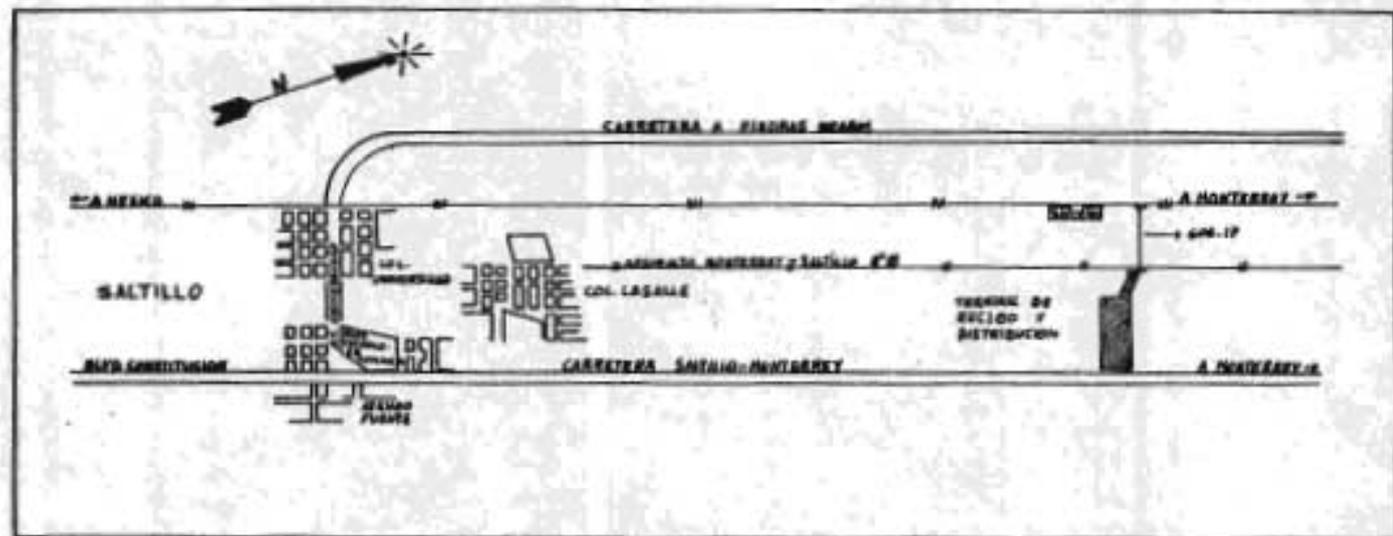


Fig. 1. CROQUIS DE LOCALIZACION

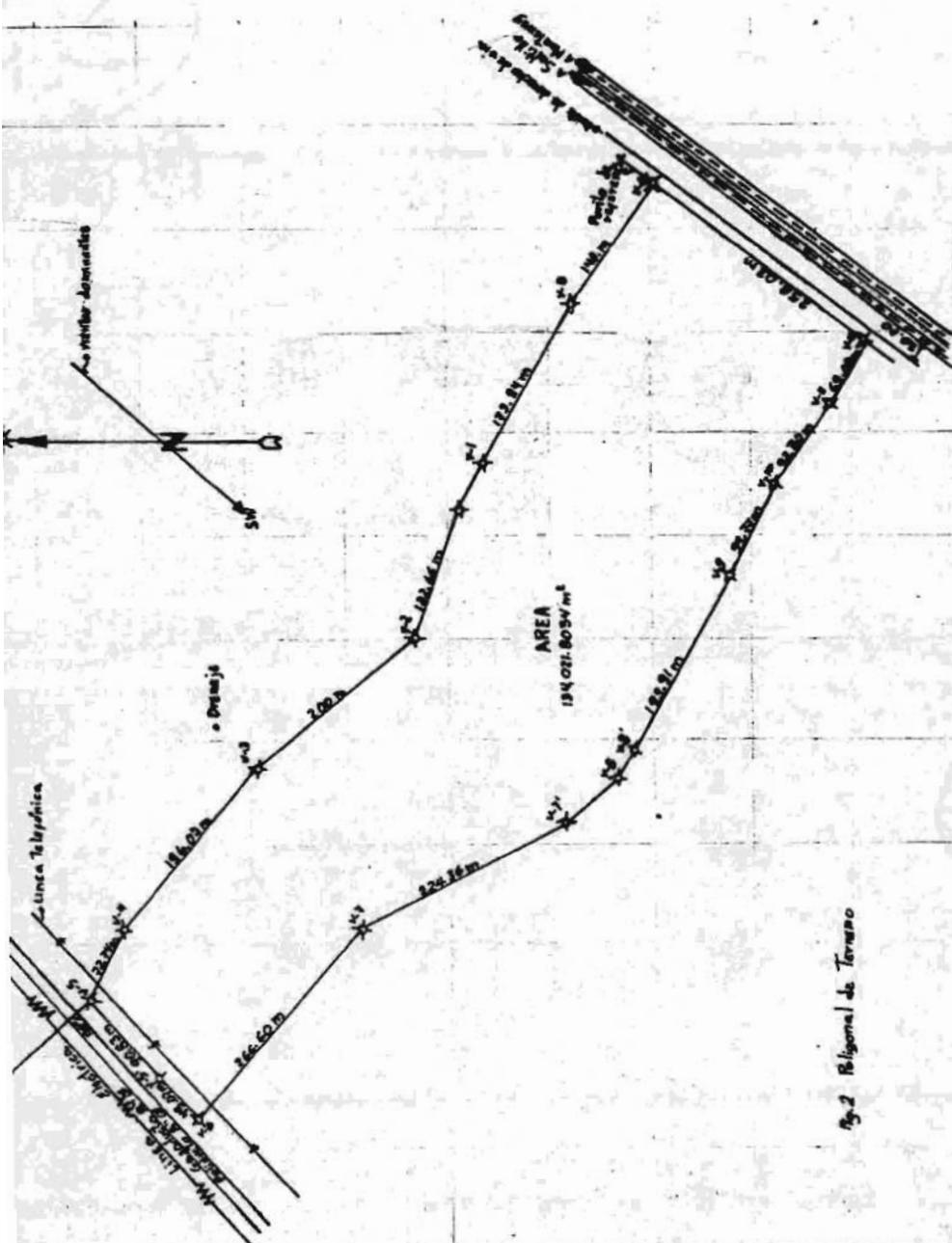


Fig. 2 Polígono de Terreno

profundidad mínima.

c) Drenajes: Cercano al punto V-3 (ver poligonal de terreno) existe un colector que conecta a una presa particular, por lo que se debe hacer una separación eficiente del aceite y el agua con un separador; el aceite así obtenido se almacenará en un tanque de --- 2,000 lts.

#### 7. Condiciones generales de operación:

a) La capacidad de la planta será de -- 155,000 Bls. y se dejará espacio para un aumento futuro de 15,000 barriles más.

b) Los productos llegarán a la planta - por el poliducto Monterrey-Gómez Palacio de 8"  $\phi$  así como de carros y autos tanque.

c) Los productos que almacenará la planta son:

Gasolinas	{	Pémex Nova	{ con plomo
		Pémex Extra	{ sin plomo

Diesel  
Diáfano  
Contaminados

d) Los autos tanque que se tomarán como modelo para llenaderas y descargaderas, son de 10,000 y 30,000 lts. de capacidad.

8. Areas de operación: La terminal se dividirá en las siguientes áreas:

- a) Medición y control.
- b) Almacenamiento
- c) Distribución

d) Servicios comunes, tales como edificio de ventas, bodega, sistema contra incendio, caseta de recibo, etc.

#### 9. Area de medición y control:

Los productos serán filtrados y medidos antes de entrar a los tanques de almacenamiento de la terminal; estos filtros serán tipo canasta, se tendrán dos de ellos, uno trabajando y otro para relevo. La medición se llevará a cabo con un medidor tipo turbina, el cual deberá contar con totalizador.

Existirá un gravitómetro o un detector de interfaces para determinar en un momento dado que producto está pasando por el poliducto.

Se contará además con válvulas de control para presión y flujo, registradores, alarmas, etc.; con el objeto de tener perfectamente controlada la entrada de productos a la terminal.

Se deberá contar también con una válvula de seguridad con el objeto de prevenir accidentes y daños en los equipos, ya sea por una mala operación, fallas en la instrumentación de la terminal, o por desajustes en la alimentación a la misma por medio del poliducto. Así mismo se tendrán tomas de muestras, ya que se hará un análisis de los productos. Los datos de operación del poliducto a la entrada de la terminal son los siguientes:

Gasto mínimo: 203.33 l/a/hr

Gasto máximo: 1,000 l/a/hr

Presión mínima: 40 Kg/cm<sup>2</sup>

Presión máxima: 80 Kg/cm<sup>2</sup>

Presión normal: 60 Kg/cm<sup>2</sup>

## 10) Zona de tanques de almacenamiento;

Tomando como base las necesidades actuales y su proyección futura, se ha estimado el número y capacidad de los tanques en la siguiente forma:

<u>PRODUCTO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>CAPACIDAD</u>	<u>TIPO</u>
PEMEX EXTRA	1	10,000 Bls	VERTICAL
PEMEX NOVA	2	55,000 y 20,000 Bls.	VERTICALES
DIAPANO	1	10,000 Bls.	VERTICAL
DIESEL	1	55,000 Bls.	VERTICAL
CONTAMINADOS	1	5,000 Bls.	VERTICAL

así mismo se deberá proveer el espacio necesario para dos tanques verticales, uno de 10,000 Bls y otro de 5,000 Bls, y cuyo servicio dependerá de la demanda futura.

Los tanques serán construídos según la norma API-650 (última revisión) con techo cónico fijo y para presión atmosférica. Todos los tanques estarán provistos de escaleras de acceso, escotillas de medición, registros de hombre en techo y casco, y de válvulas de venteo con -- arrestador de flama; así como también estarán protegidos -- contra derrames por muros de concreto, (diques), cuyo volumen se diseñará de acuerdo a especificaciones. Los diques -- tendrán una altura máxima de 1.80 m. N.P.T. a coronamiento.

Tanto el interior como el exterior de los tanques deberán ir debidamente protegidos con pinturas -- epoxicas anticorrosivas. Los tanques serán color gris -- aluminio con una franja color negro de tres pies de ancho a quince pies de altura y una franja que indicará por su

color el producto almacenado. Esta franja estará a 18 - pies de altura y tendrá un ancho de 2'9".

Se deberán proyectar calles de acceso en el área de tanques para circulación de vehículos.

11) Área de distribución:

a) Casa de bombas: Aquí se localizarán - todas las bombas para el llenado de autos-tanque, carros tanque y tambores.

En la casa de bombas deberán encontrarse doce equipos distribuidos de la siguiente manera:

PEMEX EXTRA	1 bomba de 400 G.P.M.
PEMEX NOVA 1	1 bomba de 400 G.P.M.
PEMEX NOVA 2	2 bombas de 400 G.P.M.
DIAPANO	1 bomba de 400 G.P.M.
DIESEL	3 bombas de 400 G.P.M.
RELEVO NOVA 1	1 bomba de 400 G.P.M.
RELEVO NOVA 2	1 bomba de 400 G.P.M.
RELEVO DIAPANO-DIESEL	1 bomba de 400 G.P.M.
RELEVO EXTRA	1 bomba de 400 G.P.M.

Todas las bombas serán centrífugas horizontales y estarán operadas por motores eléctricos a --- prueba de explosión.

La presión de descarga deberá ser suficiente para vencer la altura hidrostática, las pérdidas por fricción en la tubería y tener además la presión necesaria en las boquillas de descarga.

color el producto almacenado. Esta franja estará a 18 - pies de altura y tendrá un ancho de 2'9".

Se deberán proyectar calles de acceso en el área de tanques para circulación de vehículos.

11) Área de distribución:

a) C.s. de bombas: Aquí se localizarán - todas las bombas para el llenado de autos-tanque, carros tanque y tambores.

En la casa de bombas deberán encontrarse doce equipos distribuidos de la siguiente manera:

PEMEX EXTRA	1 bomba de 400 G.P.M.
PEMEX NOVA 1	1 bomba de 400 G.P.M.
PEMEX NOVA 2	2 bombas de 400 G.P.M.
DIAPANO	1 bomba de 400 G.P.M.
DIESEL	3 bombas de 400 G.P.M.
RELEVO NOVA 1	1 bomba de 400 G.P.M.
RELEVO NOVA 2	1 bomba de 400 G.P.M.
RELEVO DIAPANO-DIESEL	1 bomba de 400 G.P.M.
RELEVO EXTRA	1 bomba de 400 G.P.M.

Todas las bombas serán centrífugas horizontales y estarán operadas por motores eléctricos a --- prueba de explosión.

La presión de descarga deberá ser suficiente para vencer la altura hidrostática, las pérdidas por fricción en la tubería y tener además la presión necesaria en las boquillas de descarga.

El arranque y paro de las bombas será manual por estaciones de botones en el cuarto de control de la casa de bombas y al pie de cada una de ellas. En descargaderas habrá únicamente botón de paro.

Se deberá instalar a la succión de cada -- bomba una válvula para venteo de gases y evitar de este modo problemas de cavitación.

Se instalará carrete en las líneas de succión para facilitar el colocar coladeras temporales, pudiéndose así filtrar los productos antes de que entren a las bombas.

Con el objeto de proteger el equipo de bombeo cuando se quede trabajando contra las llenaderas o válvulas cerradas, se instalarán líneas de recirculación que irán de la descarga a la succión. Estas líneas deben contar con válvulas de apertura automática y con interruptores de flujo que activen alarmas luminosas localizadas en el cuarto de control.

Los diámetros de las tuberías de succión -- serán calculados de tal forma que no se presenten problemas de cavitación.

Por lo que toca a los diámetros de descarga se calcularán teniendo en cuenta la distancia al punto final, las diferencias de alturas y las pérdidas por fricción en la tubería y en los accesorios.

Se deberán proyectar tuberías independientes por cada producto para evitar al máximo las contaminaciones.

Las tuberías que necesiten ir enterradas deberán protegerse contra la corrosión mediante recubrimientos.

Las líneas que manejen productos ligeros contarán con válvulas de seguridad adecuadas.

b) Llenaderas de tambores: Existirán 10 posiciones para llenado de tambores repartidas de la siguiente manera:

Llenadera # 1	PEMEX EXTRA
Llenadera # 2	PEMEX EXTRA
Llenadera # 3	PEMEX NOVA
Llenadera # 4	PEMEX NOVA
Llenadera # 5	PEMEX NOVA
Llenadera # 6	DIAPANO
Llenadera # 7	DIAPANO
Llenadera # 8	DIESEL
Llenadera # 9	DIESEL
Llenadera # 10	DIESEL

Se deberán tener medidores de desplazamiento positivo con totalizador para controlar la descarga de productos en los puntos de llenado. Tomando en cuenta que el volumen de un tambor es de 1.26 Bls. (53 - Gal.) la capacidad de los medidores será de 100 G.P.M.

Como la capacidad de las bombas es superior a la capacidad de los medidores, se instalarán orificios de restricción para que en las líneas se manejen únicamente 100 G.P.M.. La estructura deberá tener un co-

bertizo para cuatro camiones de estacas.

c) Llenaderas de autos-tanque: se contará con las siguientes posiciones de llenado:

3	para	PEMEX NOVA
1	para	PEMEX EXTRA
1	para	DIAPANO
3	para	DIESEL
<hr/>		
8	posiciones en total.	

Deberá existir una isla por cada posición de llenado, por lo que se tendrán ocho islas en la terminal.

Se instalarán medidores de desplazamiento positivo en cada garza de llenado, los cuales deberán contar con predeterminador, válvula de cierre en dos pasos, impresor y totalizador. Así mismo se instalarán, en las líneas anteriores a los medidores, filtros con su drenaje y eliminadores de aire para protección y exactitud en la medición.

Las garzas de llenado, así como los medidores, tendrán una capacidad de 350 G.P.M.

Las islas de llenado se deben proyectar tomando en cuenta que los autos-tanque que se cargarán de productos serán los modelos tipo de la gerencia de ven

tas con capacidades de 10,000 y 30,000 lts.

d) Llenado de carros-tanque: Se proyecta una espuela de ferrocarril para hacer posible el acceso de los carros-tanque a la terminal. Dicha espuela deberá localizarse en el lugar más idóneo para que se haga la conexión con la vía de ferrocarril México-Laredo.

La estructura metálica para el llenado se localizará en la parte media de la espuela; debiendo tener seis posiciones de llenado cada una de las cuales contará con dos garzas, una para cada lado de la espuela.

La distribución de las posiciones por productos a descargar será la siguiente:

PEMEX NOVA	2 posiciones - 4 garzas
PEMEX EXTRA	1 posición - 2 garzas
DIAPANO	1 posición - 2 garzas
DIESEL	3 posiciones - 6 garzas

Todas las garzas tendrán una capacidad de 350 G.P.M. y no estarán instrumentadas. Todas las garzas deberán encontrarse en una sola estructura metálica, la cual deberá contar también con un cuarto de herramientas.

e) Descargaderas de autos y carros-tanque: En caso de fallas en el poliducto, o de la utilización de este en algún otro servicio, la terminal podrá ser alimentada mediante autos y carros-tanque; por lo que se deben proyectar las instalaciones necesarias para poder descargar los productos y mandarlos a los tanques de almacenamiento.

1-a) Descargaderas de autos-tanque.- Se deberán tener dos posiciones para descarga. En cada posición se podrá descargar:

PEMEX EXTRA

PEMEX NOVA 1

PEMEX NOVA 2

DIAPANO

DIESEL

ya que deberá existir una toma por producto, se tendrán cinco tomas por posición, diez tomas en total.

La descarga se hará con dos bombas, una por cada posición y que deberán tener una capacidad de 400 G.P.M. Las bombas succionarán de los autos-tanque mediante una manguera de 3" y descargarán mediante otra manguera a cualquiera de las cinco tomas de la posición de descarga, seleccionándose de acuerdo al producto la tubería y el tanque adecuado. Las bombas y las tomas de tubería se encontrarán sobre una guarnición de concreto para protección de las mismas. Cada bomba deberá contar con un manómetro y una válvula de vanteo automática. La posición de las dos islas de descarga deberá ser contigua a las de llenado .

2-a) Descargaderas de carros-tanque.- Se tendrán cuatro posiciones de descarga, cada una de las cuales podrá descargar:

PEMEX EXTRA

DIESEL

PEMEX NOVA 1

DIAPANO

PEMEX NOVA 2

Se contará con una toma por producto, existiendo, por lo tanto, 20 tomas en total.

Cada toma deberá tener dos boquillas para que puedan ser descargados dos carros tanque de un mismo producto en una sola posición. La conexión entre los carros-tanque y las boquillas se hará con mangueras de 3"Ø.

Las tomas se encontrarán en cinco cabezales de succión, (uno por cada producto); estos cabezales se conectarán mediante mangueras a dos bombas de 400 G.P.M de capacidad. Las dos bombas podrán succionar a la vez de una sola línea para poder así desalojar dos carros -tanque de un mismo producto al mismo tiempo.

Las bombas descargarán mediante mangueras de 3"Ø a cualquiera de cinco cabezales, (uno por cada producto), que llevarán los destilados a los tanques de almacenamiento respectivos; las dos bombas podrán descargar a un solo cabezal.

Las bombas y las tuberías de succión, con sus respectivas tomas, se encontrarán sobre una base de concreto que se proyectará contigua a la estructura de llenado de carros-tanque en la espuela. Cada bomba deberá contar con un manómetro y una válvula de venteo automática.

Las líneas de descarga de carros-tanque y las de descarga de autos-tanque a almacenamiento se pueden conectar en el lugar más apropiado y tenerse así una sola boquilla de entrada a cada tanque para los dos servicios.

## 12) Servicios generales:

a) Instalaciones contra incendio: se con-

tará con las siguientes instalaciones para la prevención de incendios:

1-a) Existirá protección a tanques por medio de cámaras de espuma mecánica conectadas a la red general contra incendio.

2-a) Red de hidrantes para manejar líquido formador de espuma o agua bombeada directamente desde el tanque elevado.

3-a) En las zonas de mayor peligro, (casa de bombas, llenaderas), y donde se requiera, se instalarán torrecillas con monitores.

4-a) Caseta de contra incendio; donde se localizarán las bombas de agua y espuma, el tanque para almacenar el líquido formador y el equipo necesario en caso de incendio como son mangueras, carretillas, etc.

5-a) Dos bombas para agua contra incendio una con motor eléctrico y la otra con motor de combustión interna.

6-a) Se proveerá a la terminal de extinguidores en cantidad y características adecuadas.

Toda la instalación de protección contra incendio deberá de proyectarse de acuerdo a las especificaciones PEMEX.

b) Agua: El agua se obtendrá de un pozo profundo mediante una cisterna eléctrica y se almacenará en un tanque elevado con capacidad de 125,000 litros y

a una altura de 20 metros; el agua almacenada servirá tanto para los servicios de la planta como para la protección contra incendio.

c) Energía eléctrica: Se tomará de la subestación que se alimentará de la línea de alta tensión -- cercana a la terminal.

La subestación se localizará en un lugar de gran seguridad.

Los voltajes de operación serán de 440/ - /220 volts, para motores y de 220/127 volts para iluminación, controles, etc.

Los cables de conducción eléctrica serán subterráneos de tubo conduit, con registros y con conexiones a prueba de explosión, cuando estas se requieran.

La alimentación eléctrica tendrá un interruptor general, e interruptores particulares donde sea necesario.

Los postes de alumbrado serán tipo águila y el encendido de la terminal será con celdas fotoeléctricas. Todas las zonas quedarán iluminadas adecuadamente dependiendo del servicio que en ellas se realice.

El equipo de alumbrado será a prueba de explosión en tanques, casa de bombas, llenaderas, descargaderas y medición.

Se proveerán luces de señalamiento en los puntos más elevados de la terminal.

d) Edificios: Las instalaciones con que contará la terminal son las siguientes:

1) Oficina de ventas: El edificio deberá tener:

1-d) Un privado para el agente, recibidor para el público, y baño privado.

2-d) Un cubículo para el cajero.

3-d) Mostrador para atención al público.

4-d) Espacio para cuatro empleados de ventas junto al mostrador.

5-d) Espacio para cuatro empleados más.

6-d) Puerta hacia la calle para acceso del público.

7-d) Puerta hacia llenaderas.

8-d) Dos baños: Hombres y mujeres.

9-d) Contactos eléctricos para uso de to dos los oficinistas.

10-d) Teléfono para el agente y sistema de interfón para el cubículo del cajero y dos empleados.

2) Bodega: Deberá tener una superficie de  $800 \text{ m}^2$ , dividida en  $600 \text{ m}^2$  de bodega y  $200 \text{ m}^2$  de cobertizo con malla alrededor.

Deberá tener los accesos necesarios tales como cortinas metálicas, escaleras y rampas. Se requiere además de oficina y sanitario.

3) Casa de bombas: Deberá contar con cobertizo para todas las bombas necesarias y con un cuarto de control donde trabajará un bombero.

4) Taller mecánico: Se tendrá un taller para efectuar reparaciones menores en los vehículos y equipo de la terminal, un cuarto para guardar equipo y herramientas y deberá contar con 60 m<sup>2</sup> de superficie total.

5) Baños y vestidores: Debe contar con las instalaciones sanitarias para un total de 30 empleados.

6) Caseta de vigilancia y revisión final: Para control y revisión de entrada y salida de vehículos de la terminal. Requiere sanitario.

7) Caseta de recibo y medición: Requiere oficina y sanitario; debe contar con el espacio necesario para el tablero de instrumentos, radio y con un cobertizo para instrumentos de control y medición.

8) Llenado de tambores: La estructura debe de contar con el espacio adecuado para las llenaderas de tambores necesarias y para la operación de las mismas.

9) Llenaderas de autos y carros-tanque: - Las estructuras metálicas que se proyectarán para este servicio deben de ser diseñadas tomando en cuenta el alto, ancho y longitud de los carros y autos que se van a cargar de productos. Deben de hacer factible la fácil operación de las garzas y deben de contar con las cubiertas, las escaleras, guarniciones, barandales, y plataformas de operación adecuadas,

10) Caseta de contra incendio: Debe contar con el espacio necesario para guardar extinguidores,-

carretillas, palas y unidades móviles para el servicio de contra incendio. Así como de un cobertizo donde se tendrá el tanque de almacenamiento para espuma mecánica, las bombas de agua y espuma y el equipo necesario para hacer la mezcla de estas dos.

11) Se deberá proyectar una plaza cívica con asta Bandera y portada que deberá decir:

PETROLEOS MEXICANOS  
TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION  
SALTILLO, COAHUILA

12) Todo el terreno irá cercado con malla de alambre.

13) Los edificios: Casa de bombas, llenado de autos-tanque, taller, garage y bodega serán de fierro estructural con techados de lámina scanalada.

Las oficinas de ventas, la caseta de vigilancia, caseta de recibo y medición y los baños y vestidores serán construídos de mampostería y tendrán acabados especiales según el caso.

e) Comunicaciones Y Urbanización: Las circulaciones interiores de la terminal serán con carpeta asfáltica o concreto hidráulico de 7 metros de ancho, sobre una base adecuada, capaz de resistir el tránsito de los vehículos pesados.

La circulación deberá orientarse de forma tal que se logre una fácil circulación de vehículos que entren y salgan de la terminal.

Se construirá un ladero de espuelas de ferrocarril con una vía de acceso a la bodega y las necesarias para carga y descarga de productos. Deberá existir un sistema de interfón que comunique la oficina de ventas con la oficina de la bodega, casa de bombas, caseta de vigilancia y caseta de recibo y medición.

f) Servicios auxiliares: El proyecto deberá incluir las calles, banquetas, portada, señales y jardines para el buen aspecto y funcionamiento de la terminal.

Los drenajes aceitoso y pluvial se coleccionarán en redes diferentes. El drenaje aceitoso se hará pasar por un separador A.P.I. y el aceite ahí obtenido se mandará a un tanque para almacenamiento.

El drenaje de los diques que encierran los tanques de almacenamiento, deberá constar de un sistema de bloqueo para que en caso de falla de éstos se cierre la salida mientras se procede a recuperar el combustible.

g) Complemento a las bases de diseño por parte de la gerencia de refinación de Petróleos Mexicanos.

Con objeto de poder llevar a cabo en forma eficiente los controles de calidad y cantidad de los productos que la gerencia de refinación entrega a la gerencia de ventas en la terminal de almacenamiento de Saltillo, es necesario cumplir con los lineamientos que a continuación se mencionan:

1) Terminales de recibo y distribución -- que operan con destilados exclusivamente.

1.1) Líneas de recibo de poliductos a tanques de almacenamiento independientes de las líneas de entrega a ventas y a líneas de recibo de autos y carros-tanque.

1.2) En el múltiple de recibo se deberá contar con dos válvulas tipo macho integral en cada línea de producto y entre ellas una toma para muestras de 1/2"Ø

1.3) Sistema para recibo de interfases (-contaminados), que incluye tanque (5,000 Bls.), línea independiente de entrega a instalaciones de llenado de autos-tanque por medio de una bomba de relevo y de una garrucha de Pemex Nova, así como una línea de trasiego a los tanques de Nova de la terminal; el relevo principal de la línea de recibo general deberá desfogar en el tanque de -contaminados de la terminal.

1.4) Local para laboratorio con los siguientes servicios:

- a) Extractor.
- b) Aire de servicio.

13) Propiedades físicas de los productos:

	PEMEX NOVA	PEMEX EXTRA	DIAPANO	DIESEL
S.G. @ 20°C/4°C	0.72	0.72	0.80	0.85
$H$ (C.P.) @ 27°C	0.43	0.43	2.0	7.0
$\rho$ (lb/ft <sup>3</sup> ) @ 20°C	44.9	44.9	49.9	53.0
PVapor (Psis) @ 100°F	9	9	5	0

CAPITULO II

URBANIZACION Y LOCALIZACION GENERAL

## II-1 GENERALIDADES Y DIMENSIONAMIENTO DE INSTALACIONES

El primer paso en el diseño de la terminal de almacenamiento es el de elaborar los planos de urbanización y el de localización general.

El lugar que ocupan estos planos en el diseño general es debido a que con ellos conocemos la distancia entre las diferentes instalaciones, las dimensiones de las mismas y su orientación, los niveles de piso terminado y de operación en todos los puntos de la terminal, la localización de las cajas ciegas, registros y coladeras, así como los niveles de arrastre para las tuberías de drenaje tanto pluvial como aceitoso, la localización de las diferentes áreas de operación, circulaciones, banquetas, áreas verdes y delimitaciones dentro de la terminal.

El conocimiento de todo lo anterior es fundamental para el diseño de proceso ya que sin estos datos es imposible localizar las camas de tubería, determinar las elevaciones y niveles de profundidad para los tubos que deban ir en patios, calles o enterrados, tanto para las tuberías de proceso como de servicios generales y contra incendio, el diámetro de las mismas y la potencia de las bombas. Así como tampoco se podría determinar la orientación de las boquillas en los tanques ni sus niveles de fondo, las posiciones de succión y descarga de las bombas, ni la localización de éstas y de los demás equipos dentro de las instalaciones de la terminal.

Esta información es también fundamental - para el diseño de los accesos a la terminal y de la espu la de ferrocarril.

El proyecto eléctrico está basado así nis no en estos planos, ya que son necesarios para obtener la distribución eléctrica subterránea y la red de tierras, - para determinar la localización de los registros eléctricos, el nivel de profundidad y el calibre de los conducto res, la localización del sistema de alumbrado exterior y de las conexiones para los equipos de la terminal.

La función del coordinador de proyectos - en este punto es primero la de proveer a ingenieros civiles y arquitectos de la información necesaria para que - lleven a cabo el dimensionamiento y diseño de los edificios y estructuras metálicas así como de la cimentación - de los mismos cuando se cuenta con los datos de resistencia de terreno y profundidad de desplante.

Esta información consiste principalmente de datos que se obtienen de las bases de diseño como son: Número de empleados que trabajarán en las diferentes instalaciones, área para la bodega, instalaciones sanitarias etc., sin embargo, para el dimensionamiento de algunos -- edificios y estructuras es necesario el conocimiento de -- datos de proceso y operación que deben ser obtenidos por el mismo coordinador.

#### A) Cobertizo para bombas y cuarto de control.

El dimensionamiento del cobertizo está dado - en función al número y tamaño de las bombas, debiendo existir además el espacio adecuado para la operación y mantenimiento de las mismas.

El tamaño de la base de las bombas es un dato que podemos obtener de catálogos de fabricante en función al gasto y a la potencia del motor, este último parámetro no lo podemos conocer exactamente a esta altura del diseño, sin embargo, de experiencias en terminales anteriores del mismo tipo podemos decir que será entre 15 y 30 BHP. Esto es posible ya que la superficie de los terrenos empleados en este tipo de instalaciones, las pérdidas por fricción en tuberías y - gargas, y la altura de estas últimas con respecto a las bombas son similares. Para el dimensionamiento escogeremos un modelo de las siguientes características:

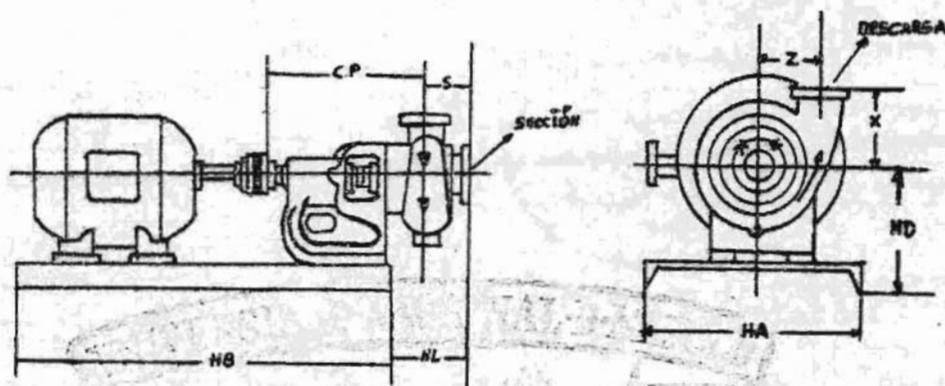
400 G.P.M.

15 a 20 H.P.

Una cabeza de 100 a 150 ft

1150-1750 R.P.M. y con un servicio pa

rs destilados de petróleo que tiene las siguientes dimensiones:



SUCCION	DESCARGA	S	X	Z	CP	HL	HA	HB	HR
4"	3"	5 1/8"	8 1/2"	7 1/2"	27 5/8"	9 3/4"	15"	37"	17 1/8"

Fig. 3

Con la información anterior podemos pensar en un cobertizo para bombas con seis módulos de seis metros cada uno (36 metros en total) y cuatro metros de ancho; teniendo las bombas la siguiente disposición por módulo:

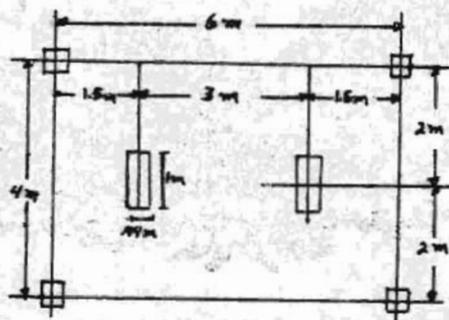


Fig. 4

Como se deben tener doce bombas en el cobertizo, seis módulos son adecuados.

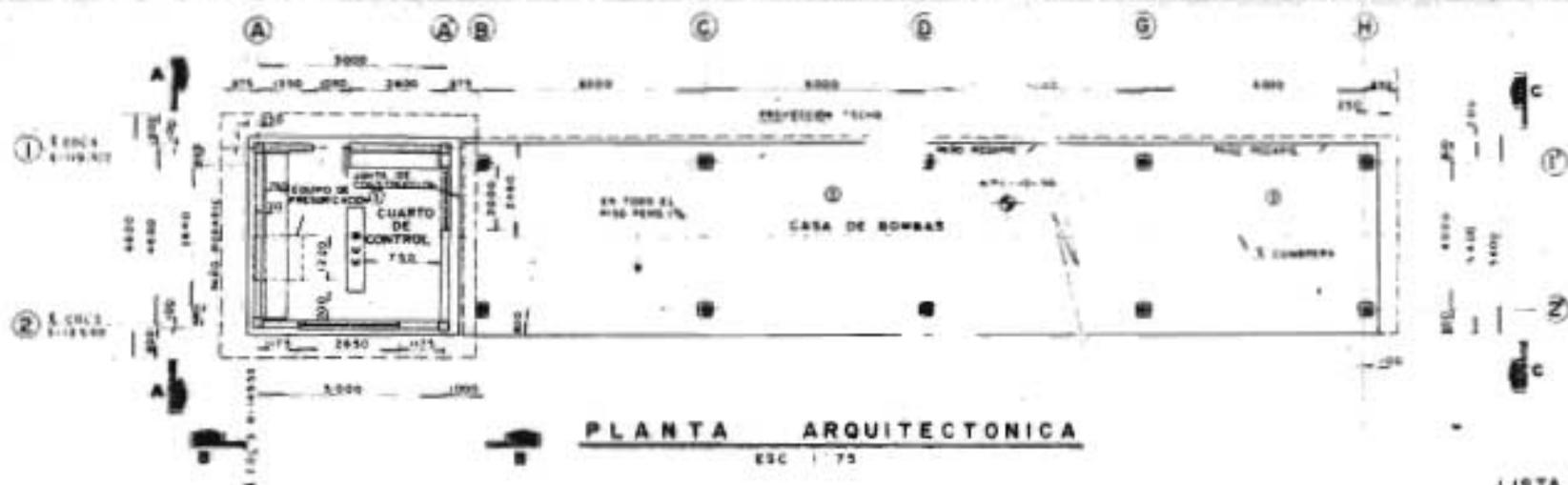
La altura del cobertizo será de tres metros mínimo para hacer factible la instalación y desmontaje de las bombas mediante un polipasto o grúa viajera.

En el cuarto de control se deberá tener un tablero en el que se hallarán los botones de arranque y paro de bombas, así como las alarmas luminosas para el caso de que se encuentren abiertas las válvulas de recirculación de la línea que va de la descarga a la succión. Dicho tablero tendrá aproximadamente 2.00 m. de ancho si colocamos los botones y las luces cada 15 cm.

El cuarto de control de la casa de bombas debe de contar con un equipo de premurización que tiene la función de mantener una presión positiva dentro del cuarto y así evitar la entrada de vapores explosivos al interior del mismo. Para este servicio se emplea un ventilador de  $3/4$  H.P. que se coloca en el techo y con unas dimensiones aproximadas de 1.5 x 1.5 m. (dato obtenido de catálogo de fabricante).

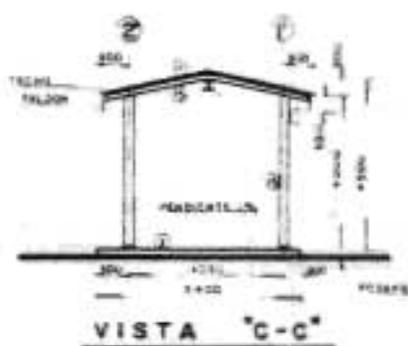
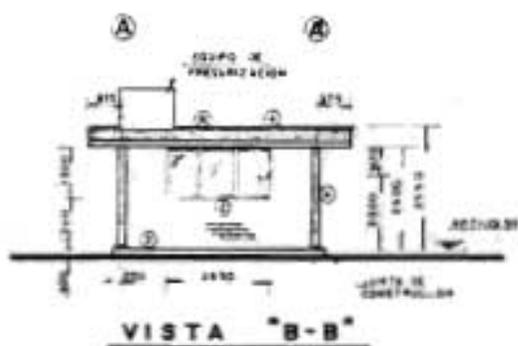
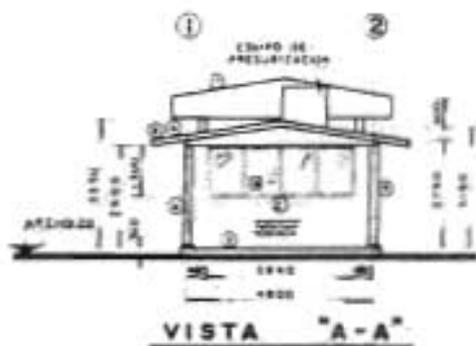
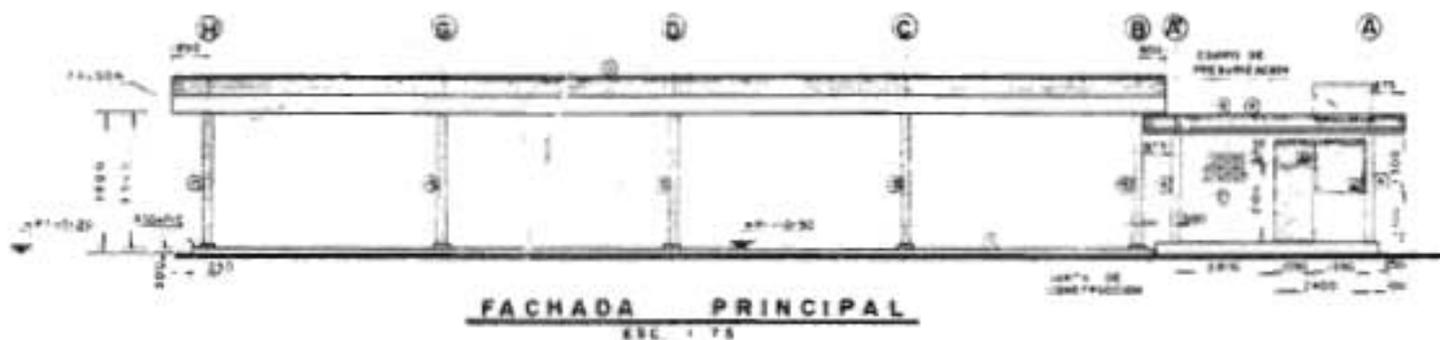
Con la información anterior ya es posible que se haga el diseño arquitectónico de la casa de bombas. (Plano No. 1).

B) Llenaderas y descargaderas de autos-tanque: El diseño, tanto para la estructura de llenado como la plataforma de descarga, está en función a las dimensiones de los autos tanque que se van a emplear; - estos autos son los tipo modelo de la gerencia de ventas de Petróleos Mexicanos, con una capacidad de 30,000 lts. y cuyas dimensiones son: (Fig. 5).



**LISTA DE ACABADOS**

- 1) TIPO DE HERRERA VER PLANO
- 2) HERRERA EMPLEADA EN LOS MUROS Y CIMENTACION
- 3) HERRERA EMPLEADA EN LOS MUROS Y CIMENTACION
- 4) HERRERA EMPLEADA EN LOS MUROS Y CIMENTACION
- 5) HERRERA EMPLEADA EN LOS MUROS Y CIMENTACION
- 6) HERRERA EMPLEADA EN LOS MUROS Y CIMENTACION
- 7) HERRERA EMPLEADA EN LOS MUROS Y CIMENTACION
- 8) HERRERA EMPLEADA EN LOS MUROS Y CIMENTACION
- 9) HERRERA EMPLEADA EN LOS MUROS Y CIMENTACION



**NOTAS**

- 1) ALICATADO EN ALUMINIO
- 2) PAVIMENTO EN ALUMINIO
- 3) PAVIMENTO EN ALUMINIO

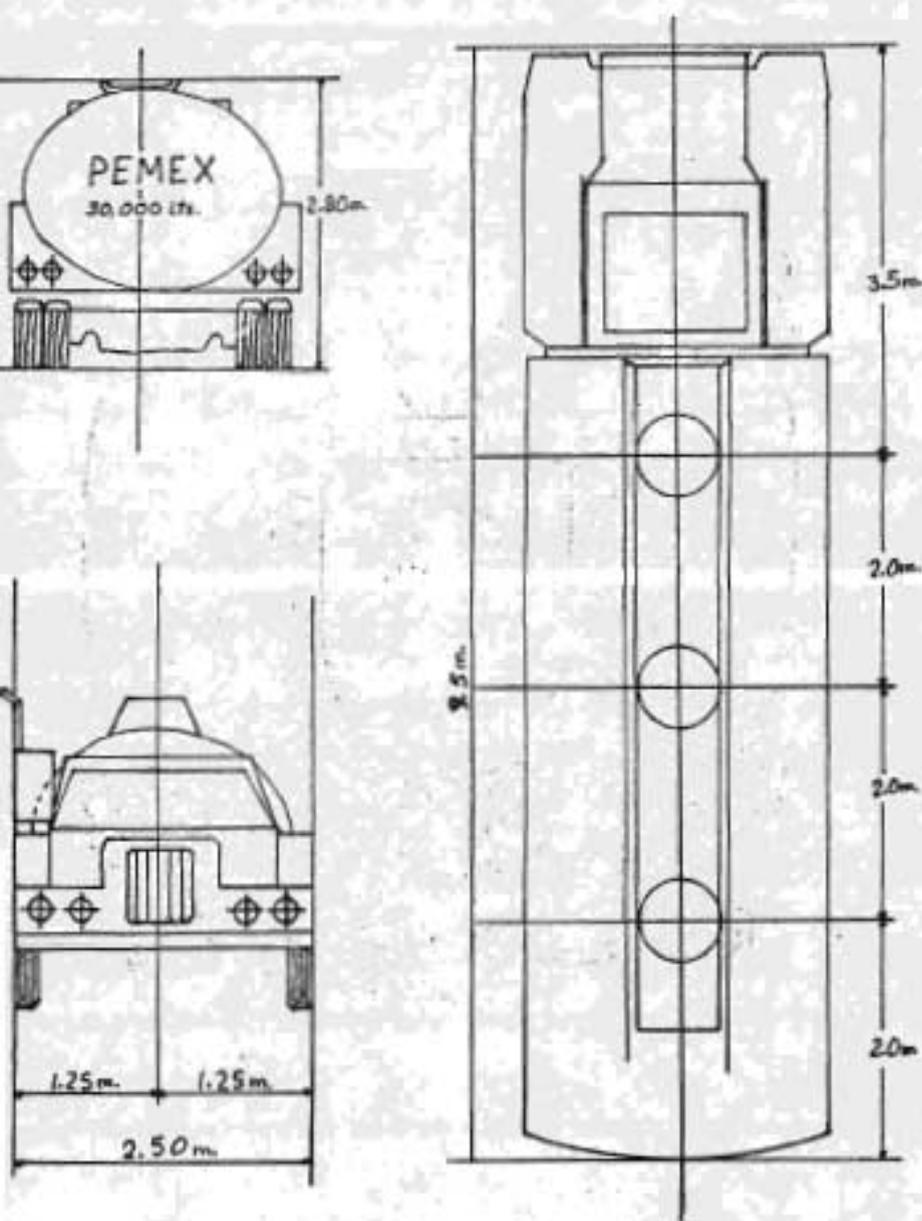
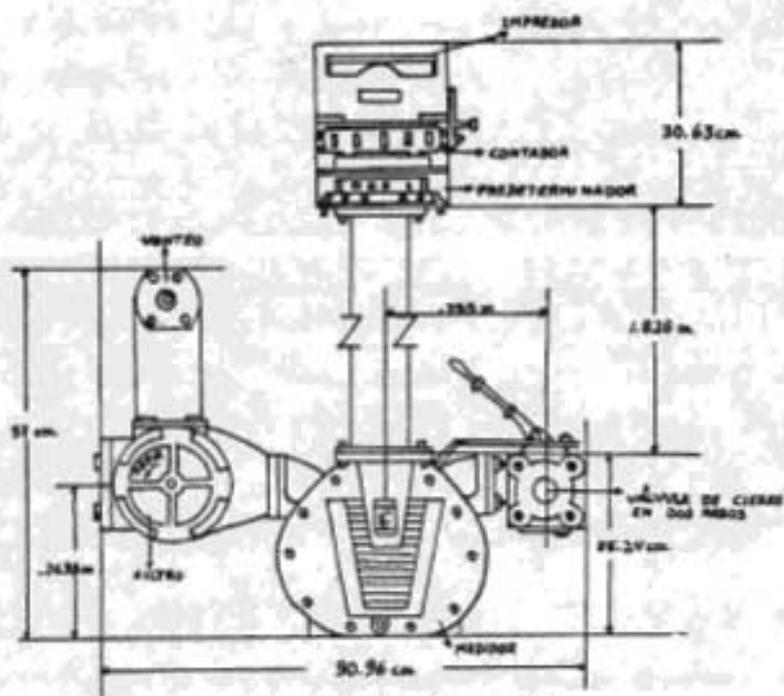


Fig. 5

Además de lo anterior es necesario, para el diseño, conocer las dimensiones del sistema de medición y control así como de las garzas de llenado.

De datos de fabricante podemos obtener las dimensiones de un medidor de desplazamiento positivo con capacidad de 350 G.P.M. con sus equipos relacionados y que son las siguientes:



CAPACIDAD 350 G.P.M.  
PRESION DE TRABAJO 150 Psi

Fig. 6

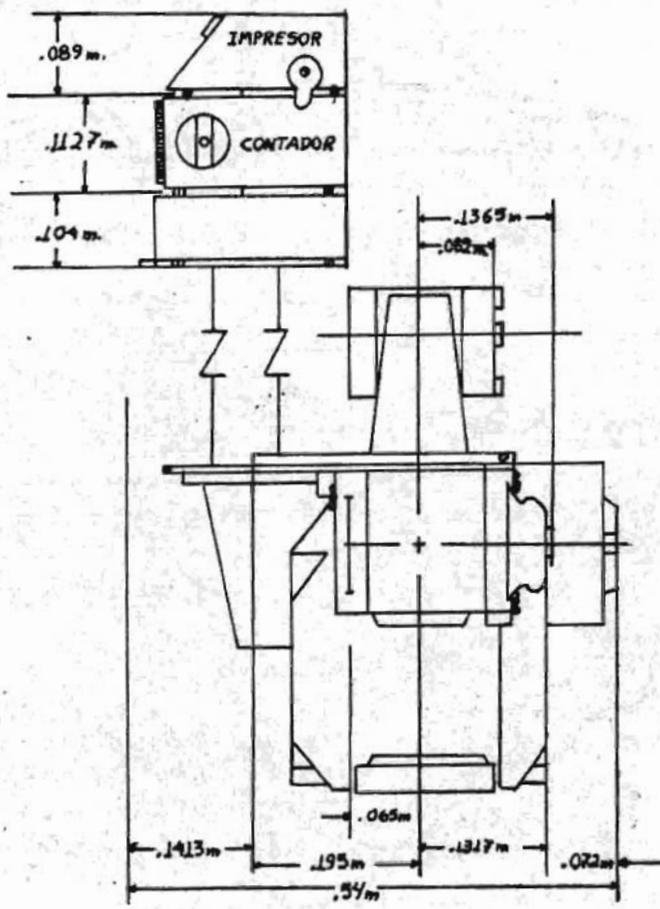


Fig. 6 - a

Así mismo podemos conocer las de una garza de llenado para autos-tanque. (Fig. 7).

El diseño que se propone para las estructuras de llenado es el siguiente:

1o. Ya que el ancho de los autos-tanque es 2.50 m.; y para dar facilidades, tanto de maniobra como para el descenso de los operarios del auto, las islas de llenado se localizarán cada 3.50 m.

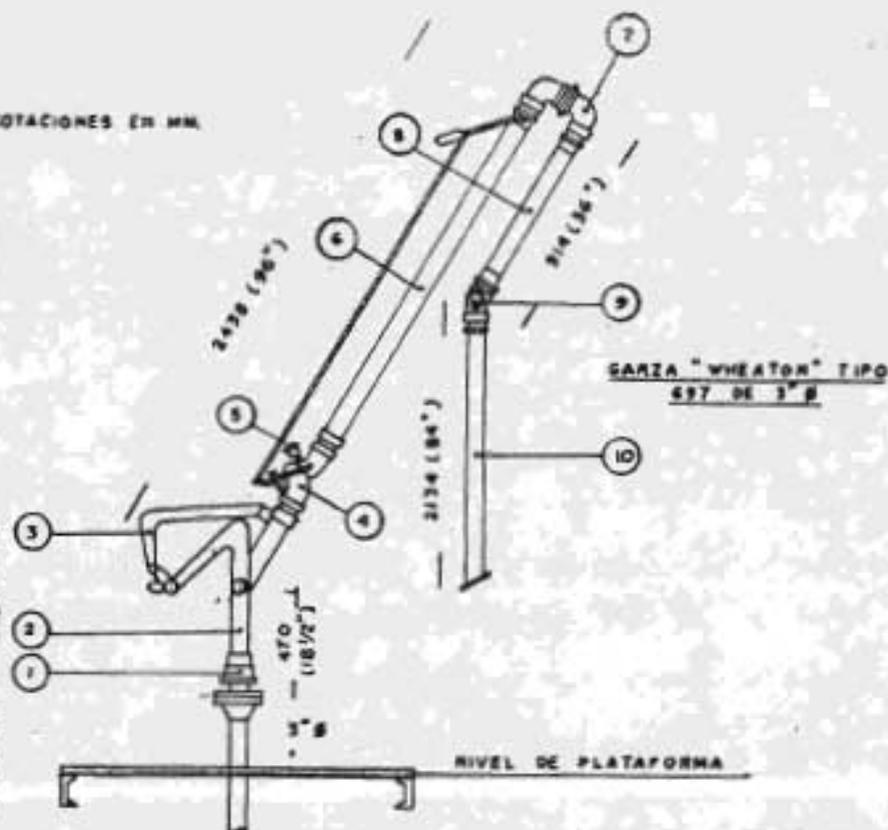
2o. La plataforma de operación, así como el cobertizo de la estructura tendrán seis metros de largo como mínimo que es aproximadamente el tamaño de la zona de operación en la parte superior del camión. Deberá existir un barandal alrededor de la plataforma y un pasa manos suspendido del cobertizo para protección de las personas que circulen en la plataforma y en el auto-tanque.

3o. El ancho de la estructura será de 2.50 m. para permitir un movimiento fácil y seguro de los operarios. El cobertizo deberá estar soportado por todas las estructuras de llenado y tener un volado en las islas terminales de 1.25 m. mínimo para cubrir al encargado de la operación en dichas islas.

4o. Todas las tuberías en el área de operaciones y de circulación deberán ser elevadas ya que en una reparación, si éstas fueran enterradas, habrá que perforar en el pavimento, suspendiéndose la circulación de vehículos y, por lo tanto, la operación de llenado. La tubería deberá elevarse en el lugar más apropiado y -

ACOTACIONES EN MM.

FOR OTROS POR FABRICANTE



### GARZA PARA LLENADO DE AUTOS-TANQUE

Presión de Op. 50 Psig.

Temp. de Op. 21°C

- 1 Junta giratoria recta tipo 372-P
- 2 Junta giratoria tipo 17c
- 3 Unidad de balance por resorte tipo 640
- 4 Válvula de carga tipo 601
- 5 Rompedor de vacío tipo 249
- 6 Tubo primario de 6 1/2 pies de long. tipo 520
- 7 Junta giratoria tipo 373 ( de aluminio)
- 8 Tubo secundario de 2 pies de long. tipo 519
- 9 Junta giratoria tipo 174 (de aluminio)
- 10 Tubo de llenado de 7 pies de long. tipo 23-R

Fig. 7

estar soportada por vigas metálicas que se fijarán a las columnas de las estructuras. El tubo de llenado para cada garza bajará, sujeto a la columna, hasta el medidor que se encuentra en la parte inferior de la plataforma y volverá a subir, a partir de éste, hacia la garza de llenado.

Tomando en cuenta los puntos anteriores y las dimensiones de autos y equipo de llenado podemos proponer las siguientes elevaciones y medidas: (Figs. 8, 9 y 10).

De bases de diseño sabemos que deberán existir dos posiciones de descarga con 5 tomas de tubería y una bomba de 400 G.P.M. por posición y que estos equipos se encontrarán en dos plataformas de concreto que tendrán las siguientes características:

1) El ancho de la plataforma está dado por el espacio necesario para las tomas de tubería y por el tamaño de la base de la bomba; pudiéndose pensar, que éstas serán iguales a las empleadas en la casa de bombas

2) Las tomas serán de 3"Ø (diámetro de las mangueras) y deberán contar con una válvula macho y un check.

3) Los cinco cabezales de los diferentes productos se encontrarán enterrados, esto es posible, ya que la operación de descarga es mucho menos frecuente -- que la de llenado. Las tomas se injertarán a cada uno de estos cabezales.

4) El largo de las plataformas será simi-

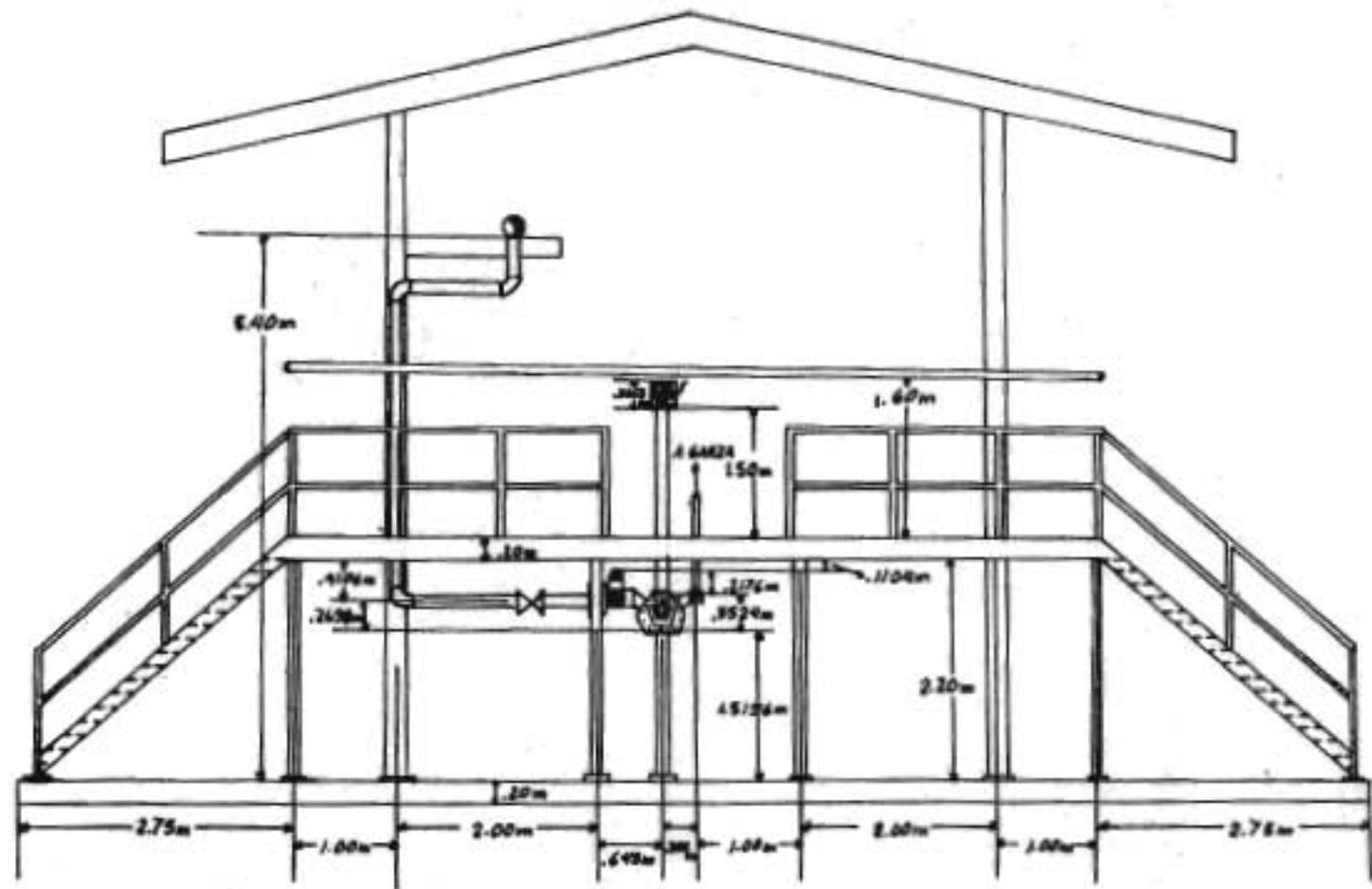
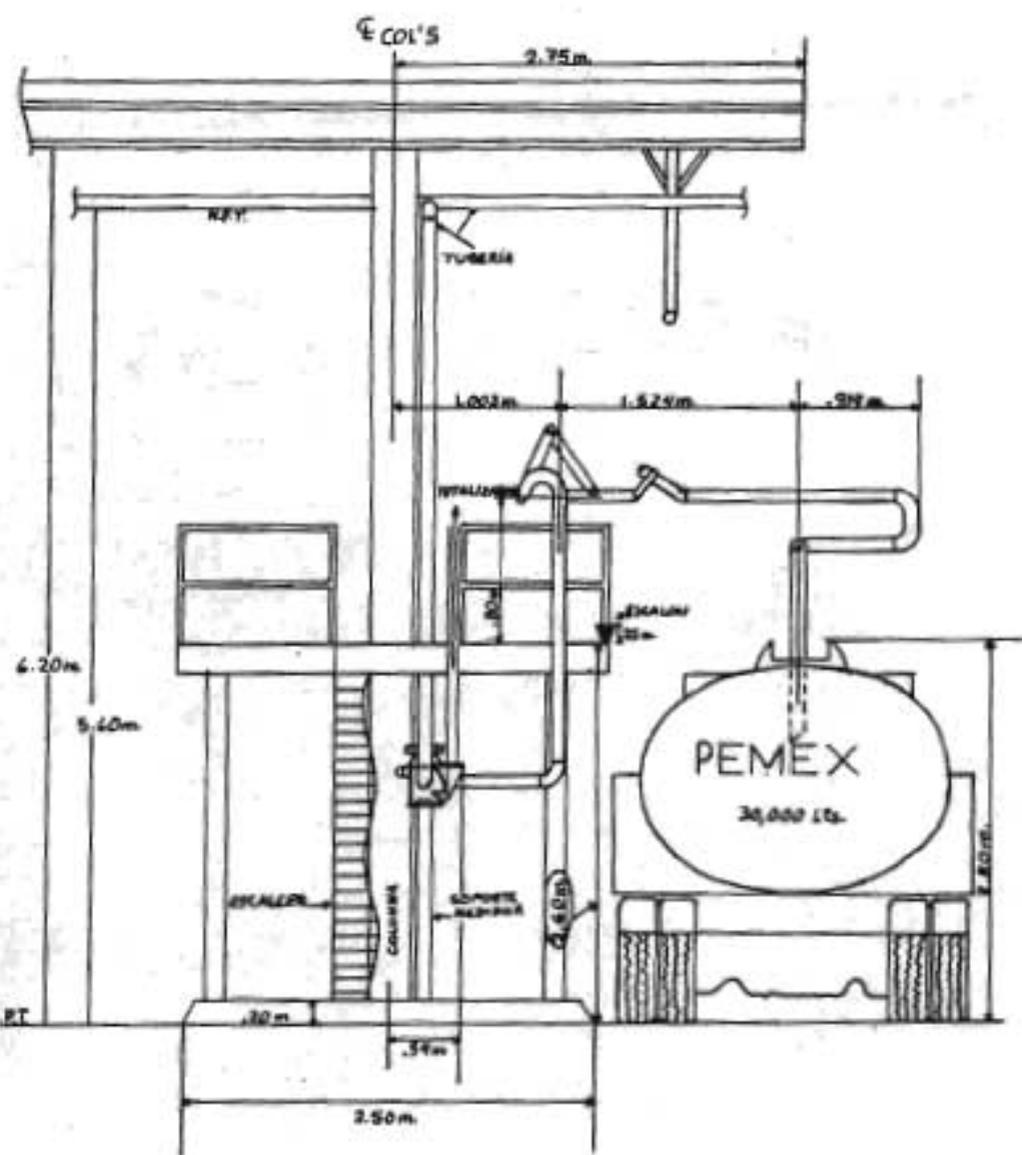
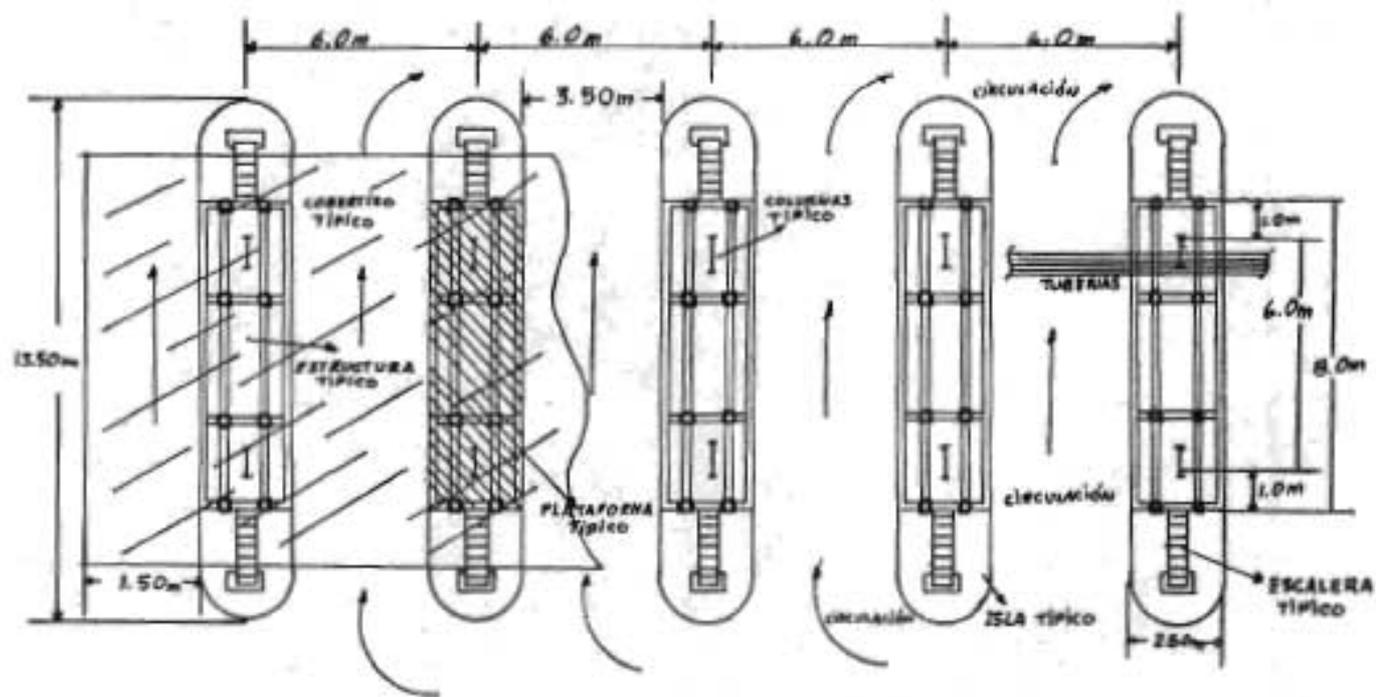


Fig. 8





SE REQUIEREN 8 PLATAFORMAS

FIG. 10

lar a las de llenado y la distancia entre ellas la suficiente para que se estacionen dos autos-tanque con una separación mínima de un metro entre ellos.

En base a los puntos anteriores se tendrá el siguiente diseño: (Fig. 11).

C) Llenaderas y descargaderas de carros tanque: Al igual que para los autos, es necesario conocer las dimensiones de los carros-tanque y del equipo de llenado para que se puedan establecer las características de las plataformas de carga y descarga.

a) Llenaderas de carros-tanque:

1) Los carros-tanque de mayor empleo por parte de PEMEX y Ferrocarriles Nacionales para este tipo de servicio (destilados del petróleo) tienen la siguiente forma: (Fig. 12).

2) Las garzas para el llenado de carros-tanque son idénticas en tamaño, forma y capacidad a las usadas en el caso de los autos-tanque y como se vió en las bases de diseño no estarán instrumentadas.

3) La plataforma se encontrará entre las dos vías, debiendo tener seis posiciones (con un equipo de llenado en cada lado de la espuela) y un cuarto de herramientas.

4) Tomando en cuenta las especificaciones de Ferrocarriles Nacionales para este tipo de espuelas y de experiencias en terminales ya construídas se propondrá que la distancia entre los centros de las vías sea de siete metros.

5) Las tuberías se conducirán a lo largo de

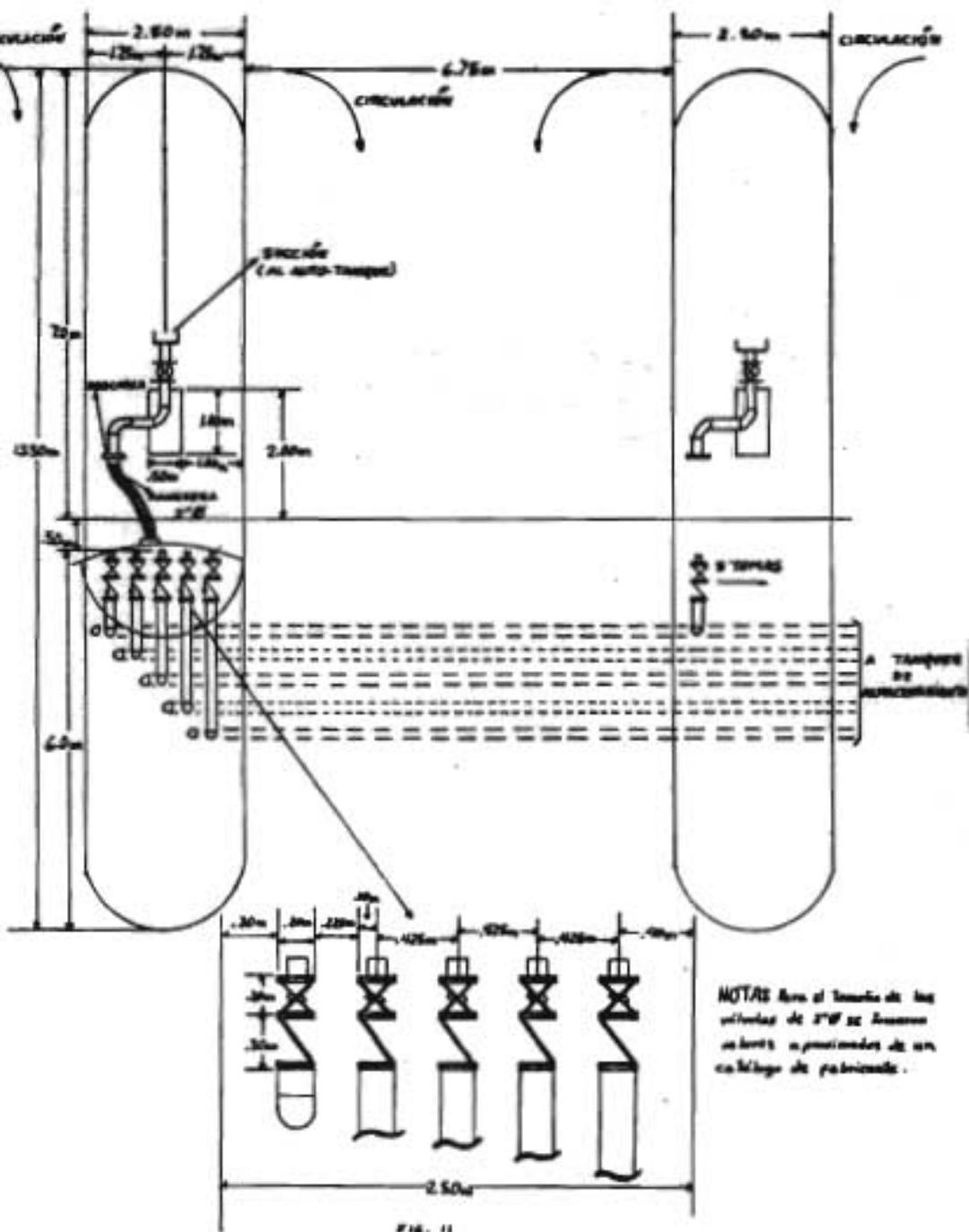


FIG. 11

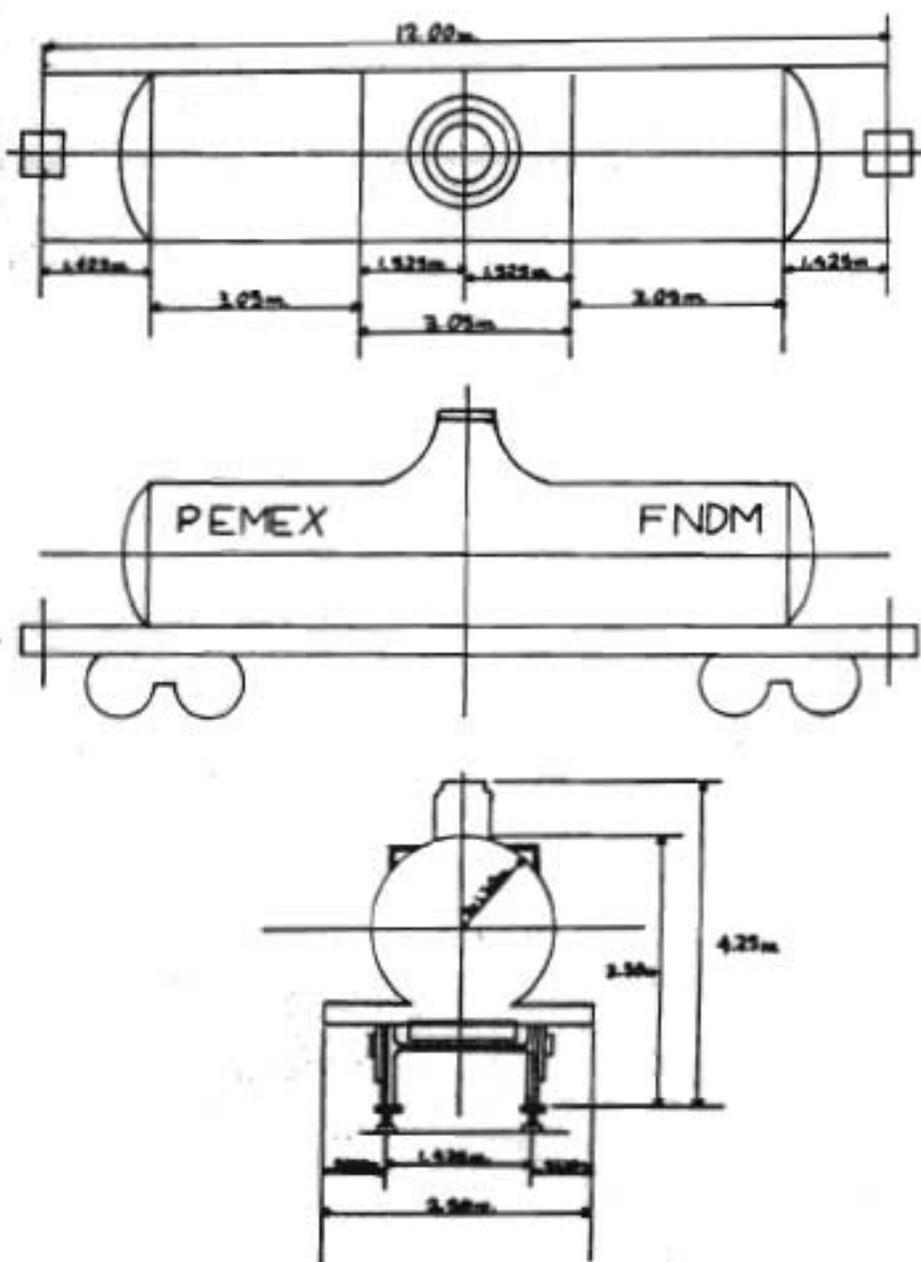


Fig 12

la estructura soportadas por medio de vigas metálicas que se encontrarán bajo la plataforma de llenado sujetas a las columnas. Lo anterior motiva que debamos verificar, en el diseño final, si la distancia entre columnas es la suficiente para el paso de los tubos y evitarnos así el uso de dobles cammas o reducciones en los diámetros requeridos. Se supondrán los siguientes diámetros en base a la densidad y viscosidad de los productos y en el hecho de que la conexión con la vía de ferrocarril existente se encuentra a un extremo del terreno por lo que la distancia entre las llenaderas y la casa de bombas puede ser considerable:

Diesel: 10"Ø  
 Diáfano: 8"Ø  
 Gasolinas: 6"Ø

La separación entre las tuberías se fijará de acuerdo a las especificaciones PEMEX.

El diseño final de la estructura es el siguiente :(Figs. 13 y 14).

b) Descargaderas de carros-tanque:

Como se vió en las bases de diseño deberán existir cuatro posiciones en la isla de descarga y dos bombas de 400 G.P.M. para llevar los productos a los tanques de almacenamiento.

En cada posición, mediante cinco boquillas dobles, se podrán descargar dos carros-tanque (uno a cada lado de la espuela) de cualquier producto a un mismo tiempo, empleándose mangueras de 3"Ø.

Las boquillas se encontrarán injertadas a cinco cabezales (uno por cada producto) que se llevarán enterrados a lo largo de la isla hasta terminar en boquillas dobles

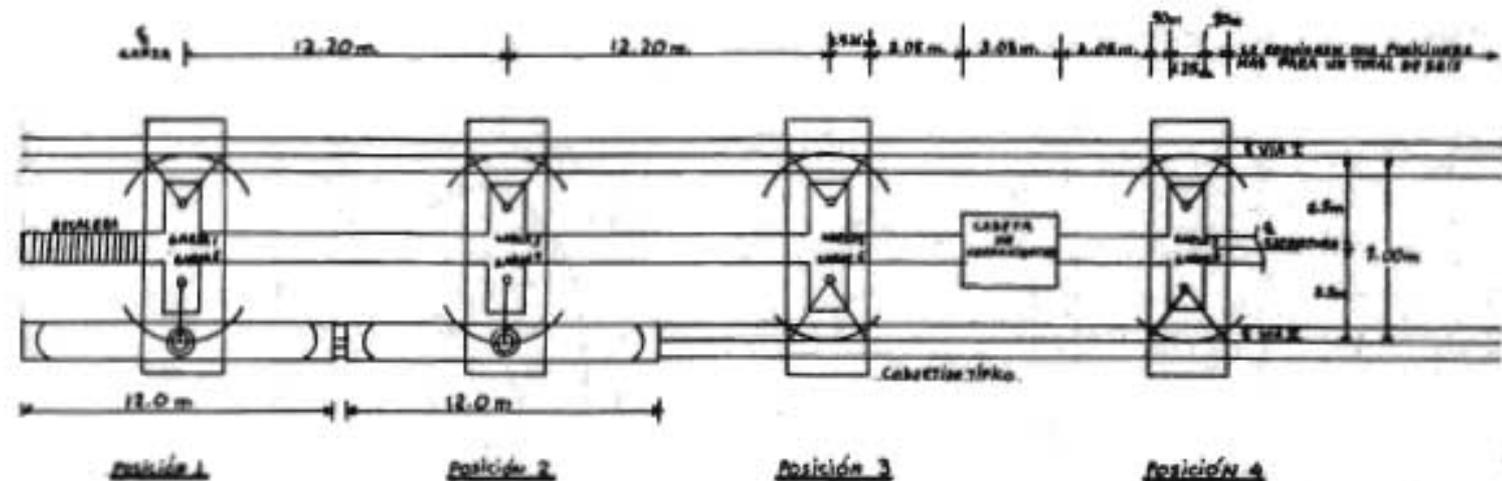


Fig. 13



que se podrán conectar, mediante mangueras, a cualquiera de las tomas de succión de las bombas; pudiéndose, de esta manera, trabajar las bombas sobre un mismo cabezal o sobre cualesquiera dos diferentes dependiendo de los productos que se manejen en ese momento. La descarga se llevará, mediante mangueras, a los cabezales en que se transportarán los productos a los tanques de almacenamiento respectivos. (Estos cabezales contarán, así mismo, con boquillas dobles para poder descargar con las dos bombas en uno solo de ellos).

Las posiciones quedarán espaciadas cada doce metros veinte centímetros (ver dimensiones carros-tanque), dejándose además, a lo largo, el espacio necesario para acomodar las bombas.

Como ya se vió, la distancia entre centros de vías será de siete metros y si pensamos en una separación de dos metros entre el centro de una vía y la guarnición, tendremos para la isla un anchor de tres metros. Para comprobar que la anterior distancia es la adecuada, sabemos que las válvulas de tipo macho que se emplearán en las boquillas serán de 3"Ø (diámetro de las mangueras) y supondremos los cabezales a lo largo de la isla como de 8"Ø. Esta suposición se basa en el hecho de que aunque la distancia no es muy grande, irán conectados a la succión de las bombas y se pueden presentar problemas de N.P.S.H., pues se manejan productos como las gasolinas, con una presión de vapor de 9psiA. Para la base de las bombas se tomarán medidas de un catálogo de fabricante.

De los puntos anteriores, y basándonos en --

las especificaciones de tubería PEMEX, se propondrán las siguientes dimensiones para la isla:(Fig. 15 y16).

D) Llenado de Tambores: Para el llenado de -  
tambores deberá existir un cobertizo en el que se alojarán  
dies posiciones con un medidor de desplazamiento positivo y  
sus equipos relacionados, en este caso no es necesaria una  
garza de llenado ya que el servicio se lleva a cabo con una  
manguera flexible que se conecta entre la boquilla de salida  
del medidor y los tambores.

El largo de la plataforma de operación dependerá del tamaño de los equipos y de que exista una separación adecuada entre ellos; así mismo, la plataforma deberá encontrarse a 1.20 metros mínimo del nivel de piso para que junto con la elevación propia del medidor sea posible descargar a tambores transportados por un camión de estacas.

Si obtenemos de un catálogo de fabricante las dimensiones de un medidor de desplazamiento positivo con una capacidad de 100 G.P.M. que cuente con filtro, eliminador de aire, válvula de cierre en dos pasos y totalizador, podemos proponer las siguientes dimensiones:(Figs. 17 y18).

E) Caseta de Recibo y Medición: Se deberá proveer a la terminal de una construcción adecuada, cercana a la zona de recibo, en donde se localice el tablero para los instrumentos receptores, de medición y control. La caseta deberá contar, así mismo, con el espacio necesario para un radio operador, una oficina, un baño y un cobertizo que aloje a los principales instrumentos que se monten en campo.

Ya que el tablero será convencional, (no se

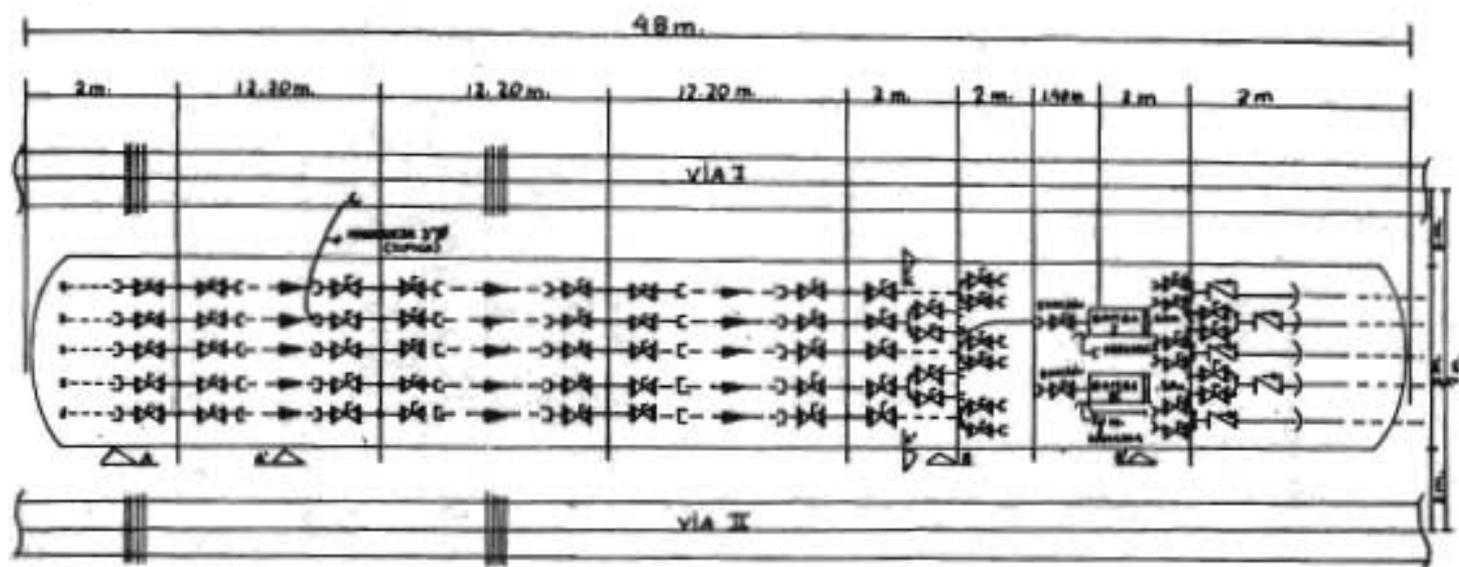
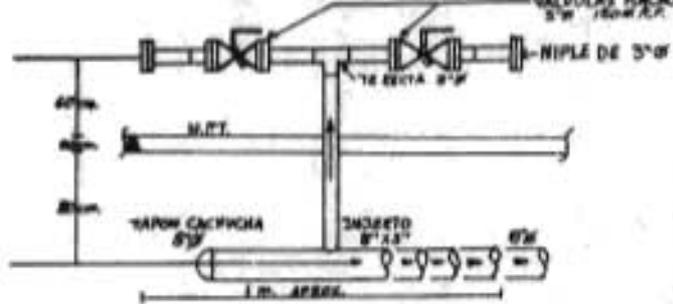
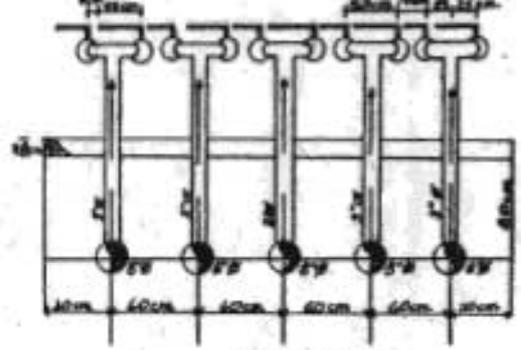


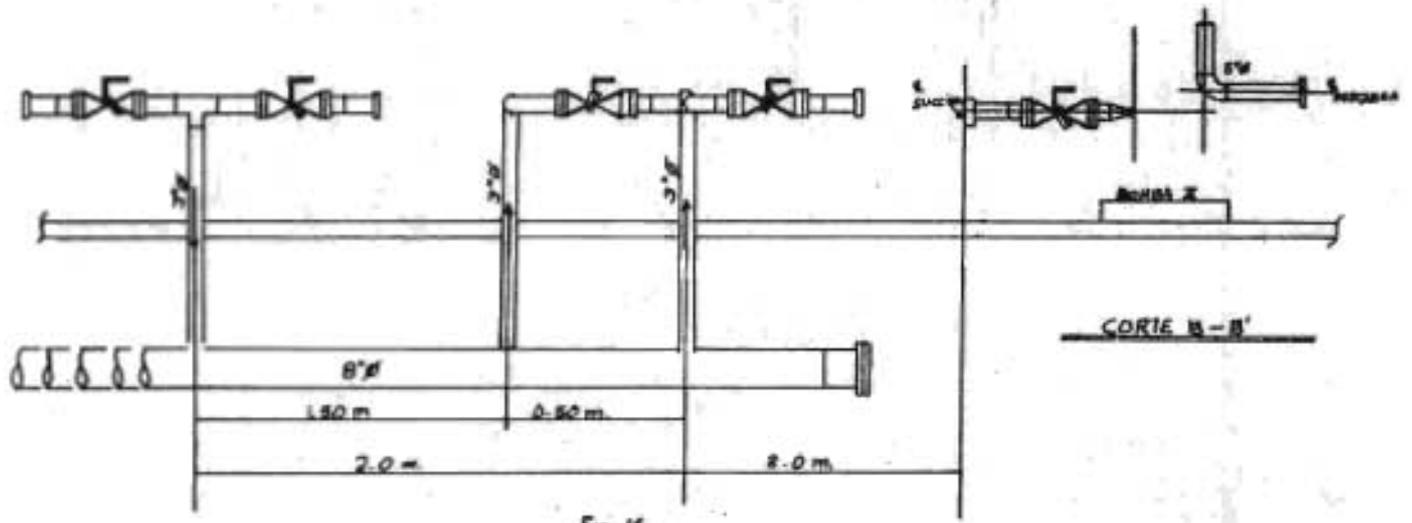
Fig. 18



CORTE A-A'



CORTE C-C'



CORTE B-B'

Fig 16



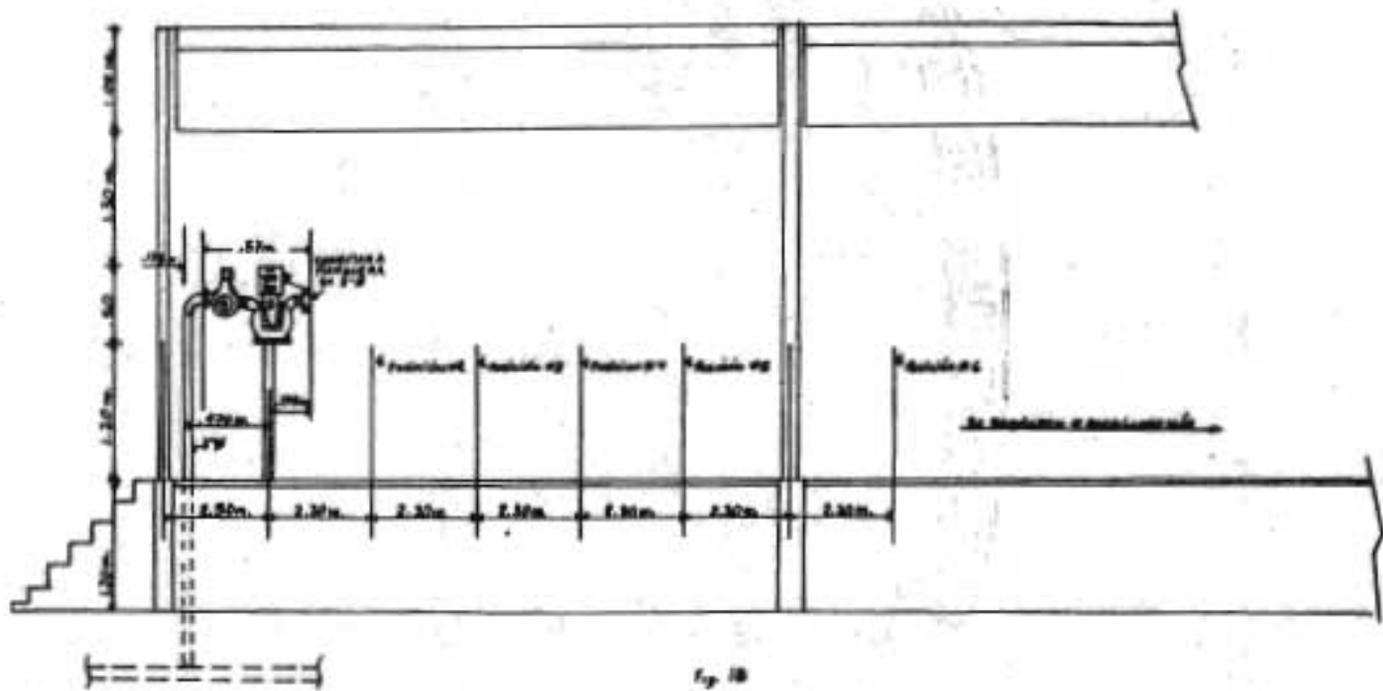


Fig. 18

incluye diagrama de flujo), y del tipo de gabinete cerrado, su tamaño dependerá únicamente del número y tipo de instrumentos montados en él; y que, para nuestro caso, no es superior al de siete, incluyendo registradores, controladores, y totalizadores; siendo, por lo tanto, sus dimensiones no mayores a las de un tablero de 2x2x0.60 metros.

Para la zona cubierta se propondrán unas dimensiones alrededor de los cinco metros por lado; debiendo verificarse éstas cuando se cuente con el arreglo de tubería para esa área. En la caseta no es necesario un equipo de presurización ya que la mayoría de la instrumentación es neumática y los pocos equipos eléctricos pueden ser especificados del tipo "a prueba de explosión"; sin, por esto, tenerse un gasto excesivo.

El anteproyecto para la caseta fue como sigue: (Fig. 19).

P) Subestación Eléctrica: El proyecto arquitectónico de la subestación se debe llevar a cabo una vez que se conozcan todas las cargas eléctricas de la terminal para lo que es necesario que se tengan desarrollados los diagramas mecánicos de flujo, el plano de localización general, los planos arquitectónicos y que se cuente, además, con información de la acometida eléctrica, la tensión de alimentación y la capacidad interruptiva; dicha información es primordial para que puedan ser elaborados pedidos, (y obtenerse con ellos planos de dimensionamiento), de transformadores, centros de control eléctricos y tableros de alumbrado, mismos que se localizarán en la subestación.

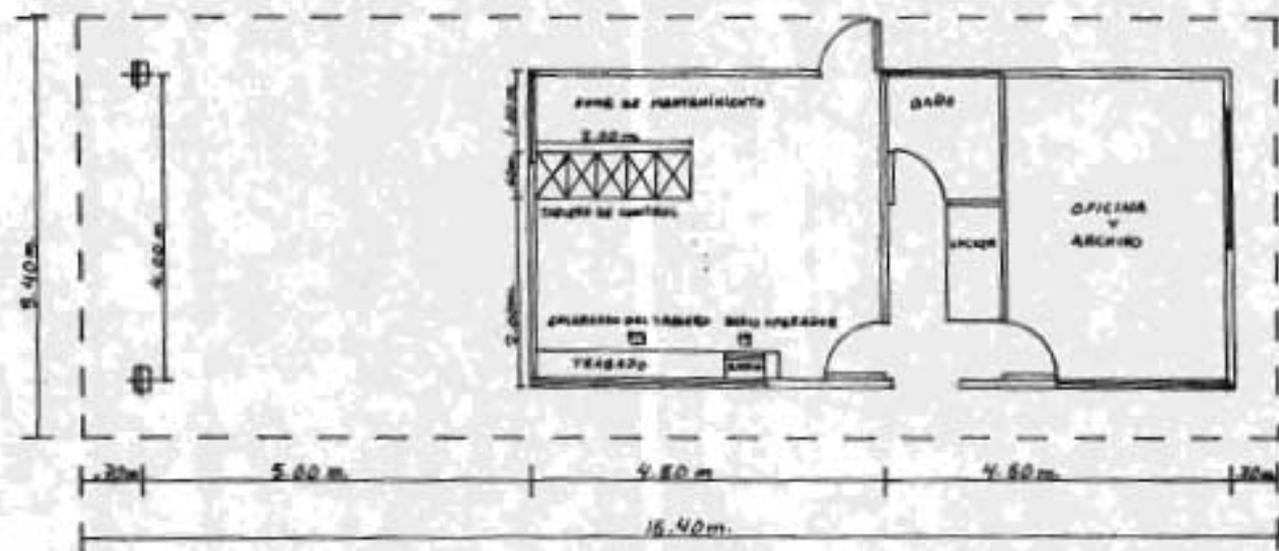


Fig. 19

En esta etapa del proyecto se debe pensar en un área segura (dentro del proyecto de localización) que --  
 cuente además, con el espacio suficiente para que en ella se  
 instale definitivamente la construcción destinada a la sub-  
 estación.

G) Caseta de Contra Incendio: Esta instala-  
 ción deberá contar con:

- I) Un cobertizo en el que se instalarán:
  - 1) Dos bombas:
    - a) Motor eléctrico
    - b) Motor de combustión interna.
  - 2) Sistema proporcionador de espuma y agua.
  - 3) Tanque para almacenamiento de espuma.
  - 4) Arreglo de tubería para la interconexión

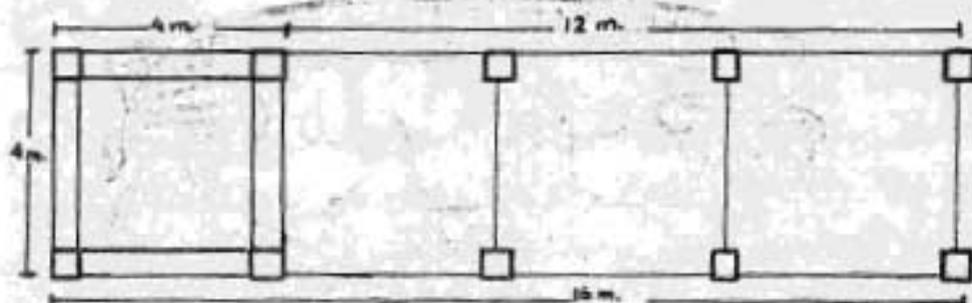
de sistemas.

- II) Cuarto cerrado en el que se tendrán:
  - 1) Mangueras y boquillas para hidrantes y -  
monitores.
  - 2) Extintores:
    - a) De espuma química.
    - b) De espuma mecánica.
    - c) De polvo seco.
  - 3) Refacciones y equipo móvil en general.

El dimensionamiento del equipo para el co-  
 bertizo, así como el número necesario de equipo móvil depen-  
 derá:

- a) Del área total a proteger.
- b) De las dimensiones y características de  
 las diferentes áreas de peligro.
- c) Del tipo de protección que se desee.

El diseño del sistema contra incendio es una parte muy importante de cualquier proyecto y será tratado aparte en esta tesis. Por el momento, supondremos las dimensiones de la caseta ( basándonos en planos tipo desarrollados para instalaciones similares por la gerencia de proyectos y construcción de PEMEX ), como sigue:



Debiéndose verificar lo anterior cuando se cuente con los datos necesarios.

## II-2 PLANOS DE LOCALIZACION GENERAL Y URBANIZACION

Una vez que se tienen todos los planos arquitectónicos y de estructuras metálicas para las construcciones de la terminal, y se cuenta con planos de poligonal de terreno y curvas de nivel, se puede elaborar el proyecto de localización y urbanización. Estos planos son, generalmente, desarrollados por un ingeniero urbanista que trabaja en estrecha colaboración con el coordinador de proyecto, ya que, este último deberá fijar los lineamientos generales del mismo:

A) Tanques de Almacenamiento.- Las bases de diseño establecen que se deberán instalar seis tanques cilíndricos verticales a presión atmosférica de las siguientes capacidades:

PEMEX EXTRA -----	10,000 Bls.
PEMEX NOVA (con plomo) --	55,000 Bls.
PEMEX NOVA (sin plomo) --	20,000 Bls.
DIAPANJ -----	10,000 Bls.
DIESEL -----	55,000 Bls.
CONTAMINADOS -----	5,000 Bls.

Así mismo, se deberá prever el espacio necesario para dos tanques futuros de 10,000 y 5,000 Bls. Las siguientes dimensiones para tanques cilíndricos verticales son estándares de PEMEX y cumplen con los requerimientos - del código A.P.I.- 650 (Welded steel tanks for oil storage)

CAPACIDAD NOMINAL Bls.	DIAMETRO ..		ALTURA		CAP.REAL Bls.	PESO VACIO Kg.
	Pies	M	Pies	M.		
5,000	30'-0"	9,144	40	12,192	5,040	21,900
10,000	42'-6"	12,954	40	12,192	10,100	37,000
20,000	60'	18,287	40	12,192	20,572	73,984
55,000	100'-0"	30,480	40	12,192	55,950	177,000

La manera en que se localizen los tanques - de almacenamiento deberá estar de acuerdo con las diferentes especificaciones que para protección contra incendio - existen:

(1) Norma AII-1. Terminales para distribución de productos y unidades de mezcla o envasado.

Gerencia de Explotación

Gerencia de Petroquímica

Gerencia de Proyectos y Construcción

Gerencia de Refinación

Gerencia de Seguridad Industrial  
 Gerencia de Ventas  
 PETROLEOS MEXICANOS

(2) Diario oficial del miércoles 27 de Febrero de 1974 en su capítulo séptimo.

(3) N.F.P.A. National Fire Protection Association volumen I.

Flammable liquids, Boiler-Furnaces-ovens  
 National Fires Codes

Lo especificado por estas normas con respecto a la localización de tanques concuerda en sus principales puntos; no existiendo, por lo tanto, problema de selección.

Basándonos en la norma AII-1 de PEMEX que, en su capítulo 8, a la letra dice:

(inciso 12): Con objeto de evitar que los derrames de los tanques de almacenamiento puedan extenderse hacia otras áreas, existirán muros de contención de acuerdo a los siguientes lineamientos:

I) La capacidad volumétrica de los muros de contención, cuando los tanques contengan productos no espumantes, será igual al volumen del más grande tanque contenido dentro del área, descontando el volumen de los otros tanques hasta la altura del muro.

III) Los muros de contención podrán ser contruidos de tierra, lámina de acero, concreto o mampostería, pero deberán ser herméticos y soportar la altura hidrostática del líquido. Cuando sean de tierra y de más de un metro

de altura; tendrán en la parte superior una sección plana de no menos de 50 centímetros y el ángulo de reposo del material determinará su pendiente.

IV) Los muros de contención no tendrán más de 1.80 metros de altura y el área contenida deberá tener un drenaje adecuado.

(inciso 17) La distancia entre dos tanques de almacenamiento deberá, en todos los casos, satisfacer los requisitos siguientes:

I) Nunca será menor de un metro.

II) Nunca será menor que la mitad del diámetro más pequeño o que la tercera parte del diámetro del tanque mayor.

III) Cuando un área contenga varias filas de tanques, deberán proveerse vías de acceso para fines de contraincendio.

Y tomando en cuenta, así mismo, el N.F.P.A. - vol. I que en su capítulo II (Tank Storage) especifica:

(inciso 21) Instalación de tanques exteriores sobre el piso:

2110. Localización con respecto a líneas de propiedad y vías públicas.

2111. Cualquier tanque sobre el piso que almacene líquidos inflamables o combustibles, excepto líquidos inestables, operando a presiones que no excedan a 2.5 psig., y equipados con venteos de emergencia que no permitan que la presión sobrepase de los 2.5 psig., deberán ser localizados de acuerdo con la siguiente tabla:

TABLA II-1

TIPO DE TANQUE	PROTECCION	DISTANCIA MINIMA EN PIES DEL LUGAR MAS PROXIMO A UNA VIA PUBLICA, CONSTRUCCION IMPOR--TANTE, LIMITE DE PROPIEDAD Y QUE NO DEBE SER MENOR A 5 --PIES.
Horizontal y vertical con venteos que limiten la presión a - 2.5 psig. *	Sistema - inerte en el tanque o sistema de espuma *	1/2 veces la tabla II-5

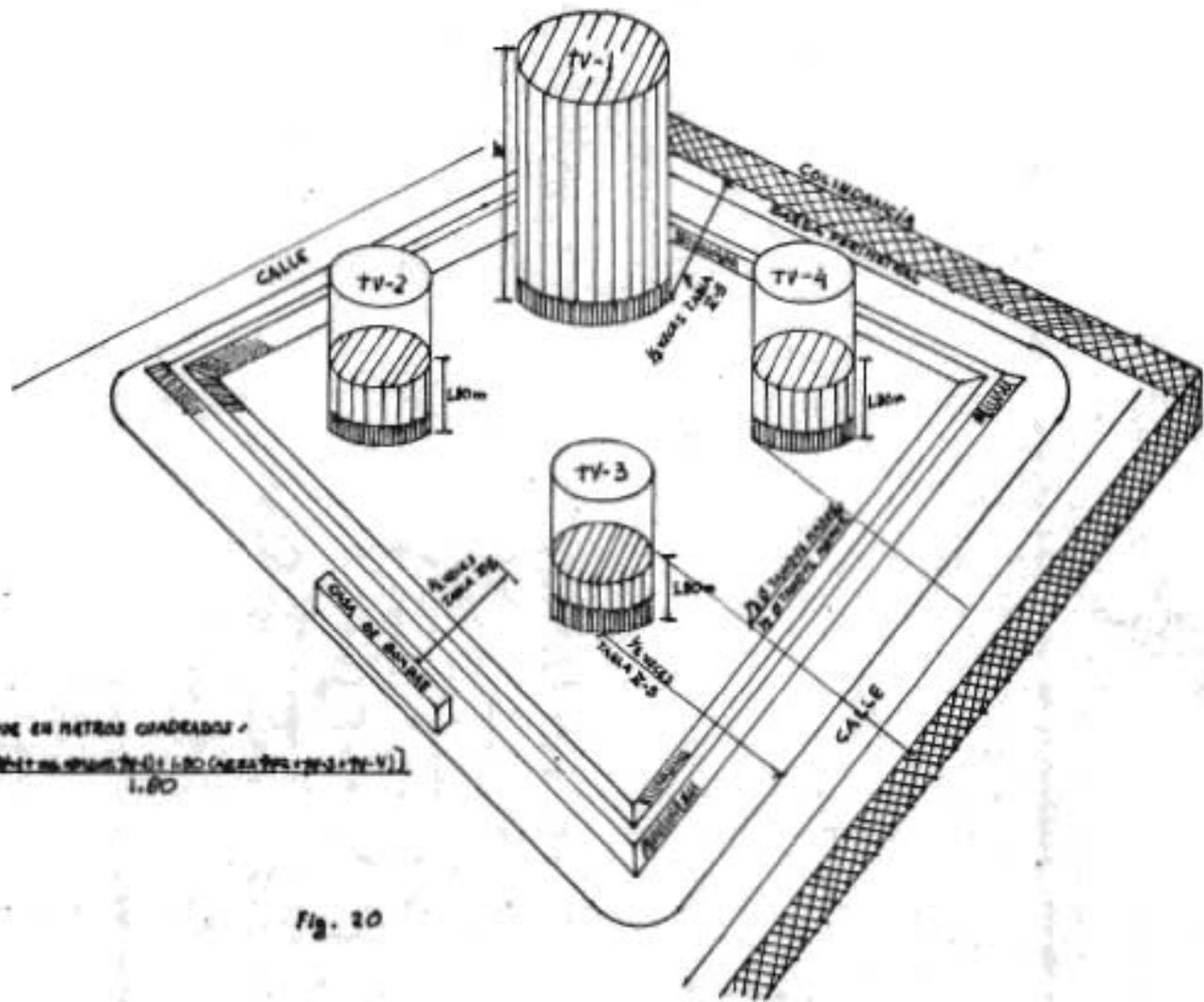
\*Para el proyecto de Saltillo se instalarán en los tanques válvulas de venteo automático con arrestador de flama y un sistema de protección contra incendio de espuma mecánica.

TABLA II-5

CAPACIDAD DEL TANQUE EN GALONES.	DISTANCIA EN PIES A LINEAS DE PROPIEDAD.	DISTANCIA EN PIES AL LUGAR MAS PROXIMO DE UNA VIA PUBLICA O CONSTRUCCION IMPORTANTE.
100,001 a 500,000	80	25
500,001 a 1000,000	100	35
2000,001 a 3000,000	165	55

Las especificaciones anteriores pueden ser resumidas por la fig. 20. Para nuestro proyecto, se tendrán dos diques de contención encerrando cada uno a cuatro tanques de almacenamiento, (tres actuales y un futuro) separándose de esta manera las gasolinas (tanques tv-1, 2 y 3) de los destilados más pesados (Diáfano tv-4, Diesel tv-5, contaminados tv-6).

Las dimensiones de los diques y la separa-



AREA DIQUE EN METROS CUADRADOS /  

$$= \frac{[CALLE + 2 \times (1.00 \times 1.00) + (1.00 \times 1.00)]}{1.00}$$

Fig. 20

ción entre tanques fueron como sigue: (Fig. 21), debiéndose verificar, cuando se cuente con la localización general, que la distancia a vías públicas, construcciones y barda perimetral sea la adecuada.

La justificación de las distancias de la Fig. 21 es la siguiente:

Area requerida para dique derecho en metros cuadrados =

$$\frac{(2417 \text{ m}^2 + 416 \text{ cm}^2 \text{ m}^2) + 1.80 (\text{AREA T-1} + \text{AREA T-2} + \text{AREA FUTURO})}{1.80}$$

(\*Diques de 1,80 metros de altura).

Se tomarán desplantes para las cimentaciones de los tanques de 60 cms. que es lo normal para estos casos. Sustituyendo tendremos:

$$A = \frac{(\pi \times (10.92 \text{ m})^2 \times 10.92 \text{ m}) + (\pi \times (20.48 \text{ m})^2 \times 20.48 \text{ m}) + 1.80 (\pi \times (11.99 \text{ m})^2) + (\pi \times (2.23 \text{ m})^2) + (\pi \times (11.99 \text{ m})^2)}{1.80} = 5741.68 \text{ m}^2$$

Area real dique derecho en metros cuadrados =  $84 \text{ m} \times 83 \text{ m} = 6972.00 \text{ m}^2$   
 $6972.00 \text{ m}^2 > 5741.68 \text{ m}^2$

Area requerida dique izquierdo en metros cuadrados =

$$\frac{(4117 \text{ m}^2 \text{ T-5} + 416 \text{ cm}^2 \text{ T-3}) + 1.80 (\text{AREA T-4} + \text{AREA T-6} + \text{AREA FUTURO})}{1.80}$$

Sustituyendo tendremos:

$$A = \frac{(\pi \times (10.92 \text{ m})^2 \times 10.92 \text{ m}) + (\pi \times (20.48 \text{ m})^2 \times 20.48 \text{ m}) + 1.80 (\pi \times (11.99 \text{ m})^2) + (\pi \times (2.23 \text{ m})^2) + (\pi \times (11.99 \text{ m})^2)}{1.80} = 5448.58 \text{ m}^2$$

Area real dique izquierdo en metros cuadrados =  $66 \text{ m} \times 83 \text{ m} = 5478 \text{ m}^2$   
 $5478 \text{ m}^2 > 5448.58 \text{ m}^2$

Distancia entre tanques;

1) De centro a centro entre tv-2 y tv-1 = 37 mts.

De paño a paño entre tv-2 y tv-1 = 15.283 mts.

Distancia requerida por código =  $1/3(30.480) = 10.16$  mts.

$1/2(12.954) = 6.477$  mts.

$15.283 \text{ mts} > 10.16 \text{ mts.}$

2) De centro a centro entre tv-2 y tv-3 = 39 mts.

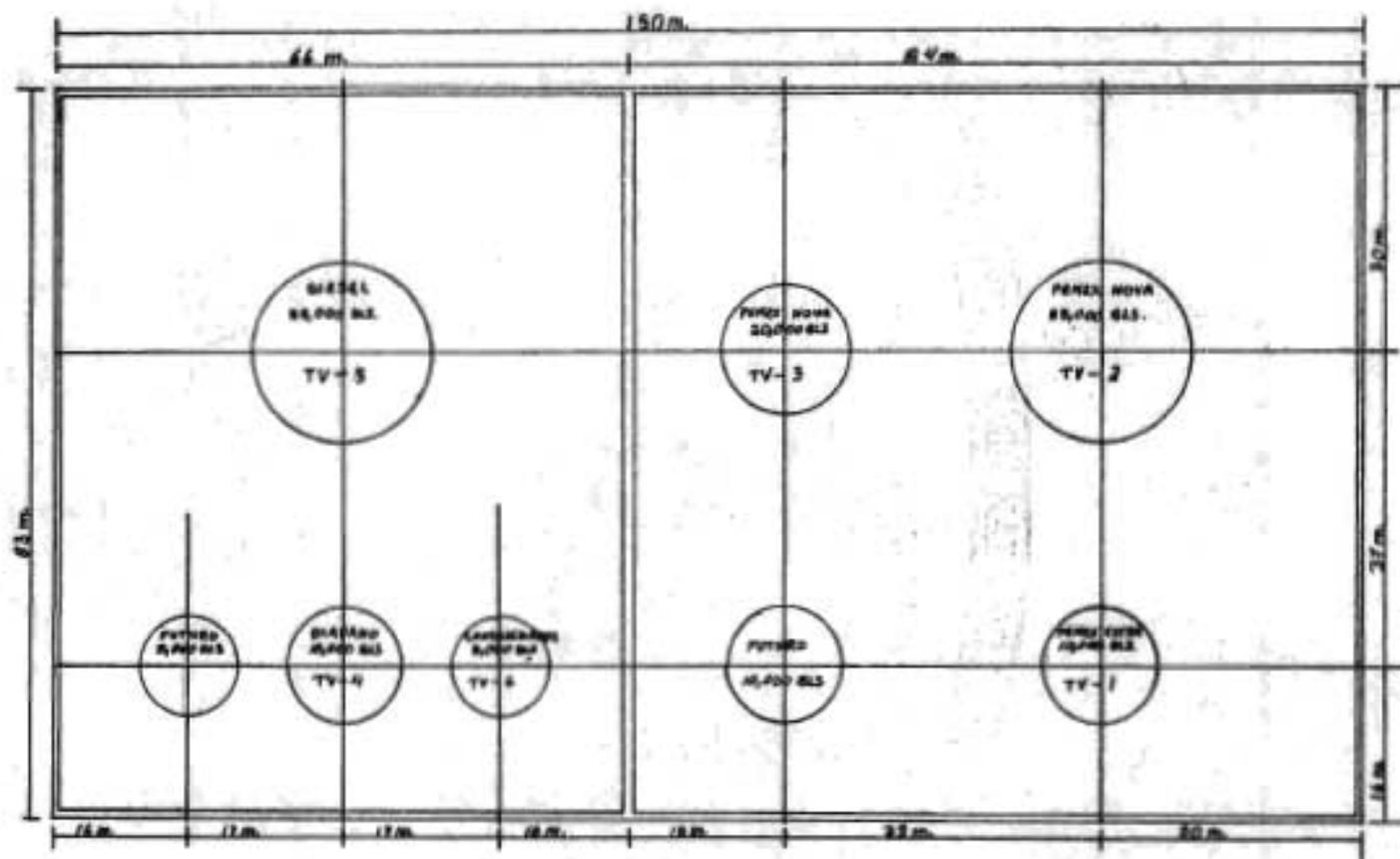


FIG. 21.

De paño a paño entre tv-2 y tv-3 = 14.616 mts.

Distancia requerida por código =  $1/3(30.480) = 10.16$  mts.

$1/2(18.287) = 9.143$  mts.

14.616 mts. > 10.16 mts.

3) De centro a centro entre tv-4 y tv-6 = 17 mts.

De paño a paño entre tv-4 y tv-6 = 5.95

Distancia requerida por código =  $1/3(12.954) = 4.318$  mts.

$1/2(9.144) = 4.572$  mts.

5.95 mts. > 4.572 mts.

De lo anterior se deduce que la localización propuesta para los tanques de almacenamiento y las dimensiones del dique son adecuadas.

B) Norte de Construcción y Sistema de Coordenadas.- Uno de los primeros puntos a determinar, en un plano de localización general, es el de establecer un norte de construcción que nos fije, adecuadamente, la orientación de la planta y de todas las construcciones de la misma. Dicho norte de construcción, puede ser fijado de tal forma que se ubique paralelamente a las construcciones de la planta y facilite la orientación de las mismas sobre el terreno en el momento de la construcción. El norte de construcción no necesariamente coincide con el norte estelar; sino que dependerá de la ubicación deseada para las instalaciones dentro del terreno adquirido.

Así mismo, el norte de construcción, nos permite establecer un sistema de coordenadas paralelas y perpendiculares al mismo, y que, partiendo de un punto arbitrariamente tomado como 0,0, determine la ubicación de columnas y centros de líneas para todas las instalaciones de la terminal.

Refiriéndonos a la poligonal de terreno y tomando en cuenta la ubicación de la carretera (que nos dará el acceso a la planta), y la configuración del mismo podemos determinar el norte de construcción y los sistemas de coordenados relacionados; (ver Fig. 22).

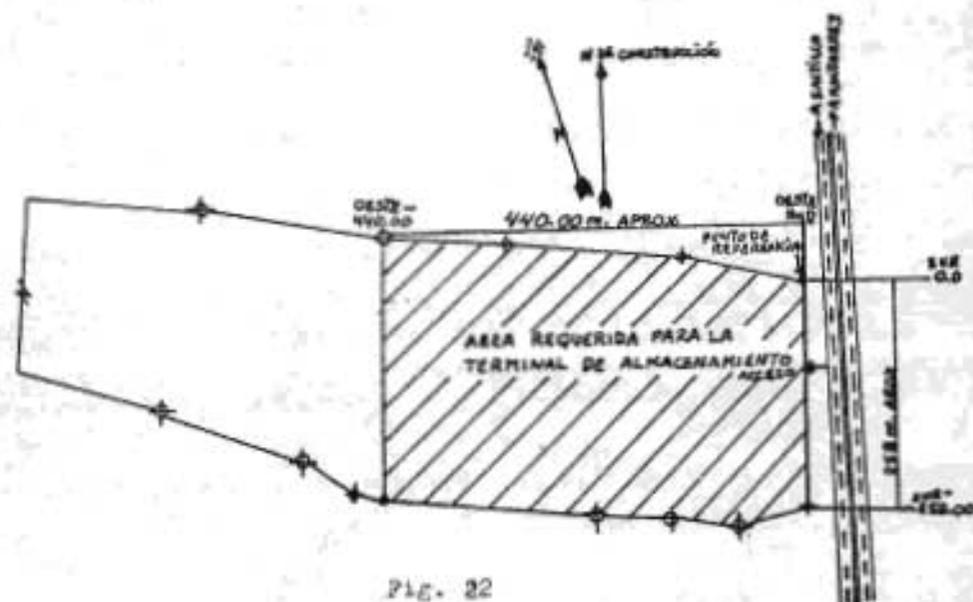


Fig. 22

El norte de construcción se localiza a  $61^{\circ}37'07''$  en el sentido de las manecillas del reloj con respecto al norte estelar.

C) Lineamientos generales: En el proyecto de localización general y urbanización se deberán seguir los siguientes lineamientos generales:

1) Las instalaciones de edificio de ventas, caseta de revisión, guarnición militar y baños y vestidores

se deberán localizar en un área segura, cercana a la entrada prevista para la terminal y con accesos adecuados. Deberá -- existir un área de estacionamiento frente a la oficina de -- ventas.

2) Se proyectará un área pavimentada para la fácil circulación de vehículos pesados y que dé acceso a: ig las para carga y descarga de autos-tanque, cobertizo para -- llenado de tambores, taller y almacén.

3) Se deberán proveer accesos y áreas de mantenimiento en casa de bombas, caseta contra incendio, y sub-estación eléctrica; estos dos últimos se deberán localizar - en áreas seguras.

4) El área de tanques deberá estar rodeada de calles y se proveerá de accesos a la misma.

5) Las instalaciones para carga y descarga de carros-tanque se deberán instalar en el punto más cercano po sible a la espuela del ferrocarril y la vía se continuará -- hasta el almacén.

6) La caseta de recibo y medición se deberá - localizar en el lado de la terminal más cercano al poliducto, no demasiado alejada de las instalaciones de la terminal, y respetándose la distancia adecuada con respecto a las áreas de almacenamiento, carga y descarga. El laboratorio se instalará contiguo a la caseta de recibo y medición.

7) Se deberán respetar las distancias mínimas recomendadas entre área de almacenamiento, barda perimetral, y construcciones importantes (casa de bombas, áreas de carga, oficinas, caseta de contraincendio).

8) La nivelación de la planta se hará de la si guiente forma:

Nivel Alto: Área de almacenamiento

Nivel Medio: Casa de bombas

Nivel bajo: Puntos de descarga  
(llenado de autos y carros-tanque)

9) Todos los edificios e instalaciones deberán estar perfectamente localizados de acuerdo al sistema de coor denadas prefijado.

10) Las calles para circulación de vehículos - tendrán siete metros de ancho como mínimo.

11) Se deberán diseñar dos sistemas de drena- jes: aceitoso y pluvial.

12) En el proyecto de urbanización se deberán ind icar niveles en todos los puntos de operación, rutas y ni- veles de tuberías para drenajes, localización de cajas ciegas, registros y coladeras, localización y niveles de pavimentos, - distribución de guarniciones, localización de válvulas de blo queo para drenajes, localización de áreas verdes, circulacio- nes y accesos, niveles de piso terminado en edificios y loca- lización exacta del punto de descarga para drenajes.

D) Distribución de tuberías: El diseño de la - ruta de tuberías (adecuada interconexión entre equipos e ins- talaciones) es uno de los puntos más importantes en toda loca- lización general, ya que nos determinará aspectos económicos y de diseño tan importantes como son: diámetros de tubería, - EPSH y potencia de las bombas, flexibilidad de la planta, ade cuada y fácil operación de la misma, etc. El coordinador de - proyecto debe informar al ingeniero urbanista sobre las rutas

de tuberías más importantes y prefijar una secuencia lógica para los equipos e instalaciones.

Las operaciones principales de la planta serán las siguientes:

a) Recibirá destilados del poliducto, carros o autos mediante líneas separadas para cada producto. Se podrán interconectar, antes de los tanques, las provenientes de carros y autos.

b) Las bombas succionarán de los tanques y descargarán, mediante dos líneas, a autos y tambores con una de ellas y a carros con la restante.

La distancia entre el área de tanques y la casa de bombas deberá ser la mínima posible para que se tengan N.P.S.H.'s altos; en el caso de las bombas de descarga para autos y carroe-tanque, éstas se encontrarán en las islas de carga y descarga.

La distancia entre la casa de bombas y las islas será la que se determine por el área necesaria para circulaciones, así como por la posición de la espuela. La caseta de recibo se deberá localizar en el lado cercano al poliducto; no existiendo por lo demás, para este caso, problemas debidos a  $\Delta P$  ya que la presión del poliducto es más de la necesaria para el flujo hacia los tanques. La distribución de equipos y las rutas principales de tubería se propusieron de la siguiente forma: (Fig. 23).

Partiendo de la información desarrollada en este capítulo se elaboró el proyecto de localización general y urbanización para la nueva planta:

AREA para Bodega, Taller, Subestación, Guarnición y Baños

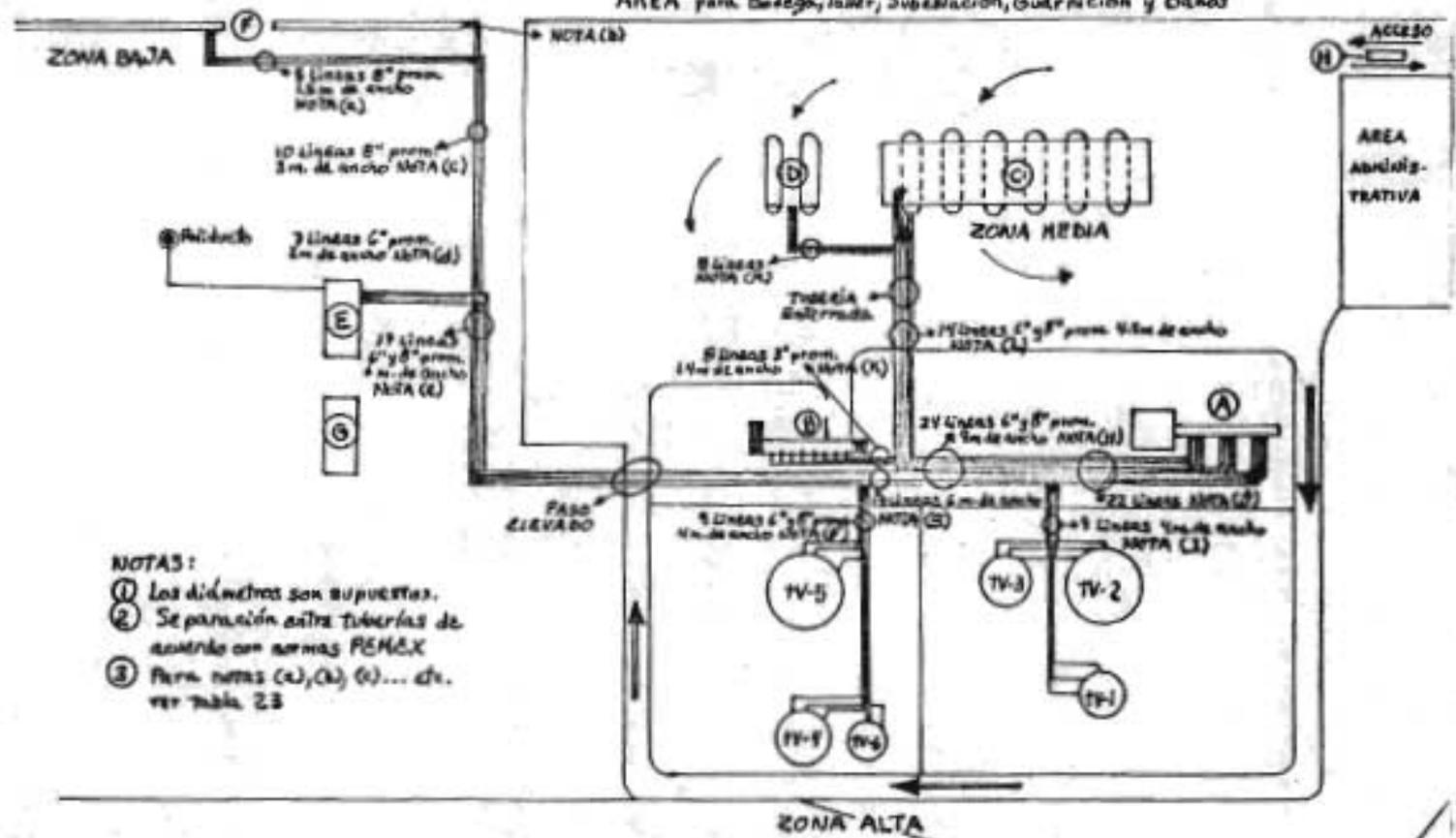


Fig. 21

### TABLA 23

De bases de diseño podemos obtener:

**Nota (a) De casa de bombas a llenaderas de carros-tanque:**

1 línea por cada producto = 5 líneas en total

(PEMEX NOVA 1)

(PEMEX NOVA 2)

(PEMEX EXTRA)

(DIESEL)

(DIAPANO)

Diámetro supuesto = 8"Ø

Separación entre tuberías de 8" (de acuerdo con normas PEMEX) = 240 mm.

Distancia total = 1,200 mm.

Distancia propuesta = 1,500 mm.

**Nota (b) De descargaderas de carros-tanque a almacenamiento:**

1 línea por cada producto = 5 líneas

Diámetro supuesto = 8"Ø

Distancia propuesta = 1,500 mm.

**Nota (c) Suma de (a) + (b):**

10 líneas en total

Diámetro supuesto = 8"Ø

Distancia propuesta = 3,000 mm.

**Nota (d) De poliducto a almacenamiento:**

1 línea por cada producto = 5 líneas

Contaminados a tv-6 = 1 línea

De válvula de relevo a tv-6 = 1 línea

7 líneas en total

Diámetro supuesto = 6"Ø

Separación entre tuberías de 6"Ø (de acuerdo con normas PEMEX) = 215 mm.

Distancia total = 1,505 mm.

Distancia propuesta: 2,000 mm.

Nota (e) Suma de (c) y (d):

17 líneas en total

Diámetro supuesto = 10 líneas de 8" y 7 líneas de 6"

Distancia propuesta = 6,000 mm.

Nota (f) Tuberías "De a" Dique izquierdo:

Diesel de descargaderas de carros y autotanque a tv-5 = 1 línea (diámetro supuesto 8"Ø)

Diesel de poliducto a tv-5 = 1 línea (diámetro supuesto 6"Ø)

Diáfano de descargaderas de carros y autotanque a tv-4 = 1 línea (diámetro supuesto 8"Ø)

Diáfano de poliducto a tv-4 = 1 línea (diámetro supuesto 6"Ø)

Contaminados y relevo a tv-6 = 2 líneas (diámetro supuesto 6"Ø)

Diáfano, Diesel y contaminados a casa de bombas = 3 líneas en total (diámetro supuesto 6"Ø)

Número total de líneas = 9

Distancia total entre 2 líneas de 8"Ø = 480 mm.

Distancia total entre 7 líneas de 6"Ø =

1,505 mm.

Distancia entre 1 línea de 6"Ø y 1 de 8"Ø (de acuerdo las normas de PEMEX) = 240 mm.

Distancia total propuesta = 4,000 mm.

Nota (g) En esta área se tendrán las siguientes líneas:

Líneas de poliducto a dique derecho = 3 líneas en total (diámetro supuesto 6"Ø)

Líneas de descargaderas de carros-tanque a dique derecho = 3 líneas en total (diámetro supuesto 8"Ø)

Líneas de casa de bombas a llenaderas de carros-tanque = 5 líneas en total (diámetro supuesto 8"Ø)

Líneas de dique izquierdo a casa de bombas = 3 líneas en total (diámetro supuesto 6"Ø)

Líneas de descargaderas de autos-tanque a dique izquierdo (se unirán antes del dique a las provenientes de carros-tanque) = 2 líneas en total (diámetro supuesto 8"Ø)

Línea de contaminados proveniente de casa de bombas a tanque de Diesel (se unirá antes del dique con la proveniente de autos y carros-tanque) = 1 línea en total (diámetro supuesto 6"Ø)

Número total de líneas = 17 (7 líneas de 6"Ø y 10 líneas de 8"Ø)

Siguiendo un procedimiento similar a los anteriores, se propondrá una distancia de 6,000 mm.

Nota (h) En esta área se tendrán las siguientes líneas:

Líneas de descargaderas de carros y autos-tanque a dique derecho = 6 líneas en total (diámetro supuesto 8"Ø)

Líneas de casa de bombas a llenaderas de autos-tanque:

- 3 líneas de Diesel (3 bombas)
- 1 línea de Diáfano (1 bomba)
- 1 línea de Pemex Extra (1 bomba)
- 2 líneas Pemex Nova2 (2 bombas)
- 1 línea de Pemex Nova1 (1 bomba)
- 8 líneas en total (diámetro supuesto 6"Ø)

Línea de contaminados proveniente de casa de bombas a llenaderas de autos-tanque = 1 línea total (diámetro supuesto 6"Ø)

Líneas de casa de bombas a llenaderas de carros-tanque = 5 líneas en total (diámetro supuesto 8"Ø)

Línea de contaminados proveniente de casa de bombas a tv-5 (Diesel) = 1 línea en total (diámetro supuesto 6"Ø)

De dique izquierdo a casa de bombas = 3 líneas en total (diámetro supuesto 6"Ø)

Número total de líneas = 24 (13 líneas de 6"Ø y 11 líneas de 8"Ø)

Distancia necesaria de acuerdo a normas :  
6,000 mm. aproximadamente.

Distancia necesaria para arreglos de tuberías:  
3,000 mm. aproximadamente  
9,000 mm. total = Punto crítico de la terminal.

De forma similar a los anteriores puntos (basándonos en las bases de diseño, diámetros supuestos, especificaciones PEMEX para tuberías y tomando en cuenta distancias aproximadas para arreglos) se obtuvo lo siguiente:

**Nota (1) 9 líneas totales (2 de 8"Ø y 7 de 6"Ø)**

Distancia propuesta = 4,000 mm.

Nota (j) 22 líneas en total (17 líneas de 6"Ø y 5 líneas de 8"Ø)

Distancia propuesta = Menor a Nota (h)

Nota (k) 8 líneas total

Diámetro supuesto 3"Ø (las líneas a llenaderas de tambores se obtienen como una derivación de las líneas de 6"Ø con destino a llenaderas de autos-tanque)

Distancia propuesta = 1,400 mm.

Nota (l) 14 líneas en total (5 de 8"Ø y 9 de 6"Ø)

Distancia propuesta = 4,500 mm.

Nota (m) 5 líneas en total

Diámetro supuesto = 8"Ø

Distancia propuesta = 1,400 mm.

PLANO No. 2 (Loc. General).

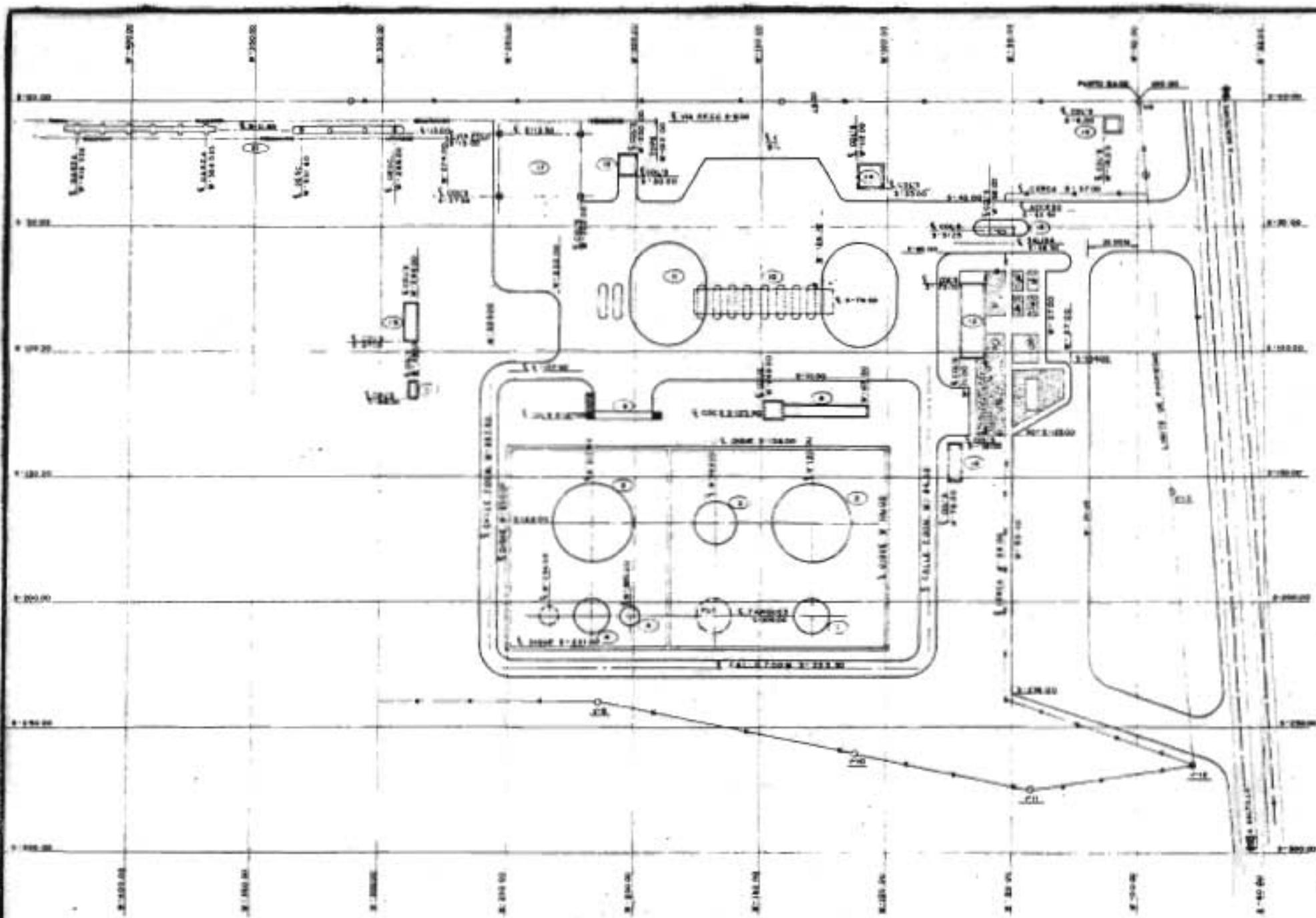
PLANO No. 3 (Circulaciones).

Se incluye, además, un plano ejemplificativo correspondiente a una sola área de drenajes y pavimentos en el que se muestran los datos que se deben incluir en los proyectos de urbanización:

PLANO No. 4 (Área No. 3 Drenajes).

Una vez que se cuenta con los planos de localización general y urbanización, podemos comensar con las demás áreas del proyecto; sin embargo, la localización general deberá ser revisada sobre la marcha para que cumpla efectivamente con los requerimientos de los proyectos que se vayan elaborando; como por ejemplo: distribuciones eléctricas adecuadas; mejores arreglos y distancias necesarias en tuberías; localizaciones de equipo (una vez que se cuenta con planos de fabricantes); etc. Siendo una tarea muy importante del coordinador de proyectos, la de controlar e informar a todas las especialidades sobre los cambios y revisiones hechos a la localización general.

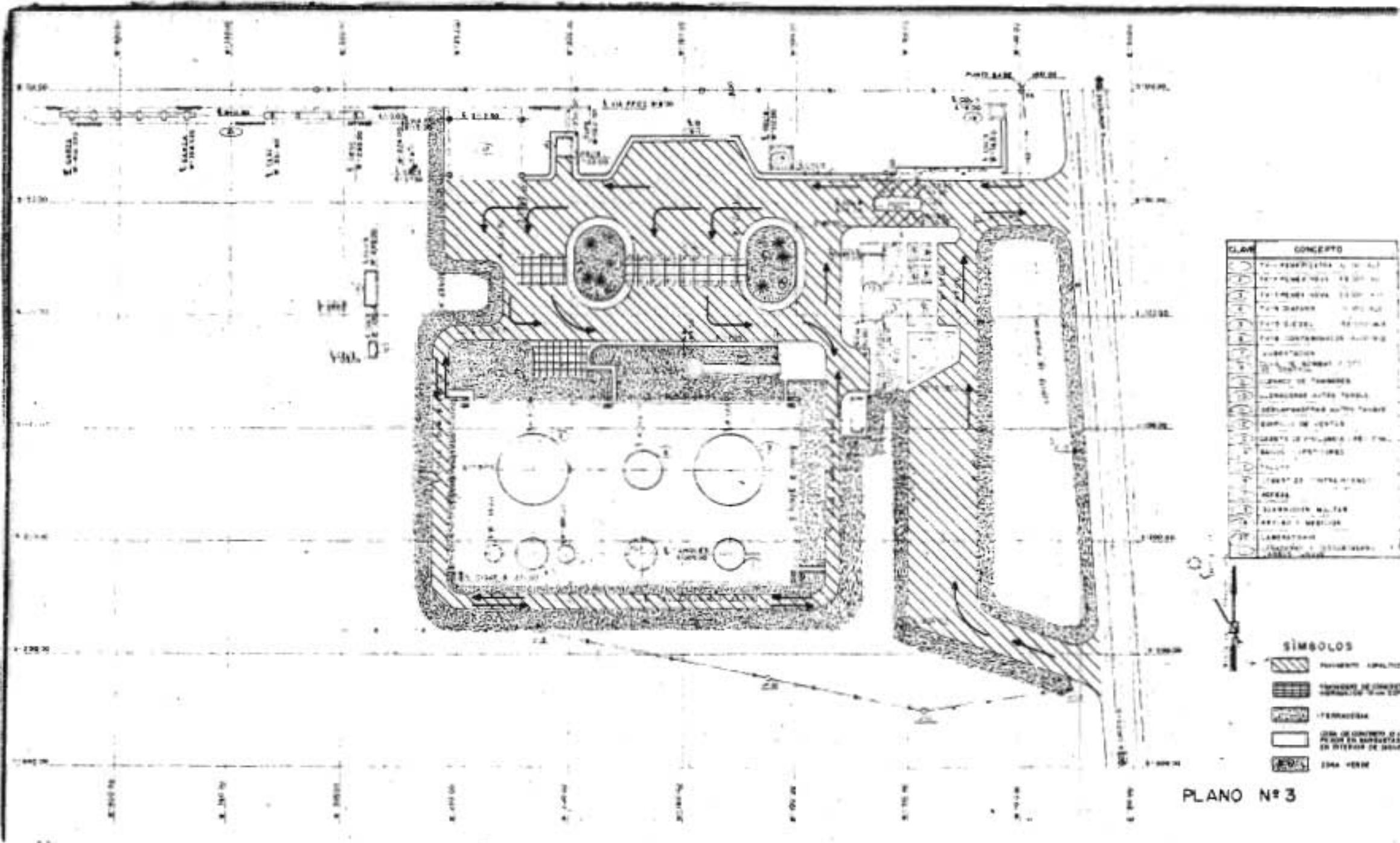
En el desarrollo de esta tesis se mostrarán los planos finales de arreglo general de tuberías y localización de equipos.



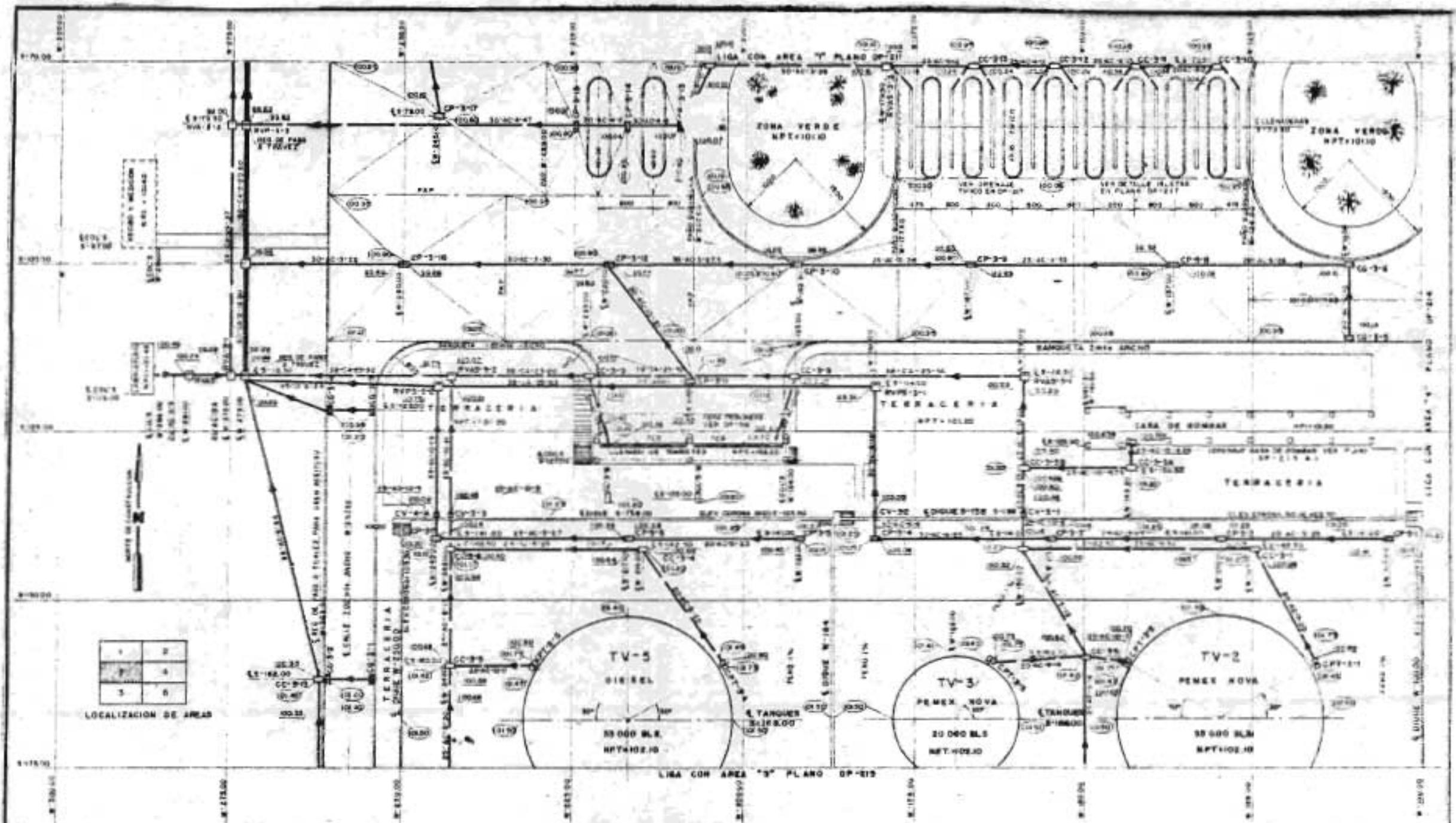
CLAVE	CONCEPTO
(1)	TANQUE PEXEX EXTRA 10 000 BLS
(2)	TANQUE PEXEX EXTRA 10 000 BLS
(3)	TANQUE PEXEX EXTRA 10 000 BLS
(4)	TANQUE DIABAZO 1 000 BLS
(5)	TANQUE DIESTAL 10 000 BLS
(6)	TANQUE CONTAMINADOS 200 BLS
(7)	SUBESTACION
(8)	CASA DE EMERGENCIAS Y TFO DE CONTROL
(9)	ALLENADO DE TANQUES
(10)	ALLENADO AUTOS TANQUE
(11)	DESCARGADORAS AUTOS TANQUE
(12)	EDIFICIO DE VENTAS
(13)	CASETA DE EMERGENCIAS Y RES PMA
(14)	BANOS Y VESTIBULOS
(15)	TALLER
(16)	COBERTIZOS CONTRA HIELO
(17)	MOEDA
(18)	ALMACENAMIENTO
(19)	RECIBO Y MEDICION
(20)	LABORATORIO
(21)	CONSTRUCCION Y RECONSTRUCCION DE TANQUES



PLANO Nº 2



CLAVE	CONCEPTO
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2" X 1/2"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/4" X 1/4"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/8" X 1/8"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/16" X 1/16"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/32" X 1/32"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/64" X 1/64"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/128" X 1/128"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/256" X 1/256"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/512" X 1/512"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1024" X 1/1024"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2048" X 1/2048"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/4096" X 1/4096"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/8192" X 1/8192"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/16384" X 1/16384"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/32768" X 1/32768"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/65536" X 1/65536"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/131072" X 1/131072"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/262144" X 1/262144"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/524288" X 1/524288"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1048576" X 1/1048576"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2097152" X 1/2097152"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/4194304" X 1/4194304"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/8388608" X 1/8388608"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/16777216" X 1/16777216"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/33554432" X 1/33554432"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/67108864" X 1/67108864"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/134217728" X 1/134217728"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/268435456" X 1/268435456"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/536870912" X 1/536870912"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1073741824" X 1/1073741824"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2147483648" X 1/2147483648"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/4294967296" X 1/4294967296"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/8589934592" X 1/8589934592"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/17179869184" X 1/17179869184"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/34359738368" X 1/34359738368"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/68719476736" X 1/68719476736"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/137438953472" X 1/137438953472"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/274877906944" X 1/274877906944"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/549755813888" X 1/549755813888"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1099511627776" X 1/1099511627776"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2199023255552" X 1/2199023255552"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/4398046511104" X 1/4398046511104"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/8796093022208" X 1/8796093022208"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/17592186044416" X 1/17592186044416"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/35184372088832" X 1/35184372088832"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/70368744177664" X 1/70368744177664"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/140737488355328" X 1/140737488355328"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/281474976710656" X 1/281474976710656"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/562949953421312" X 1/562949953421312"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1125899906842624" X 1/1125899906842624"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2251799813685248" X 1/2251799813685248"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/4503599627370496" X 1/4503599627370496"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/9007199254740992" X 1/9007199254740992"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/18014398509481984" X 1/18014398509481984"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/36028797018963968" X 1/36028797018963968"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/72057594037927936" X 1/72057594037927936"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/144115188075855872" X 1/144115188075855872"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/288230376151711744" X 1/288230376151711744"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/576460752303423488" X 1/576460752303423488"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1152921504606846976" X 1/1152921504606846976"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2305843009213693952" X 1/2305843009213693952"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/4611686018427387904" X 1/4611686018427387904"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/9223372036854775808" X 1/9223372036854775808"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/18446744073709551616" X 1/18446744073709551616"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/36893488147419103232" X 1/36893488147419103232"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/73786976294838206464" X 1/73786976294838206464"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/147573952589676412928" X 1/147573952589676412928"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/295147905179352825856" X 1/295147905179352825856"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/590295810358705651712" X 1/590295810358705651712"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1180591620717411303424" X 1/1180591620717411303424"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2361183241434822606848" X 1/2361183241434822606848"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/4722366482869645213696" X 1/4722366482869645213696"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/9444732965739290427392" X 1/9444732965739290427392"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/18889465931478580854784" X 1/18889465931478580854784"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/37778931862957161709568" X 1/37778931862957161709568"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/75557863725914323419136" X 1/75557863725914323419136"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/151115727451828646838272" X 1/151115727451828646838272"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/302231454903657293676544" X 1/302231454903657293676544"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/604462909807314587353088" X 1/604462909807314587353088"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1208925819614629174706176" X 1/1208925819614629174706176"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2417851639229258349412352" X 1/2417851639229258349412352"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/4835703278458516698824704" X 1/4835703278458516698824704"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/9671406556917033397649408" X 1/9671406556917033397649408"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/19342813113834066795298816" X 1/19342813113834066795298816"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/38685626227668133590597632" X 1/38685626227668133590597632"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/77371252455336267181195264" X 1/77371252455336267181195264"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/154742504910672534362390528" X 1/154742504910672534362390528"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/309485009821345068724781056" X 1/309485009821345068724781056"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/618970019642690137449562112" X 1/618970019642690137449562112"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1237940039285380274899124224" X 1/1237940039285380274899124224"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2475880078570760549798248448" X 1/2475880078570760549798248448"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/4951760157141521099596496896" X 1/4951760157141521099596496896"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/9903520314283042199192993792" X 1/9903520314283042199192993792"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/19807040628566084398385875904" X 1/19807040628566084398385875904"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/39614081257132168796771751808" X 1/39614081257132168796771751808"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/79228162514264337593543503616" X 1/79228162514264337593543503616"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/158456325028528755187087007232" X 1/158456325028528755187087007232"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/316912650057057510374174014464" X 1/316912650057057510374174014464"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/633825300114115020748348028928" X 1/633825300114115020748348028928"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1267650600228230041496696057856" X 1/1267650600228230041496696057856"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2535301200456460082993392115712" X 1/2535301200456460082993392115712"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/5070602400912920165986784231424" X 1/5070602400912920165986784231424"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/10141204801825840331973568462848" X 1/10141204801825840331973568462848"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/20282409603651680663947136925696" X 1/20282409603651680663947136925696"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/40564819207303361327894273851392" X 1/40564819207303361327894273851392"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/81129638414606722655788547702784" X 1/81129638414606722655788547702784"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/162259276829213445311577095405568" X 1/162259276829213445311577095405568"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/324518553658426890623154190811136" X 1/324518553658426890623154190811136"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/649037107316853781246308381622272" X 1/649037107316853781246308381622272"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1298074214633667562492616723244448" X 1/1298074214633667562492616723244448"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/259614842926733512498523344648896" X 1/259614842926733512498523344648896"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/519229685853467024997046689297792" X 1/519229685853467024997046689297792"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1038459371706934049994093785995584" X 1/1038459371706934049994093785995584"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2076918743413868099988187571991168" X 1/2076918743413868099988187571991168"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/4153837486827736199976375143982336" X 1/4153837486827736199976375143982336"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/8307674973655472399952750287964672" X 1/8307674973655472399952750287964672"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/16615349947310944799105501175929344" X 1/16615349947310944799105501175929344"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/33230699894621889598211002351858688" X 1/33230699894621889598211002351858688"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/66461399789243779196422004703717376" X 1/66461399789243779196422004703717376"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/13292279957848755839284400940744752" X 1/13292279957848755839284400940744752"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/26584559915697511678568801881489504" X 1/26584559915697511678568801881489504"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/5316911983139502335713760376299008" X 1/5316911983139502335713760376299008"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/10633823966279004671427520752598016" X 1/10633823966279004671427520752598016"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/21267647932558009342855041505196032" X 1/21267647932558009342855041505196032"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/42535295865116018685710083010392064" X 1/42535295865116018685710083010392064"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/85070591730232037371420166020784128" X 1/85070591730232037371420166020784128"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/170141183460464074742840332041568256" X 1/170141183460464074742840332041568256"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/340282366920928149485680664083136512" X 1/340282366920928149485680664083136512"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/680564733841856298971361328166273024" X 1/680564733841856298971361328166273024"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1361129467683712597942722656332546048" X 1/1361129467683712597942722656332546048"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2722258935367425195885445312665092096" X 1/2722258935367425195885445312665092096"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/5444517870734850391770890625330184192" X 1/5444517870734850391770890625330184192"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/10889035741469700783541781250660368384" X 1/10889035741469700783541781250660368384"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2177807148293940156708356500132073776" X 1/2177807148293940156708356500132073776"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/4355614296587880313416713000264147552" X 1/4355614296587880313416713000264147552"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/8711228593175760626833426000528295104" X 1/8711228593175760626833426000528295104"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/17422457183551521253666852001056590208" X 1/17422457183551521253666852001056590208"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/34844914367103042507333704002113180416" X 1/34844914367103042507333704002113180416"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/69689828734206085014667408004226360832" X 1/69689828734206085014667408004226360832"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/139379657468412170029334816008452721664" X 1/139379657468412170029334816008452721664"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/278759314936824340058669632016905443328" X 1/278759314936824340058669632016905443328"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/557518629873648680117339264033810886656" X 1/557518629873648680117339264033810886656"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/111503725974729736023467852806721773312" X 1/111503725974729736023467852806721773312"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/223007451949459472046935705613443546624" X 1/223007451949459472046935705613443546624"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/44601490389891894409387141122687093248" X 1/44601490389891894409387141122687093248"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/89202980779783788818774282245374186496" X 1/89202980779783788818774282245374186496"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/178405961559567577637545564490723732992" X 1/178405961559567577637545564490723732992"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/356811923119135155275091128981447465984" X 1/356811923119135155275091128981447465984"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/713623846238270310550182257962894931968" X 1/713623846238270310550182257962894931968"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/1427247692476540621100364515925789863936" X 1/1427247692476540621100364515925789863936"
(Hatched pattern)	TELA DE ALAMBRE 1/2854495384953081242200729031851579727872" X 1/2854495384953081242200729



PLANO Nº 4

CAPITULO III

PROCESO

## III-1 GENERALIDADES

El desarrollo de la ingeniería de proceso es la parte del proyecto más importante desde el punto de vista de la Ingeniería Química. El coordinador de proyecto muchas veces interviene directamente como proyectista en este tipo de ingeniería y debe, en todos los casos, determinar con el cliente los aspectos fundamentales de la misma. Podemos considerar, así mismo, el área de proceso como la primordial de cualquier proyecto en el que intervengan operaciones o procesos unitarios, ya que determina la secuencia de operación de la planta, las flexibilidades de la misma, los sistemas de control y seguridad, los aspectos rentables, económicos y el diseño, selección y procuramiento de los equipos.

La ingeniería de diseño de proceso puede ser dividida en dos grandes grupos:

- A) Ingeniería Básica
- B) Ingeniería de Detalle

La Ingeniería Básica puede definirse como aquella que hace posible la existencia de un proceso a escala industrial desde un punto de vista técnico y económico. La Ingeniería de Detalle es aquella que hace posible la construcción y puesta en marcha de una planta en la que se aplique un proceso para la satisfacción de alguna necesidad o carencia.

El trabajo en Ingeniería Básica cubre los siguientes aspectos generales:

a) Desarrollo de pruebas e interpretación de información y resultados provenientes de laboratorio y planta piloto.

b) Escalación de resultados desde planta piloto hasta escala comercial.

c) Desarrollo de un ciclo o secuencia de proceso factible desde un punto de vista técnico y atractivo - desde un punto de vista económico.

d) Correlación de datos físico-químicos.

e) Elaboración de diagramas de proceso que incluyan:

e-1) Secuencia de flujo mostrando todos los equipos necesarios para el desarrollo del proceso.

e-2) Balances de materia y energía.

e-3) Condiciones de operación en líneas de flujo, en los equipos y las fases que se manejen.

e-4) Propiedades físicas de los fluidos.

e-5) Dimensionamiento de los recipientes de proceso.

e-6) Carga térmica en intercambiadores.

e-7) Número de platos y plato de alimentación en torres de fraccionamiento.

e-8) Gasto de bombas y compresores.

e-9) Líneas de servicios y condiciones de operación de las mismas.

e-10) Ciclos de control primordiales para la operación de la planta.

e-11) Localización de desfuegos.

f) Balances de materia y energía para servicios auxiliares.

g) Desarrollo de todos los aspectos relacionados con la cinética química.

h) Elaboración de manuales de operación en los que se especifiquen:

h-1) Descripción del proceso y de las técnicas de control.

h-2) Efecto de las variables de diseño en el proceso.

h-3) Método de arranque.

h-4) Operación de la planta.

h-5) Métodos para paro normal o de emergencia.

h-6) Técnicas principales para el mantenimiento de la planta.

El trabajo en Ingeniería de Detalle cubre los siguientes aspectos generales:

a) Desarrollo de una localización general para los equipos e instalaciones de la planta.

b) Desarrollo de diagramas mecánicos de flujo (diagramas de tubería e instrumentos P&I).

c) Elaboración de diagramas de servicios.

d) Instrumentación detallada del proceso.

e) Elaboración de diagramas de desfuegos.

f) Elaboración de Hojas de especificaciones.

para los equipos definidos en los diagramas de flujo, así como de hojas de control de equipo e índices de líneas e instrumentos.

g) Elaboración de requisiciones de equipos y materiales.

h) Procedimiento de compra.

i) Expedición de equipos.

j) Asesoría en construcción y puesta en marcha.

Así mismo la Ingeniería de Detalle cubre las demás especialidades del proyecto que son necesarias para la total definición de una planta y que son:

a) Urbanización

b) Diseño de tuberías

b-1) Plantas y elevaciones.

b-2) Isométricos.

b-3) Maquetas constructivas.

b-4) Análisis de esfuerzos en tuberías.

b-5) Soportería general.

c) Diseño arquitectónico.

d) Diseño mecánico y estructural.

d-1) Recipientes.

d-2) Estructuras metálicas.

d-3) Estructuras de concreto.

e) Diseño eléctrico.

- e-1) Diagrama unifilar.
- e-2) Distribución eléctrica subterránea.
- e-3) Diagramas de control.
- e-4) Alumbrados.
- e-5) Red de tierras.
- e-6) Comunicaciones.
- e-7) Areas peligrosas.
- e-8) Apartarayos señalización.

Así mismo, queremos hacer notar que el coordinador de proyectos puede no sólo tener la responsabilidad de la necesaria coherencia entre todas las especialidades y grupos señalados; sino también la de los controles para la economía y buen desarrollo de un proyecto, como serían: control de costos, controles de horas hombre y eficiencias, controles de avance de proyecto, asignaciones de personal, control de presupuesto, tiempo de entrega de equipos y actividades críticas.

La total definición de un proyecto como el que nos ocupa, (Terminal de Almacenamiento de Productos Destilados), es alcanzable por completo desde el punto de vista de la Ingeniería de Detalle; por lo que serán sus actividades las que se traten y definan con mas detenimiento a lo largo de esta tesis.

### III-2 DIAGRAMAS MECANICOS DE FLUJO O DE TUBERIA E INSTRUMENTOS

Este tipo de diagramas pueden ser considerados como los primordiales de la Ingeniería de Detalle, pues en ellos se cuenta con la información necesaria para el di-

seño mecánico del sistema de tuberías y de los recipientes, así como con los datos indispensables para la especificación, selección y compra de todos los equipos, materiales e instrumentación de proceso.

Los diagramas mecánicos son el punto de partida del diseño en las áreas de instrumentación, tubería, mecánico, estructural y eléctrico; además de representar la base común de trabajo entre todas estas áreas y entre las personas que en ellas colaboran.

Dada la importancia de estos planos y su uso por personas no directamente relacionadas con el proceso; debemos hacer notar la importancia del coordinador del proyecto en asegurar la adecuada interpretación y cumplimiento de los aspectos técnicos en ellos marcados, y que se encuentran relacionados con las demás áreas de diseño. Ejemplos de lo anterior podrían ser las alturas, que por requerimientos del proceso, se fijan para los fondos de recipientes o boquillas de succión en bombas, y que afectan directamente a las cimentaciones de estos equipos; o, por ejemplo, las funciones de control, paro, y señalización de los sistemas de instrumentación; y que fijan los lineamientos a seguir en la elaboración de los circuitos eléctricos; o así mismo, las especificaciones relacionadas con tramos mínimos de tubería recta; pendientes en líneas de desfogues; localización de válvulas de control o bloqueo con respecto a recipientes, localización de interconexiones, cédulas, tipos de válvulas, aislamientos y demás requerimientos a cumplir en el diseño de tuberías.

La información que deberán contener estos -

planos depende del tipo de proceso de que se trate, sin embargo, podemos decir que en general incluyen:

a) Todos los recipientes de la planta; indicando sus dimensiones, presión y temperatura de diseño, identificación o clave de los mismos, espesor de aislamiento, diámetro de boquillas y altura de fondo o línea de tangencia con respecto al nivel de piso terminado.

b) Bombas, compresores, bombas proporcionadoras, equipos para vacío, ventiladores, bandas transportadoras y demás equipos para manejo de fluidos y sólidos indicando sus principales características como son: Capacidades;  $\Delta P$ , temperaturas y presiones de descarga, servicio, etc.

c) Todos los motores de la planta en los que se señale su tipo, potencia, alimentación eléctrica e identificación.

d) Reactores, columnas e intercambiadores, mostrándose el número de platos, plato de alimentación y espaciamiento entre los mismos, cargas térmicas y áreas de transferencia, alturas de camas fijas para empaques o catalizadores, refractarios, zonas con lining o cladd, requerimientos especiales para materiales, etc.

e) Todas las tuberías para interconexión de los equipos; especificando su diámetro, número de identificación, materiales, libraje y tipo de bridas, válvulas y su tipo, requerimientos especiales para el diseño del sistema, servicio, etc.

f) Todo el equipo de control; identificando

claramente a cada instrumento e indicando: montaje, (ya sea en campo o en tablero), diámetro y tipo de las válvulas de control, señalizaciones eléctricas, neumáticas o hidráulicas, acción de los switch para paros o alarmas, tipo de válvulas solenoide, longitudes visibles o de instalación para indicadores, transmisores y controladores de nivel, requerimientos especiales para puntos o tipos de instalación, etc.

g) Localización de desfogues, presiones de calibración y diámetros de válvulas de relevo.

En suma, deberán contener todos los detalles de tipo mecánico necesarios a los diseñadores de tuberías, recipientes, ingenieros eléctricos y estructurales y contar con la información requerida en la elaboración de hojas de especificaciones y requisiciones para equipos y materiales.

Pasaremos ahora a la especificación y desarrollo de los diagramas mecánicos de flujo de nuestro proyecto de referencia.

#### A) Claves y Símbolos:

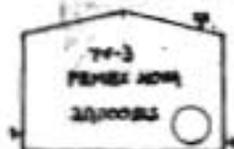
Con el objeto de reducir las descripciones detalladas escritas y para facilitar la interpretación de los diagramas, así como la identificación de los equipos, es usual el desarrollar o adoptar un conjunto de símbolos y códigos que cumplan estos requerimientos.

En algunos casos, como en simbología para instrumentos, se han desarrollado standards de sociedades nacionales o internacionales, sin embargo, esto no ha sido generalmente aceptado y muchas firmas de ingeniería especifican su propia simbología.

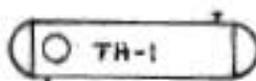
Antes de la elaboración de cualquier diagrama de flujo se deberán determinar todas las simbologías o descripciones pictóricas para la representación de los elementos constitutivos del mismo y todas las claves de identificación para equipos, tuberías e instrumentos.

Para el proyecto de Saltillo se adoptaron las siguientes claves y símbolos:

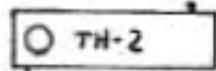
### EQUIPOS Y RECIPIENTES



Recipientes cilíndricos verticales tipo A.P.I.



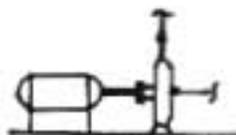
Recipientes cilíndricos horizontales - con cabezas elípticas, semielípticas o torisféricas.



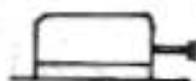
Recipientes cilíndricos horizontales - con tapas planas.



Tanque elevado



Bomba centrífuga horizontal con motor eléctrico.



Motor de combustión interna.



Bomba de pozo profundo.



Garzas para llenado.

#### SIMBOLOGIA



Escotilla de medición.



Válvula de recirculación.



Válvula de compuerta.



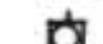
Válvula macho.



Válvula de globo.



Válvula de aguja.



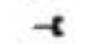
Indicador visual de flujo.



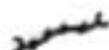
Válvula de retención.



Válvula de ángulo.



Conexión para manguera



Manguera flexible.



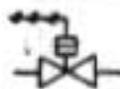
Brida ciega.



Tapón cachucha.



Jarro de aire.



Válvula de control accionada por actuador tipo pistón.



Válvula de control accionada por actuador tipo diafragma.



Medidor de desplazamiento positivo.



Medidor tipo turbina.



Válvula de tres vías accionada por solenoide.



Válvula con controlador montado en yugo.



Válvula de venteo con arrestador de flama.



Copa para drenaje.



Reducción

	Filtro para aire
	Válvula de seguridad
	Brida de orificio
	Brida porta orificio
	Filtro tipo canasta

### CLAVES DE INSTRUMENTOS

#### INSTRUMENTOS DE TEMPERATURA

	Indicador		Controlador
	Registrador		Registrador controlador
	Transmisor		Válvula de control
	Interruptor		Elemento primario
	Termopozo		

#### INSTRUMENTOS DE FLUJO

	Indicador visual		Controlador
	Registrador		Registrador controlador
	Transmisor		Válvula de control
	Switch o interruptor		Medidor tipo turbina.

Ⓠ	Totalizador	Ⓟ	Brida de orificio
Ⓡ	Orificio de restric- ción	Ⓠ	Elemento primario

#### INSTRUMENTOS DE NIVEL

Ⓢ	Indicador	Ⓢ	Indicador visual
Ⓣ	Controlador	Ⓣ	Registrador
Ⓣ	Registrador controlador	Ⓣ	Válvula de control
Ⓣ	Transmisor	Ⓣ	Interruptor

#### INSTRUMENTOS DE PRESION

Ⓢ	Indicador	Ⓢ	controlador
Ⓢ	Registrador	Ⓢ	Registrador contro- lador
Ⓢ	Transmisor	Ⓢ	Válvula de control
Ⓢ	Interruptor	Ⓢ	Indicador de pre- sión diferencial
Ⓢ	Indicador transmisor		

#### MISCELANEOS

Ⓢ	Registrador de densidad
Ⓢ	Junta aislante
Ⓢ	Indicador transmisor de densidad
Ⓢ	Válvula de venteo automático

	Escotilla de medición
	Coladera temporal
	Filtro
	Alarma sonora
	Alarma luminosa por alta o baja
	Instrumento montado en tablero

#### CLAVES PARA EQUIPOS Y ABREVIATURAS

TV- Tanque vertical	TH- Tanque horizontal
AC- Acceso casco	AT- Acceso techo
BA- Bomba centrífuga horizontal	BV- Bomba centrífuga vertical
BC- Compresores	SA- Secador de aire
ME- Motor eléctrico	MC- Motor de combustión

#### SÍMBOLOS DE LINEAS

	Línea de proceso
	Línea de servicios
	Señal de control neumático
	Señal de control eléctrico

En todo proyecto se deberá desarrollar un sistema para identificación de tuberías con el que se pueda conocer rápida y fácilmente todos los datos fundamentales de -

cualquier línea de proceso o de servicios. Mediante este sistema de claves se deberá indicar:

- a) Diámetro de la línea
- b) Servicio
- c) Número de identificación consecutivo
- d) Libraje, cara de bridas y material
- e) Aislamiento o trazado de vapor en caso de requerirse.

En el proyecto que nos ocupa se llegó a lo siguiente:

CLAVES DE TUBERIA

8°	PE	530	B	2	B
DIÁMETRO EN PULGADAS	SERVICIO	Consecutivo (ver Nota 1)	LIBRAJE	1=Cara plana (P.P.)	MATERIAL
	A Agua de servicios		A=125#ANSI		A= Hierro fundido
	ACI Agua contra incendio		B=150#ANSI	2=Cara realzada (R.P)	B= Acero al carbón
	ARI Aire de instrumentos		C=300#ANSI	3=Unión de anillo (R.T.J.)	C= Aleación
	D Diafano		D=600#ANSI		
	DF Desfogue				
	DL Diesel				
	M Línea de medición a la entrada del poliducto				
	PE Penex Extra				
	PN <sub>1-2</sub> Penex Nova 1 ó 2 (con o sin plomo)				

Nota 1: Código para consecutivo

Serie

- 100 Poliducto a almacenamiento
- 200 Descarga c/T a almacenamiento
- 300 Descarga A/T a almacenamiento

- 400 Desfogues
- 500 Succión bombas
- 600 Descarga bombas contaminados
- 700 Descarga bombas a llenaderas de C/T
- 800 Descarga bombas a llenaderas de A/T
- 900 Descarga bombas a llenaderas de tambores.

B) Diagrama mecánico de Flujo, medición y -almacenamiento:

a) Descripción: En este plano representaremos las siguientes líneas y operaciones de la planta:

a-1) Tubería de recepción desde el poliducto (Una Línea para todos los productos), indicando toda la instrumentación necesaria en recibo y medición.

a-2) Línea principal de desfogues. Deberá --descargar al tanque de contaminados tv-6.

a-3) Manifold para distribución de productos, de donde partirán las siguientes líneas:

a-3.1) PEMEX NOVA 1 de poliducto a almacenamiento (tanque tv-2).

a-3.2) PEMEX NOVA 2 de poliducto a almacenamiento (tanque tv-3)

a-3.3) PEMEX EXTRA de poliducto a almacenamiento (tanque tv-1).

a-3.4) DIESEL de poliducto a almacenamiento (tanque tv-5).

a-3.5) DIAPANO de poliducto a almacenamien-

to (tanque tv-4)

a-3.6) Contaminados de poliducto a almacenamiento (tanque tv-6).

Las anteriores tuberías se conservarán libres hasta los tanques.

a-4) Tanques cilíndricos verticales tipo A. P.I. con la instrumentación, drenajes y sistemas de seguridad relacionados.

a-5) Líneas de descarga, desde los tanques de almacenamiento hasta la casa de bombas, (una por cada - tanque).

a-6) Líneas de descargaderas de carros y autos tanque a tv-1, tv-2, tv-3, tv-4 y tv-5; las líneas de un mismo servicio, provenientes de autos, se podrán conectar a las provenientes de carros antes de los tanques de almacenamiento.

a-7) Líneas provenientes de casa de bombas para contaminados y con destino a los tanques de NOVA<sub>2</sub> (tv -3), NOVA<sub>1</sub> (tv-2), y DIESEL (tv-5). Estas líneas se podrán conectar antes de los tanques con las provenientes de autos y carros-tanque y tenerse así una sola boquilla de entrada para los tres servicios.

b) Sistema de tubería y válvulas.

b-1) Líneas de recepción.- Como se ha dicho, se tendrá un cabezal general de recepción, (en el que se ins

talará la instrumentación necesaria para control y medición), y a partir de éste saldrán tuberías independientes hacia los tanques de almacenamiento respectivos. La selección de los cabezales se hará por medio de un manifold.

b-1.1) Diámetros de tubería.- tomando en cuenta la alta presión de los destilados provenientes del poliducto, los cabezales de recepción se dimensionarán bajo el criterio de velocidad recomendada y diámetro económico. Sin embargo, deberemos diseñar de forma que la caída de presión en la tubería represente un porcentaje reducido de la energía total del sistema, asegurándonos así una  $\Delta P$  elevada para la válvula de control y con esto, un funcionamiento adecuado de la misma, (este punto se tratará con mayor detalle cuando se vea la instrumentación del sistema).

#### b-1.2) VALVULAS

b-1.2a) Válvulas de compuerta.- Este tipo de válvulas se recomiendan primordialmente donde se requiere flujo ininterrumpido y pequeñas caídas de presión; los servicios de control No son recomendados para estas válvulas, ya que la compuerta y sello tienen tendencia a erosionarse rápidamente con el flujo restringido y la turbulencia producida con la compuerta en posición de apertura parcial.

Con la válvula completamente abierta, la compuerta es movida enteramente fuera del pasaje para flujo, de tal forma, que se tiene esencialmente el mismo --

diámetro de la tubería y se evita la corrosión.

Los principales usos para las válvulas de compuerta incluyen: servicios en posiciones completamente abierta o completamente cerrada para bloqueo de flujo sin características de control, operación infrecuente y mínima resistencia al flujo.

Estas válvulas se obtienen en diámetros -- desde 1/2 hasta 48 pulgadas, para presiones hasta 2,500 - Psi, temperaturas de 1,800<sup>o</sup>F y en los siguientes materiales: bronce, hierro, acero, acero inoxidable, y aleaciones especiales. En vista de sus características las emplearemos para los siguientes servicios:

1) Corte general de flujo a la entrada de la terminal desde el poliducto.

2) Bloqueo a la entrada de los tanques. Para este servicio se requieren dos válvulas; la primera localizada antes del dique de contención (válvula de operación), y la segunda a pie de tanques (válvula normalmente abierta).

b-1.2b) Válvulas de globo (operación manual).- Las válvulas de globo son usadas ya sea para detener o para regular el flujo, siendo empleadas principalmente para lo último. El cambio de dirección sufrido por el fluido, (dos vueltas en ángulo recto), en su paso a través de la válvula provoca turbulencia y altas caídas de presión.

Los principales servicios para este tipo de válvulas son: operación frecuente con características de control en cualquier grado deseado, cierre hermético para gases y aire, altas caídas de presión y bloqueo de flujo.

Estas válvulas se obtienen en diámetros desde 1/2 hasta 30 pulgadas, para presiones hasta 2,500 Psi, temperaturas de 1,000<sup>o</sup>F y en los siguientes materiales: -- bronce, hierro, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales y con terminales bridadas, para soldar o roscadas. Se recomiendan para fluidos limpios. De acuerdo a sus características serán empleadas para lo siguiente:

1) By-pass, en arreglos para válvulas de control de flujo y presión, de forma tal que podamos controlar el flujo cuando las válvulas de control estén fuera de operación, fallen o se tenga una sobrecarga momentánea a la terminal y sin que sea necesario parar la planta. La operación de estas válvulas será normalmente cerradas.

b-1.2c) Válvulas macho.- Las válvulas macho son usadas principalmente para servicios de abierto-cerrado, y no para control. Existe poca turbulencia dentro de la válvula y, por lo tanto, la caída de presión es baja. Las principales ventajas de este tipo de válvulas son: acción de bloqueo rápida, (con un movimiento de 1/4 se puede pasar de completamente abierta a cerrada), operación simple, mínimo espacio de instalación y cierre hermético.

Existen dos tipos principales para estas -- válvulas: lubricadas, (para prevenir fugas entre el obtura

dor y el cuerpo, y para reducir la fricción al operarias), y no lubricadas, (cuentan con recubrimientos que eliminan la necesidad de lubricante). El tipo lubricado es de operación rápida, sin embargo, su rango de temperatura es limitado dependiendo del lubricante empleado. Las principales ventajas del tipo no lubricado son: cierre hermético, operación rápida sin problemas de lubricación y amplio rango de temperaturas.

Las principales áreas de servicio para estas válvulas son: corte y apertura de acción rápida y con cierre hermético, operación frecuente y bajas caídas de presión. Se pueden obtener en diámetros hasta 30 pulgadas, para presiones de 5,000 Psi y temperaturas de 600°F en toda clase de materiales, incluyendo los plásticos.

Haciendo uso de sus ventajas serán empleadas en:

- 1) Bloqueos antes y después de las válvulas de control.
- 2) Bloqueo y By-pass en medidor de turbina.
- 3) Bloqueo de filtros.
- 4) Doble bloqueo en manifold de distribución (deberá existir un drenaje intermedio).

b-1.3) Dimensionamiento y caídas de presión (ver hojas de cálculo adjuntas).

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA N° V-325-61-02  
LOCALIZACIÓN Saltillo,  
Coah.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA SA.

HECHO POR C.R.P.

REVISADO POR \_\_\_\_\_

HOJA DE CALCULO

b-(2a) Cálculo Diámetro de Tuberías

Líneas de recepción desde poliduto.

Servicio: Recibo y medición; Transporte a Tanques de almacenamiento.

Presión máxima de recibo : 8.0 kg/cm<sup>2</sup>

Presión normal de recibo : 6.0 kg/cm<sup>2</sup>

Presión mínima de recibo : 4.0 kg/cm<sup>2</sup>

Gasto mínimo : 202.33 m<sup>3</sup>/hr.

Gasto máximo : 1,000 m<sup>3</sup>/hr.

Productos Densidad

Pmax Nova 44.9

Pmax Extra 44.9

Dinamo 47.9

Diesel 63.0

Velocidad recomendada : 8 a 10 ft/sq.

Diámetro económico: (Según monografía "Economic Pipe -  
Diameters", Perry, Chemical Engineers Handbook 4d ed. McGraw-Hill  
Book Company Inc.)

Para gasolinas:

$$C = 44.9 \frac{1}{ft^3} \quad y \quad W = 252,131.46 \frac{4}{hr} (1,000 \frac{kg}{hr})$$

$$D = 7" \phi$$

Para Diesel:

$$C = 53.0 \frac{1}{ft^3} \quad y \quad W = 297,616.20 \frac{4}{hr} (1,000 \frac{kg}{hr})$$

$$D = 6.9" \phi$$

OPERACIONES:

Diámetro Seleccionado: 6"  $\phi$

R. Sina 68

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA N° Y-325-61-03  
LOCALIZACIÓN Salfillo,  
Coah.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA SA  
HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Calculo por velocidad recomendada:

$$V = 0.408 \text{ g/a}^2$$

$$Q = C.P.M.$$

d = diametro interno en pulgadas.

A la entrada del poliducto tendremos tuberías con especificación de 600# y después de las válvulas de control deberán existir de 200# y 150#, (esta última posterior al control de flujo y antes del manifold de distribución).

Debido a lo anterior y de acuerdo con las especificaciones generales de Técnica "PEMEX" se tendrán las siguientes cédulas:

Tubería de 6" 600# cédula 80

Tubería de 6" 300# cédula 40

Tubería de 6" 150# cédula 40

En caso de no contarse con especificaciones que rijan el diseño, el espesor de las líneas es fácilmente calculable de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Número de cédula} = \frac{1000 P}{S}$$

donde P = presión interna, Psig.

S = resistencia de diseño (STRESS) psi

El valor de S (dependiendo del material de la Tubería), se puede obtener de las cédulas ASME sección III div. 1 o A.P.I.

De acuerdo con el cuadrado técnico N° 412 "Flow, of Fluids" de la CRANE Co. tendremos los siguientes diámetros internos:

Tubería 6" Ø

cédula 40

$$d_i = 6.065 \text{ in}$$

cédula 80

$$d_i = 5.761 \text{ in}$$

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA N° E-725-61-02  
LOCALIZACIÓN Santa Fe,  
Coch.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA S.A.  
HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C. R. P.  
REVISADO POR: \_\_\_\_\_

$$1000 \frac{\text{gal}}{\text{min}} \times 42 \frac{\text{cm}}{\text{ft}} \times \frac{1 \text{ ft}}{60 \text{ min}} = 700 \text{ G.P.M.}$$

$$V = 0.408 \frac{700}{(606)^2} = 7.76 \text{ ft/seg. cad. 40}$$

$$V = 0.408 \frac{700}{(5.761)^2} = 8.61 \text{ ft/seg. cad. 80}$$

El diámetro seleccionado de 6" es para el cabezal general de resibo y para las líneas particulares a Tanques es adecuado.

b-1-3b) Caida de Presión.

Para el cálculo de las pérdidas por fricción en tuberías, se utiliza la ecuación de Darcy en su siguiente forma:

$$\Delta P_{fric} = 0.0216 \frac{f Q^2}{d^5}$$

Endonde:

Q = Flujo de líquidos en G.P.M.

$\Delta P_{fric}$  = Caída de presión en P.Siá./100' de tubería recta.

E = Densidad del líquido en  $\text{lb/ft}^3$

d = diámetro interno de tubería en pulgadas.

f = factor de fricción

Ya que el factor de fricción es una función del número de Reynolds; usaremos para el cálculo de éste la siguiente fórmula:

$$N_{Re} = 50.6 \frac{Q E}{\mu}$$

Endonde  $\mu$  = viscosidad en C.P.

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
 OBRA N° 1725-61-03  
 LOCALIZACION Saltos  
Coch.

BUFETE DE INGENIERIA  
 CIVIL Y QUIMICA S.A.  
 HOJA DE CALCULO

HECHO POR C.R.R.  
 REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Para el cálculo de  $f$  empleamos la gráfica publicada por L.F. Moody en "Friction Factor for pipe flow", THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS, Vol. 66 Nov. 1944 y misma que ha sido ampliamente reproducida en la literatura ("Ejemplo", "Fluids", Technical paper No. 410, CRANE Co., edición printing 1930, pag. A-24). En esta gráfica podemos obtener  $f$  como una función del Número de Reynolds y de la Rugosidad Relativa  $\epsilon/D$  la cual depende del diámetro de la tubería y del material de ésta. (Gráfica de la página A-23 del CRANE).

Condiciones:

$$N_{Re} = 50.6 \frac{Q^2}{d^5} = 50.6 \times \frac{700^2 \times 44.9}{6.65^5} = 609,81.54 \text{ (slip turbulenta)}$$

$$46 \text{ (Acero comercial)} = 0.0003 \text{ para } 6^\circ \phi$$

$$\epsilon^2 = 0.140$$

$$\Delta P_{lm} = 0.0216 \frac{R \rho Q^3}{d^5} = 0.0216 \times \frac{0.15 \times 44.9 \times 200^3}{6.65^5} = 0.93 \text{ Kg/m}^2$$

N. Número de accesorios	ACCESORIOS	LE Longitud equivalente (Pie) $L/D = (L/D) R \times N$
3	Válvulas de compuerta de 6" $\phi$ totalmente abiertas	13 (Pie) $13 \times 0.51 \times 3 = 19.89$ A-20 (CRANE)
6	Válvulas macho de 4" $\phi$ totalmente abiertas (el diámetro es el respectivo para determinar el tamaño de las válvulas de control y de línea).	18 (Pie) $18 \times 0.34 \times 6 = 36.72$ (Pag. A-27 del CRANE)
4	Válvulas macho de 6" $\phi$ totalmente abiertas	18 (Pie) $18 \times 0.51 \times 4 = 36.72$
6	Codos 90° R.L. de 6" $\phi$ (línea sujeta)	20 (Pie) $20 \times 0.51 \times 6 = 61.20$
3	Reducciones 6" - 4" $\phi$ (línea sujeta y también sujeta) $\epsilon/D = 3/6 = 0.67 \rightarrow R = 25$ (Pag. A-26 del CRANE)	15 (Pie) $15 \times 0.34 \times 3 = 15.30$ (Pag. A-31 del CRANE)

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
 OBRA N° V-225-67-02  
 LOCALIZACION Salt Bay  
Costa

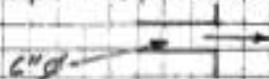
BUFETE DE INGENIERIA  
 CIVIL Y QUIMICA S.A.  
 HOJA DE CÁLCULO

HECHO POR: C. P. P.  
 REVISADO POR: \_\_\_\_\_

N.	ACCESORIOS	U/O	Le
3	Ampliaciones 95° de (cuerpo y tornillos en presiones) 95 (3) = 267 + R = 20 (pagina A-24 del CRANE)	20 (orig. A-31 del CRANE)	$(46) D \times N$ $20 \times 0.51 \times 3 = 30.60$

Nota: Diámetro interno Tubería en pies.  $\Sigma$  accesorios = 200.93 pies.

Longitud equivalente por entrada a Tanques:



K=1.0 (pagina A-26 del CRANE)

$V_e = 6.5$  (pagina A-31 del CRANE)

$L_e = (46) D = 65 \times 0.51 = 33.1567$

Caida de presión en equipos:

Filtro tipo cartucho 6" Ø = 1 Psi (costo de catálogo de fabricante)

Tubería 95° (compuesta) = 2.5 Psi (costo de catálogo de fabricante)

3.5 Psi Total

Distancia Total desde recibir y medición a tanques  $T=1 = 305m = 1001$  pies

Le accesorios = 200.93 pies

Le entrada Tanques = 33.1567 pies

Total = 1234.58 pies

$0.98 \frac{ft}{100pies} \times 1234.58 pies = 11.48 Psi$

A.P. Equipos = 3.50 Psi

14.98 Psi  $\approx 15$  Psi

Diferencia de niveles:

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
 OBRA Nº 2-225-6-02  
 LOCALIZACIÓN Saúlita,  
Coch.

BUFETE DE INGENIERIA  
 CIVIL Y QUIMICA SA  
 HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
 REVISADO POR: \_\_\_\_\_

$$\begin{array}{r} \text{NFI nivel fondo tangues} = 102.10 \\ \text{NFI en recibio y medición} = 101.75 \\ \text{Diferencia de nivel} = 00.35 \text{ m} = 3.28 \text{ pies.} \end{array}$$

$\Delta h =$  NFI referidos a nivel base 100 el cual corresponde a 1/588  
 M.S.M.H.

$$\text{Altura Tangues} = \begin{array}{r} + 4.0 \text{ pies} \\ + 3.28 \text{ pies} \\ \hline 7.28 \text{ pies} \end{array}$$

$$\Delta P_{fr} = f \times \frac{V^2}{2g} = \frac{43.28 \times 44.9}{144} = 13.49 \text{ ft}$$

$$\Delta P_{\text{total gasolina}} = \begin{array}{r} + 1.5 \\ \hline 28.5 \text{ ft} \end{array}$$

Diagona:

$$N_{fr} = 50.6 \frac{Q^2}{D^5} = 50.6 \times \frac{300 \times 10^9}{6.065^5 \times 2.0} = 145,209.65 \text{ (pulg Tubulenta)}$$

$$\begin{array}{l} \text{Si (coef. universal)} = 0.0003 \text{ para } 6" \phi \\ f = 0.0185 \\ \Delta P_{fr} = 0.0216 \frac{0.35 \times 429 \times 900^2}{6.065^5} = 1.17 \text{ ft/100} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \Delta h_{\text{de accesorios}} = 200.43 \text{ pies} \\ \text{Lo entienda a Tangues} = 32.13 \text{ pies} \\ \text{Distancia total desde recibio y medición a Tr-Y} = 3250 \text{ m} = 8152 \text{ pies} \\ \text{Distancia total} = 1,053.59 \text{ pies} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1.17 \text{ ft/100 pies} \times 1053.59 \text{ pies} = 12.51 \text{ ft} \\ \Delta P_{\text{equipos}} = 8.50 \text{ ft} \\ \hline 16.01 \text{ ft} \end{array}$$

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA N° 323-61-03  
LOCALIZACIÓN Salto, Cuch.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA S.A.  
HOJA DE CÁLCULO

HECHO POR: C. E. P.  
REVISADO POR: \_\_\_\_\_

$$\begin{aligned} & 16.04 \text{ psi} \\ \Delta P_1 &= 15.00 \text{ psi} \\ & 31.04 \text{ psi} \approx 31 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\Delta P_2 = \frac{43.28 \times 49.9}{144} = 15 \text{ psi}$$

$$\Delta P \text{ Total Diapirado} = 31 \text{ psi}$$

$$\begin{aligned} \text{Diseño:} \\ N_{L2} &= 50.6 \times \frac{700 \times 53}{6.065 \times 7} = 44,217.64 \text{ (pieza en zona de Transición} \\ & \text{por acuerdo a Terminación)} \end{aligned}$$

$$\frac{f_0}{E_0} = 0.0003$$

$$f_0 = 0.225$$

$$\Delta P_{\text{dia}} = \frac{0.0216 \times f_0^2}{d^5} = \frac{0.0216 \times 0.225^2 \times 53 \times 700^2}{6.065^5} = 1.54 \text{ psi/100 pies}$$

$$\Sigma \text{ de accesorios} = 200.43 \text{ pies}$$

$$\text{de Entrada Tanques} = 33.15 \text{ pies}$$

Distancia total desde resis.

$$\text{por medición atique T=5 x 205m} = 6,725.7 \text{ pies}$$

$$\text{Distancia Total} = 906.15 \text{ pies}$$

$$1.54 \text{ psi/100 pies} \times 906.15 \text{ pies} = 13.95 \text{ psi}$$

$$\Delta P \text{ equipos} =$$

$$3.50 \text{ psi}$$

$$17.45 \text{ psi} \approx 17.50 \text{ psi}$$

$$\Delta P_3 = \frac{43.28 \times 53}{144} = 15.93 \text{ psi}$$

$$\Delta P \text{ Total} = 17.50$$

$$\text{Diseño} = 15.93$$

$$33.43 \approx 33.50 \text{ psi}$$

Contaminados:

Para esta servicio tomaremos la AP del Diesel

$$= 33.5 \text{ psi}$$

OPERACIONES:

b-2) Líneas de tanques de almacenamiento a succión de bombas; Deberán existir líneas de succión independientes desde cada uno de los tanques de almacenamiento y que se dirigirán a la casa de bombas de acuerdo a la siguiente distribución:

DE TANQUES:	A BOMBAS:
tv-1 (PEMEX EXTRA)	BA-10 BA-11 (relevo)
tv-3 (PEMEX NOVA 2)	BA-14 BA-15 BA-16 (relevo)
tv-2 (PEMEX NOVA 1)	BA-12 BA-13 (relevo)
tv-4 (DIAFANO)	BA-4 BA-5 (relevo)
tv-5 (DIESEL)	BA-1 BA-2 BA-3 BA-5 (relevo)
tv-6 (CONTAMINADOS)	BA-16 (relevo Nova 2) BA-5 (relevo Diáfano-Diesel)

b-2.1) Criterios de diseño para líneas de succión de bombas; Las bombas centrífugas requieran un flujo de líquido libre de vapor en la entrada a las aspas del impulsor para operar satisfactoriamente.

Si la presión en una bomba centrífuga cae por debajo de la presión de vapor del líquido manejado a la temperatura de flujo, se formarán burbujas inmediatamente después de la entrada al impulsor, y debido al rápido incremento de la presión las burbujas se colapsarán provo-

cando el fenómeno conocido como cavitación. Esta cavitación provoca una reducción en la eficiencia de la bomba, ruido, vibración y la destrucción de los impulsores.

Para evitar la cavitación los fabricantes de las bombas requieren una presión de succión positiva denominada NPSH (Net Positive Suction Head) requerido (NPSHr). Este NPSHr es la presión sobre la de vapor del líquido siendo bombeado, y medida en la brida de succión de la bomba a su centro de línea. Representa la presión necesaria para vencer las pérdidas por fricción y turbulencia entre la succión y los impulsores y sin que se produzca vaporización. Es usualmente expresada como cabeza, en pies de agua, en las curvas de cabeza contra capacidad características de cada bomba.

Existe, así mismo, una cabeza de succión positiva representativa de la presión sobre la de vapor que existirá en la brida de succión después de que un fluido ha sido transportado hacia la bomba a través de un sistema de tubería específico y que es conocido como NPSH disponible (NPSHa).

Este NPSHa es expresado en pies de líquido bombeado y es fácilmente calculable si realizamos un balance entre el punto de succión y la brida de la bomba.

Para asegurar una operación adecuada en una bomba el NPSHa deberá ser mayor al NPSHr, con lo que aseguraremos que no se produzca vaporización del fluido entre la brida de succión y el impulsor.

Ya que las bases de diseño nos fijan el uso de bombas centrífugas horizontales, deberemos diseñar el sistema de tal forma que exista una caída de presión pequeña y con ello obtener un NPSHa lo más elevado posible.

Cuando se manejan líquidos volátiles, (como las gasolinas), con una presión de vapor alta el recipiente de succión o las boquillas de salida deben ser elevados sobre el nivel de piso para compensar las pérdidas por fricción del sistema y cumplir así con los requerimientos de NPSH, así mismo, el sistema de succión deberá ser lo más simple y corto posible.

En las instalaciones, como la de una terminal de almacenamiento, en que las bombas se deberán localizar fuera del área de diques y donde no es posible elevar significativamente los tanques de succión, el problema del NPSH para líquidos volátiles se puede resolver mediante el empleo de bombas centrífugas verticales tipo barril, en donde parte de la cabeza estática para el NPSH requerido se encuentra por debajo del piso; (Fig. 24).

Sin embargo, ya que las bases de diseño nos obligan al empleo de bombas horizontales (por mayor facilidad de mantenimiento), tendremos que ajustarnos a los requerimientos mínimos de NPSHr para estas bombas.

Debemos hacer notar que la presión mínima, no sólo en la brida de la bomba, sino en cualquier punto del sistema de succión no deberá caer por debajo de la pre

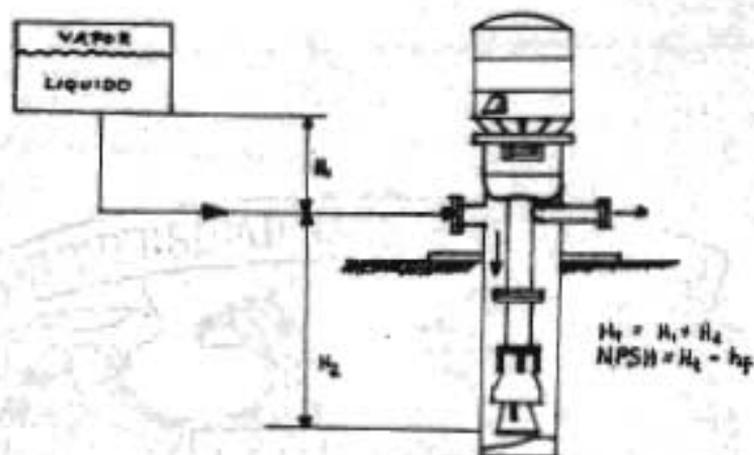


Fig. 24

sión de vapor del líquido manejado.

El criterio de selección para bombas deberá ser sobre la que tenga un mínimo de 2ft por debajo del NPSH disponible en el sistema.

Otro aspecto que debe ser considerado en los sistemas de succión es la formación de un vórtice que pueda motivar la entrada de aire ó vapor a la bomba. Un vórtice puede aparecer cuando la superficie del líquido y la brida de succión se encuentran cercanas en nivel, cuando una bomba no cuenta con tubería de succión, cuando ésta es muy corta o cuando el nivel de líquido en el recipiente de succión es muy bajo. Existen implementos mecánicos conocidos como rompedores de vórtice que eliminan la posibilidad de su formación:(Fig. 25)



Fig. 25

Algunas otras consideraciones que se deberán tomar en cuenta para evitar la entrada de aire o vapores a una bomba son:

Las válvulas de compuerta para bloqueo a la entrada de una bomba se deberán instalar de forma horizontal, eliminando así la posibilidad de bolsas de aire en la válvula.

Las reducciones excéntricas se deberán instalar con la parte plana hacia arriba.

Las boquillas de salida se deberán diseñar para la menor resistencia posible.

Para servicios críticos se deberán usar válvulas de mariposa que no permiten la formación de bolsas.

Se deberán evitar en todos los casos tuberías de succión con curvas en sentido vertical que provoquen la acumulación de aire.



se deberán proveer venteos a la succión o en la carcasa de las bombas.

Para evitar la entrada de sólidos o suciedad (sobre todo durante la operación de arranque), es práctica común el instalar coladeras temporales entre la válvula de bloqueo y la bomba a lo largo de la porción recta de la línea de succión. Así mismo, ya que puede ocurrir cavitación cuando una bomba opera a descarga bloqueada o por debajo del flujo mínimo recomendado, se instalarán en nuestro sistema líneas de recirculación con válvulas automáticas conectando la descarga con la succión, (para este servicio es posible utilizar orificios de restricción que mantengan un flujo mínimo y constante en la línea de recirculación).

Los diámetros de las tuberías de succión — son generalmente uno o dos tamaños mayores que las bridas de succión de las bombas. Tuberías con diámetros menores a la brida de succión nunca son usados.

Las caídas de presión totales pueden ser estimadas entre uno y tres pies de líquido, con velocidades de 2 a 8 ft/seg. y con caídas de presión unitarias entre 0.05 y 0.5 psi/100 ft. para líquidos saturados y 0.5 - 1 - psi/100 ft. para líquidos sub-enfriados.

Existen gráficas en la literatura, fig. 26, (Robert Kern/Pump Piping Design/Chemical Engineering/- — October 11, 1971) para estimar diámetros en tuberías de succión y que se encuentran basadas en velocidades recomen-

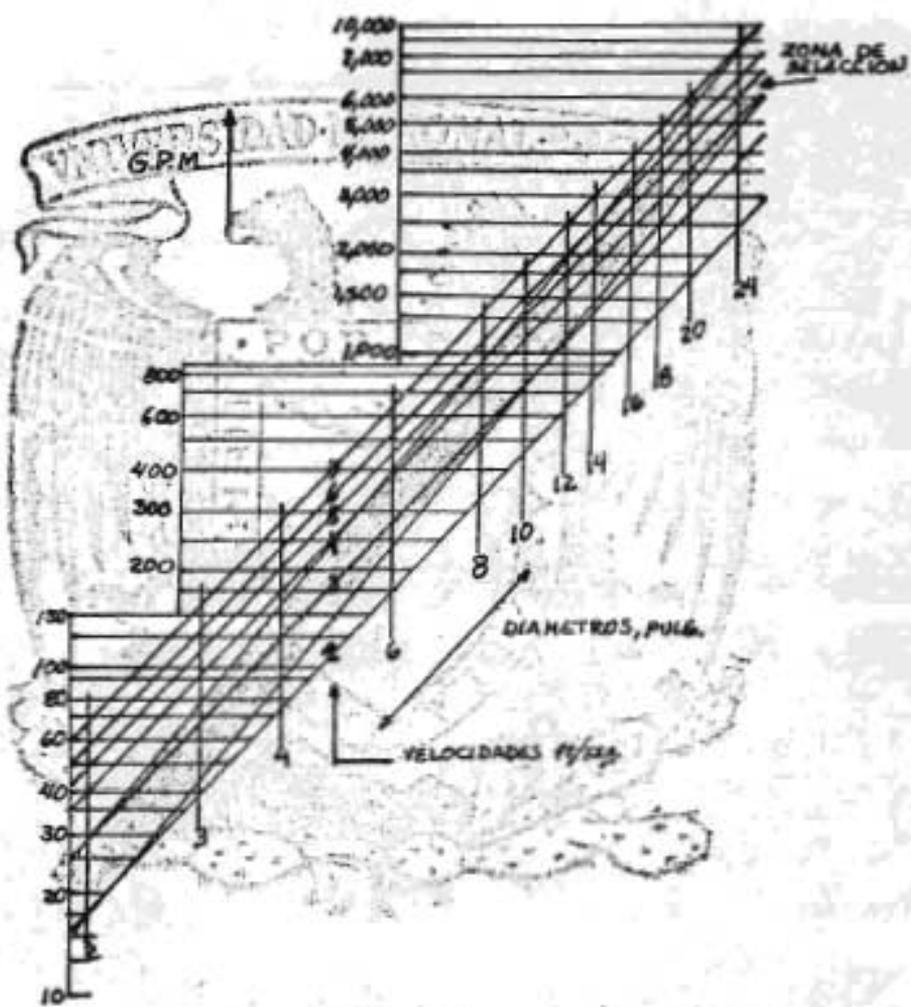


Fig. 26

dadas.

b-2.2) Válvulas.- Se instalarán válvulas de bloquea tipo compuerta después de los diques de contención y a pie de tanques. Así mismo, los bloqueos antes de las bombas serán válvulas tipo compuerta y se tendrán como accesorios caladeras temporales y venteos automáticos cercanos a la succión de las bombas.

b-2.3) Cálculos.- (ver hojas adjuntas).

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA N° 2-228-41-02  
LOCALIZACIÓN Salti Uy.  
Gua.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA S.A.  
HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Líneas de Succión:

Servicios Pemas Extra

Caudal = 400 G.P.H.

Densidad = 44.9 lb/ft<sup>3</sup>

Viscosidad = 0.43 C.P.

Presión atmosférica

Temperatura = 70°F

Diámetro: según figura 24, D = entre 6" y 8"

Especificación de Tubos: 150 # R.F. (según norma PEMEX)

Clase = 40 (6")

Clase = 30 (8")

di. 6" cad. 40 = 6.065 pulg.

di. 8" cad. 30 = 8.071 pulg.

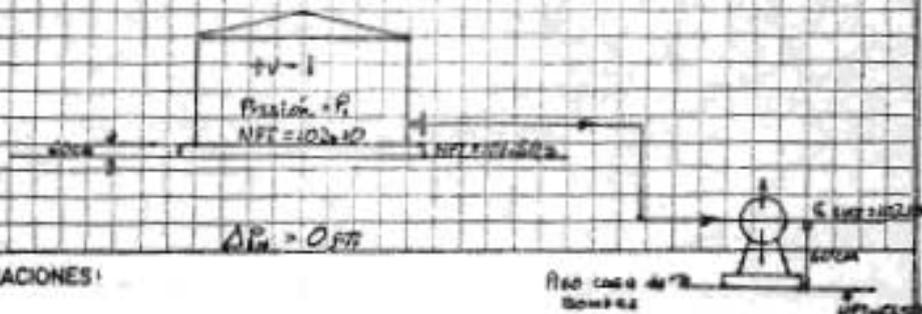
Velocidad:

$$V = 0.408 Q/d^2$$

$$V_1 = 0.408 \times \frac{400}{6.065^2} = 4.44 \text{ ft/seg.}$$

$$V_2 = 0.408 \times \frac{400}{8.071^2} = 2.54 \text{ ft/seg.}$$

Dentro del rango  
recomendado



OPERACIONES:

150 CALS de 2"  
BOMBA

150 CALS

FECHA \_\_\_\_\_  
 OBRA N° 2-22-66.02  
 LOCALIZACION S.A. S. S. S.  
 Crak.

BUFETE DE INGENIERIA  
 CIVIL Y QUIMICA S.A.  
 HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
 REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Caida de Presión:

Diametro: 6" Ø

$$N_{eq} = 50.6 \cdot \frac{Q^2}{D^5} = 50.6 \cdot \frac{400 \times 44.9}{6.065 \times 0.43} = 348,462.74$$

$f/D = 0.002$  para 6" Ø

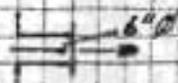
$f = 0.148$

$$N_{eq} = 0.0216 \cdot \frac{f \cdot Q^2}{D^5} = 0.0216 \cdot \frac{0.148 \times 449 \times 400^2}{6.065^5} = 0.3178 \text{ / 100 FT}$$

(Fuente del rango  
resumen de los)

N°	ACCESORIOS	Longitud equivalente en pies L <sub>eq</sub> (ft)	Longitud equivalente en pies (442) D x N
3	Valvulas compuerta de 6" Ø - 10 cal. manija abierturas.	13 (Long. A-30 del CRANE)	$13 \times 0.51 \times 3 = 19.89$
1	Reducción a 4" Ø (armadura en entrada de las bombas)	15 (Long. A-31 del CRANE)	$15 \times 0.24 \times 1 = 3.60$
4	Codos 90° B.L. de 6" Ø (almeno superiores)	20 (Long. A-31 del CRANE)	$20 \times 0.51 \times 4 = 40.80$

Subida de Tanques:



$$K = 0.50 \text{ (Long. A-26 del CRANE)}$$

$$L/D = 3.4 \text{ (Long. A-31 del CRANE)}$$

$$L_{eq} = 20 + 3.4 \times 0.51 = 17.24 \text{ FT}$$

OPERACIONES:

FECHA

OBRA Nº 4-725-4-03

LOCALIZACION Saltita,  
Col. A.BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA S.A.

HOJA DE CALCULO

HECHO POR: G.P.P.

REVISADO POR: \_\_\_\_\_

$$\underline{L_{\text{total}} = 83.13 \text{ ft.}}$$

$$\begin{array}{r} \text{Distancia total desde T-1 a casa de bombas} = 128 \text{ m} = 419.95 \text{ ft.} \\ + \\ \underline{83.13 \text{ ft.}} \\ 503.08 \text{ ft.} \end{array}$$

$$\Delta P_{\text{fric}} = 0.317 \frac{\text{ft}}{100 \text{ ft}} \times 503.08 \text{ ft.} = 1.59 \text{ psi}$$

$$\Delta P \text{ (pies de líquido)} = \frac{1.59 \times 2.31}{4.34} = 5.10 \text{ (cercano a rango recomendado)}$$

$$NPSH_2 = \frac{(P_1 - P_2)}{S_{\text{liq}}} 2.31 + Z_1 - H_{fs}$$

$$NPSH_2 = \frac{(12.3 - 9)}{2.31} + 0 - 5.10$$

$$P_1 \text{ gasolinas @ } 100^\circ \text{F} = 9 \text{ psia}$$

$$P_2 = 12.3 \text{ psia (presión atmosférica)}$$

$NPSH_2 = 5.49 \text{ ft}$  (Se tendrá que especificar una bomba con un  $NPSH_2$  de tras los 10 ft es muy bajo para una bomba centrífuga horizontal)

Caída de Presión:

Diámetro 8"  $\phi$ 

$$Re = 50.6 \times \frac{400 \times 44.9}{8.031 \times 0.43} = 241,855.11$$

$$f_D = 0.0025 \text{ para } 8" \phi$$

$$f = 0.17$$

$$\Delta P_{\text{fric}} = 0.0216 + \frac{0.074}{Re^{0.25}} = 0.0216 + \frac{0.074 \times 44.9 \times 400^2}{8.031^5} = 0.08 \text{ pies/100ft}$$

(dentro del rango  
recomendado)

OPERACIONES:

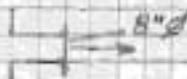
FECHA \_\_\_\_\_  
 OBRA Nº 225-61-03  
 LOCALIZACION Suñi No.  
 Cmk.

BUFETE DE INGENIERIA  
 CIVIL Y QUIMICA SA  
 HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
 REVISADO POR: \_\_\_\_\_

N. número de accesorios	ACCESORIOS	L/b	L <sub>e</sub> longitud equivalente en pies (L/D) x K
3	Valvula de compuerta de 8" Ø Totalmente abiertas	13	13 x 0.67 x 3 = 26 ft
1	Reducción 8" x 4" (agujete) a la entrada de las bombas K = 0.5 - K = 35	23	23 x 0.24 x 1 = 7.82
4	Codos 90° Red. de 8" Ø (cuatro separados)	20	20 x 0.67 x 4 = 53.60

Salida de fugas:



$$K = 0.50$$

$$L/D = 35$$

$$L_e = (L/D) D = 35 \times 0.67 = 23.45 \text{ ft}$$

$$L_{\text{total}} = 110.87 \text{ ft}$$

$$\text{Distancia total desde T-1 a codos de bombas} = 128 \text{ m} \approx 419.95 \text{ ft}$$

$$110.87 \text{ ft}$$

$$530.82 \text{ ft}$$

$$\Delta P_{\text{total}} = 0.08 \frac{\text{ft}}{\text{m}} \times 530.82 \text{ ft} = 0.42 \text{ psi}$$

$$\Delta P_{\text{(pérdida de líquido)}} = 0.43 \times 144 = 62.5 \text{ ft (dentro del rango recomen-}$$

$$44.9 \text{ da)}.$$

$$NPSH_r = \frac{(123 - 9) 3.31}{0.32} + 0 = 1.35 = 9.24 \text{ ft. de líquido (NPSH}_r$$

para la bomba de 8")

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA N° 2-725-41-03  
LOCALIZACION Saltos,  
Cost.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA S.A.

HECHO POR: C.R.R.

REVISADO POR: \_\_\_\_\_

HOJA DE CALCULO

Diámetro Seleccionado = 8" Ø

Lineas de Servicio:

Servicio: Pompa No. 1

Flujo = 400 G.P.M.  
Densidad = 49.9 lb/ft<sup>3</sup>  
Viscosidad = 0.40 C.P.  
Presión = atmosférica  
Temperatura = 70°F

Diámetro Seleccionado = 6" Ø

Lineas de Servicio:

Servicio: Pompa No. 2

Flujo = 800 G.P.M. (2 bombas de 400 G.P.M. c/u)  
Densidad = 49.9 lb/ft<sup>3</sup>  
Viscosidad = 0.40 C.P.  
Presión = atmosférica  
Temperatura = 70°F

Diámetro según figura 26 = Entre 8" y 10" Ø

$$V = 0.408 \frac{1}{3} \text{ ft}^3/\text{s}$$

Especificación de tuberías 150 #

Clasificación: Líq. caliente con espesificación PEMEX) 8" Ø cédula 30  
10" Ø cédula 30

Diámetro interno Tubería 8" Ø cédula 30 = 8.071

Diámetro interno Tubería 10" Ø cédula 30 = 10.136

$$V = 0.408 \times 800 / 8.071 = 5.017 \text{ seg. } \left. \begin{array}{l} \text{dentro del range} \\ \text{recomendado} \end{array} \right\}$$

$$V = 0.408 \times 800 / 10.136 = 3.189 \text{ seg. } \left. \begin{array}{l} \text{dentro del range} \\ \text{recomendado} \end{array} \right\}$$

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA N° 225-61-03  
LOCALIZACION Sullitay,  
Cant.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA S.A.  
HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.P.R.  
REVISADO POR: \_\_\_\_\_

$\Delta P_u$  entre T-3 y casa de bombas = Off

Caída de Presión:

Dímetro 8"  $\phi$

$$N_{eq} = 50.6 \frac{9.81}{14} = 50.6 \times \frac{800 \times 44.9}{8.02 \times 0.43} = 523,710.21$$

$$f_D = 0.0025 \text{ para } 8" \phi$$

$$f = 0.0159$$

$$\Delta P_{fms} = 0.0216 \frac{f_D N_{eq}^2}{8.02 \times 10^5} = 0.0216 \times \frac{0.0159 \times 44.9 \times 800^2}{8.02 \times 10^5} = 0.29 \text{ (dentro del rango recomendado)}$$

Le total = 110.87 ft.

$$\text{Distancia desde T-3 a casa de bombas} = 200 = 295.28 \text{ ft.} \\ + 110.87 \text{ ft.} \\ 406.15 \text{ ft.}$$

$$\Delta P_{total} = 0.29 \frac{9.81}{100} \times 406.15 \text{ ft.} = 1.18 \text{ psi}$$

$$\Delta P \text{ (pérdida de líquido)} = 1.18 \times 1.44 = 3.70 \text{ psi (estaca al rango recomendado)}$$

$$NPSH_a = \frac{(12.3 - 9) \times 2.31}{0.72} - 3.70 \text{ ft.} = 6.81 \text{ (la bomba se especificará para un NPSH}_a \text{ de 5', lo que es muy bajo)}$$

Caída de Presión:

Dímetro 10"  $\phi$

$$N_{eq} = 50.6 \times \frac{800 \times 44.9}{10.136 \times 0.43} = 417,015.11$$

$$f_D = 0.0018$$

$$f = 0.016$$

$$\Delta P_{fms} = 0.0216 \frac{f_D N_{eq}^2}{10.136 \times 10^5} = 0.0216 \times \frac{0.016 \times 44.9 \times 800^2}{10.136 \times 10^5} = 0.09 \text{ psi/ft. (dentro del rango recomendado)}$$

OPERACIONES:

Página 87

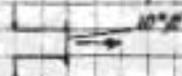
FECHA: \_\_\_\_\_  
 OBRA N°: 325-66-01  
 LOCALIZACIÓN: Santa Cruz  
 Cant.

BUFETE DE INGENIERIA  
 CIVIL Y QUIMICA SA  
 HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
 REVISADO POR: \_\_\_\_\_

N° Número de Accesorios	ACCESORIOS	L <sub>a</sub> Longitud equivalente en pies L/D	(L/D) x K
3	Válvulas de compuerta de 10" Ø Totalmente abiertas	13	13 x 0.83 x 2 = 32.5 FT
1	Reducción 12" - 9" Compuerta la Entrada de las bombas K = 0.28	24	24 x 0.28 x 2 = 8.64 FT
4	Codos 90° de 10" Ø (Cuatro Superiores)	20	20 x 0.83 x 4 = 66.40 FT

Salida de Trinquete



$K = 0.50$   
 $L/D = 2.37$   
 $L = (L/D) D = 2.37 \times 0.83 = 30.71 FT$   
 $L_{total} = 133.72 FT$

Distancia Total desde TV-3 a casa de bombas =  $90 + 7.295 = 97.295 FT$   
 $+ 133.72 FT$   
 $433.05 FT$

$\Delta P_{fric} = 0.09 \text{ PSI/100} \times 433.05 FT = 0.39$  (dentro del rango recomendado)

$\Delta P_{líquido} = 0.39 \times 1.44 = 0.56$  (dentro del rango recomendado)  
 $44.9$

$NPSH_a = (133 - 9) \frac{2.31}{0.72} + 0 - 1.35 = 9.34 FT$  de líquido (NPSH<sub>a</sub> para la bomba de Y)

Diámetro Seleccionado = 10" Ø

Lineas de Sección:

Servicio: Diagrama

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA Nº 225-64-02  
LOCALIZACIÓN Sullitup  
COMA.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA SA  
HOJA DE CALCULO

HECHO POR G.R.P.  
REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Gasto = 400 G.P.M.  
Densidad = 49.9 lb/ft<sup>3</sup>  
Viscosidad = 2.0 c.P.  
Presión: atmosférica  
Temperatura = 70° F

Diámetro (según piquero 26) = D<sub>1</sub> entre 6" y 8" Ø  
Especificación de tubería = 150 lb R.F.  
Cédula = 40 (6" Ø)  
Cédula = 30 (8" Ø)  
d<sub>1</sub> 6" Ø cat. 40 = 6.065 pulg.  
d<sub>2</sub> 8" Ø cat. 30 = 8.071 pulg.

$$V = 0.408 \frac{Q}{A_1^2}$$

$$V_6 = 0.408 \frac{400}{6.065^2} = 4.44 \text{ ft/seg.} \quad \text{dentro del rango recomen.}$$
$$V_8 = 0.408 \frac{400}{8.071^2} = 2.51 \text{ ft/seg.} \quad \text{dentro.}$$

ΔP entre TV-4 y casa de bombas = 0 ft

Caida de Presión:

Diámetro = 6" Ø

$$N_{Re} = 50.6 \frac{Q}{d_1 \mu} = 50.6 \times \frac{400 \times 49.9}{6.065 \times 2.0} = 83,262.65$$

f<sub>D</sub> = 0.003 para 6" Ø

f = 0.02

$$\Delta P_{fD} = 0.0216 \frac{L}{d_1^5} \frac{Q^3}{\mu} = 0.0216 \times \frac{0.02 \times 49.9 \times 400^3}{6.065^5} = 0.42$$

$$L_{\text{PTD}} = 83.13 \text{ ft}$$

$$\text{distancia de TV-4 a casa de bombas} = 165 \text{ m} = 541.34 \text{ ft}$$
$$\begin{matrix} + 83.13 \\ \hline 624.47 \text{ ft} \end{matrix}$$

$$\Delta P_{\text{total}} = 0.42 \frac{\text{lb}}{\text{cuft}} \times 624.47 \text{ ft} = 2.70 \text{ psi}$$

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA Nº V-725-61-03  
LOCALIZACIÓN Saltkey  
Coch

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA SA

HECHO POR: C.R.R

REVISADO POR: \_\_\_\_\_

HOJA DE CALCULO

$$AP(\text{Carga de Líquido}) = \frac{2.30 \times 144}{55.9} = 2.79 \text{ pies (carga de rango)}$$

$$NPSHa = \frac{12.3 \times 5.1}{2.2} + 0 - 2.79 = 15.63$$

Para poder trabajar este sistema se considerará en las bombas curva de succión, necesitaremos en el tanque un mínimo de 10 ft de líquido, lo que equivale a un 20% aproximado de su altura total. Dado lo anterior se seleccionará un diámetro de 8" Ø.

El NPSHr de las bombas podría ser de 13 ft., sin embargo, por dar la posibilidad de poderse manejar los productos con cualquiera de las bombas se solicitarán con un NPSHr igual a 7 pies.

Líneas de Succión:

Servicio: Óxido

Grafo # 1200 G.P.M. (Bombas de 400 G.P.M. 4 u.)

Densidad: 53 lb/ft<sup>3</sup>

Viscosidad: 3 c.P.

Presión: atmosférica

Temperatura: 70°F

Presión de vapor: 0.36 in. H<sub>2</sub>O @ 100°F

Velocidades recomendadas en líneas de succión para líquidos viscosos: 0.5 a 4 ft/seg.

AP (por recomendadas para líneas sub-espuestas) = 0.5 a 1 psi

Diámetro según figura 262 entre 10 y 12" Ø

Especificación de tubería: 3150 M.P.E.

Clases según normas PEREX

10" Ø cal. 30 diámetro interno: 10.136"

12" Ø cal. 30 diámetro interno: 12.05"

$$V = 0.408 \text{ ft/s}^2$$

$$V_{10"} = 0.408 \frac{1200}{12.05} = 4.765 \text{ ft/seg.}$$

$$V_{12"} = 0.408 \frac{1200}{12.05} = 3.34 \text{ ft/seg.}$$

} dentro de rango.

OPERACIONES:

FECHA: \_\_\_\_\_  
OBRA N° V-725-66-03  
LOCALIZACIÓN: Sutilla,  
Cost.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA S.A.  
HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Caida de presión:

Diámetro:  $10'' \phi$

$$N_{20} = 50.6 \frac{98}{1013673} = 50.6 \times 1200 \times 53 = 43,356.85$$

$$S_b = 0.0018$$

$$C = 1.023$$

$$\Delta P_{100} = 0.0216 \times \frac{0.23 \times 53 \times 1200^2}{1013673} = 0.35 \text{ (abajo de rango recomendado).}$$

Longitud equivalente = 139.77 ft.

$$\text{Distancia total de TV-S a casa de bomba} = 118 \text{ m} \approx 387.47 \text{ ft}$$
$$139.77 \text{ ft}$$
$$\hline 438.66 \text{ ft}$$

$$\Delta P_{total} = 0.35 \text{ psi/100' } \times 438.66 \text{ ft} = 1.52 \text{ psi}$$

$$\Delta P_{10} = 1.75 \times 144 = 4.75 \text{ ft.}$$

53

Se seleccionará un diámetro de  $10''$  y se deberá trabajar con una bomba solamente para asegurar el torque menor a 5 ft de líquido.

Lineas de succión:

Servicio: Contaminado.

Costo: 400 \$ P.M.

Se seleccionará un diámetro de  $8''$  para el caso crítico de flujo con alta retención de gasolinas.

OPERACIONES:

b-3) Especificaciones de tubería: La selección entre los diferentes materiales, tipos y uniones de tuberías; así como las dimensiones de terminaciones bridadas, espesores y demás características necesarias en la completa especificación del sistema, son cubiertos por una extensa gama de normas y códigos. En nuestro caso, y por bases de diseño, deberemos apearnos a la norma T-101 "Requisitos generales de diseño para tuberías de proceso y servicios auxiliares" de Petróleos Mexicano; sin embargo, queremos hacer notar que, tanto las especificaciones para tubería de PEMEX, como las de la mayoría de la Industria Química y Petroquímica, se encuentran basadas en los siguientes códigos y estándares:

ANSI (también USASI) American National Standards Institute: Dentro de esta norma los estándares más importantes son:

ANSI B16.1 Para bridas y conexiones bridadas de hierro fundido.

ANSI B16.5 Para bridas y conexiones bridadas de acero.

ANSI B16.11 Accesorios de acero con conexiones tipo de embutir para soldar (socket-weld).

ANSI B16.25 Accesorios con extremos para soldar.

ANSI B31.3 Diseño de tuberías en instalaciones de refinerías.

ANSI B31.6 Diseño de tuberías en plantas químicas.

ASTM (American Soc. for Testing and Materials).

A.P.I. (American Petroleum Institute)

A.W.S. (American Welding Soc.)

A.I.S.I. (American Iron and Steel Institute).

A.S.M.E. (American Soc. of Mechanical Engineers).

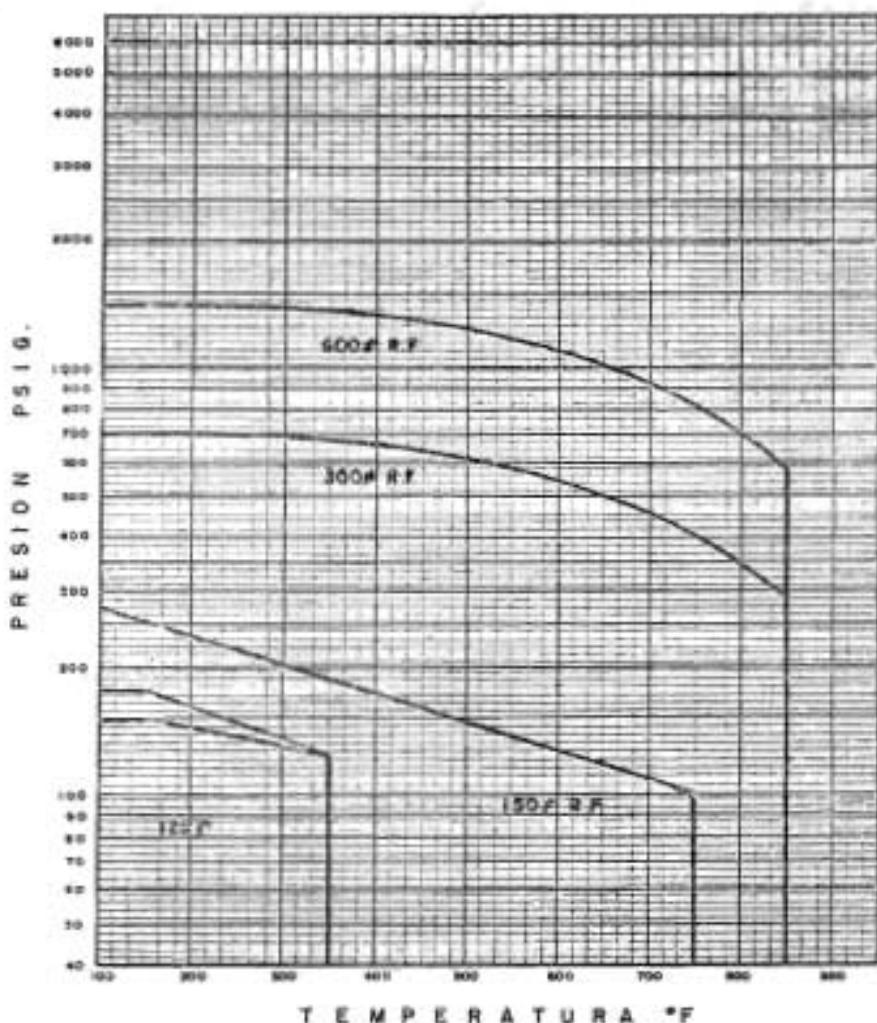
M.S.S. (Manufacturers Standardization of Valve and Fittings Industry).

Ha sido práctica común clasificar a la tubería y accesorios en función de su libraje y, a partir de éste y del servicio a desempeñar, establecer las demás características de la misma.

En la figura 27 se muestra una gráfica (basada en las especificaciones de PEMEX), de la que podemos obtener el libraje como una función de la presión y temperatura de operación y de esta forma clasificar a la tubería y accesorios como de 125#, 150#, 300#, ó 600#.

Dentro de la clasificación por servicios que cubre la norma de PEMEX deberemos escoger la relacionada con: Hidrocarburos líquidos no corrosivos o ligeramente corrosivos, vapores, aceite combustible, gas natural y combustóleo. Siendo el material especificado: Acero

LIMITE DE ESPECIFICACION PARA TUBERIA  
TEMPERATURA Y PRESION



BUFETE DE INGENIERIA CIVIL  
Y QUIMICA S.A.

Fig. 27

al carbón.

Una vez que se conozcan la presión y temperatura de operación, y de acuerdo con el servicio especificado, podemos definir las demás características del sistema.

Los librajes que se tendrán en la terminal de almacenamiento son: 150#, 300#, y 600# y cuyas características más importantes, de acuerdo con la norma de PEMEX, serán:

b-3.1) Clase 150# ANSI

Servicio: Hidrocarburos líquidos no corrosivos o ligeramente corrosivos.

Tolerancia por corrosión: 1.27mm (0.05")

Límites de presión y temperatura:

7.0 Kg/cm<sup>2</sup> a 399°C

10.5 Kg/cm<sup>2</sup> a 260°C

19.4 Kg/cm<sup>2</sup> de -29°C a 38°C

Maquinado: Cara realizada (H.F.), 150# ANSI (B16.5) en acero.

Juntas: 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"Ø y menores, de embutir para soldar. 2"Ø y mayores, soldables.

Bridas: de 2"Ø a 12"Ø, 150# ANSI, cara realizada con cuello para soldar, de acero al carbón forjado - A.S.T.M.-A-181 grado I.

Con diámetro interno estándar.

Conexiones: de 2"Ø a 12"Ø; soldables, de a

cero al carbón forjado A.S.T.M.-A-234-wpB, peso estandar.

Válvulas: De 2"Ø y mayores, bridadas 150# -  
ANSI R.F. con cuerpo de acero al carbón ASTM-A-216-WCB

Tubería: De 2"Ø a 16"Ø, acero al carbón --  
ASTM-A-53 grado B, sin costura, extremos biselados para -  
soldar.

2" a 6"Ø .....	Ced. 40
8" a 12"Ø .....	Ced. 30
14" a 20"Ø .....	Ced. 10

b-3.2) Clase 300# ANSI

Servicio: Idéntico a 150#.

Tolerancia por corrosión: Idéntico a 150#

Límites de presión y temperatura:

15.8 Kg/cm<sup>2</sup> a 482°C

50.7 Kg/cm<sup>2</sup> de -290C a 38°C

Maquinado: Cara realzada (R.F.) 300#ANSI (-  
bl6.5) en acero.

Juntas: Idéntico a 150#.

Bridas: Similar a 150#, sólo que de 300# -  
ANSI R.F.

Conexiones: Idéntico a 150#

Válvulas: Similar a 150#, sólo que con bri-  
das de 300# ANSI R.F.

Tubería: Idéntico a 150#, sólo que:

2" a 6"Ø .....	Ced. 40
8" a 10"Ø .....	Ced. 30
12"Ø .....	Peso estandar
14" a 24"Ø .....	Calcular

b-3.3) Clase 600# ANSI

Servicio: Idéntico a 150#

Tolerancia por corrosión: Idéntico a 150#

Límites de presión y temperatura:

31.3 Kg/cm<sup>2</sup> a 482°C101.2 Kg/cm<sup>2</sup> a 38°C

Maquinado: Cara realizada (R.F.) 600#ANSI -  
(B16.5) en acero.

Juntas: Idéntico a 150#

Bridas: De 2" a 6"Ø; 600# ANSI, cara realizada, cuello soldable, acero al carbón forjado ASTM-A-105 grado I, Bore estandar. Bridas de 8" a 24"Ø, Bore de acuerdo con la tubería.

Conexiones: De 2" a 6"Ø; soldables, de acero al carbón ASTM-A-234 grado WPB, cédula 80. De 8" a 24" espesor de acuerdo con la tubería.

Válvulas: De 2"Ø y mayores similar a 150# sólo que con bridas de 600# R.F.

Tubería: De 2" a 16"Ø; similar a 150#, sólo que:

2"Ø a 6"Ø .....Cédula 80

8"Ø a 16"Ø .....Calcular

## c) Equipos e Instrumentación:

Como se ha dicho, en un diagrama mecánico de flujo deberán aparecer todos los equipos necesarios (- indicando sus principales características) a la consecución de un proceso. Así mismo, se deberán mostrar todos los instrumentos, controles y sistemas de seguridad exis-

tentes indicando su tipo, clave de identificación, localización, circuito de control, tipo de señal y dimensionamiento.

Generalmente, las especificaciones para equipos, instrumentos y materiales se elaboran junto con los diagramas y pasan después al departamento de compras, para iniciar el procedimiento de adquisición. Una especificación de equipo o material deberá contener todas las características propias del equipo y necesarias para su total definición; servirá como información a las personas relacionadas con las demás áreas del proyecto y, junto con una requisición, son los datos básicos necesarios a los proveedores para su cotización o fabricación.

c-1) Instrumentación: El primer aspecto a determinar en un proceso con respecto al sistema de instrumentos es el del tipo de control; de bases de diseño sabemos que este deberá ser neumático, sin embargo, daremos las principales características para la selección entre éste y uno de tipo electrónico.

Los componentes electrónicos en general son los mejores cuando existen las siguientes condiciones:

Es necesaria una extrema precisión.  
 Transmisión remota a grandes distancias.  
 Controles por computadora; procesamiento de datos o similares.

Se tienen circuitos de control rápido.

El equipo neumático deberá ser considerado

cuando:

No es necesaria una precisión extrema.

La rapidez no es necesaria.

Las distancias de transmisión son cortas.

No se tienen en consideración controles por computadora.

El personal de mantenimiento y operación no tiene el entrenamiento suficiente en electrónica.

Plantas pequeñas y procesos simples.

Otras ventajas de la instrumentación neumática son: su menor costo, su característica de seguridad intrínseca, y un más fácil mantenimiento.

En nuestro caso se tiene una instrumentación sencilla en la que no es necesaria una gran exactitud (con excepción de la totalización de flujo a la entrada, la cual será realizada con una turbina) y las distancias de transmisión son cortas.

c-1.1) Presión: La medición y control de la presión en un sistema, sirve a los siguientes propósitos generales: protección del equipo, protección del personal, el mantener los productos dentro de especificaciones, economía en las instalaciones, facilitar la interconexión de sistemas con diferentes niveles de energía y para el control de variables relacionadas.

En nuestro sistema y debido a la alta presión en el poliducto será necesario el instalar un control de presión a la entrada de la planta que nos brinde -

una mayor seguridad en la recepción y un menor costo para los equipos, materiales y tubería.

c-1.1a) Indicadores locales: Se deberá contar con indicadores de presión en los siguientes puntos:

A la entrada de la terminal.

A presión regulada después de la válvula de control.

Diferencial de presión en los filtros.

Los instrumentos de presión son usualmente categorizados de acuerdo a su elemento sensitivo, rango y sistema de presión a medir, (positiva, vacío, combinada o diferencial). Dentro de los sensores para presión positiva, los más comunes son:

TIPO	RANGO
Bourdon "C"	15 psi - 10,000 psi
Bourdon Helicoidal	100 psi - 10,000 psi
Bourdon Espiral	15 psi - 25,000 psi
Puelles	0 psi - 500 psi
Diafragmas	0 psi - 140 psi
Manómetro de mercurio	0 mm. - 800 mm. Hg.

El elemento más usado en la industria es el de tipo Bourdon que presenta las siguientes ventajas: bajo costo, construcción simple, altos rangos de presión, buena exactitud, (excepto a rangos bajos), y alta seguridad. Sus mayores desventajas son las de tener un bajo gradiente por debajo de 50 psi y poco movimiento de amplificación. Lo anterior ha sido remediado en parte con el uso de los tipos Helicoidal o Espiral, que dan un movimiento adicional para usarse en transmisores, registradores y

controladores.

El tubo Bourdon puede ser fabricado de una gran variedad de materiales incluyendo los tipos: inoxidable 316 y 403, monel, bronce fosforado, berilio-cobre, etc; dependiendo la selección del rango de presión y fluido a manejar.

En los puntos de presión positiva emplearemos manómetros con elemento tipo Bourdon "C" (indicación solamente). Ver figura 27.

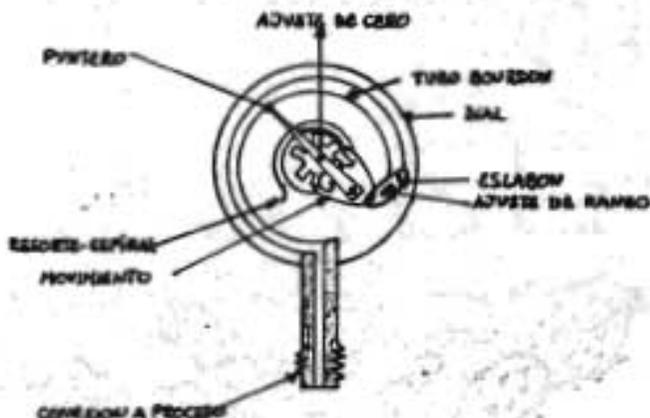


Figura 27

La selección del rango para un manómetro depende de la presión de operación y de la presión máxima en la línea, debiendo especificarse de forma tal que el punto de lectura normal se encuentre en el segundo o tercer cuadrante de la carátula. Figura 27a.



Figura 27a

A la entrada de la terminal tendremos las siguientes presiones:

Mínima	40 Kg/cm <sup>2</sup>
Normal	60 Kg/cm <sup>2</sup>
Máxima	80 Kg/cm <sup>2</sup>

por lo que se especificará un manómetro de rango 0-110Kg/cm<sup>2</sup> y que es un estandar de fabricación.

Después de la válvula de presión, como se verá más adelante, existirá una presión de 10 Kg/cm<sup>2</sup> por lo que el manómetro tendrá un rango de 0-21 Kg/cm<sup>2</sup> (estandar de fabricante).

Los materiales del Bourdon deberán estar de acuerdo con el servicio (gasolinas, kerosinas, diesel) y con el rango de presión; un material adecuado para estos fluidos es el acero al carbón y de acuerdo con la presión y estandares de fabricantes especificaremos:

0-110 Kg/cm<sup>2</sup> Acero S.A.E. 4650

0-21 Kg/cm<sup>2</sup> Acero S.A.E. 4130

Para medir presiones diferenciales a altas presiones estáticas podemos emplear manómetros con elementos tipo Bourdon en donde el movimiento producido por la conexión de baja se opone al inducido por la de alta. En nuestra planta, y con el fin de verificar la limpieza de los filtros a la entrada, colocaremos un indicador diferencial conectado antes y después de los filtros en el sentido del flujo. Si bien el rango de la carátula para este caso será de 0-1 Kg/cm<sup>2</sup> el material del Bourdon deberá ser el adecuado para una presión estática de 10 Kg/cm<sup>2</sup>.

Las especificaciones para manómetros serán como siguen: (ver hojas anexas).

c-1-1b) Control automático de presión: El control automático se define como un sistema que mide el valor de una variable, y que opera para corregir o limitar la desviación de este valor medido con referencia al deseado y previamente seleccionado.

La mayoría de los sistemas de control automático se encuentran formando un circuito cerrado de retroalimentación con el proceso en el cual actúan.

En la figura 28 se indica cómo las condiciones de salida de un proceso son retroalimentadas para controlar las de entrada. La desviación que sufre una variable en la salida con respecto al valor del punto de control, es medida por el sistema y comparada al valor preestablecido en los medios de control. Estos aplicarán una acción co

**PETROLEOS MEXICANOS**  
**GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION**

**INDICADORES DE PRESION**

NO. DE ESPECIFICACIONES \_\_\_\_\_

FORMA \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

*Terminal de almacenamiento y distribución* *Proyecto V-325-61-03*

---

LOCALIZACION DE LA PLANTA \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

**ESPECIFICACIONES GENERALES**

1	TIPO	INDICADOR <input checked="" type="checkbox"/> RECEPTOR <input type="checkbox"/>	2	ELEMENTO DE PRESION BRONCE <input checked="" type="checkbox"/> FUELES <input type="checkbox"/>	
2	MONTAJE SUPERFICIAL	<input type="checkbox"/> LOCAL <input checked="" type="checkbox"/> A RES <input type="checkbox"/>	3	MATERIAL DEL ELEMENTO BRONCE	ALERO <input checked="" type="checkbox"/>
3	DIAMETRO DE LA CARBUCLA	216 mm	4	ACERO AUST. TIPO	<input type="checkbox"/> STROU <input type="checkbox"/>
4	COLOR DE LA CARBUCLA	ALBERG <input type="checkbox"/> BLANCO <input checked="" type="checkbox"/>	5	MATERIAL DEL CONECTOR BRONCE	ALERO <input checked="" type="checkbox"/>
5	CANAL MATERIAL TIERRA FOR.	ALUMINIO <input checked="" type="checkbox"/> FERRO <input type="checkbox"/>	6	ACERO INOX. TIPO	<input type="checkbox"/> STROU <input type="checkbox"/>
6	ARG. TIPO	NOSEADO <input checked="" type="checkbox"/> CON SIGADO <input type="checkbox"/> DE SLIABLET <input type="checkbox"/>	7	CONEXION 1/2"	1/2" <input checked="" type="checkbox"/> 1/4" <input type="checkbox"/>
7	MARCA Y MODELO	STROU	8	OCURRIDOS	INTERIOR <input checked="" type="checkbox"/> POSTERIOR <input checked="" type="checkbox"/> BRACE <input type="checkbox"/> HOLA INCL. <input checked="" type="checkbox"/> ATLON <input type="checkbox"/> STROU <input type="checkbox"/>

REV.	PART.	CANT.	CLAVE	RANCO		PRESION DE OP.	SERVICIO	ACCESORIOS	NOT.
				ELEMENTO	TECLA				
				Kg/cm <sup>2</sup>					
1	1		IP-19	0-1400	0-200	60	Presión en recepción por		5" NPT
							pedículo		
2	1		IP-20	0-70	0-24	10	Presión después de VCB-1		5" NPT
3	1		DPD-1	0-70	0-1	10	Presión diferencial en pitot	Diferencial	dos Tomas 1/4" NPT
							FS-1A <sub>2</sub> B		

N.O.	FECHA	REVISION	FECHA	NO.	RECORD POR:
					<i>C.R.P.</i>
					REVISION POR:
					FORMA N° <i>V-325-61-03</i>
					LPM <i>300</i>

rectiva al elemento final de control, el cual efectuará la corrección necesaria a la entrada para restablecer el valor de salida al punto de control o para limitar su desviación.

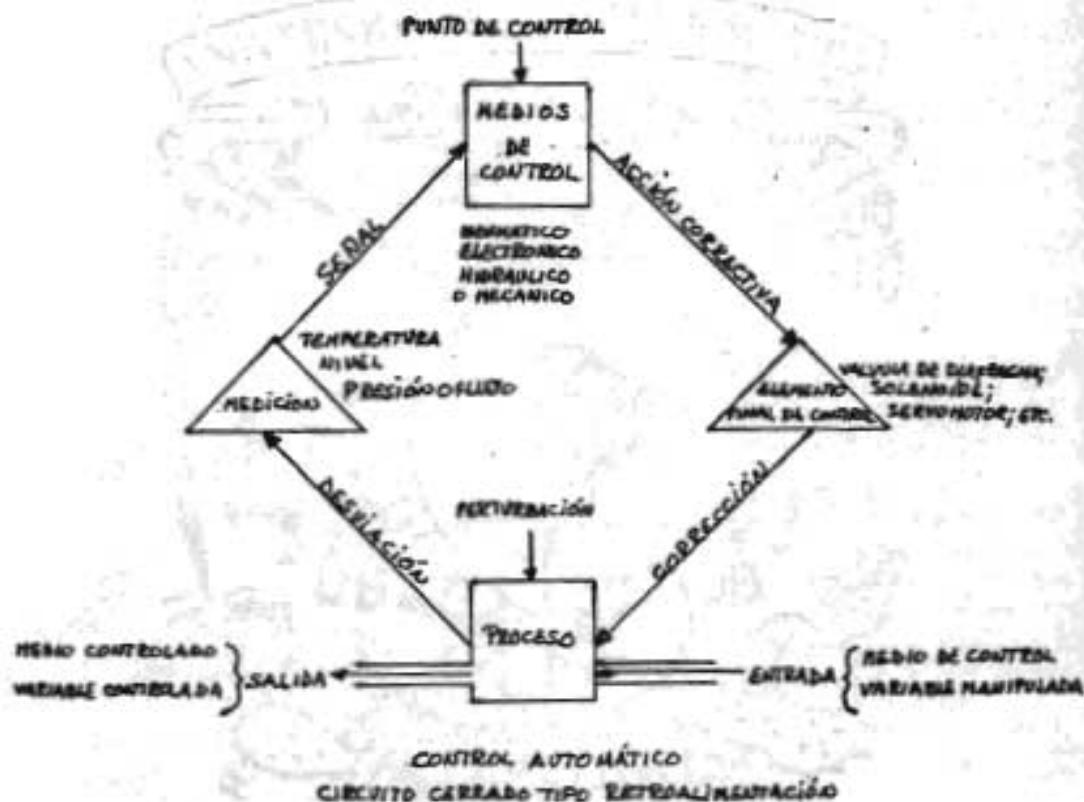


Figura 28

Los principales elementos de un circuito cerrado de control son:

Elemento primario.  
 Transmisor. { registradores  
 Receptores { indicadores  
 totalizadores

Controlador  
Elemento final de control

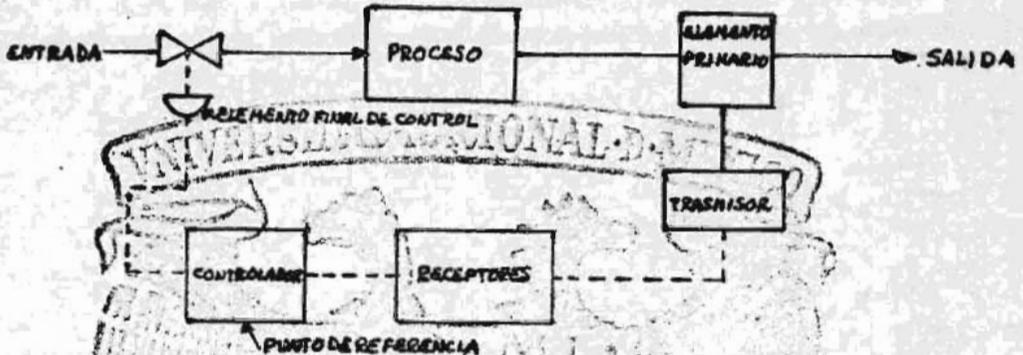


Figura 29

**Elemento primario y Transmisor:** Un elemento primario de medición es todo aquel componente capaz de detectar o inducir en forma directa una magnitud escalar relacionada con la variable que se desea medir o controlar. Como ejemplos de elementos primarios tenemos: orificio, venturi, tobera, turbina, pitot, etc. para medición de flujo. Flotador, desplazador, etc. para medición de nivel. Diafrámas, fuelles, Bourdon, etc. para medición de presión. termopar, bi-metal, bulbo de resistencia, etc. para medir temperatura.

Quando el elemento primario no puede detectar directamente la variable a medir, se emplea un elemento secundario que recibe la magnitud escalar inducida por el primario. Por ejemplo: Detectores de presión diferencial, contadores de vueltas, contadores de impulsos, etc.

para flujo.

Un transmisor es un elemento capaz de producir una señal modulada proporcional o equivalente a la magnitud escalar de una variable.

En nuestro caso, control y medición de una presión positiva, el elemento primario es capaz de detectar e inducir en forma directa una magnitud escalar directamente proporcional a la presión del sistema, por lo que no es necesario un elemento secundario. Los elementos primarios han sido discutidos en el inciso "c-1.1a)".

Ahora bien, aunque las uniones mecánicas - del elemento primario pueden trasladar la presión y movimiento a una escala montada directamente en el equipo de medición, no pueden transmitir esta información a un cuarto de control o a otra localización remota. Así mismo, no tienen la potencia suficiente para mover una válvula y por ende regular una variable.

Debido a lo anterior, es necesario un sistema que convierta la medición en una fuerza capaz de transmitir la señal de medición y de accionar elementos de control. Los principales sistemas con que se cuenta en la actualidad utilizan una presión de aire entre 3 y 15 psig (neumáticos), o una corriente directa entre 4 y 20 m.a. - (electrónicos), para realizar la transmisión o control.

Los transmisores convierten la posición de un elemento en presión de aire o corriente eléctrica, la cual varía en proporción estricta a la posición de elemen

to, con lo que la señal puede ser transmitida a otros componentes como una medición.

Normalmente, estos instrumentos convierten una alimentación de aire a 20 psig o una corriente de 20-60 Vdc en una señal de 3 psig a 4 mA correspondiente a la presión más baja del rango de medición; de 15 psig o 20 mA para la más alta; o cualquier valor intermedio del rango en su equivalente de presión o corriente (por ejemplo 9 psig o 12 mA para el 50% del rango de medición).

En la figura 10 se ejemplifica a grandes rasgos el funcionamiento de un transmisor neumático: El aire de alimentación pasa a través de una restricción y una parte del mismo abandona como señal regulada mientras la otra llega a una boquilla de escape. El movimiento del elemento primario es transmitido a un obturador que permite un mayor o menor escape en la tobera, como una función de la posición del elemento. Debido a esto, la presión a la salida variará en relación al aire que escape y por ende será proporcional a la presión del proceso. Ya que el diámetro de la restricción es menor que el de la tobera, un cambio en la posición del elemento-obturador causa un cambio simultáneo en la presión del aire en la tobera y, por lo tanto, en la señal de salida.

Como también se puede ver en la figura, es posible emplear el movimiento del elemento para indicación local de la variable.

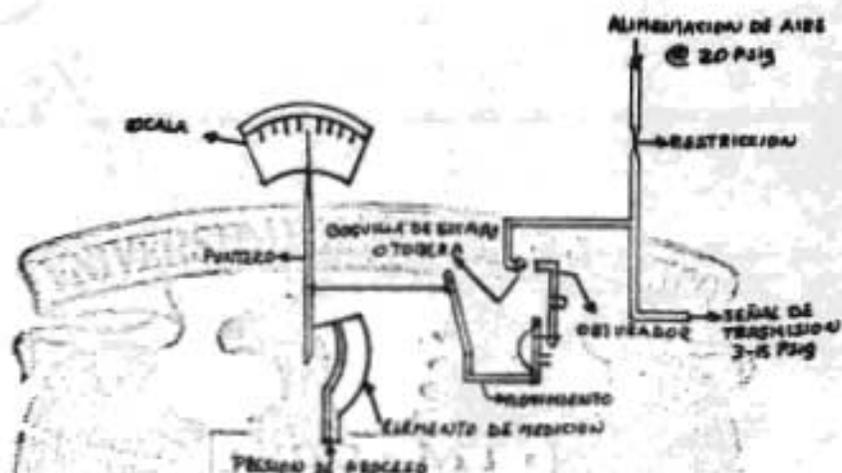


Fig. 30

En el anterior ejemplo, el mecanismo del transmisor convierte el cambio en posición, inducida por el elemento sensor, a una señal proporcional de 3-15psi; a estos aparatos se les conoce como de balance de movimiento. Existe otro tipo en el cual el elemento sensor induce un cambio en fuerza aplicada a una barra para posicionar el obturador y obtener una señal proporcional; a éstos se les conoce como de balance de fuerza (ver figura 31).

Los transmisores del tipo balance de fuerza pueden ser calibrados a diferentes rangos dentro de un máximo permisible para el elemento; son los indicados para

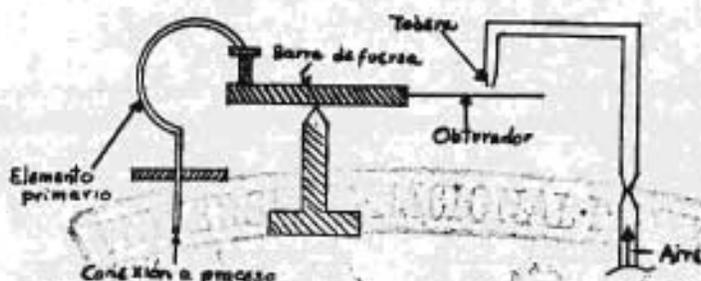


Fig. 31

control a rangos variables o a rangos suprimidos y además su exactitud es un porcentaje de la calibración y no del rango total del aparato. Son del tipo ciego o sin indicación de variable.

Como se ha indicado en las figuras anteriores el elemento sensor primario es parte integral del transmisor y se encuentra conectado directamente al fluido de proceso, por lo que, en su especificación, se deberán tomar en cuenta la presión permisible y sus características de resistencia a la corrosión.

La presión regulada de operación después de la válvula de control será fijada a  $10 \text{ Kg/cm}^2$  (143psig) y el rango para el transmisor será especificado como de 0 - 250 psig.

El elemento adecuado es un Bourdon Helicoidal fabricado en acero inoxidable 316 y cuyas amplitudes son 0 - 201 a 0 - 6000 psi. La especificación para el trans

misor será como sigue: (ver hoja anexa-).

Como la presión de distribución en los cabezales de aire de instrumentos es generalmente de 100 -- psig, se deberá proveer, para todos los instrumentos con alimentación de aire, un filtro regulador, calibrable, -- con entrada máxima de 150 psig y salida a 20 psig.

Los instrumentos de campo son instalados mediante un yugo que se sujeta a una tubería de 2"Ø fija en el piso.

Controlador: Es aquel equipo de un circuito de control cuya función es recibir una señal de medición, compararla contra el valor deseado para la variable (punto de control) y producir una señal correctiva cuando exista desviación.

Los controladores, ya sea que midan directamente o que reciban una señal proporcional, comparan el valor actual de la variable con un punto de referencia -- que ha sido prefijado, manual o automáticamente, a lo largo de la escala y modifican su señal de salida (3 -15psig ó 4-20 mA.); cuando existe una divergencia. El cambio en la señal de salida será recibido por el elemento final de control, el cual a su vez actuará sobre el proceso para restablecer a la variable en el valor deseado o limitar su desviación. La forma en que responde un controlador a un cambio de la variable con respecto al punto de ajuste se conoce como modo de control.

**PETROLEOS MEXICANOS**  
**SERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION**

**INSTRUMENTOS DE PRESION**

FORMA DE IDENTIFICACION

PROYECTO V-325-61-01

Terminal de almacenamiento y distribución

NO. DE 301

SERIE DE LA PLANTA

SEÑAL

ARTICULO

PLANT ITP-1

DATOS GENERALES		ELEMENTO DE PRESION	
1 DESCRIPCION REGISTRACION <input type="checkbox"/> INDICADOR <input checked="" type="checkbox"/> UNOS <input type="checkbox"/>	21 ESPIRAL <input checked="" type="checkbox"/> PUELLE <input type="checkbox"/> BOBBERO <input type="checkbox"/>	2 TAMAÑO <input type="checkbox"/> TANGENTE <input checked="" type="checkbox"/>	22 DIATROMA <input type="checkbox"/> HELICOIDAL <input checked="" type="checkbox"/>
3 TAMAÑO METRICO <input checked="" type="checkbox"/> CINCUEN <input type="checkbox"/>	MATERIAL		23 BARRIL <input type="checkbox"/> ACERO INOX <input checked="" type="checkbox"/> ALUMIN <input type="checkbox"/>
4 CAJA COLOR NEGRO <input checked="" type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>	5 N° DE PUNTO REGISTRADO	60 CONE POR PRESION SET	61 CONE POR CARGA ESTATA
6 GRAFICACION (S) SIMBOLO <input type="checkbox"/> DINOS <input type="checkbox"/>	7 MARCA DE LA FABRICA	62 BARRIL	63 PUNO <input type="checkbox"/> PULL 1/2 IN <input type="checkbox"/> PUNO <input type="checkbox"/>
8 MARCA DE LA ESCALA <u>0-200 PSI</u> <input type="checkbox"/> OTROS <input checked="" type="checkbox"/>	9 MOVIMIENTO BRANCA GONDA <input type="checkbox"/> ELECTRO <input type="checkbox"/> PERMITIDO <input type="checkbox"/>	64 CONEXIONES BPT 1/2"	65 PRESION <input type="checkbox"/> BARRIL <input checked="" type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>
10 VELOCIDAD BRANCA	11 V. <u>0</u>	ACCESORIOS	
12 OTROS	13 TAMAÑO <u>0-200 PSI</u> <input checked="" type="checkbox"/> ELECTRO <input type="checkbox"/>		17 FILTRO REGULADOR <u>SI</u>
TRANSMISOR		14 SALIDA <u>1 IN. ALI</u> <input checked="" type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>	18 MANÓMETRO SIMULTANEO DE AIRE <u>SI</u>
15 TAMAÑO <u>1 IN. ALI</u> <input checked="" type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>	16 RECEPCION <u>1 IN. ALI</u> <input checked="" type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>	19 INDICADOR LOCAL	19 ANILLOS Y BARRIL DE TINTA
CONTROLADOR		20 TAMAÑO PARA MONTAJE <u>Indicador para TAMAÑO de 2 1/2"</u>	20 AMORTIGUADOR DE VIBRACIONES
21 TAMAÑO <u>1 IN. ALI</u> <input checked="" type="checkbox"/> ELECTRO <input type="checkbox"/>	22 PRESION <u>0-200 PSI</u> <input checked="" type="checkbox"/> ACCION DIRECTA <input type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>	21 SWITCH	21 INTERRUPTOR DE ALARMA
23 SALIDA <u>1 IN. ALI</u> <input checked="" type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>	24 AL. ALIMENTA LA SALIDA	22 SWITCH <u>MANUAL AUTOMATICO</u>	22 MANTENIMIENTO ELECTRO <input type="checkbox"/> P. E. <input type="checkbox"/>
25 SALIDA <u>1 IN. ALI</u> <input checked="" type="checkbox"/> OTROS <input type="checkbox"/>	26 N° DE MOVIMIENTOS <u>INTERNO</u> <input type="checkbox"/> EXTERNO <input type="checkbox"/>	CONDICIONES DE OPERACION	
CALIBRACION PUNTO DE CONTROL		27 PRESION NOMINAL <u>0-200 PSI</u> <input checked="" type="checkbox"/> 250 PSI <input type="checkbox"/>	27 TEMP. NOMINAL <u>300 F</u> <input checked="" type="checkbox"/> 300 <input type="checkbox"/>
27 MOVIL <u>INTERNO</u> <input checked="" type="checkbox"/> EXTERNO <input type="checkbox"/>	28 AUTOMATICO <u>MANUAL</u> <input checked="" type="checkbox"/> ELECTRO <input type="checkbox"/>	28 FLUIDO <u>ALPACOTE BARRIL</u>	28 FLUIDO BARRIL <u>3 IN. x 60 FT</u>
29 MOVIL <u>FIJA</u> <input checked="" type="checkbox"/> AJUSTABLE <input type="checkbox"/>	29 OTROS		
30 OTROS	NOTAS:		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Alimentación de aire a 20 psic</li> <li>Carceta blanca con números en negro y puntos fluorescentes rojo</li> <li>Carceta 6 3/8" de long.</li> <li>Proveer manómetros para señal de salida</li> </ol>		

NO.	PLANTA	SERIE	PROYECTO	FECHA	PREP.	REVISADO POR:
						<u>C.R.P.</u>
						REVISADO POR:
						NO. DE <u>V-325-61-03</u>
						LIN <u>301</u>

L.C. 30-100

Los modos más usados en el control automático son:

Control de dos posiciones.

Control proporcional.

Control proporcional más reajuste.

Control proporcional más derivativa.

Control proporcional más reajuste y más derivativa.

La selección entre los diferentes modos depende de aspectos económicos, precisión deseada, variable a controlar y de características propias al proceso, como son:

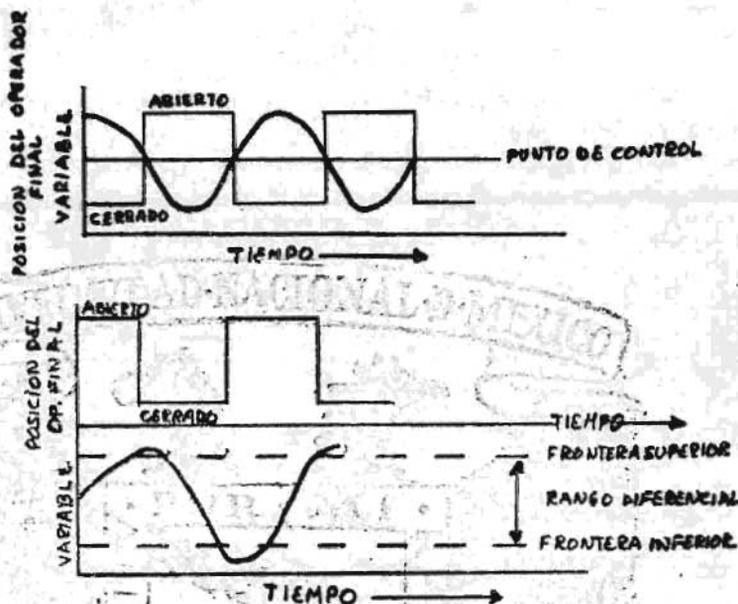
Tiempo muerto.

Constantes de tiempo relacionadas con los pares de resistencia y capacidad del proceso.

Velocidad de respuesta.

Auto-regulación del proceso.

En un control de dos posiciones, el operador final se encuentra ya sea en la posición de totalmente abierto o cerrado. En este tipo, tan pronto como la variable cruce el punto de control o la frontera de un rango diferencial, el operador final pasará de una posición extrema a la otra, oscilando la variable en una amplitud y frecuencia que dependen de la capacidad y tiempo de respuesta del proceso.



El control de dos posiciones es frecuentemente empleado en equipos de refrigeración y aire acondicionado (termostatos), y en sistemas de relevo o paro para la protección de equipos de proceso.

Los principales requerimientos para su aplicación son:

No se requiere un control preciso.

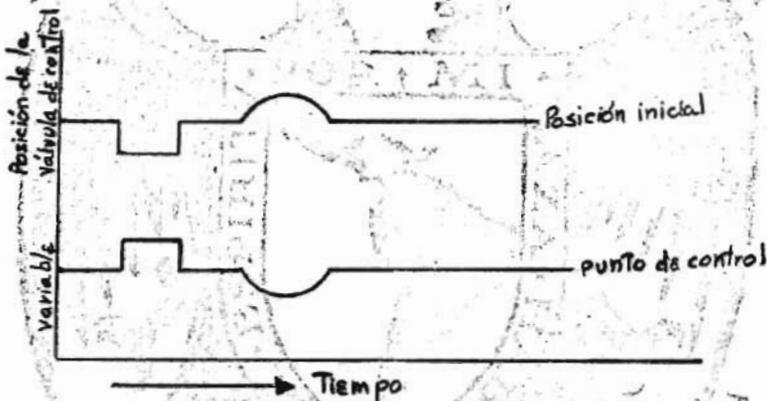
Procesos con alta capacidad.

Las entradas de materiales o energía son pequeñas comparadas con lo almacenado en el proceso.

Los controladores flotantes son aquellos de cualquier tipo en los que el operador final es mantenido en posiciones intermedias entre los extremos de cerrado o abierto.

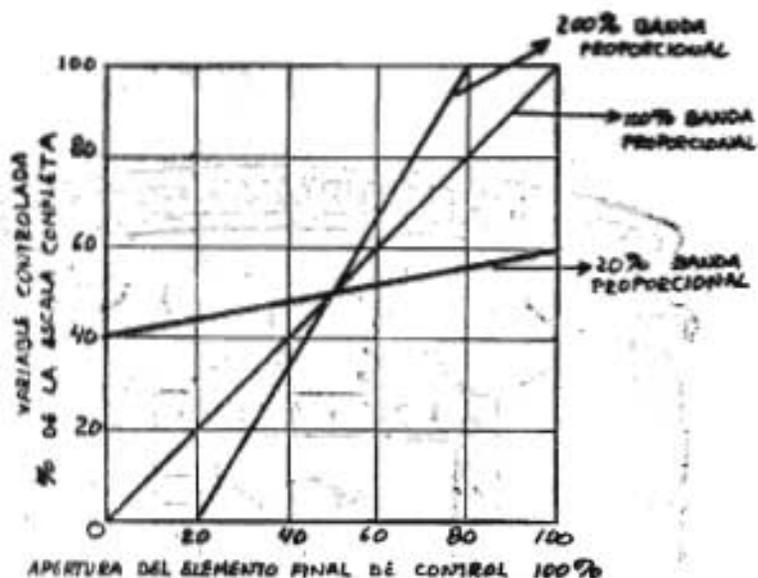
Dentro de los anteriores, el control proporcional es aquel en donde el valor absoluto de posición para el operador final es determinado por la relación entre la medición de la variable y el punto de referencia.

En el control proporcional, la posición del operador cambia en proporción exacta a la desviación, responde solamente a su cantidad y no existe corrección cuando no se tiene desviación.



Una característica importante del control flotante es la banda proporcional. Esta se define como el cambio necesario en el valor de la variable controlada para mover el operador final en su recorrido completo.

La banda proporcional de un instrumento se expresa generalmente como por ciento de la escala completa y puede cubrir desde menos del 1% hasta más del 200%.



El punto de control es establecido y susceptible de modificarse mediante un ajuste del aparato; este ajuste establece una señal de salida fija para cuando la medición iguale al punto de control. A medida que exista una desviación la señal de salida cambiará como una función de su valor y del % de banda proporcional de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{SALIDA} = \frac{100}{\% \text{ de Banda Proporcional}} (\text{punto de control} - \text{medición}) + \text{ajuste}$$

De lo anterior podemos ver que mientras menor sea la banda proporcional mayor será el cambio en

la salida para una desviación dada y para una banda ancha se necesitará una mayor desviación para poder causar un recorrido completo.

En los equipos de control el % de banda — proporcional puede ser ajustable dentro de cualquier rango especificado.

Un controlador proporcional trata de retornar a la variable a su punto de control después de que un desajuste en la carga tiene lugar. Sin embargo, en el tipo proporcional el ajuste exacto es imposible, ya que al punto de control le corresponde una señal de salida específica, de acuerdo a lo establecido en el ajuste del aparato; y como las condiciones de cambio en la carga requerirán una salida diferente, deberá existir una diferencia entre la medición y el punto de control para un nuevo nivel de salida.

Los controladores proporcionales pueden reducir el efecto de un cambio en la carga pero no pueden eliminarlo.

La desviación resultante en el valor de la variable después de que un nuevo equilibrio ha sido alcanzado se puede establecer de la siguiente forma:

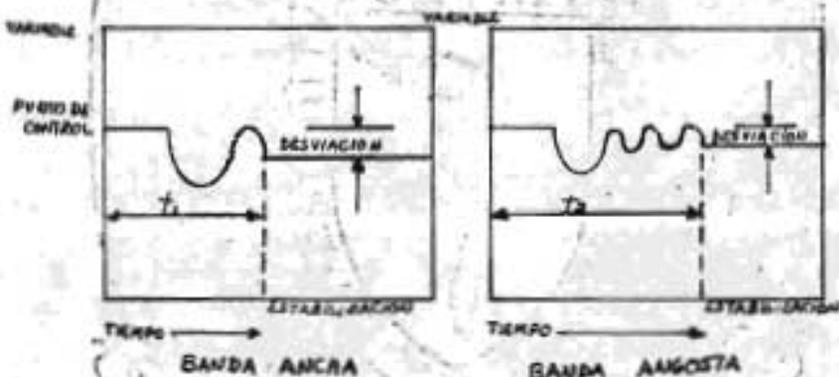
$$\Delta e = \frac{\% \text{ Banda Proporcional}}{100} \Delta M$$

donde  $\Delta e$  es la desviación y  $\Delta M$  es el cambio en la medi

ción.

De la ecuación es evidente, que mientras más pequeña sea la banda proporcional menor será la desviación; y si al contrario, la banda se incrementa existirá, proporcionalmente, mayor desviación.

Se podría pensar en la conveniencia de especificar controladores con banda proporcional angosta, sin embargo, con bandas pequeñas aumentarán las oscilaciones de la variable y con ellas el tiempo en que se alcanza el nuevo equilibrio.



El tipo de banda a escoger dependerá del proceso que se tenga y de la calidad del control que se necesite. Si los cambios de carga son frecuentes, entonces no se puede tolerar una oscilación grande, debiéndose usar una banda proporcional ancha. Si por lo contrario, se tienen pocos cambios de carga, entonces se pueden permitir oscilaciones y tenerse una desviación menor con banda angosta. Es por esto que la banda proporcional

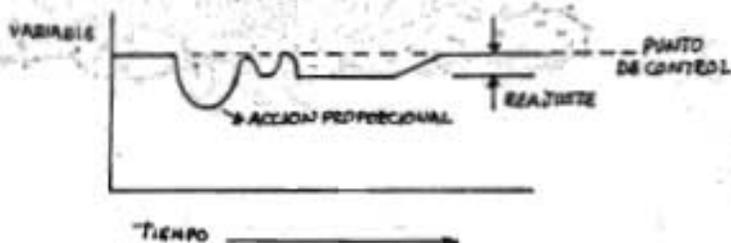
deberá ser ajustable para que se pueda usar el valor más adecuado a un proceso en particular.

Los controladores proporcionales con banda angosta son empleados en circuitos simples, no críticos para temperatura, y , principalmente, en aplicaciones de control de nivel con constantes de tiempo largas.

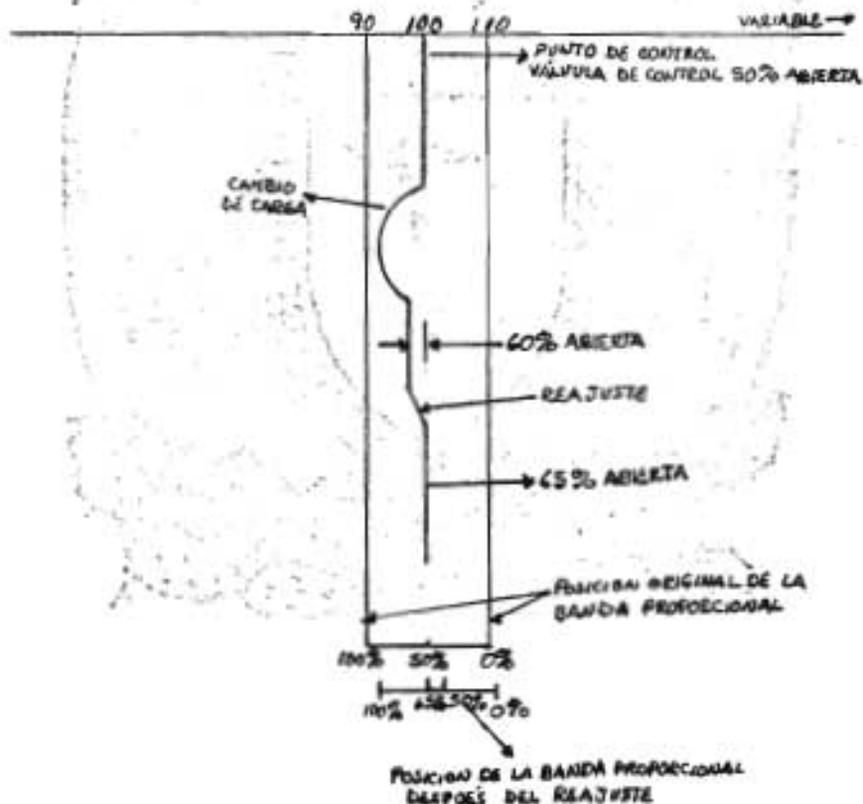
Las desviaciones pueden ser eliminadas, - en un control proporcional, mediante la modificación manual del ajuste del aparato, de forma tal, que corresponda una nueva salida al punto de control.

Si no es posible tolerar desviaciones, y si el operador no tiene el tiempo necesario para el control manual, se deberá añadir la función del reajuste automático.

La acción del reajuste integra cualquier diferencia entre la medición y el punto de control cambiando la salida del controlador hasta que la diferencia entre los dos sea cero. En la siguiente figura se ilustra la acción de un controlador proporcional más reajuste



La acción del reajuste puede ser visualizada como aquella que fuerza un desplazamiento de la banda proporcional y causa, por lo tanto, una nueva salida del controlador para una relación dada entre la medición y el punto de control. El reajuste continuará moviendo la banda proporcional, a lo largo de la escala, mientras exista alguna diferencia entre la medición y el punto de control.



La limitación básica del reajuste es conocida como saturación y se presenta en procesos discontinuos o del tipo "Batch". En estos casos se deberán especificar equipos con reajustes especiales.

La modulación del reajuste se lleva a cabo regulando el tiempo requerido por éste para repetir la cantidad de cambio causada por la acción proporcional. A esta modulación se le conoce como tiempo de reajuste y su calibración depende del tiempo muerto del proceso.

Los controladores con acción proporcional más reajuste son los más usados en la industria de proceso, primordialmente en el control de presión y flujo.

En el control de procesos con multi-capacitancias, una tercera forma de control, es algunas veces deseable. La acción derivativa ayudará a vencer la inercia del sistema con lo que resulta un control más rápido y preciso.

La acción derivativa es la diferencia de tiempo requerida para alcanzar un nivel específico de salida comparada con una acción proporcional solamente.



Al ocurrir alguna desviación, la derivativa inyecta mayor acción correctiva de la que es necesaria inicialmente con el fin de vencer la inercia del sistema.

El control de temperatura representa la aplicación común al anterior tipo de control.

En las siguientes tablas se dan las formas de control adecuadas como una función del tipo de variable y de proceso.

VARIABLE	BANDA PROPORCIONAL	REAJUSTE	DERIVATIVA
Flujo y presión en líquidos.	2% - 500%	requerido	no requerido
Presión de gases	0% - 9%	no requerido	no requerido
Nivel de líquidos.	5% - 50%	requerido ocasionalmente.	no requerido
Temperatura	10% - 100%	requerido	requerido

		RETRASOS DE TIEMPO		CAMBIOS DE CARGA		
RAPIDEZ DE REACCIÓN DEL PROCESO	CAPACIDADES DEL PROCESO	R-C (RESISTENCIA CAPACITANCIA)	TIEMPO MUERTO	TAMAÑO	RAPIDEZ	ACCION DE CONTROL
LENTA A MODERADA	MÚLTIPLES	MODERADOS	PEQUEÑOS	PEQUEÑOS	MODERADA	PROPORCIONAL
CUALQUIERA	MÚLTIPLES	CUALQUIERA	PEQUEÑOS A MODERADOS	GRANDES	PEQUEÑA A MODERADA	PROPORCIONAL MAS REAJUSTE
CUALQUIERA	MÚLTIPLES	CUALQUIERA	PEQUEÑOS	GRANDES	RAPIDA	PROPORCIONAL MAS REAJUSTE MAS DERIVATIVA

Los controladores pueden ser especificados de tal manera que, para un aumento en la señal de entrada (valor de la variable), respondan con un aumento o con una disminución en la señal de salida o control. A los primeros se les conoce como directos y a los segundos como inversos. Para los valores extremos tendremos:

DIRECTOS		INVERSOS	
Entrada	Salida	Entrada	Salida
0 Psig	0 Psig	0 Psig	15 Psig
15 Psig	15 Psig	15 Psig	0 Psig

La regulación de la presión a la entrada de la terminal se hará mediante un indicador controlador de presión que recibirá una señal 3 - 15 Psig desde transmisor (elemento tipo fuelles de bronce), calibrado de 0 a 250 Psig, del tipo proporcional más reajuste, neumático (salida 3 - 15 Psig), con una banda proporcional ajustable entre 1 y 100% y para montaje en tablero.

El controlador se deberá proveer con un interruptor de dos posiciones para el paso entre control automático y manual.

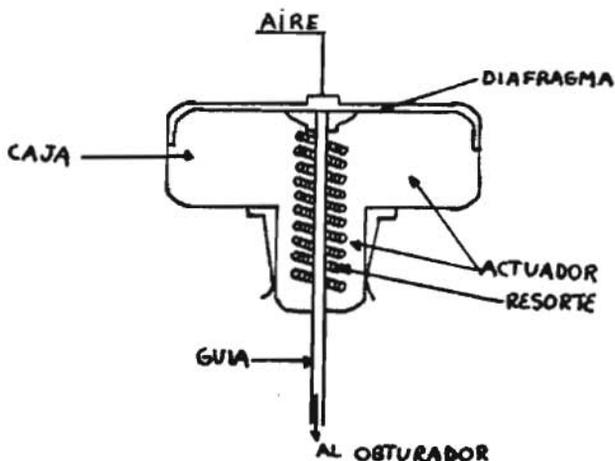
La acción del controlador deberá ser tal que, para un aumento en la señal proveniente del transmisor (aumento en la presión), la señal de salida o presión de aire hacia la válvula de control disminuya (controlador inverso). La razón de esto se verá más adelante.

Las especificaciones para este equipo serán como sigue: (ver hoja anexa).

Válvulas de control.- La acción directa de control se efectuará mediante una válvula que recibiendo la señal proveniente del controlador, se posiciona de acuerdo a las demandas del proceso.

La mayoría de las válvulas de control son del tipo globo. En lugar del volante manual cuentan con un actuador que mueve a la guía y al obturador para abrir y cerrar la válvula.

El actuador usual, en operación neumática, cuenta con una cubierta que encierra un diafragma y que, a su vez, la divide en dos partes. El diafragma, ( y la guía unida a él), es balanceado en su posición por un resorte a un lado y la presión del aire por el otro. Al cambiar la presión del aire, en respuesta a una señal del controlador, sobrevendrá un cambio en la posición de la válvula y por ende en la variable controlada.

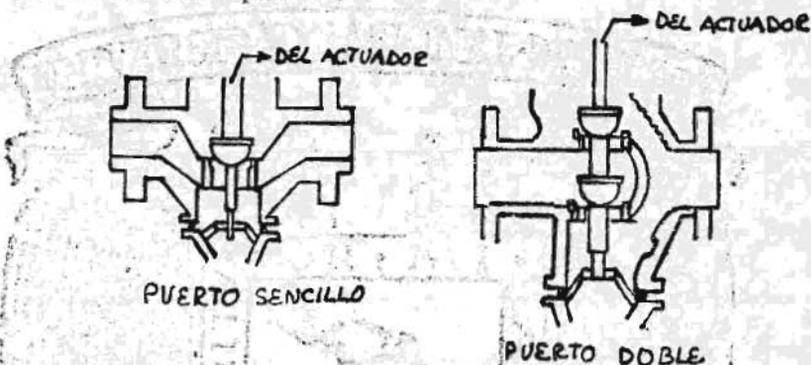


**PETROLEOS MEXICANOS**  
**GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION**

**INSTRUMENTOS RECEPTORES**

NÚM. DE INSTRUCCIONES _____ FECHA _____								
Terminal de almacenamiento y distribución <span style="float: right;">Proyecto V-725-61-03</span>								
LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA <i>Saltilla, Coahuila</i> <span style="float: right;">REV. NO 302</span>								
SERVICIO <i>Control de presión a la entrada de la planta</i> <span style="float: right;">FECHA _____</span>								
<span style="float: right;">CLASE <i>ICP-1</i></span>								
<p align="center"><b>GENERAL</b></p> 1 DESCRIPCION RESUMIDA <input type="checkbox"/> LINEACION <input checked="" type="checkbox"/> CONTROLADOR <input checked="" type="checkbox"/> 2 CADA RECTANGULAR <input type="checkbox"/> 3 CADA CILINDRO <input checked="" type="checkbox"/> OTROS _____ 4 CADA TUBO <i>HERMIDA con válvulas en serie</i> 5 MONTAJE A GAS <input checked="" type="checkbox"/> SUPERFICIAL <input type="checkbox"/> TUBO <input type="checkbox"/> 6 NO. PUNTO REGISTRADO _____ INDICADOR <i>NO</i> 7 CARTA TAMAÑO _____ <input type="checkbox"/> 1/2 CIRCULAR <input type="checkbox"/> OTROS _____ 8 MONTAJE CARTA _____ MONTAJE _____ 9 MONTAJE ESCALA <i>Quinta Plaz</i> TIPO <i>Completista</i> 10 MONTAJE CARTA MONTAJE <input type="checkbox"/> ELECTRICOS <input checked="" type="checkbox"/> MONTAJES <input type="checkbox"/> 11 VOL. CABLE _____ CABLE _____ 12 OTROS _____	<p align="center"><b>ELEMENTO RECEPTOR</b></p> 13 SUPRAL <input type="checkbox"/> PELLER <input checked="" type="checkbox"/> MONTAJE <input type="checkbox"/> 14 DIAPHRAGMA <input type="checkbox"/> NO. <input type="checkbox"/>  <p align="center"><b>MATERIAL</b></p> 15 MONTAJE <input checked="" type="checkbox"/> OTROS _____ 16 MONTAJE <input type="checkbox"/> 1/2 P. <input checked="" type="checkbox"/> OTROS _____ 17 MONTAJE MONTAJE <input checked="" type="checkbox"/> OTROS _____ 18 MONTAJE MONTAJE <input checked="" type="checkbox"/> MONTAJE <input type="checkbox"/> 19 OTROS _____							
13 TRANSMISOR EN LTR NO <i>301</i>	<p align="center"><b>ACCESORIOS</b></p> 20 FILTRO Y REGULADOR _____ 21 MONTAJE MONTAJE MONTAJE _____ 22 CABLE Y TUBO _____ 23 TUBO MONTAJE _____ 24 MONTAJE MONTAJE _____ 25 MONTAJE MONTAJE <i>Tubo</i> _____ 26 MONTAJE MONTAJE _____ 27 MONTAJE MONTAJE _____ 28 MONTAJE MONTAJE _____ 29 MONTAJE MONTAJE _____ 30 MONTAJE MONTAJE _____ 31 MONTAJE MONTAJE _____ 32 MONTAJE MONTAJE _____ 33 MONTAJE MONTAJE _____ 34 MONTAJE MONTAJE _____ 35 MONTAJE MONTAJE _____ 36 MONTAJE MONTAJE _____ 37 MONTAJE MONTAJE _____ 38 MONTAJE MONTAJE _____ 39 MONTAJE MONTAJE _____ 40 MONTAJE MONTAJE _____ 41 MONTAJE MONTAJE _____ 42 MONTAJE MONTAJE _____ 43 MONTAJE MONTAJE _____ 44 MONTAJE MONTAJE _____ 45 MONTAJE MONTAJE _____ 46 MONTAJE MONTAJE _____ 47 MONTAJE MONTAJE _____ 48 MONTAJE MONTAJE _____ 49 MONTAJE MONTAJE _____ 50 MONTAJE MONTAJE _____ 51 MONTAJE MONTAJE _____ 52 MONTAJE MONTAJE _____ 53 MONTAJE MONTAJE _____ 54 MONTAJE MONTAJE _____ 55 MONTAJE MONTAJE _____ 56 MONTAJE MONTAJE _____ 57 MONTAJE MONTAJE _____ 58 MONTAJE MONTAJE _____ 59 MONTAJE MONTAJE _____ 60 MONTAJE MONTAJE _____ 61 MONTAJE MONTAJE _____ 62 MONTAJE MONTAJE _____ 63 MONTAJE MONTAJE _____ 64 MONTAJE MONTAJE _____ 65 MONTAJE MONTAJE _____ 66 MONTAJE MONTAJE _____ 67 MONTAJE MONTAJE _____ 68 MONTAJE MONTAJE _____ 69 MONTAJE MONTAJE _____ 70 MONTAJE MONTAJE _____ 71 MONTAJE MONTAJE _____ 72 MONTAJE MONTAJE _____ 73 MONTAJE MONTAJE _____ 74 MONTAJE MONTAJE _____ 75 MONTAJE MONTAJE _____ 76 MONTAJE MONTAJE _____ 77 MONTAJE MONTAJE _____ 78 MONTAJE MONTAJE _____ 79 MONTAJE MONTAJE _____ 80 MONTAJE MONTAJE _____ 81 MONTAJE MONTAJE _____ 82 MONTAJE MONTAJE _____ 83 MONTAJE MONTAJE _____ 84 MONTAJE MONTAJE _____ 85 MONTAJE MONTAJE _____ 86 MONTAJE MONTAJE _____ 87 MONTAJE MONTAJE _____ 88 MONTAJE MONTAJE _____ 89 MONTAJE MONTAJE _____ 90 MONTAJE MONTAJE _____ 91 MONTAJE MONTAJE _____ 92 MONTAJE MONTAJE _____ 93 MONTAJE MONTAJE _____ 94 MONTAJE MONTAJE _____ 95 MONTAJE MONTAJE _____ 96 MONTAJE MONTAJE _____ 97 MONTAJE MONTAJE _____ 98 MONTAJE MONTAJE _____ 99 MONTAJE MONTAJE _____ 100 MONTAJE MONTAJE _____							
<p align="center"><b>CONTROL</b></p> 14 TIPO <input type="checkbox"/> MECANICO <input checked="" type="checkbox"/> ELECTRICO <input type="checkbox"/> 15 MONTAJE MONTAJE MONTAJE <input checked="" type="checkbox"/> MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> 16 SALIDA <input type="checkbox"/> MONTAJE <input checked="" type="checkbox"/> OTROS _____ 17 AL MONTAJE MONTAJE MONTAJE _____ 18 MONTAJE MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> MONTAJE MONTAJE <input checked="" type="checkbox"/> 19 MONTAJE MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/>  <p align="center"><b>INTERRUPTOR MANUAL-AUTO</b></p> 20 MONTAJE MONTAJE <input checked="" type="checkbox"/> MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> 21 MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> 22 MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> 23 MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> MONTAJE MONTAJE <input checked="" type="checkbox"/> 24 OTROS _____	20 <i>Recebe señal de ITP-1</i> 21 <i>Envía señal de VCP-1</i> 22 <i>Calibración de mira a 20 Psi</i>							
<p align="center"><b>AJUSTES DEL PUNTO DE CONTROL</b></p> 20 MONTAJE MONTAJE <input checked="" type="checkbox"/> MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> 21 MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> 22 MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> 23 MONTAJE MONTAJE <input type="checkbox"/> MONTAJE MONTAJE <input checked="" type="checkbox"/> 24 OTROS _____								
NOTAS: (1) Recebe señal de ITP-1 (2) Envía señal de VCP-1 (3) Calibración de mira a 20 Psi								
NO.	APROBADO	REVISOR	FECHA	POR	USUARIO POR: <i>C.R.P.</i>	REVISOR POR:	FECHA DE: <i>V-725-61-03</i>	LTR: <i>302</i>

Pueden existir válvulas de puerto sencillo o de doble puerto; las primeras son usadas cuando además del control se requiere cierre hermético. Las segundas - tienen mayor capacidad, comparadas a un mismo diámetro, - que las de un solo puerto.



Cuando por alguna razón, (por ejemplo falla en el sistema neumático), no exista presión de aire en el actuador, las válvulas de control podrán moverse a la posición de completamente abierto o completamente cerrado. Estas alternativas se pueden llevar a cabo invirtiendo el anillo del asiento y el obturador, o bien la localización del resorte.

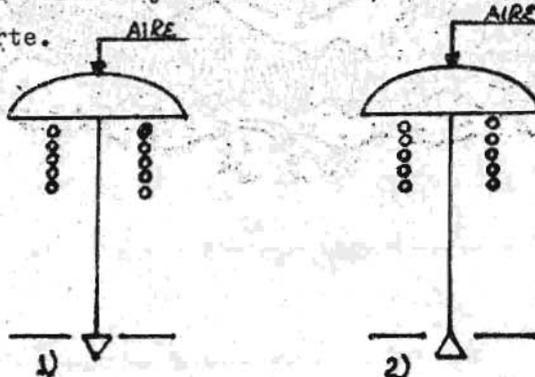


Fig. 32 (A)

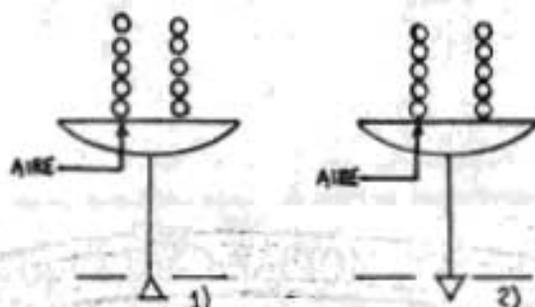


Fig. 32 (B)

A las válvulas que abren por falla de aire se les conoce como de acción directa y en operación normal la presión del aire las hace cerrar, (ejemplo Figuras (A)-1) y (B)-2)).

A las que cierran por falta de aire se le nombra de acción inversa y en operación normal la presión del aire la hace abrir, (ejemplo Fig. (A)-2) y (B)-1)).

Un punto importante en el diseño es el de seleccionar válvulas que por falla de aire se muevan a una posición segura para el proceso. Una válvula falla en forma segura si la temperatura y presión del sistema no se incrementan después de que el control se ha vuelto inactivo.

Características de flujo de una válvula de control: La característica de flujo para una válvula de control es la relación entre el flujo a través de la válvula y la posición de abertura o desplazamiento para la misma. La característica de flujo inherente se refiere a la observada con una caída de presión constante a través de la válvula. La característica de flujo instalada es la obtenida, en servicio, cuando la  $\Delta P$  varíe con el flujo.

El propósito de la caracterización en las válvulas de control es el de compensar las no-linealidades de los procesos y obtener así una estabilidad uniforme para el circuito de control en el rango de las condiciones de operación para el sistema.

Una caracterización adecuada deberá permitir que el mejor rango de control (banda proporcional), sea el adecuado sin importar la apertura requerida por las demandas del proceso.

Las características de flujo más comunes a las válvulas de control son: apertura rápida, lineal e igual porcentaje, y se obtienen por diferentes formas para el obturador.

La característica de apertura rápida nos da el máximo cambio en el flujo a bajos desplazamientos para la válvula, y lo contrario, para cuando se encuentra cercana a la posición totalmente abierta.

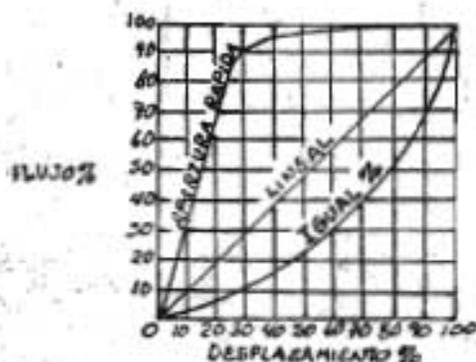
El anterior tipo es usado primordialmente en servicio de abierto y cerrado o de relevo.

En la característica lineal el flujo es directamente proporcional al desplazamiento de la válvula (mismos incrementos en el flujo con iguales incrementos en la apertura). Este tipo es comunmente especificado para control de nivel y para ciertas aplicaciones de control de flujo.

En una válvula del tipo igual porcentaje a

iguales incrementos en el desplazamiento de la válvula corresponden cambios de igual porcentaje sobre el flujo existente antes del cambio. Con el obturador cercano al asiento, los cambios en flujo serán pequeños; con altos flujos, (válvula casi abierta), los cambios serán grandes.

Las válvulas con características de igual porcentaje se especifican, generalmente, para aplicaciones de control de presión y flujo, donde la diferencial de presión para la válvula es reducida y en otras aplicaciones donde es de esperarse grandes variaciones a la caída de presión a través de la válvula.



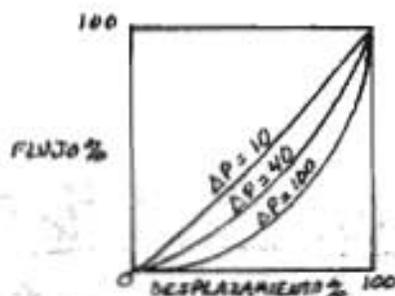
Como se ha mencionado anteriormente, las características de flujo instaladas o reales para una válvula de control difieren de las obtenidas por experimentación a caída de presión constante y que son conocidas como inherentes.

La variación entre estas dos características depende del porcentaje de la  $\Delta P$  a través de la válvula en relación con la pérdida dinámica total del sistema. Así, una válvula lineal que maneje el 100% de la pérdida del sistema, conservará su característica lineal al encontrarse en operación. Sin embargo, a medida de que disminuye este porcentaje, la misma válvula asumirá una característica de apertura rápida.



Característica efectiva en una válvula lineal.

Los tipos de igual porcentaje pierden también su característica inherente a medida que la válvula maneja un porcentaje menor de la  $\Delta P$  total dinámica del sistema. Sin embargo, en una válvula de igual porcentaje, la característica se vuelve lineal antes que de apertura rápida; por lo que se mantiene un adecuado control sobre un mucho más amplio rango.



Característica efectiva en una válvula de igual porcentaje.

Lo anterior define el criterio sobre el % de la caída de presión que deberá ser manejado por la válvula. Para una válvula de igual porcentaje, ésta deberá ser de al menos el 33% de la pérdida dinámica total - si se desea que conserve su característica inherente. Para una válvula lineal, la  $\Delta P$  no deberá ser menor del 50% sobre el total.

Diámetro para las válvulas de control:

Coefficiente de flujo.- El  $C_v$  de una válvula depende de sus dimensiones internas y de la rugosidad de sus superficies.

El  $C_v$  se define como el número de galones de agua por minuto @60°F que fluyen a través de una válvula a apertura máxima y con una caída de presión de 1 Psi.

Prácticamente todos los fabricantes reportan los valores de  $C_v$  para sus válvulas a diferentes diámetros.

metros nominales, diámetros de puertos y diferentes desplazamientos del obturador.

Coeficiente de flujo calculado.- Para líquidos fluyendo por debajo de su temperatura de saturación, en la zona de turbulencia y con viscosidades cercanas a la del agua, el  $C_v$  necesario a los requerimientos del proceso se puede calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$C_v = Q \sqrt{\frac{S.Gr}{\Delta P}}$$

Donde Q = G.P.M.

S.Gr = gravedad específica

$\Delta P$  = Psi

Los métodos de cálculo para fluidos viscosos; o con presiones de vapor en el rango de la presión de operación para la válvula, (flujo crítico); o para gases y vapores, se pueden encontrar fácilmente en la literatura, (Robert Kern, Control Valves in Process Plants; Chemical Engineering / April 14, 1975).

Los valores calculados para el  $C_v$  (Máximo y mínimo), deberán de ser comparados con aquellos reportados por los fabricantes para diferentes diámetros de válvulas con la característica de flujo previamente determinada.

Ya que no es deseable tener una válvula trabajando en su posición de completamente abierta, ( no

se controla adecuadamente; no existe la posibilidad de que la válvula absorba algún aumento momentáneo de capacidad), ni muy cercana a la posición de cerrado, (no existe control adecuado; desgaste prematuro de las partes internas), es práctica común escoger una válvula cuyos coeficientes reportados correspondan a los cálculos para una posición de apertura entre el 60% y el 80% al máximo y entre el 20% y el 40% para el mínimo.

Las válvulas de control son, generalmente, de uno o dos diámetros menores a la tubería en la que se encuentran, nunca más grandes. Se instalan en un "By pass" que cuenta con una válvula de globo o de compuerta, (dependiendo del diámetro), para sustituir su operación en caso de falla y son bloqueadas por medio de dos válvulas de tipo compuerta o tipo macho.

Los materiales de cuerpo y partes internas (obturador, asiento, etc.), deberán ser los adecuados a las condiciones de operación y fluidos que se manejen. Lo mismo sucede para el actuador, que en el caso de recibir aire entre 3 y 15 Psig no presenta mayores problemas; sin embargo, existen válvulas auto-operadas en las que el fluido de proceso entra en contacto con la caja y diafragma.

Las conexiones laterales para las válvulas de control se deberán especificar de acuerdo con las normas de tubería que rijan el diseño.

Memoria de cálculo y selección: (ver hojas anexas).

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA N° 25-61-03  
LOCALIZACIÓN Sullay,  
Coch.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA S.A.

HECHO POR: G. R. P.

REVISADO POR: \_\_\_\_\_

HOJA DE CALCULO

PAGINA 130

### VALVULA DE CONTROL

Clase: VCP-3

Servicio: Regulación de la presión a la entrada de la Terminal.

Característica de flujo: Igual Porcentaje

Condición de seguridad: A falla de aire cierra  
Valvula tipo inversa

Operación:

Al aumentar la presión en la línea, la valvula debe cerrar.



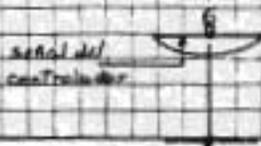
La valvula deberá ser inversa para cerrar al disminuir la señal proveniente del controlador.

Al disminuir la presión en la línea, la valvula debe abrir.



La valvula deberá ser inversa para abrir al aumentar la señal proveniente del controlador.

Todas las operaciones de control y seguridad se cumplen con una valvula TIPO Inversa (abre con presión de aire).



Al aumentar la señal, la valvula abre  
Al disminuir la señal, se valvula cierra  
A falla de aire, cierra.

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
 OBRA WY-725-61-03  
 LOCALIZACION Saltillo,  
 Coah.

BUFETE DE INGENIERIA  
 CIVIL Y QUIMICA SA

HECHO POR: C.R.P.

REVISADO POR: \_\_\_\_\_

HOJA DE CALCULO

PAGINA 131

Calculo de  $C_v$ :

Gastos: 1000  $\frac{GPM}{hr}$  (1000 G.P.M.) Máximo  
 202.83  $\frac{GPM}{hr}$  (142.336 G.P.M.) Mínimo

Presiones de entrada: 60  $\frac{Kscm^2}{Normal}$   
 40  $\frac{Kscm^2}{Mínima}$

Presión de salida: 10  $\frac{Kscm^2}{Normal}$  (142.86  $\frac{Pscm^2}{Psi}$ )

$\Delta P$  normal: 50  $\frac{Kscm^2}{Normal}$  (414.29  $\frac{Pscm^2}{Psi}$ )

$\Delta P$  mínima: 30  $\frac{Kscm^2}{Normal}$  (428.57  $\frac{Pscm^2}{Psi}$ )

$$C_v = Q \sqrt{S.G. / \Delta P}$$

$Q = G.P.M.$

$S.G. =$  densidad relativa.

$\Delta P = P_i$

Producto	$S.G.$	$C_v @ 1000 G.P.M.$		$C_v @ 142.336 G.P.M.$	
		$P$ Normal	$P$ Mínima	$P$ Normal	$P$ Mínima
Porex Extra	0.72	22.22	28.7	4.52	5.84
Porex New	0.72	22.22	28.7	4.52	5.84
Diafano	0.80	23.45	30.24	4.77	6.15
Diafil	0.85	24.15	31.15	4.84	6.33

$C_v$  máximo = 31.15,  $C_v$  mínimo = 4.52

Selección: Válvula de 3"  $\phi$   
 un cuarto de 3/16"  
 Igual porcentaje

Las  $C_v$  reportadas para la válvula son las siguientes:

% Apertura: 10% 50% 70% 100%

OPERACIONES:  $C_v$  4.32 27.2 66.0 136

**PETROLEOS MEXICANOS**  
**GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION**  
**VALVULAS DE CONTROL**

FORMA DE IDENTIFICACION		FORMA DE VALVE	
<i>Terminal de Almacenamiento y Distribucion</i>			
LEONARDO DE LA PLAZA, <i>Saltillo, Coah.</i> SERVICIO <i>Basado a la entrada de la Terminal</i>		TIPO VALVE <i>VCP-1</i>	
DESCRIPCION GENERAL		OPERADOR	
1 CUERPOS DE ASIENTO DOBLE SERIE	NUMEROS	2 REAMATEO RESORTE Y GUAPRILLA	RESORTE EFECT
3 CUERPOS DE ASIENTO ESPECIAL SERIE	NUMEROS	3 UNA CORONA COM	PSI
4 CONEXIONES A LINEA ESPECIFICADAS EN LINEA Y CON CUERPO	PSI Y C	OTROS	
5 OTRO FORMA DE CUERPO		6 CONEXIONES DE OPERACION	PSI
		7 OTROS	
		8 SUMINISTRO DE OPERACION	
9 UNIFORME	LONGITUD EN	9000	VALVE EN
10 CLAVE			
11 CLAVE LINEA	<i>VCP-1</i>		
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			
101			
102			
103			
104			
105			
106			
107			
108			
109			
110			
111			
112			
113			
114			
115			
116			
117			
118			
119			
120			
121			
122			
123			
124			
125			
126			
127			
128			
129			
130			
131			
132			
133			
134			
135			
136			
137			
138			
139			
140			
141			
142			
143			
144			
145			
146			
147			
148			
149			
150			
151			
152			
153			
154			
155			
156			
157			
158			
159			
160			
161			
162			
163			
164			
165			
166			
167			
168			
169			
170			
171			
172			
173			
174			
175			
176			
177			
178			
179			
180			
181			
182			
183			
184			
185			
186			
187			
188			
189			
190			
191			
192			
193			
194			
195			
196			
197			
198			
199			
200			
201			
202			
203			
204			
205			
206			
207			
208			
209			
210			
211			
212			
213			
214			
215			
216			
217			
218			
219			
220			
221			
222			
223			
224			
225			
226			
227			
228			
229			
230			
231			
232			
233			
234			
235			
236			
237			
238			
239			
240			
241			
242			
243			
244			
245			
246			
247			
248			
249			
250			
251			
252			
253			
254			
255			
256			
257			
258			
259			
260			
261			
262			
263			
264			
265			
266			
267			
268			
269			
270			
271			
272			
273			
274			
275			
276			
277			
278			
279			
280			
281			
282			
283			
284			
285			
286			
287			
288			
289			
290			
291			
292			
293			
294			
295			
296			
297			
298			
299			
300			
301			
302			
303			
304			
305			
306			
307			
308			
309			
310			
311			
312			
313			
314			
315			
316			
317			
318			
319			
320			
321			
322			
323			
324			
325			
326			
327			
328			
329			
330			
331			
332			
333			
334			
335			
336			
337			
338			
339			
340			
341			
342			
343			
344			
345			
346			
347			
348			
349			
350			
351			
352			
353			
354			
355			
356			
357			
358			
359			
360			
361			
362			
363			
364			
365			
366			
367			
368			
369			
370			
371			
372			
373			
374			
375			
376			
377			
378			
379			
380			
381			
382			
383			
384			
385			
386			
387			
388			
389			

Registrador de presión.- Con el objeto de llevar un control sobre la presión de entrega a los tanques se instalará un registrador de presión montado en panel. El registrador será del tipo carta circular, (12") y recibirá señal de un transmisor localizado después de la válvula de control para flujo.

La presión de operación en este punto es de aproximadamente  $2 \text{ Kg/cm}^2$  por lo que el rango de registro será  $0 - 4 \text{ Kg/cm}^2$  ( $0 - 60 \text{ PSI}$ ). Ver hoja de especificaciones anexa.

c-1.2) Flujo: El control relacionado con el flujo de entrada a la terminal deberá cumplir los siguientes aspectos:

Totalización del gasto.

Mantener un flujo constante para cualquier régimen de entrega a la planta.

La instrumentación necesaria para cumplir lo anterior deberá ser localizada en el cabezal de recepción desde poliducto.

c-1.2a) Totalización al flujo de entrada:

Un instrumento de alta precisión en la medición de un flujo es el de tipo turbina. Estos equipos han sido empleados con éxito en la medición de gasolinas, kerosinas, crudo, tetraetilo de plomo (sistemas de mezclado en líneas), y agua. Es posible obtenerlos en tamaños desde 1/2 hasta 24 pulgadas y para flujos de 0.005 G.P.M. a 46,000 Bls/hr,

**PETROLEOS MEXICANOS**  
**GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION**

**INSTRUMENTOS DE PRESION**

ESPECIFICACIONES  
Terminal de Almacenamiento y Distribucion  
 LICENCIATURA DE LA PLANTA Saltito, Coah.  
 MATERIAL Registro de presion a la entrada de la Terminal  
 NO. DE 305  
 PLANO RP-1

DATOS GENERALES				ELEMENTO DE PRESION				
1	DESCRIPCION	REGISTRADOR	INDICADOR	UNIDAD	25	ESPIRAL	FULLY	REDUCION
2	TIPO	RECTANGULAR	CIRCULAR	26	BRONCE	ACERO	NIQUEL	OTROS
3	GRABACION	MANUAL	OTROS	27	CONV. POR PRESION	CONV. POR TEMPERATURA		
4	UNIDAD	PSI	PSI/INCH	28	INDICADOR LOCAL	INDICADOR REMOTO		
5	TIPO DE GRAFICA	LINEAL	OTROS	29	GRAFICAS Y SISTEMA DE TINTA			
6	RANGO DE LA ESCALA			30	TUBO PARA MONTAJE			
7	MOVIMIENTO GRAFICO	ORIGEN	OTROS	31	CONDICIONES DE OPERACION			
8	VELOCIDAD GRAFICA			32	PRESION NORMAL			
9	OTROS			33	TEMP. NORMAL			
10				34	FLUIDO			
11				35	FLUIDO BELL			
12								
TRANSMISOR				ACCESORIOS				
13	TIPO	MECANICO	ELECTRICO	36	FILTRO REGULADOR			
14	SALIDA	4-1/2" PSI	OTROS	37	MANOMETRO REMOTO			
15	RECEPTOR	4-1/2" PSI	OTROS	38	INDICADOR LOCAL			
CONTROLDOR				CONDICIONES DE OPERACION				
16	TIPO	MECANICO	ELECTRICO	39	PRESION NORMAL			
17	PROP.	TEMPERATURA	OTROS	40	TEMP. NORMAL			
18	SALIDA	4-1/2" PSI	OTROS	41	FLUIDO			
19	AL AUMENTAR LA PRESION			42	FLUIDO BELL			
20	LA SALIDA AUMENTA							
SWITCH MANUAL AUTOMATICO				NOTAS:				
21	TIPO DE PRESION	MANUAL	OTROS	(1) Plomo tipo capite				
CALIBRACION PUNTO DE CONTROL				(2) Tinta roja				
22	MARCHA	INTERNO	OTROS	(3) Inscripcion: RP-1 presion controlada a Terminal				
23	REVERSION	INTERNO	OTROS	(4) Recibe serial 3-85 Psg de ITP-2				
24	OTROS							

NO.	REVISION	FECHA	POR	RECIBIÓ POR
				<u>C.R.P.</u>
				RECIBIÓ POR
				NO. <u>Y-725-61-03</u>
				NO. <u>305</u>

SI-M-200

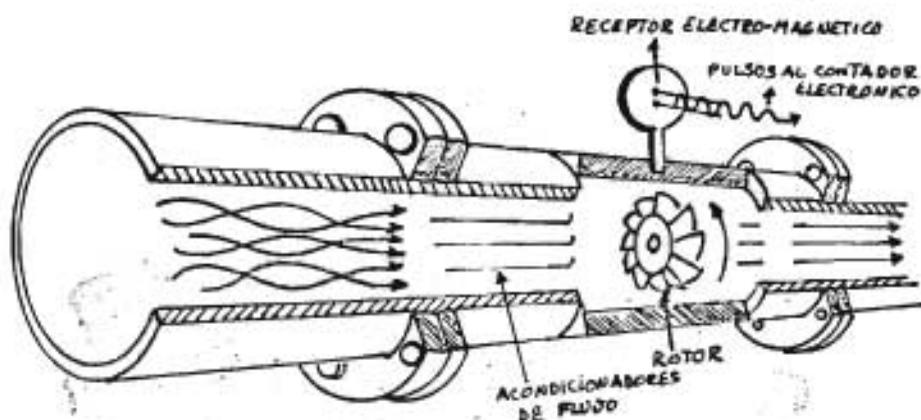
su exactitud es excelente y son de fácil mantenimiento.

Un medidor de flujo tipo turbina deriva - su nombre de un rotor montado en el camino de la corriente fluida. Este flujo aplicará una fuerza en las aspas - del rotor, poniéndolo en movimiento, y convirtiendo la velocidad lineal en una velocidad angular equivalente. - La velocidad de rotación en la turbina es proporcional a la velocidad de la corriente, y por tanto, al flujo volumétrico.

Esta velocidad rotacional se mide mediante un receptor magnético montado externamente a la turbina. El receptor contiene un magneto permanente y una bobina; a medida que las aspas del rotor pasan a través del campo producido por el magneto, un pulso eléctrico es inducido en la bobina y transmitido a una frecuencia específica. Ya que la frecuencia de salida en el receptor es proporcional a la rapidez de flujo, cada pulso generado será equivalente a un volumen de fluido que ha pasado a través de la turbina.

Totalizando los pulsos en un contador electrónico (totalizador), es posible conocer el flujo volumétrico total en un tiempo dado.

La señal de salida de un medidor de turbina puede ser transmitida, mediante conductores, a distancias hasta de 50 metros o superiores a un kilómetro con la ayuda de un amplificador.



MEDIDOR DE TURBINA

Un adecuado arreglo de instalación es muy importante para el buen funcionamiento de una turbina. - Ya que se ven seriamente afectadas por la presencia de - finos, es indispensable el proveer filtros a la entrada del instrumento. Así mismo, con el objeto de evitar turbulencias, se deberá contar con tramos rectos e ininterrumpidos de tubería antes y después de la turbina ( las longitudes para estos tramos son generalmente recomendadas por los fabricantes).

Cuando en el fluido a medir se tengan variaciones en la temperatura que afecten apreciablemente - la viscosidad de la corriente, es necesario especificar, - para el medidor, equipos de compensación adecuados.

Los contadores electrónicos, (totalizadores), deberán obtenerse del mismo fabricante de la turbi-

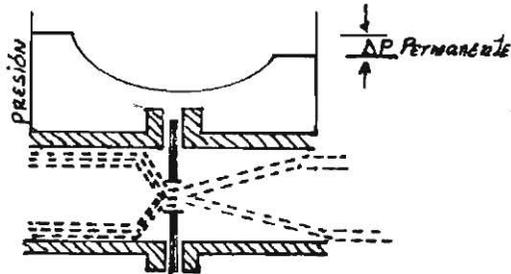
na con el objeto de guardar una relación lineal, pulsos -gasto volumétrico, lo más exacta posible.

El diámetro nominal para un medidor tipo turbina es una función del rango de flujo y se obtiene de catálogos de fabricante.

Las especificaciones para el medidor y totalizador fueron como sigue: ( ver requisición adjunta).

c-1.2b) Control de flujo.- Con el objeto de mantener un flujo constante, y compensar por las diferentes pérdidas de presión que se tendrán en el sistema al cambiar el régimen de carga, se instalará un circuito de control de flujo tipo retro-alimentación.

Elemento primario: El método usado más frecuentemente para determinar la rapidez de flujo es por medio de la medición de la presión diferencial (o -cabeza), a través de un elemento en la línea. A medida que la corriente fluye a través del elemento, se incrementará su velocidad con el correspondiente decremento en la presión.



**PETROLEOS MEXICANOS**  
**GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION**  
**REQUISICION DE MATERIALES**

A LA GERENCIA DE PROVEEDURIA Y ALMACENES:  
 SERVASE ADQUIRIR Y EMBARCAR LOS SIGUIENTES MATERIALES A  
 PETROLEOS MEXICANOS, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION \_\_\_\_\_  
 ANO: \_\_\_\_\_ VIA \_\_\_\_\_

FECHA: _____
LUGAR: <u>Terminal de Almacenamiento y Distribucion, Saltillo, Coah.</u>
N.º: <u>V-725-61-03-306</u> REV. _____
CUESTO APROXIMADO: _____
REQUERIDO EN LA CANT. _____
N.º PRINCIPAL DE CUENTA: _____
CATEGORIA PRESUPUESTAL: _____

MATERIA	CANT.	UNIDAD	DESCRIPCION	ESPECIFICACION	DESIGNO	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	1	Pza.	Medidor de flujo tipo Turbina Clave: MT-1 Servicio: Medición de flujo a la entrada de la Terminal. Marca: Modelo: tamaño: 4" Ø Conexiones a proceso: 300# R.F. Bridadas Conexiones eléctricas: A prueba de explosión Materiales de construcción: Acero inoxidable; rodamientos de cerámica. Sistema receptor-transmisor de señal: magnético con bobina de baja impedancia.				

DISEÑADO: <u>PR-301</u>
HECHO POR: <u>C.R.P.</u> REV. POR: _____
_____
SUPT. GENERAL DE PROYECTOS

SUB-GERENTE DE PROYECTOS
_____
SUPT. GENERAL DE CONSTRUCCION

APROBADO
_____
GERENTE DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION

PETROLEOS MEXICANOS  
GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION  
REQUISICION DE MATERIALES

Terminal de Almacenamiento y  
Distribución 3a. Etapa  
Línea V-325-61-02-308

PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	CODIFICACION	REGION	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2	1	Pza.	<p>Condiciones de operación: Rango de flujo: Min. 142.33 G.P.M. Max. 700 G.P.M.</p> <p>Fluidos: Destilados Gravedad específica: 0.72 - 0.85 Viscosidad: 0.6 a 7 C.P. Presión de operación: 10 kg/cm<sup>2</sup> Temperatura: 70°F Capacidad del medidor: 56-1,200 G.P.M.</p> <p>Totalizador de flujo de lectura directa Clave: QF-1 Servicio: MT-1 (recibe señal del medidor de turbina de la partida 1) Marca: Modelo: Indicación: Registro electromecánico con 6 dígitos calibrado para la indicación en miles de barriles. Montaje: A ras de tablero (en cuarto de control). Alimentación eléctrica: 127V, 60cps, 1 fase</p>				

El proveedor deberá cotizar (por unidad lineal) el cable de interconexión para Turbina y Totalizador.

... 2 ...

La ecuación básica para esta medición es:

$$Q = KD^2 \sqrt{h_w}$$

donde Q es el gasto; D el diámetro interno de la tubería;  $h_w$  la cabeza diferencial y K un factor determinado por variables como la gravedad específica, unidades de medición, tipo de elemento de flujo, relación del diámetro de la restricción al diámetro de la tubería y temperatura.

Es importante hacer notar dos aspectos de la ecuación: La primera es que el flujo varía con la raíz cuadrada de la cabeza diferencial y la segunda es que la cabeza es la única variable en la fórmula -- que es constantemente medida.

El elemento de flujo más común es un plato delgado con un orificio concéntrico. El plato es sostenido entre un par de bridas que son instaladas en la tubería.

Usualmente, este orificio se encuentra en platos de acero inoxidable de 1/8" de espesor y que son montados en bridas que cuentan con tapas de presión para conectar el instrumento con indicadores, registradores y transmisores.

La relación del diámetro para el orificio con respecto al diámetro interno de la tubería ( -

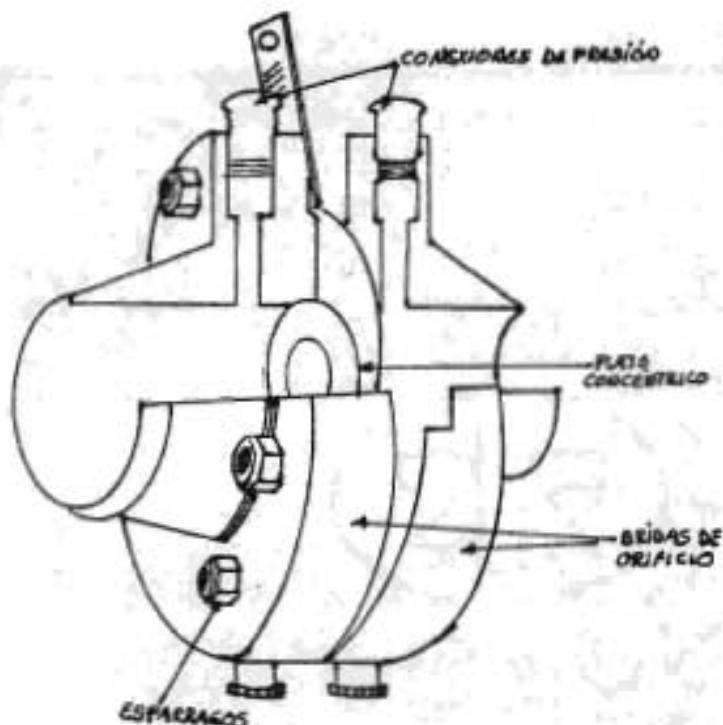


Fig. 33

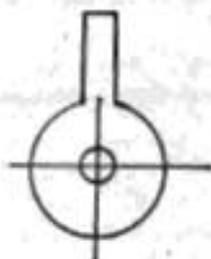
d/D) y conocido como " $\beta$ " puede variar de 20 a 70%. Las cabezas diferenciales producidas por la placa, son generalmente de entre 20 a 200 pulgadas de agua para la medición diferencial completa.

Existen otros tipos de platos que son usados ocasionalmente con propósitos especiales; como -- por ejemplo: el orificio segmental o el excéntrico. Es-

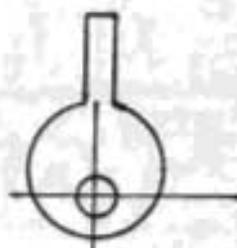
tos tipos se utilizan cuando las corrientes fluidas contienen sólidos que se pueden acumular contra el plato.



Tipo Segmental



Tipo Concéntrico



Tipo Excéntrico

La medición con platos de orificio presenta las siguientes ventajas y desventajas:

#### VENTAJAS

- Bajo costo.
- Existen en numerosos materiales.
- Pueden ser usados para - diámetros de tubería de 1/2 hasta 72 pulgadas
- Características bien conocidas.
- Pueden ser usados con instrumentos de presión diferencial.

#### DESVENTAJAS

- Caídas de presión permanentes relativamente altas.
- No recomendados para corrientes con sólidos.
- Características de  $\sqrt{V}$ ; requieren de un arreglo de tubería específico.

La medición de la presión diferencial a través del orificio se lleva a cabo por medio de una - tapa de alta presión, (corriente arriba), y una de baja presión, (corriente abajo); en la mayoría de los casos, y para tuberías de 2" hacia arriba, las conexiones de medición están localizadas en las bridas del medi--

dor, (tapas en brida), aunque existen otros arreglos para casos determinados, (tapas en esquina para líneas menores a 2"Ø, tipo vena contracta o instaladas en tubería para uso en líneas existentes con bridas de sostén estandard).

En lo que respecta a la configuración de la tubería se deberán proveer tramos rectos e ininterrumpidos antes y después de un orificio. Recomendaciones para el arreglo de tubería necesario a estos elementos son dados por los fabricantes o pueden ser encontrados en publicaciones como los reportes A.G.A. (The American Gas Assn.) o las del "Comite para coeficientes en orificios" del A.S.M.E.; así mismo, en algunas veces necesario el empleo de secciones rectificadas de tubería.

La ecuación para determinar el diámetro de un orificio en servicio de líquidos no viscosos es la siguiente: (para la deducción de las relaciones empleadas así como para el cálculo de orificios en servicio de gases, vapores o fluidos viscosos, consultar: -- L.K. Spink; Principles and practices of flow meter engineering; the Foxboro Co.; Ninth edition 1973).

$$S = \frac{Q_m G_1}{ND^2 P_a P_m \sqrt{G_f} \sqrt{h_m}}$$

Donde S = Coeficiente del que se puede obtener, mediante gráficas, d/D y como una función del elemento primario empleado.

Q<sub>m</sub> = Flujo máximo en unidades consistentes con N.

$G_1$  = Gravedad específica del líquido  
60° $\rho$

$N$  = Constante dimensional.

$D$  = Diámetro interno de la tubería.

$F_a$  = Coeficiente de corrección por expansión térmica.

$F_m$  = Factor correctivo para manómetros de mercurio o medidores tipo campana ( $F_m = 1$  para otros tipos).

$G_f$  = Gravedad específica a la temperatura de flujo.

$h_m$  = Diferencial máxima; rango del instrumento en pulgadas de agua.

Con el valor de "S" es posible obtener  $d/D$  y, con éste: Bore del orificio =  $D \times d/D$   
donde  $D$  = Diámetro interno de la tubería;  $d$  = Bore del orificio.

Debido al uso generalizado de las cartas 0 - 10 $\sqrt{}$  (En el gráfico se extrae raíz cuadrada a la señal), cuya lectura se dificulta debajo del 30%; el anterior será un porcentaje adecuado para flujo mínimo. Así mismo, el punto de registro normal es de alrededor del 70 al 80% de la escala.

Ya que emplearemos en el registro una gráfica 0 - 10 $\sqrt{}$  se deberá calcular un multiplicador tal que:

$$\text{Lectura} \times \text{multiplicador} = \text{G.P.M.}$$

Este multiplicador se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Lectura de la carta a flujo máximo}}{\text{Máxima lectura de la carta}} = \frac{\sqrt{\text{diferencial a flujo máximo}}}{\text{diferencial máximo para el transmisor de d'orden}}$$

$$\text{Multiplicador} = \frac{\text{Flujo máximo}}{\text{Lectura a flujo máximo}}$$

Para cálculo del orificio y especificaciones ver hojas anexas.

Transmisor: Para transmitir una señal proporcional al flujo que se ha medido en un elemento primario del tipo orificio, se utilizan instrumentos de presión diferencial, normalmente de balance de fuerzas, y que son conectados a las tapas localizadas en las bridas.

Estos aparatos miden la diferencia de presión entre dos fuentes que actúan a lados opuestos de un diafragma o cápsula. ( Figura 34).

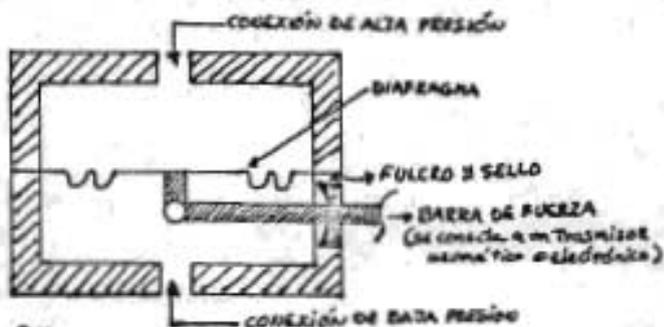


Fig 34

Las celdas transmisoras de presión diferencial (DP/cell's) son los equipos de mayor empleo en este tipo de servicios. Dentro del transmisor, una ba-

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA Nº 2-225-61-03  
LOCALIZACIÓN Santillán,  
Conh.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA SA  
HOJA DE CALCULO

HECHO POR C.R.P.  
REVISADO POR \_\_\_\_\_

PAGINA 142

### BRIDA DE ORIFICIO

Corte B0-1

Servicio: Medición de flujo en cabezal de entrada.

Dato de diseño:

Cargas: 500 G.P.M. máximo

142.33 G.P.M. mínima (no usual)

$$S = \frac{Q_m G_v}{11.01 P_a P_m \sqrt{d_p} \sqrt{h_m}}$$

$Q_m = 500$  G.P.M.

ya que la temperatura de flujo es  $70^\circ F$  y la base  $60^\circ F$

$G_v \times G_c = 0.85$  para  $G_v$  en gal

$N = 5.667$  (pág. 154 del S.P.N.E.)

$P_a = 1.00$  (pág. 156 - - -)

$P_m = 1.00$  (pág. 157 - - -)

$D = 6.065$ " (Tubería 6"  $\phi$  inch 40)

$$S = \frac{2.21}{\sqrt{h_m}} \quad h_m = \left( \frac{2.21}{S} \right)^2$$

Suponiendo  $d/d_p = 639$  podemos obtener de gráficas, para el elemento con forma de brida (pág. 158-173 del S.P.N.E.),  $S = 2.2160$

$$h_m = \left( \frac{2.21}{2.2160} \right)^2 = \left( \frac{2.21}{2.2160} \right)^2 = 64.12$$

La tubería más cercana de las gráficas  $\sqrt{\text{Resistencia al flujo medido}}$   
diferencia al más para el instrumento

Se especificará un Transmisor con rango 0-100"

La gráfica de registro será 0-10"

$$\text{Lectura} = 10 \sqrt{\frac{64.12}{100}} = 8.01 \times 8.0$$

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA N° K-325-61-03  
LOCALIZACION Salt Lake  
Cond.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA SA  
HOJA DE CÁLCULO

HECHO POR C.R.P.  
REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Hoja 143

$$F_1 = \text{Multiplicador} = 500/8.00 = 62.50 \text{ para Diesel}$$

$$S_{\text{Gr. diésel}} = 0.88, F_2 = 62.50 / 0.88 = 70.93 \text{ para Diésel}$$

$$S_{\text{Ergasol}} = 0.72, F_3 = 62.50 / 0.72 = 87.52 \text{ para gasolinas}$$

Para el cálculo de la ley se fija mínimo empírico la siguiente relación:

$$Q = C_n \sqrt{A_n} \quad \text{donde } C_n = F_n C_0 F_1 F_2 \sqrt{G_n} / K_n$$

$K_n$  = Factor para convertir de G.P.H. a otras unidades.

$C_0$  = Flujo teórico de agua a 1" diferencial a través del elemento

$$K_n = 0.1667 \text{ (G.P.H.)}$$

$$C_0 = 340.0 \times 5 \times 0.276 \times (6.065)^2 = 3451.83$$

$$F_1 = 1.00 \quad F_2 = 70.93 \text{ para Diésel}$$

$$F_3 = 1.00$$

$$A_n = \left( \frac{Q_n}{C_n} \right)^2$$

$$C_n = 0.1667 \times 3451.83 \times \sqrt{0.88} \times 70.93 = 62.413$$

$$A_n = \left( \frac{142.83}{62.413} \right)^2 = 5.20$$

$$L_{\text{DISEÑO}} = 10 \sqrt{5.20/100} = 2.28$$

$$L_{\text{DISEÑO}} \times \text{factor} = 2.28 \times 62.50 = 142.5 \text{ (lo que es aceptable)}$$

$$\text{Diámetro del orificio} = D \times f_{\text{or}} = 6.065 \times 0.639 = \underline{\underline{3.875''}}$$

OPERACIONES:

**PETROLEOS MEXICANOS**  
**GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION**

**PLACAS Y BRIDAS DE ORIFICIO**

NOMBRE DE CONSTRUCCIONES		PAGINA		DE	
<i>Terminal de Almacenamiento y Distribución</i>					
UBICACION DE LA PLANTA <i>Saltito, Coahuila</i>				CANTIDAD	
SERVICIO <i>Medición de Flujo a la entrada de la Terminal</i>				CLASE <i>AD-1</i>	
ESPECIFICACIONES GENERALES					
<u>PLACAS DE ORIFICIOS</u>			<u>BRIDAS DE ORIFICIOS</u>		
1	SECCION NOMINAL	AS	<input checked="" type="checkbox"/>	ORINAS	4
2	MATERIAL PLACA	A. 3.206	<input checked="" type="checkbox"/>	ORINAS	7
3	MTZ. NOM. Y TIPO DE BRILLO			ORINAS	8
4	A. - BRINDO	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	APROXIMADO A 1/4"	9
5	PLACA DE HERRAJE	122	<input checked="" type="checkbox"/>	ORINAS	10
			BRIDAS POR <i>Fabricación en planta de orificio</i>		
11	CLASE				
12	LITERO NO.				
<u>CONDICIONES DE SERVICIO</u>					
13	FLUIDO			<i>Acetileno</i>	
14	GRABADO DE FLECHA			<i>S. F. H.</i>	
15	FLUJO NOMINAL			<i>500</i>	
16	FLUJO NOMINAL			<i>500</i>	
17	PRES. DE FLUIDO PSIG.			<i>50 Atmos.</i>	
18	TEMP. DE FLUIDO °F.			<i>70</i>	
19	CL. DE FUGA B. PSIG.			<i>0.75-0.85</i>	
20	CL. DE FUGA S. PSIG.				
21	PATRON DE TOLERANCIA S. P.				
22	EN. DEL O. 2000				
23	GRABADO L. L. + L. 200			<i>0.6-7</i>	
24	VALOR DE TORSION %				
25	GRADO DE SOBRECARGAMIENTO				
26	<i>Espec. Placa</i>			<i>1/8"</i>	
27					
28					
<u>DATOS ESTACION DE MEDICION</u>					
29	NO. DE FLECHA FLECHA			<i>1.825</i>	
30	NO. DE FLECHA FLECHA			<i>2.085</i>	
31	VALOR DE D. EN N.				
32	TIP. DE MANOMETRO			<i>DP/CLIL</i>	
33	VALOR DE EN FLECHA DE NOM.			<i>0-100</i>	
34	PRECISION ESTACION FLECHA				
35	VALOR CONST. B. ESCALA			<i>0-100"</i>	
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					

NO.	PROYECTO	REGION	FECHA	PER.	ACORD. POR
					<i>C. P. P.</i>
REVISADO POR:					
CORR. NO. <i>V-725-61-02</i>					
L/N <i>307</i>					

E1-30-242

rra primaria de balance de fuerzas pasa a través de un fulcro y de un sello, integrales a la caja del diafragma, y se conecta a un sistema neumático o electrónico, (salida 3 - 15 psig o 4 - 20 mA.), similar a los vistos para transmisión de presión.

Las celdas transmisoras de presión diferencial son equipos del tipo ciego (sin indicación de la variable), y pueden ser calibrados a rangos intermedios dentro de la amplitud total para el aparato.

Ya que el elemento de medición y la caja que lo contiene entran en contacto directo con el fluido, los materiales de construcción deberán ser los adecuados por corrosión y máxima presión estática. Las especificaciones para este equipo serán como sigue (— ver hoja anexa).

Controlador: Se especificará un controlador neumático inverso del tipo proporcional con reajuste manual (servicio no crítico), que cuente con gráfica para registro, (circular de 12"), y con graduación 0-10V<sup>m</sup>; el movimiento de la carta será por medio de cuerda para 24 hrs. de rotación. Este equipo será para montaje en tablero.

Válvula de control: El elemento final de control para flujo deberá compensar por las diferentes caídas de presión que se tendrán en el sistema a diferentes regímenes de carga. El cálculo para la válvula será como sigue: (ver hojas anexas).

**PETROLEOS MEXICANOS**  
**GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION**

**INSTRUMENTOS PARA PRESION DIFERENCIAL**

TITULO DE ESPECIFICACIONES <b>Terminal de Almacenamiento y Distribucion</b> IDENTIFICACION DE LA PLANTA <b>Saltita, Coah.</b>		NUMERO DE RES. NO. <b>306</b>	
NOMBRE DEL INSTRUMENTO <b>Transmisor de flujo a la entrada de la planta</b>		FECHA DIA MES AÑO <b>TP-1</b>	
<p align="center"><b>GENERAL</b></p> 1 DESCRIPCION <input type="checkbox"/> INDICADOR <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <b>RECORDED</b> <input type="checkbox"/> CONTROLADOR <input type="checkbox"/> TRANSMISOR <input checked="" type="checkbox"/>		<p align="center"><b>UNIDAD DIFERENCIAL</b></p> 30 MARCA <input type="checkbox"/> FLUIDO <input checked="" type="checkbox"/> <b>AGUA</b> <input type="checkbox"/> PRESION <input type="checkbox"/> 31 TIPO <input type="checkbox"/> BORGONO <input type="checkbox"/> PIELER <input type="checkbox"/> DINAMICA <input checked="" type="checkbox"/> 32 MATERIAL <input type="checkbox"/> <b>BRASS</b> <input type="checkbox"/> <b>INELASTIC</b> <input type="checkbox"/> <b>STAINLESS</b>	
2 DIA <input type="checkbox"/> RECTANGULAR <input type="checkbox"/> CIRCULAR 3 UNO O DOS <input type="checkbox"/> <b>DIAS</b> <input type="checkbox"/> <b>OTROS</b> 4 MONTAJE <input type="checkbox"/> <b>A</b> <input type="checkbox"/> <b>B</b> <input type="checkbox"/> <b>DIAPHRAGM</b> <input type="checkbox"/> <b>DE PRESS</b> <input checked="" type="checkbox"/>		33 PRESION DE NOM. DEL INSTR. <b>1500 PSI</b> <input type="checkbox"/> <b>400"</b> 34 RANGO DIFERENCIAL <b>0-100"</b> <input type="checkbox"/> <b>100"</b> 35 DIMENSIONES <input type="checkbox"/> <b>1/4"</b> <input type="checkbox"/> <b>1/2"</b> <input type="checkbox"/> <b>3/4"</b>	
5 NÚM. DE PUNTOS <input type="checkbox"/> <b>INDICADOR</b> <input type="checkbox"/> <b>RECORDED</b> 6 TIPO DE CARTA <input type="checkbox"/> CIRCULAR <input type="checkbox"/> <b>OTROS</b> 7 MARCHA DE LA CARTA <input type="checkbox"/> <b>NUMEROS</b> 8 MARCHA DE LA ESCALA <input type="checkbox"/> <b>TIPS</b> 9 MARCHA DE LA CARTA <input type="checkbox"/> <b>ELECTRICO</b> <input type="checkbox"/> <b>MECANICO</b> <input type="checkbox"/>		<p align="center"><b>ACCESORIOS</b></p> 36 FILTRO Y REGULADOR <input type="checkbox"/> <b>S</b> 37 MANÓMETRO DE PRESION DE AIRE <input type="checkbox"/> <b>S</b> <b>0-20 PSI</b>	
<p align="center"><b>TRANSMISOR</b></p> 10 TIPO <input type="checkbox"/> <b>MECANICO</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>ELECTRICO</b> <input type="checkbox"/> 11 SALIDA <input type="checkbox"/> <b>4-20 MA</b> <input type="checkbox"/> <b>OTROS</b> 12 RECEPTOR EN L/M NO. <b>209</b> PARTIDA <b>1</b> MARCA <input type="checkbox"/> <b>MODELO</b>		38 PRESION LOCAL 39 CARTAS A DISTANCIA 40 TIPO PARA MONTAJE <b>S</b> 41 REQUISITOS DE PULVICION 42 MONTAJE 43 MONTAJE Y VEHICULO DE BOMBEO 44 INTERRUPTOR 45 ELEMENTO PRIMARIO DE MEDICION 46 TIPO 47 INTERRUPTOR DE PLACAS 48 MONTAJE DE BOMBEO <input type="checkbox"/> <b>S</b> <input type="checkbox"/> <b>R. S.</b> <input type="checkbox"/>	
<p align="center"><b>CONTROL</b></p> 13 TIPO <input type="checkbox"/> <b>MECANICO</b> <input type="checkbox"/> <b>ELECTRICO</b> <input type="checkbox"/> 14 SALIDA <input type="checkbox"/> <b>4-20 MA</b> <input type="checkbox"/> <b>OTROS</b> 15 TIPO DE AIRE <input type="checkbox"/> <b>DEAL</b> <input type="checkbox"/> <b>AUTOM</b> <input type="checkbox"/> <b>DIAPHRAGM</b> <input type="checkbox"/> <b>DE PRESION</b> 16 SALIDA <input type="checkbox"/> <b>4-20 MA</b> <input type="checkbox"/> <b>OTROS</b> 17 SI SEPARAR LA ALIMENTACION 18 LA SALIDA ALIMENTACION <input type="checkbox"/> <b>DIAPHRAGM</b> <input type="checkbox"/> MARCA <input type="checkbox"/> <b>MODELO</b>		49 ELEMENTO PRIMARIO DE MEDICION 50 TIPO DE FILTRO 51 MARCA <input type="checkbox"/> <b>DEAL</b> <input type="checkbox"/> <b>AUTOM</b> <input type="checkbox"/> <b>DIAPHRAGM</b> <input type="checkbox"/> <b>DE PRESION</b> 52 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 53 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 54 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 55 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 56 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 57 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 58 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 59 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 60 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 61 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 62 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 63 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 64 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 65 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 66 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 67 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 68 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 69 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 70 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 71 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 72 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 73 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 74 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 75 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 76 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 77 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 78 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 79 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 80 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 81 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 82 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 83 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 84 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 85 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 86 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 87 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 88 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 89 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 90 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 91 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 92 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 93 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 94 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 95 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 96 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 97 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 98 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 99 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 100 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI	
<p align="center"><b>INTERCUMPLIMIENTO MANUALLY AUTOMATIC</b></p> 21 NÚM. DE PRESIONES <input type="checkbox"/> <b>INTERNO</b> <input type="checkbox"/> <b>INTERNO</b> <input type="checkbox"/> 22 NÚM. DE PRESIONES <input type="checkbox"/> <b>INTERNO</b> <input type="checkbox"/> <b>INTERNO</b> <input type="checkbox"/>		<p align="center"><b>CONDICIONES DE SERVICIO</b></p> 52 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 53 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 54 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 55 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 56 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 57 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 58 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 59 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 60 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 61 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 62 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 63 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 64 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 65 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 66 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 67 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 68 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 69 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 70 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 71 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 72 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 73 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 74 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 75 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 76 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 77 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 78 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 79 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 80 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 81 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 82 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 83 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 84 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 85 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 86 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 87 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 88 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 89 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 90 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 91 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 92 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 93 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 94 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 95 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 96 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 97 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 98 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 99 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 100 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI	
<p align="center"><b>ASISTE DEL PUNTO DE CONTROL</b></p> 23 MATERIAL <input type="checkbox"/> <b>INTERNO</b> <input type="checkbox"/> <b>EXTERNO</b> <input type="checkbox"/> 24 MATERIALES <input type="checkbox"/> <b>MECANICO</b> <input type="checkbox"/> <b>ELECTRICO</b> <input type="checkbox"/> 25 TIPO <input type="checkbox"/> <b>A</b> <input type="checkbox"/> <b>B</b> <input type="checkbox"/> <b>DIAPHRAGM</b> <input type="checkbox"/> <b>DE PRESION</b> 26 TIPO <input type="checkbox"/> <b>INTERNO</b> <input type="checkbox"/> <b>INTERNO</b> <input type="checkbox"/>		59 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 60 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 61 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 62 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 63 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 64 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 65 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 66 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 67 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 68 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 69 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 70 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 71 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 72 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 73 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 74 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 75 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 76 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 77 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 78 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 79 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 80 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 81 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 82 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 83 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 84 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 85 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 86 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 87 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 88 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 89 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 90 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 91 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 92 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 93 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 94 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 95 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 96 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 97 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 98 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 99 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 100 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI	
<p align="center"><b>ELEMENTO DE PRESION ESTATICA O RECEPTOR</b></p> 27 TIPO <input type="checkbox"/> <b>INTERNO</b> <input type="checkbox"/> <b>INTERNO</b> <input type="checkbox"/> 28 MARCA <input type="checkbox"/> <b>MODELO</b> 29 L/M <input type="checkbox"/> <b>PARTIDA</b>		101 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 102 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 103 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 104 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 105 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 106 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 107 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 108 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 109 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 110 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 111 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 112 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 113 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 114 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 115 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 116 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 117 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 118 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 119 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 120 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 121 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 122 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 123 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 124 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 125 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 126 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 127 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 128 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 129 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 130 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 131 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 132 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 133 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 134 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 135 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 136 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 137 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 138 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 139 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 140 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 141 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 142 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 143 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 144 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 145 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 146 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 147 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 148 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 149 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI 150 PRESION DE OPERACION <b>30</b> PSI	
NOTAS -			

NO.	MARCA	DESCRIPCION	FECHA	POR	REVISOR POR
1	△				C.R.P.
2	△				
3	△				
4	△				
5	△				
6	△				
7	△				
8	△				
9	△				
10	△				
11	△				
12	△				
13	△				
14	△				
15	△				
16	△				
17	△				
18	△				
19	△				
20	△				
21	△				
22	△				
23	△				
24	△				
25	△				
26	△				
27	△				
28	△				
29	△				
30	△				
31	△				
32	△				
33	△				
34	△				
35	△				
36	△				
37	△				
38	△				
39	△				
40	△				
41	△				
42	△				
43	△				
44	△				
45	△				
46	△				
47	△				
48	△				
49	△				
50	△				
51	△				
52	△				
53	△				
54	△				
55	△				
56	△				
57	△				
58	△				
59	△				
60	△				
61	△				
62	△				
63	△				
64	△				
65	△				
66	△				
67	△				
68	△				
69	△				
70	△				
71	△				
72	△				
73	△				
74	△				
75	△				
76	△				
77	△				
78	△				
79	△				
80	△				
81	△				
82	△				
83	△				
84	△				
85	△				
86	△				
87	△				
88	△				
89	△				
90	△				
91	△				
92	△				
93	△				
94	△				
95	△				
96	△				
97	△				
98	△				
99	△				
100	△				

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA Nº 2-225-61-03  
LOCALIZACIÓN Salt. No.  
Cmh.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA SA  
HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Figura 145

Válvula de Control

Clave: VCF-1

Servicio: Control de flujo a la entrada de la Terminal.

Característica de flujo: Igual porcentaje.

Condición de seguridad: Apalpa de aire cierra. Válvula tipo  
inverso.

Operación: Similar a la válvula para control de presión. (válvula  
inversa) controlador inverso.

Cálculo de Cv:

Gasto: 700 G.P.M. máxima.

203.33 G.P.M. mínima.

Presión de entrada: 10 <sup>40</sup> ps/cm<sup>2</sup> (142.86 Psi)

$\Delta P$ : A flujo máximo se tiene una caída de presión de 30 Psi,  
aproximadamente, para Diesel.

A flujo mínimo se tiene, para los gasolinas, una caída de presión  
aproximada de 18 Psi. Por lo que los  $\Delta P$  para la válvula serán  
como sigue:

$$\Delta P_{\text{máxima}} = 12\% \text{ de } 142.86 \text{ Psi} \approx 17.14 \text{ Psi}$$

$$\Delta P_{\text{normal}} = 112.86 \text{ Psi} \approx 113 \text{ Psi}$$

$$C_v = Q \sqrt{5.61 / \Delta P}$$

$$Q = 203.33 \text{ G.P.M.} \quad Q = 700 \text{ G.P.M.}$$

Producto G.P.M. Con  $\Delta P$  máxima Con  $\Delta P$  normal

gasolinas: 0.72      15.44

Diesel: 0.85      60.75

Selección:

Válvula de 8" Ø puerta 3 3/4"

Tipo igual porcentaje

Cv de la válvula:

OPERACIONES:	Apertura: 10	30	50	70	100	
	Cv:	4.32	10.9	29.2	66	136

Las demás especificaciones similares a VCF-1

c-1.3) Sistema detector de densidad: Con el objeto de diferenciar los productos, y para distinguir entre puntas, corazones y colas en las corrientes de entrega a la terminal; se instalará un detector indicador de densidad. Este será del tipo de pesaje continuo, y se encontrará acoplado a un transmisor con señal 3 - 15 Psig.

El equipo opera de la siguiente forma: - Un recipiente de volumen fijo, a través del cual fluye continuamente la muestra líquida, es pesado automáticamente por un sistema de balance de fuerzas que se encuentra unido a un transmisor neumático. Ya que el peso de un volumen fijo es conocido, el equipo puede ser calibrado para lectura directa en unidades de gravedad específica o densidad.



Fig. 35

Las especificaciones del indicador transmisor de densidad (gravitómetro), fueron como sigue:

Clave ITD-1

Partes internas en contacto con el fluido: Acero inoxidable.

Presión de operación: 143 Psig.

Temperatura de operación: 21° C

Rango de gravedades específicas: 0.4 -1.0

(deberá contar con indicador local).

Presión aire de alimentación: 20 Psig.

Señal de salida: 3 - 15 Psig.

Fluidos: Gasolinas, Diáfano, Diesel.

Accesorios: Filtro para limpieza de los fluidos del tipo de cartuchos removibles.

La señal de salida será enviada a un registrador con carta lineal 0.4 - 1.0 y para montaje en tablero.

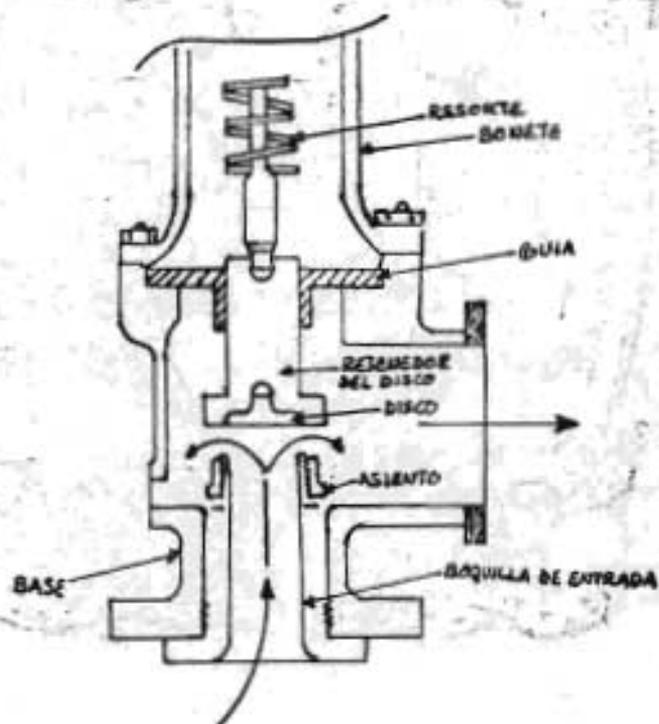
Con el objeto de evitar el estancamiento de la muestra, las tomas de entrada y salida se instalarán antes y después de la válvula de control de flujo.

c-1.4) Válvulas de relevo: Un sistema de relevo por presión facilita los medios para la protección de personal y equipo cuando existe una condición anormal en el proceso.

Para dar la seguridad necesaria, en caso de un aumento excesivo en la presión de entrada desde el poliducto, se instalará una válvula de relevo-seguridad después del control para presión.

Los equipos para relevo de presión son agrupados en dos categorías: 1o) válvulas, y 2o) discos de ruptura.

Las válvulas son generalmente del tipo de resorte, aunque existen, así mismo, las activadas por piloto (estas últimas se emplean con altas presiones de entrada o para presiones de relevo muy cercanas a la de operación).



VALVULA DE RELEVO-SEGURIDAD

Las válvulas pueden ser clasificadas en tres tipos : Válvulas de seguridad: dispositivo automático actuado por la presión estática corriente arriba de la válvula, y caracterizada por una apertura rápida y completa. Se usan primordialmente para servicio en vapores o gases.

Válvulas de relevo: Similar a la anterior con la diferencia de que su apertura es proporcional a incrementos de presión sobre la de apertura o relevo. Son usadas en servicio de líquidos.

Válvulas de seguridad y relevo: Son aquellas que pueden emplearse como cualquiera de las anteriores.

En las válvulas de seguridad-relevo, la posición de cerrado o abierto se logra mediante el movimiento de un disco sobre el que se aplica, directamente, la fuerza descendente del resorte. Cuando la presión estática alcanza a la de relevo, se vencerá la fuerza de calibración y el disco empezará a moverse.

Las válvulas de seguridad-relevo cuentan con conexiones bridadas a la entrada y a la salida; esta última, de un diámetro mayor. son del tipo de bonete cerrado, con anillo guiado por la parte superior y los materiales más comunes son: Disco, guías y boquilla de entrada en acero inoxidable; bonete, base y resorte en acero al carbón.

Las válvulas de relevo y las de seguridad se comportan de una manera similar en servicio de líquidos. El desplazamiento es directamente proporcional a -- una sobrepresión sobre aquella de relevo o calibración. -- La capacidad completa de la válvula, apertura total, se alcanzará en el % de sobrepresión especificado. Este porcentaje de sobrepresión es generalmente del 2%.

La presión máxima de relevo podrá exceder a la presión de diseño de acuerdo con los siguientes valores obtenidos del código ASME.

	% de acumulación
Recipientes ASME no sujetos a fuego directo.	10 %
Tubería a presión y <u>des</u> carga de bombas.	25 %
Boilers tipo ASME	6 %

Otra característica que afecta la capacidad de una válvula de relevo es la contrapresión, ( aquella existente a la descarga de la válvula). Esta contrapresión causará que la válvula tienda a cerrar con el -- consiguiente decremento en la capacidad.

Para válvulas de seguridad convencionales, la contrapresión deberá ser no mayor al 10% de la presión de relevo y además de tipo constante, (que no cambie bajo cualquier condición de operación). Cuando lo anterior no es posible, existen válvulas con fuelles de balance que -- pueden trabajar a contra presiones variables de hasta el

40 % de la de relevo.

Las válvulas de relevo-seguridad tienen áreas de orificio, (y diámetros a la succión y descarga), standards. Estos orificios son especificados por el código A.P.I. - 526 y son aceptados por la mayoría de los fabricantes. Los tamaños para orificios son designados por letras, en orden ascendente, a partir de la "D" y hasta la letra "T".

Letra	Area
D	0.110 pulg <sup>2</sup>
E	0.196 pulg <sup>2</sup>
.	.
.	.
T	26.0 pulg <sup>2</sup>

Para especificar una válvula en particular, se deberá calcular el área requerida a las condiciones de operación existentes y seleccionarse el orificio estándar inmediato superior.

El procedimiento de cálculo es mediante ecuaciones que se dan en los códigos ASME y A.P.I.-520.

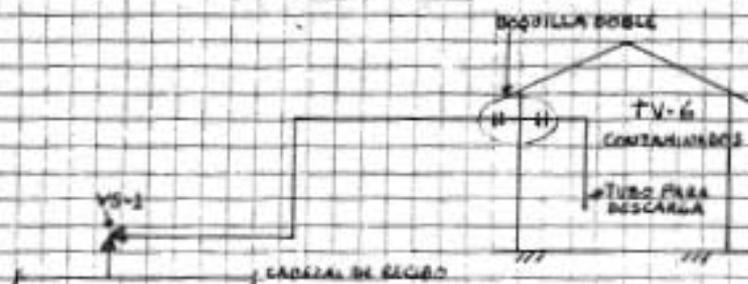
En servicio de líquidos, el área para el orificio se calcula de la siguiente forma:

$$A = \frac{LGM \sqrt{SGr.}}{27.2 \sqrt{P}} \quad A = \frac{LGM \sqrt{SGr.}}{16.3 \sqrt{P}}$$

Para 25% de sobrepresión      Para 10% de sobrepresión.

Las fórmulas aplican para líquidos con viscosidades menores a 2000 S.S.U. (en caso contrario se deberá emplear un factor de corrección obtenible del código API-520). Para descripción de términos ver hojas anexas.

Circuito de Relieve



Valor de relieve-seguridad VS-1  
 Servicio: Alivio caudales de entrada  
 Presión de operación caudal: 10.59 kg/cm<sup>2</sup>  
 Presión de calificación: 11.5 kg/cm<sup>2</sup>  
 Sobre presión: 25 ps  
 Presión mínima de relieve: 16.325 kg/cm<sup>2</sup> (debe ser mayor de diseño para la tubería)

$$A = \frac{L G M \sqrt{S G}}{28.2 \sqrt{P}}$$

L G M: Galones por minuto de líquido a capacidad máxima.  
 S G: gravedad específica.  
 P: Presión de calificación (P<sub>calificación</sub> - control presión).  
 Control presión = longitud de la línea x 4.5 psf x ΔP<sub>u</sub>  
 longitud = 503 ft (153.26)  
 ΔP<sub>u</sub> = 1.57 (para 400 GPM en tubería de 6" @ 40)

Altura del Taps = 40 pies = 14.22 psi

Control presión = 503 ft x 1.57 psf/100ft + 14.22 psi = 22.617 ≈ 23 Psi

P<sub>calificación</sub> = 16.325 - 23 = 14.23 ≈ 14 Psi

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA N° Y-725-61-03  
LOCALIZACION \_\_\_\_\_

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA SA

HECHO POR: C.R.P.

REVISADO POR: \_\_\_\_\_

HOJA DE CALCULO

Página 153

$$A = \frac{700 \sqrt{0.85}}{27.2 \sqrt{141}} = 1.9982 \text{ pulg}^2$$

Selección: orificio "L" con un área = 2.853 pulg<sup>2</sup>

Los diámetros y longitudes para las bridas a entrada y salida (de acuerdo con el área, presión de diseño y temperatura) serán:

Entrada: 4" - 300 F.R.F.

Salida: 6" - 150 F.R.F. (presión cercana a la atmosférica)

OPERACIONES:

Con el objeto de proteger a la tubería contra una expansión térmica del líquido que pudiera quedar atrapado entre las válvulas de bloqueo a la entrada y salida de los tanques, se instalarán válvulas de relevo de acuerdo con el siguiente sistema:

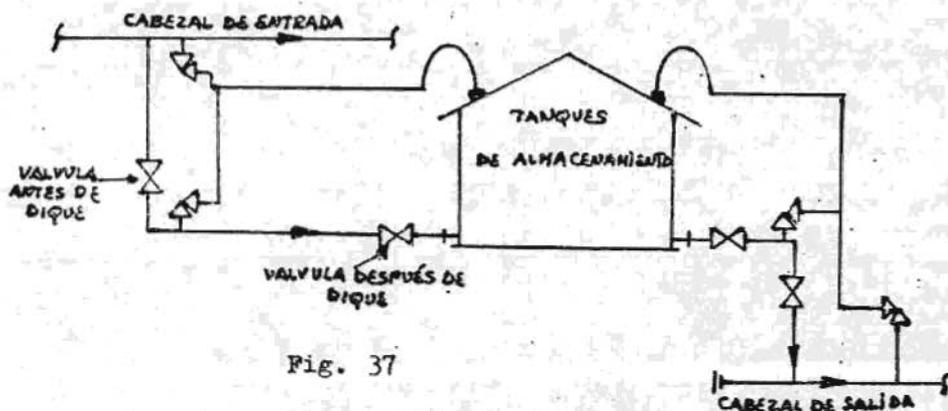


Fig. 37

De experiencias en servicios similares, estas válvulas fueron especificadas de la siguiente forma:

Entrada 3/4" roscada 5000#

Salida 1" roscada 5000#

Orificio "D" 0.110 pulg<sup>2</sup>

Presión de calibración: 150 Psig.

Sobre presión: 25%

Para especificaciones de válvulas ver -

hoja anexa:



c-1.5) Válvulas de venteo automático con arrestador de flama: Los tanques de almacenamiento a presión atmosférica deben ser protegidos con válvulas especiales que abran a muy pequeñas presiones positivas o negativas. Típicamente, estas válvulas combinan relevos por presión y por vacío mediante dos obturadores cargados por peso.

La presión de relévo se deberá especificar del lado seguro de la presión de diseño del tanque (para presiones de operación atmosféricas, tanto en presión como en vacío, este se fija a 1/2 onza).

Para evitar que, al abrir la válvula, penetren flamas al interior del recipiente se deberán instalar equipos conocidos como arrestadores.

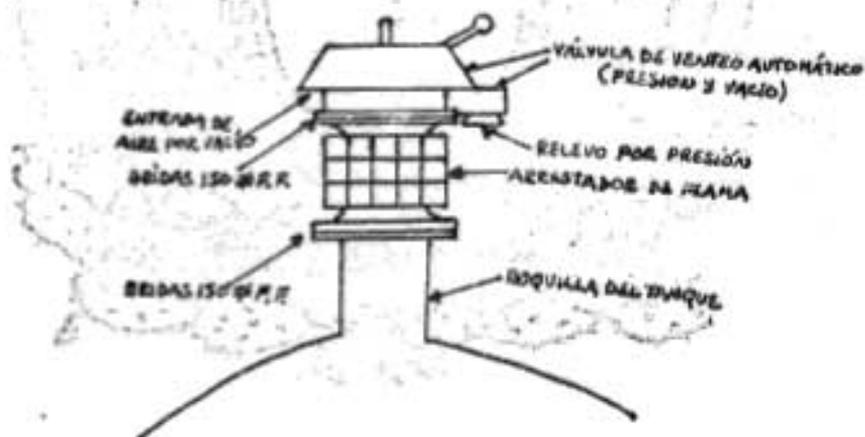


Fig. 38

El diámetro y número de válvulas requerido en cada tanque depende de la capacidad de éstos, material almacenado, gastos de carga y descarga, presión de vapor, coeficiente de expansión o contracción para el fluido, cambios en la temperatura ambiente y otros factores.

Los fabricantes de válvulas de venteo, basados en las recomendaciones de la guía para venteo de tanques del A.P.I., han desarrollado ecuaciones para el cálculo de la capacidad en pies<sup>3</sup> por hora, tanto en presión como en vacío, que se deberán manejar en un servicio dado. Existen así mismo, gráficas (para cada modelo de fabricante), de capacidad contra presión de calibración que nos fijan el diámetro y número de válvulas requerido.

En nuestro caso tendremos lo siguiente:

tv-1	10,000Bls.	1 válvula de 12"Ø (arrestador del mismo diámetro)
tv-2	55,000Bls.	2 válvulas de 12"Ø (arrestador del mismo diámetro).
tv-3	20,000Bls.	1 válvula de 12"Ø ( " " " " )
tv-4	10,000Bls.	1 válvula de 12"Ø ( " " " " )
tv-5	55,000Bls.	2 válvulas de 12"Ø ( " " " " )
tv-6	5,000Bls.	1 válvula de 12"Ø ( " " " " )

c-1.6) Alarmas: Se instalarán alarmas luminosas y sonora (montadas en tablero) para las siguientes situaciones:

1o) Alta presión después de VCP-1

## 2o) Flujo en la línea de relevo.

Las alarmas serán accionadas por un switch de presión y por un switch de flujo, ambos instalados localmente en las tuberías respectivas.

Un switch de presión es un elemento que abre o cierra un contacto eléctrico como una función de la presión del proceso.

Su mecanismo de acción es similar al de un manómetro y cuentan necesariamente con un rango de operación. Este rango es una diferencial de presión que deberá existir para que actúe en una dirección, cuando la presión sube, y en la contraria cuando baja. Además, todos estos equipos cuentan con una diferencial mínima que es especificada por los fabricantes.

Los switch de presión se pueden encontrar con diferenciales fijas o ajustables y del tipo con indicación o ciegos.

El switch seleccionado fue de las siguientes características:

Clave: SP-1

Rango: 10 - 300 Psig.

Cierra circuito a 160 Psig.

Abre circuito a 150 Psig.

Diferencial: ajustable (y con indicación de variable)

Acción del switch: cierra con elevación de la presión.

Partes en contacto con el fluido: acero inoxidable.

Corriente: 127V 60 ciclos

Construcción: a prueba de explosión.

Un switch de flujo es un instrumento que utiliza un elemento sensor de velocidad, (veleta), o un elemento de área variable para cerrar o abrir el circuito.

Al igual que el switch de presión, cuenta con un rango de operación, del que también existe un mínimo, y que podrá ser fijo o calibrable.

La selección fue como sigue:

Clave SF-11

Presión de diseño: 300 Psig.

Partes en contacto con el fluido: acero inoxidable.

Cierra circuito a: 150 G.P.M.

Abre circuito a: 100 G.P.M.

Corriente 220V - 3Ø - 60 ciclos

Construcción: a prueba de explosión.

#### c-2) EQUIPO

c-2.1) Filtros: Con el objeto de limpiar los fluidos a la entrada de la planta y, primordialmente para proteger la turbina de medición, se instalarán dos filtros tipo canasta ( uno en operación y el otro - para relevo) en el cabezal de recibo.

El elemento de filtrado (canasta) puede ser fabricado en placa de metal perforada o en malla de alambre.

La especificación más importante para estos equipos es: El diámetro de las perforaciones en la placa o las aberturas en el tejido de la malla ("Mesh"); estos valores dependerán del tamaño de partícula más grande que se pueda permitir circular por la tubería y los equipos.

En nuestro caso, nos basaremos en la recomendación del fabricante de la turbina para especificar la "mesh" en la malla. La selección fue como sigue:

Bridas: 6"Ø 300W R.P.

Conexión de drenaje: 1"Ø

Presión de diseño: 300 Psi<sub>g</sub>.

Canasta: en acero inoxidable con malla No. 40 (aberturas 1/64")

Caída de presión máxima: 2 Psi

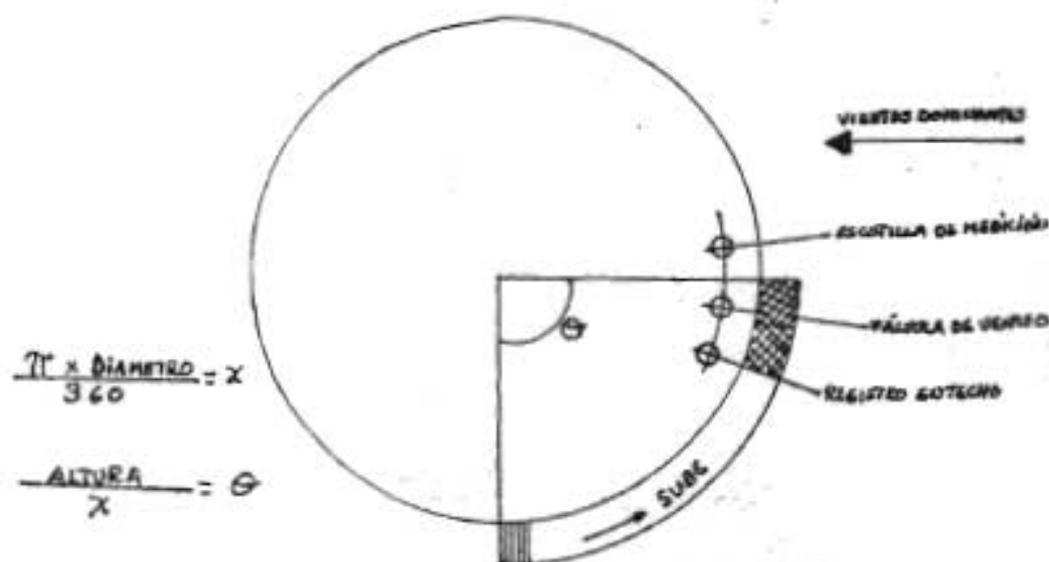
Cubierta: acero fundido.

c-2.2) Tanques cilíndricos de techo cónico: El diseño para tanques de almacenamiento cilíndricos a presión atmosférica es cubierto por completo en el código A.P.I.-650, por lo que sólo trataremos los siguientes puntos:

1o) Deberán contar con escotilla de medición de 8"Ø 125# F.P.; válvulas de venteo con arrestador

de flama; registros para hombre de 20"φ en techo y casco; boquillas y válvulas para descarga a drenaje de 4"φ y deberán ser protegidos por cámaras de espuma para inyección superficial.

La orientación de la escalera deberá ser tal, que la plataforma esté orientada, en relación a los vientos dominantes, de la siguiente forma:



Lo anterior tiene por objeto proteger a los operarios de una caída y alejar los vapores producidos por el relevo de las válvulas de venteo automáticas que se localizan cercanas a la plataforma.

3o) Deberá existir una estrecha coordi-

nación entre los departamentos de tubería, urbanización, eléctrico, y proceso al establecer la orientación de las boquillas para tubería, conexiones de drenajes, instrumentos y escalera. Con esto se logrará evitar interferencias, y que los diferentes proyectos, (distribución de tuberías; alumbrado; drenajes de la planta; etc.), partan de la misma base.

C) Diagramas mecánicos de flujo; sección de llenado para carros, autos tanque y tambores.

a) Descripción: La sección de llenado constará de las siguientes líneas y equipos:

Bombas centrifugas horizontales	a-1) En casa de bombas:
	BA-1 Diesel normal
	BA-2 Diesel normal
	BA-3 Diesel normal
	BA-4 Diáfano normal
	BA-5 Diáfano y Diesel relevo - contaminados.
	BA-10 Pemex Extra normal
	BA-11 Pemex Extra relevo
	BA-12 Pemex Nova 1 normal
	BA-13 Pemex Nova 1 relevo
	BA-14 Pemex Nova 2 normal
	BA-15 Pemex Nova 2 normal
	BA-16 Pemex Nova 2 normal

Todas las bombas serán para una capacidad de 400 G.P.M.

a-2) Líneas de succión; una por cada servicio, (descritas en el inciso "B" de este capítulo).

a-3) Descarga de bombas a llenaderas:

PEMEX EXTRA	{ BA-10 BA-11 (relevo)	{	Una línea a llenado de autos, (una -
			posición); derivación, a dos <u>posicio</u>
			nes, en llenado de tambores.
			Una línea a llenado de carros, ( una
			posición).

PEMEX NOVA 2	{ BA-14 BA-15	{	Dos líneas, una por bomba, a llenado
			de autos, (dos posiciones); una <u>deri</u>
			vación por cada tubería a dos <u>posicio</u>
			nes en llenado de tambores.
			Una misma línea de descarga para las
			dos bombas a una posición en llenado
			de carros.

CONTAMINADOS	{ BA-16	{	Relevo de BA-14 y 15.
			Una línea para contaminados a
			tv-3.
			Una línea para contaminados a
			llenado de autos tanque, ( <u>posi</u>
			ción de Pemex Nova 1)

PEMEX  
NOVA 1

{	BA-12	{	Una línea a llenado de autos, (una posición); derivación, a una posición, en llenado de tambores.
	BA-13 (relevo)		

Una línea a llenado de carros, (una posición).

DIESEL

{	BA-1	{	Tres líneas, una por bomba, a llenado de autos, (tres posiciones); una derivación por cada tubería a tres posiciones en llenado de tambores.
	BA-2		
	BA-3		Una misma línea de descarga, para las tres bombas, a dos posiciones en llenado de carros.

DIAPANO

{	BA-4	{	Una línea a llenado de autos, (una posición); derivación, a dos posiciones, en llenado de tambores.
			Una línea de llenado a carros, (una posición).

CONTAMINADOS

{	BA-5	{	Relevo de BA-1,2,3 y 4.
			Una línea para contaminados a tv-5.

a-4) Garzas para llenado de autos-tanque (con medición).

a-5) Garzas para llenado de carros tanque (sin medición).

a-6) Llenaderas de tambores; contarán con medidor, orificio de restricción para regulación del flujo y manguera de carga.

b) Sistema de tubería y válvulas:

b-1) Válvulas.

b-1.1) Compuerta: Se instalarán válvulas de compuerta en las siguientes posiciones: Bloqueo a la descarga de las bombas.

b-1.2) Macho: Este tipo de válvulas se emplearán en los siguientes servicios:

Apertura y cerrado en todas las posiciones de llenado (antes del medidor y garza).

Selección entre cabezales, para contaminados a tanques o contaminados a llenaderas, a la descarga de la bomba BA-16.

b-1.3) Válvulas Check: Las válvulas Check son diseñadas para prevenir el regreso o inversión en la dirección de la corriente a través de una tubería. La presión del fluido abre la válvula y el peso del mecanismo obturador o el flujo a contrasentido las cierra.

Existen diferentes tipos de válvulas Check,

(columpio, bola, pistón o mariposa), y su selección depende de la temperatura, caída de presión y características del fluido.

Las de tipo columpio son usadas, generalmente, para bajas velocidades, ofrecen poca resistencia al flujo y se instalan generalmente junto con válvulas de compuerta. Se pueden encontrar en líneas horizontales o verticales (con dirección de la corriente hacia arriba).

Se instalarán válvulas Check de columpio a la descarga de todas las bombas, (colocándolas antes de la compuerta de bloqueo).

b-2) Dimensionamiento de tuberías a la descarga de bombas: La economía en los costos fijos y en los de operación, es el requisito esencial cuando se diseña la tubería de descarga para una bomba.

En tuberías menores a 12", es posible seleccionar rápidamente el tamaño económico de la línea. Lo anterior basado en criterios como velocidad y caídas de presión recomendadas.

Para diámetros de tuberías mayores a 12", una detallada comparación de costos deberá ser elaborada y, de esta forma, escoger entre diferentes alternativas de diseño.

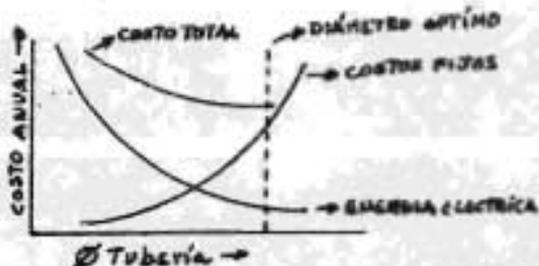
El costo de la tubería y el de su instalación se incrementa con el diámetro, mientras que los

costos de operación disminuyen (menor BHP para las bombas).

El mejor diámetro puede ser determinado sumando al costo total de operación anual, (energía eléctrica), los costos fijos anualizados.

Costos fijos { Amortización, en un tiempo pre establecido, para tubería, conexiones, válvulas e instalación.  
Mantenimiento.  
Seguros.

El menor costo total, calculado para 2, 5 ó 10 años de amortización, nos dará el diseño más económico.



Un estudio detallado para determinar el diámetro más económico es justificado si: se tienen configuraciones extensas o complicadas, materiales especiales para la tubería, diámetros mayores a 12".

b-2.1) Cabeza total: Una bomba centrífuga es una máquina dinámica que puede operar, solamente, en puntos de su curva para cabeza contra gasto. Consecuentemente, la suma de las resistencias en tubería y componentes, más la cabeza estática del sistema, deberá caer en uno de estos puntos de la curva.

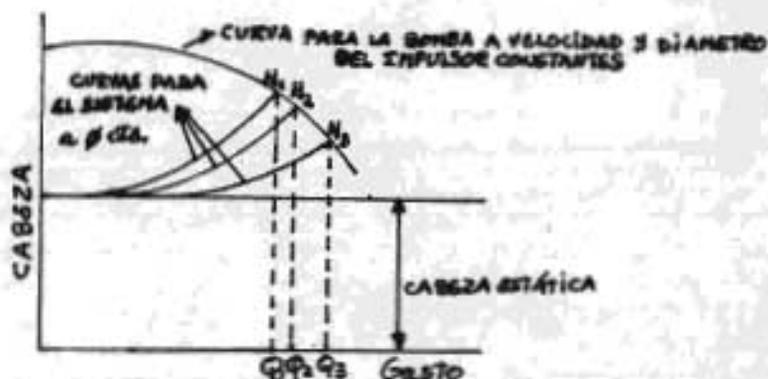


Fig. 38

Las curvas para el sistema, en la figura anterior, sugieren que se pueden mover de una posición a otra; sin embargo, solamente existe una curva de sistema para un diámetro de tubería dado. La  $\Delta P$  variable de una válvula de control o de bloqueo es la que lleva, a las resistencias del sistema, a un punto de la curva para la bomba.

Normalmente, los BHP requeridos en el bombeo de agua son sobrepuestos en las curvas de cabeza contra gasto, (para obtener los caballos de fuerza necesarios a otro servicio, se deberá multiplicar el valor dado por la gravedad específica del fluido en cuestión).

Otras características mostradas en la curva de una bomba son: eficiencia y NPSH.

Ya que las curvas de operación son pro--

porcionadas por los fabricantes una vez que se ha seleccionado la bomba; éstas deberán ser inspeccionadas cuidadosamente para comprobar su funcionamiento satisfactorio en el sistema de bombeo para el que han sido requisitadas, (NPSH adecuado, cabeza a diferentes gastos, correcto diseño para válvulas de control a la descarga, etc.).

Las bombas deberán también, por una economía en los gastos de operación, ser diseñadas para -- trabajar a su máxima eficiencia; por lo que, al requisitarlas, se deberá especificar una eficiencia mínima aceptable. Así mismo, en el análisis de compra, (cuadro comparativo), se deberá considerar este factor para la selección de fabricante.

La cabeza total, en el sistema de descarga, consiste de tres componentes: Cabeza estática; cabeza de velocidad; resistencias en tuberías, equipos y accesorios. Una vez que se cuenta con la cabeza total para el sistema, se puede proceder a la selección de una bomba. Además, se podrán calcular las BHP requeridos y, con esto, especificar la potencia comercial y características del accionamiento.

Para determinar, preliminarmente, el diámetro de una tubería de descarga, podemos partir de los siguientes valores para velocidades de flujo y caídas de presión recomendados:

	F/100' (Psi)	V(P.P.S.)
Líquido saturado	1.0-4.0	5-15

	$\Delta P/100'$ (Psi)	V (P.P.S.)
Agua de enfriamiento	0.5-2.0	5 - 15
Líquido sub-enfriado	1.0-4.0	5 - 15

Como en el caso de líneas de succión, existen gráficas que nos permiten estimar el diámetro económico a la descarga. Estas últimas, se elaboran como una función de la velocidad recomendada, costo, material de la tubería, tipo de accionamiento y amortización de capital.

La figura 39 fue tomada de la siguiente publicación: Pump Piping Design/ Robert Kern/ Chemical Engineering - October 11, 1971.

b-2.2) Cálculos: Se seguirá el siguiente criterio general al dimensionar las tuberías para descarga:

Los diámetros de diseño deberán ser los adecuados para que todas las bombas puedan ser especificadas con los mismos BHP requeridos. Para cálculos ver hojas anexas:

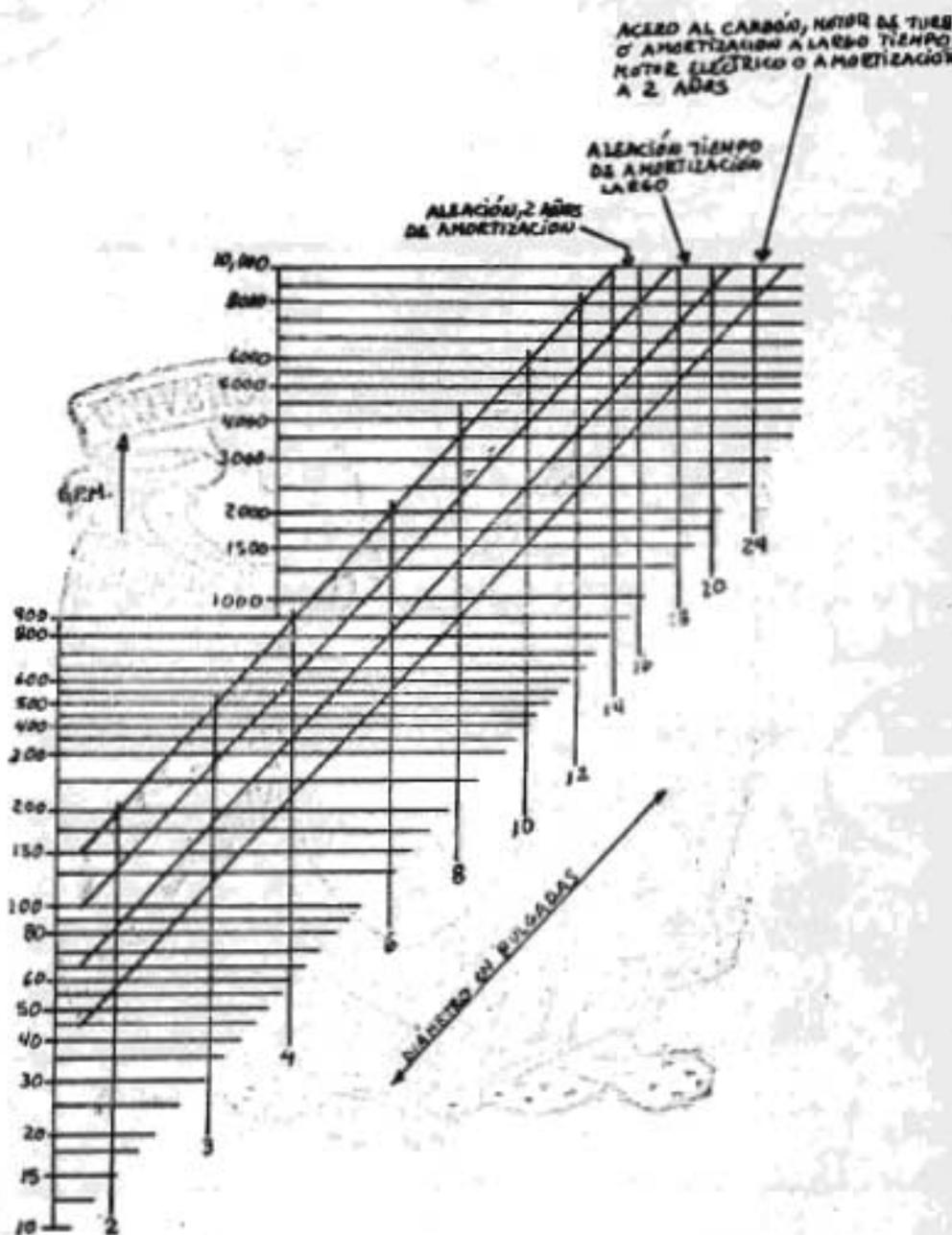


FIG. 39

FECHA \_\_\_\_\_  
 OBRA N° Y-725-61-03  
 LOCALIZACION Salta No,  
 Conch.

BUFETE DE INGENIERIA  
 CIVIL Y QUIMICA SA  
 HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
 REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Página 170

Cálculo de líneas a la descarga de bombas

Servicio: Diesel a Herraduras de autos tanque.  
 Gasto: 400 G. P.M. (1 posición de llenado por bomba)  
 S.Oz: 0.85 = 53.04  $\frac{lb}{ft^2}$   
 Viscosidad: 7 C.P.  
 Temperatura: 70°F  
 Material de la tubería: Acero al carbono.  
 Tipo de accionamiento: Motor Eléctrico.  
 Diámetro según figura 29: 6" Ø  
 $V = 0.508 \frac{ft^3}{seg} = 0.508 \frac{ft^3}{seg} \times 62.4 \frac{lb}{ft^3} = 31.7 \frac{lb}{seg}$  (usando el valor recom-  
 endado de 54.3  $\frac{lb}{seg}$ )  
 di. 6" (cd. 40) = 6.065"

Caída de presión:

Diámetro: 6" Ø (cd. 40)  $\frac{1000 \times 53.04}{6.065 \times 9} = 25286.293$

$f_D = 0.003$

$\Delta P_{por} = 0.0216 \frac{ft^3}{seg} = 0.0216 \frac{1000 \times 53.04 \times 100^2}{(6.065)^5} = 0.529 \frac{ft}{100}$

Longitud equivalente:

N	ACCESORIOS	L <sub>e</sub> (Pies)	
		4/0	(1/8) D x N
1	valvula de comp. 1/2" 6" Ø totalmente abierta.	13	13 x 0.505 x 1.66 ft
1	Check tipo columna 6" Ø	135	135 x 0.505 x 1.66 ft

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
 OBRA N° 25-61-03  
 LOCALIZACIÓN Saltito,  
Coah.

BUFETE DE INGENIERIA  
 CIVIL Y QUIMICA SA  
 HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
 REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Página 171

N Número de accesorios	ACCESORIOS	L <sub>e</sub> (Pies)	
		$\frac{L_e}{D}$	$(\frac{L_e}{D}) \times K \times N$
1	Reducción 6" x 3" (Cambio de las garras) 4" x 0.5 → 3" x 0.25	20	20 x 0.25 x 1 = 5 ft.
1	ensanchamiento 4" (Gravista para bridas de las bombas) 4" x 0.67 K = 0.3	18	18 x 0.34 x 1 = 6.12 ft.
4	Codos de 90° RL de 6" Ø (columna superior)	20	20 x 0.505 x 4 = 40 ft.
1	Valvula macho de 3" Ø (cónica de las garras) completamente abierta	18	18 x 0.25 x 1 = 4.50 ft.

$L_e \text{ Total} = 132.22 \text{ Pies}$

Distancia total entre casa de bombas y llenadero de autos tanques  
 $= 130 \text{ m} = 430 \text{ Pies}$   
 $+ L_e = 132.2 \text{ Pies}$   
 $\underline{\underline{562.2 \text{ Pies}}}$

$\Delta P_{total} = 0.558 \frac{\text{Pie}}{100 \text{ Pies}} \times 562.2 \text{ Pies} = 3.14 \text{ Pie}$

Caida de presión en equipo 1

Codos de catalogos de fabrica

$\Delta P_{filtro \text{ anillo de medida}} = 4.00 \text{ Pie}$

$\Delta P_{medidor} = 4.00 \text{ Pie}$

$\Delta P_{garras \text{ y válvula de cierre en dos partes}}$

$= 18.00 \text{ Pie}$

$\underline{\underline{26.00 \text{ Pie}}}$

Diferencia de alturas entre bombas y posición de llenado  
 $= 2.80 \text{ m} = 9.19 \text{ ft.}$

OPERACIONES:

FECHA: \_\_\_\_\_  
 OBRA N°: 225-61-03  
 LOCALIZACION: Salt Hill  
 Cont.

BUFETE DE INGENIERIA  
 CIVIL Y QUIMICA SA

HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.

REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Página 122

$$\Delta P_H = \frac{2.17 \times 53.04}{144} = 3.4 \text{ PSI}$$

$$\Delta P_{\text{total}} = \frac{3.14}{26.00} = 3.40$$

$$3.40$$

$$32.54 \text{ PSI}$$

Servicio: Diesel a Menaderas de carros Turque.

Gasto: 800 G.P.M. (dos bombas en operación normal a dos posiciones de lembda).

$$S.G. = 0.85 = 53.04 \frac{2.31}{ft^3}$$

Viscosidad: 27 C.P.

Temperatura: 90°F

Materia: Aceite al parafina

Tipo de sección: Motor eléctrico

Diámetro según figura 39 = 8" Ø.

$$V = 0.408 \frac{ft^3}{seg} = \frac{800}{60} (8.071)^2 \times 0.408 = 5.01 \text{ (dentro del rango recomendado)}$$

$$d_i = 8" \text{ Ø con } 30 \text{ (150\#)} = 8.071 \text{ pulg.}$$

Caidas de presión:

Diámetro 8" Ø (con 30)

$$N_{ps} = 326 \frac{ft}{seg} = 50.16 \frac{8.071 \times 53.04}{8.071 \times 2} = 26.023.07$$

$$f = 0.023$$

$$\Delta P_{\text{pip}} = 0.0216 \frac{L_{eq}}{ft} = 0.0216 \frac{4.22 \times 53.04 \times 800^2}{(8.071)^5} = 0.492 \text{ PSI/100'$$

Longitud equivalente:

N	ACCESORIOS	Le (pies)	$\frac{Le}{70} \left(\frac{Le}{70}\right) \times N$
1	valvula de compresión 6" Ø (en línea de descarga) (totalmente abierta)	13	1350.505 X 1 = 6.69
1	(otra tipo columna 6" Ø (en línea individual de descarga).	135	135 X 0.505 X 1 = 70.17

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
 OBRA N° V-225-61-02  
 LOCALIZACIÓN Saltillo  
 Coah.

BUFETE DE INGENIERIA  
 CIVIL Y QUIMICA SA  
 HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
 REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Página 173

N° NUMERO de ACCESORIOS	ACCESORIOS	L <sub>e</sub> (pies)	
		L <sub>e</sub> /D	(4%) D X N
1	Reducción 8" - 3" (tamaño de las garbas) 4b = .38 → K = .39	24	24 x .25 x L = 6ft
1	Embanchamiento 4" (suavete para bridas de las bombas) 6" (central individual a la descarga) 4b = .67 K = 0.3	18	18 x 0.3 x L = 6.12ft
4	Codos 90° RL de 8" Ø (cubierta apropiada)	20	20 x 0.67 x L = 53.40ft
1	Válvula macho de 3" Ø (antes de las garbas completamente abierta)	18	18 x .25 x L = 4.50

L<sub>e</sub> Total 147 pies

Distancia Total entre codos de bombas y llenaderas de curvas tangentes:  
 $= 4.50m = 15.00 \text{ pies}$   
 $+ \frac{147 \text{ pies}}{1.647 \text{ pies}}$

$$\Delta P_{\text{total}} = 0.442 \frac{\text{ft}}{\text{seg}} \times 1647 = 8.10 \text{ Psi}$$

Caida de presión en equipos (Las llenaderas no estarán instrumentadas)

$$\Delta P_{\text{en garza}} = 15 \text{ Psi}$$

Diferencia de alturas entre bombas y posición de Visada = 4.50m = 15.00 ft

$$\Delta P_1 = \frac{15 \times 53.44}{114} = 5.53 \text{ Psi}$$

$$\Delta P_{\text{total}} = \frac{8.10}{15.00}$$

OPERACIONES:

$$\frac{5.53}{28.63 \text{ Psi}}$$

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA N° 325-61-03  
LOCALIZACIÓN Saltillo,  
Coah.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA SA  
HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Página 174

Potencia para las bombas de Diesel!

$\Delta P$  para llenado de agua tanque: 32.54 Psig  
 $\Delta P$  para llenado de carros tanque: 28.63 Psig  
 $\Delta P$  de fricción en bombas = 35 Psig (presión de succión 0 Psig)

Cálculo aproximado de las BHP para las bombas

$$BHP = \frac{Q \times \Delta P}{1715 \times e}$$

Q = G.P.M.

$\Delta P$  = Psig

e = Eficiencia.

Se tomará un valor de eficiencia aproximado del 60%

(Este valor se obtiene de una gráfica de eficiencias nominales para bombas y como una función de la cabeza en pies y del gasto en G.P.M.; la gráfica fue publicada en: Engineering Data Book / Natural Gas Processors Suppliers Association / 6th Edition - 1966)

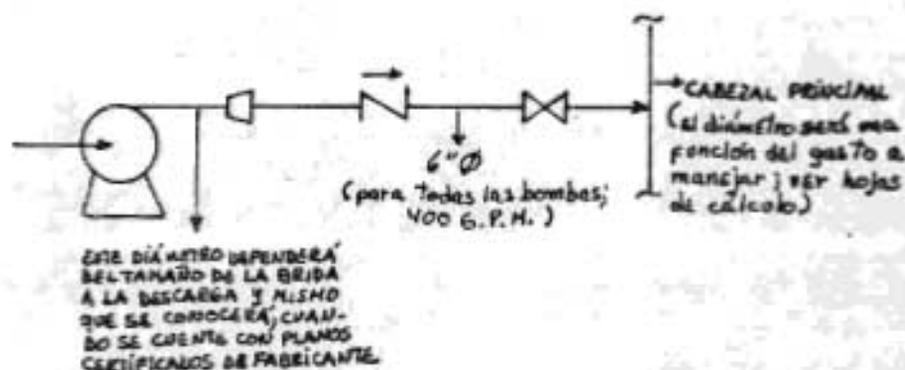
$$BHP = \frac{400 \times 35}{1715 \times 0.60} = 13.61$$

Potencial comercial para el motor = 15 HP

OPERACIONES:

Los diámetros para todas las líneas a llenaderas de autos y carros tanque, fueron calculados de una manera similar y bajo los mismos criterios del ejemplo para Diesel, (ver diámetros en el plano PR-302). Así mismo, todas las bombas localizadas en el cobertizo se especificaron con una presión a la descarga de 35 Psig y motores de 15 H.P.

El arreglo de tuberías fue como sigue:

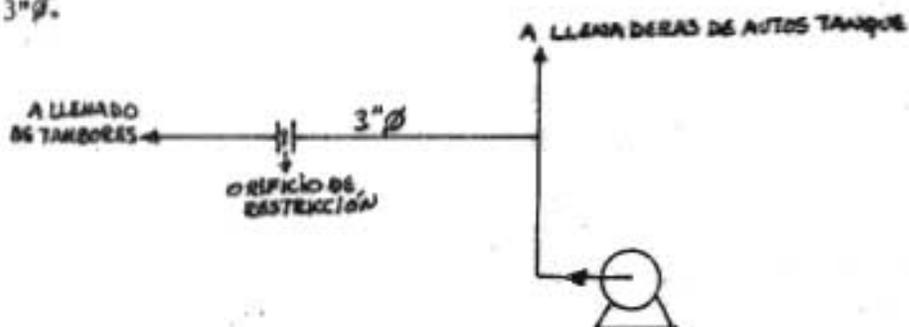


llenado de tambores: El gasto de los medidores en las posiciones de llenado para tambores, y de bases de diseño, será de 100 G.P.M.. Ya que las bombas son para una capacidad de 400 G.P.M., se deberán emplear orificios de restricción que modifiquen la cabeza requerida en el sistema, asegurando el gasto requerido para este servicio.

Los orificios podrán ser calculados --

cuando se cuente con la curva de las bombas proporcionada por el fabricante seleccionado.

Las líneas a llenado de tanques se obtendrán como una derivación de las tuberías de descarga a autos tanque y mediante un injerto que se deberá localizar en el lugar más adecuado desde un punto de vista de arreglo de tuberías. La derivación se especificará como de 3"  $\phi$ .



Los cálculos, ejemplificados para Pemex - Nova 1, fueron como sigue: (ver hojas anexas).

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA N.º 3-723-61-03  
LOCALIZACIÓN San M. N.,  
Galt.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA S.A.  
HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Página 177

Orificios de Restricción

Servicio: Primer Nivel L en Urea para Almacén de Tambora.

Flujo: 100 G.P.M.

P: 44.93 Psig

Las pérdidas por fricción, calculadas de una manera similar a la descrita en este capítulo, y para la suma de las tuberías de 6" y 3" de accesorios y equipos, fueron de 25 Psig.

$$\frac{25 \text{ Psig} \times 114}{44.93} = 80 \text{ Pies}$$

De la curva para una bomba de 400 G.P.M. y accionamiento 15 H.P. a 3,500 R.P.M., podemos obtener que, para un gasto de 100 G.P.M., se debe trabajar contra una cabeza de 120 Pies.

Por diferencia, el orificio de boca provendrá 40 pies de cabeza adicional.

$$40 \text{ Pies} = 12.48 \text{ Psig} = 345.60 \text{ gal de } H_2O$$

La AP de diseño se deberá especificar tomando en cuenta el % de restablecimiento para la presión corriente abajo del orificio.

Suponiendo el % de recarga como del 20% (pérdida permanente 80%) la AP de diseño será: 430"  $H_2O$ .

Cálculo del orificio:

$$S = \frac{Q \times 1.4}{ND \sqrt{1 + K_m}} = \frac{100 \times 0.72}{5.667 \times (2.067)^2 \times \sqrt{1.72 \times 4.36}}$$
$$= 0.169$$

Con S obtenemos  $\frac{4}{16} = \beta = \frac{1}{4}$

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA Nº V.223.02.02  
LOCALIZACION Sub. Sta.  
Cash.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA S.A.  
HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.  
REVISADO POR: \_\_\_\_\_

*Foja 17A*

*De una gráfica para  $\beta$  contra % de recubro (Robert Kern / Measuring  
Flow in Pipes with orifices and Nozzles / Chemical Engineering - Febrero 3, 1975)  
obtenemos que para  $\beta = 4/3 \Rightarrow$  % recubro = 22% por lo que los cálculos  
son correctos.*

$$D \times \frac{4}{3} = 2.067 \times \frac{4}{3} = 0.853" \text{ para el orificio}$$

*De una forma similar se calculan los diámetros de orificio para todas  
las secciones.*

OPERACIONES:

## c) Instrumentación y equipos.

## c-1) Instrumentación:

c-1.1) Manómetros: Se instalarán indicadores de presión a la descarga de todas las bombas. Estos manómetros tendrán un rango de 0-4  $Kg/cm^2$ .

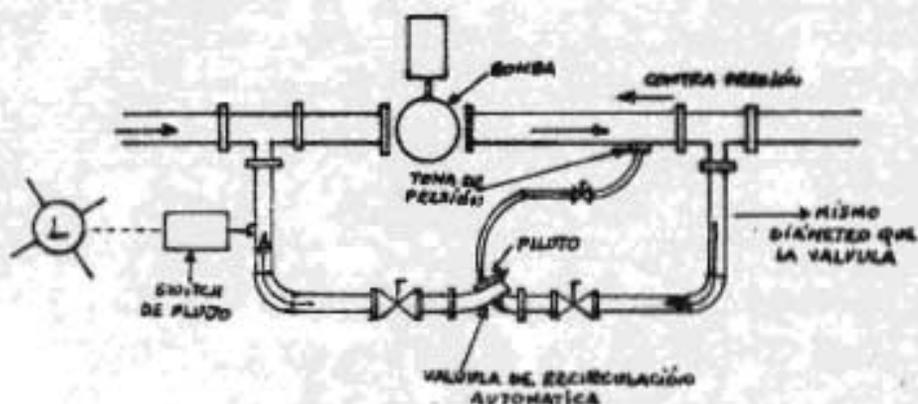
c-1.2) Válvulas de recirculación automática: El enfriamiento de una bomba es llevado a cabo, - en gran medida, por el fluido bombeado.

Un sobrecalentamiento de la bomba puede causar la evaporación del líquido manejado y falla por cavitación; además, a muy bajos flujos, los elementos - rotores entrarían en contacto directo con la carcasa estacionaria.

Debido a lo anterior, un flujo mínimo de operación es siempre especificado por los fabricantes. - Para asegurar la existencia de este flujo mínimo, se - instalarán circuitos de recirculación conectando la descarga con algún punto de la succión. La recirculación - puede ser continua (con un orificio de restricción), o de control automático, (por flujo o por presión).

En nuestro caso, se instalarán válvulas de recirculación automática controladas por presión. Estas válvulas cuentan con un piloto integral, permitiendo el paso de la corriente de recirculación a través de la válvula, por un incremento en la contra presión a la descarga de la bomba.

El sistema de instalación es como sigue:



La línea de instalación deberá contar con un switch de flujo para actuar una alarma en el evento de recirculación.

Las bombas para servicio de llenado, cuentan con una cabeza de 140ft a descarga bloqueada y requieren un flujo mínimo de 50 G.P.M.

La especificación para las válvulas de recirculación fue como sigue:

Diámetro: 2"Ø

Gasto a una  $\Delta P$  máxima de 50 Psig (apertura completa): 400 G.P.M. (de catálogo de fabricante).

Acción del piloto: graduable entre 35 y - 50 Psig.

Interiores en contacto con el líquido: -  
Acero inoxidable.

Presión de diseño para válvula y piloto:  
150 Psig.

c-1.3) Medidores de desplazamiento positivo: Con el objeto de controlar la entrega de productos en las posiciones para llenado de autos tanque y --  
tambores, se instalarán medidores de desplazamiento positivo de acuerdo con las bases de diseño.

Estos medidores, al igual que los de turbina, cuentan con una muy alta exactitud que es reportada como un porcentaje del flujo actual y no del rango.

Un medidor de desplazamiento positivo se para el flujo en incrementos volumétricos finitos admitiendo al líquido en una o varias cámaras de volumen conocido.

Los incrementos volumétricos pueden ser totalizados, por el aparato, al contar el número de veces (revoluciones) que las cámaras de flujo son cargadas y descargadas.

Los principales usos para estos aparatos son: Totalización del gasto en corrientes de líquidos, (local o remota), sistemas de mezclado en línea, control de lotes y control de flujo. Pueden ser empleados con predeterminadores, (permiten el paso de un volumen dado antes de accionar una válvula de corte), montados local

o remotamente y se pueden acoplar a impresores de tarjetas.

Su principio de operación es el siguiente:



Montada en la flecha del rotor, una leva controla la posición de las cuchillas que cierran o abren la entrada a las cámaras de medición.

En la figura 40, cuatro cámaras son formadas en cada revolución; lo que representa un volumen definido de líquido. Cada revolución accionará un sistema mecánico que pone en movimiento al totalizador.

Los medidores pueden ser conectados a un

transductor (mecánico - pulsos), para transmisión de una señal electrónica a totalizadores remotos.

En las llenaderas, el totalizador estará montado localmente.

Los medidores de desplazamiento positivo pueden ser obtenidos en tamaños desde 1/2 hasta 16 pulg y para mediciones de 0.1 G.P.M. a 12,500 Hls/hr.

Para conservar la exactitud, se deberán proveer eliminadores de aire a la entrada del medidor. - Así mismo, es común el instalar filtros y amortiguadores de pulsaciones para proteger el mecanismo del aparato.

En caso de contar con predeterminador, - este deberá actuar sobre una válvula de cierre en dos pasos y de esta manera evitar un shock hidráulico en la línea.

Para especificaciones de los medidores - ver requisición de equipo anexa.

c-2) Equipos.

c-2.1) Bombas centrífugas: Las bombas centrífugas son el tipo más usado en la industria de proceso. Las situaciones que pueden requerir algún otro tipo de bomba son:

Muy bajos flujos, normalmente menores a 4 ó 5 G.P.M.

PETROLEOS MEXICANOS  
GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION  
REQUISICION DE EQUIPO

FECHA: \_\_\_\_\_  
 CON: Terminal de almacenamiento y distribución  
 Saltillo, Coah.  
 PROYECTO O CONTRATO: V-225-61-03  
 NÚMERO: V-225-61-09-223  
 DESCRIPCIÓN: Medidores de desplazamiento  
 Positivo

PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	8	Pza.	Medidores de flujo de desplazamiento positivo para una capacidad de 350 G.P.M. Servicio: Manómetros de autos tanque. Clave: Flujo manejado MD-11 Femex Extra MD-12 Femex Nova MD-13,14 Femex Nova MD-15 Diáfono MD-16,17,18 Diesel  Marca: Modelo: Diámetro y conexiones: 3"Ø ISO R.F. Los medidores deberán venir equipados con los siguientes aditamentos: a) Pre-determinador b) Extensión rígida, para conexión con el totalizador, de 6 pies con flecha de Transmisión		

DISEÑO: PR-303  
 HECHO POR: C. R. P. REV. POR: \_\_\_\_\_  
 SUPTE. GENERAL DE PROYECTOS

REV. NO.	FECHA	HECHO POR	OBJETO DE LA REVISION

GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCION  
REQUISICION DE EQUIPO

PROYECTO Y CONTRATO V-725-61-03  
R/M. NO. V-725-61-03-323

PARTIDA	CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
2	10	Pza	<p>c) Contador impresor de 5 digitos borrables con lectura en decalitros y 7 cifras acumulativas en el totalizador.</p> <p>d) Filtro y eliminador de aire.</p> <p>e) Válvula de cierre en dos pasos accionada por el predeterminador.</p> <p>Medidores de desplazamiento positivo para una capacidad de 100 G.P.M.</p> <p>Servicio: Herraderas de tamboras. Clave Fluido Manejado MD-1, 2 Pámez Extra MD-3, 4, 5 Pámez Nova MD-6, 7 Diápano MD-8, 9, 10 Diesel</p> <p>Marca: Modelo: Diámetro y conexiones: 2" Ø 150# R.F. Demás características indicadas a partida 1, sólo que no se deberán proveer las extensiones rígidas.</p>		

Cuando el fluido a ser bombeado tiene una viscosidad mayor a 2,000 centi poises.

Cuando existen sólidos o cristales en su pensión que no pueden ser reducidos en tamaño.

En general, la selección final y detalles de funcionamiento, son recomendados por los fabricantes para cumplir las especificaciones del proceso; sin embargo, es importante el estar familiarizado con algunos de estos aspectos para cuando se haga una evaluación de los diseños propuestos o se elabore una requisición.

c-2.1a) Las bombas centrífugas se clasifican, por su característica de flujo, en:

Flujo radial	}	Pueden ser de uno o varios pasos, y de impulsor abierto o cerrado con succión sencilla o doble.
Flujo mixto		
Flujo axial		

La selección entre los tres tipos de flujo depende de un parámetro conocido como velocidad específica y el cual es calculado de la siguiente forma:

$$N_s = \frac{N \sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

Donde: N = Velocidad en R.P.M.

Q = Capacidad de flujo.

H = Cabeza

Las bombas de flujo radial son para velocidades específicas por debajo de 4,200; las de flujo --

mixto tienen un rango de 4,200 a 9,000, y para flujo axial la velocidad específica es mayor a los 9,000.

La característica de flujo es determinada por la configuración del impulsor.



c-2.1b) Componentes: Los componentes básicos de una bomba son:

- Impulsor
- Carcasa
- Flecha
- Rodamientos
- Empaque o sello mecánico.

Impulsor: Los tres tipos de impulsores que imparten energía al fluido bombeado son:

1o) Totalmente cerrados. Usados en aplicaciones para altas cabezas. Es el tipo más empleado en bombas de proceso.

2o) Semi-cerrados; Usados en aplicaciones de propósitos generales.

3o) Abiertos; Usados en servicios a bajas

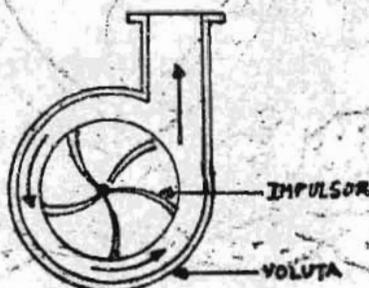
flujos y bajas cabezas. Para aplicaciones donde existan sólidos en suspensión.

Así mismo pueden ser de succión sencilla o doble, donde los primeros son los más utilizados para condiciones de operación normales.

Carcaza: La función primordial de la carcaza es convertir la energía de velocidad, impartida al líquido por el impulsor, en energía de presión.

En base a esta conversión de la energía pueden ser clasificadas en dos tipos:

Voluta: El impulsor descarga dentro de un área de flujo que se expande continuamente. Este incremento en área provoca un decremento en la velocidad del líquido y su conversión en energía de presión.



CARCAZA TIPO VOLUTA

Difusores: Cuenta con guías estacionarias que ofrecen un recorrido ensanchado desde el impulsor hasta la carcaza. Su mayor aplicación es para bombas de pasos múltiples en altas presiones y con impulsores de tipo mixto.

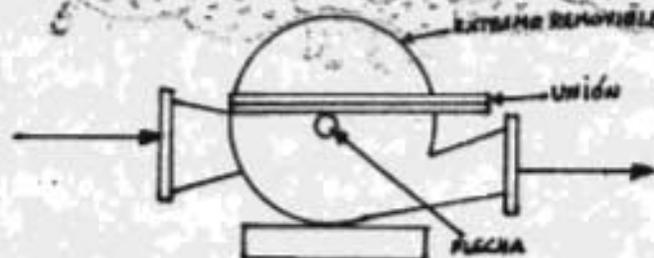


En cuanto a su construcción los tipos más comunes de carcasas son:

Con partición	{	Horizontal o axial
		Vertical o radial

El término "con partición" significa que la carcasa está fabricada de dos o más partes unidas entre sí y que permiten la inspección o reemplazo de las partes internas.

Esta partición puede ser axial o radial con respecto al plano de rotación.



CARCAZA CON PARTICIÓN  
AXIAL



Las bombas con partición radial son las más usadas debido a su mayor economía y flexibilidad - en el arreglo de tubería (es posible localizar la descarga a diferentes ángulos rotando el extremo removible.)

La partición axial presenta la ventaja - de poder ser abierta sin desmontar las tuberías de succión y descarga; son empleadas, generalmente, para grandes gastos y en servicio de contra incendios.

Flecha: La flecha deberá ser fabricada - en materiales adecuados a la corrosión y esfuerzos mecánicos presentes.

En algunas veces preferible el empleo de una camisa, en el material requerido, que la separe del medio corrosivo.

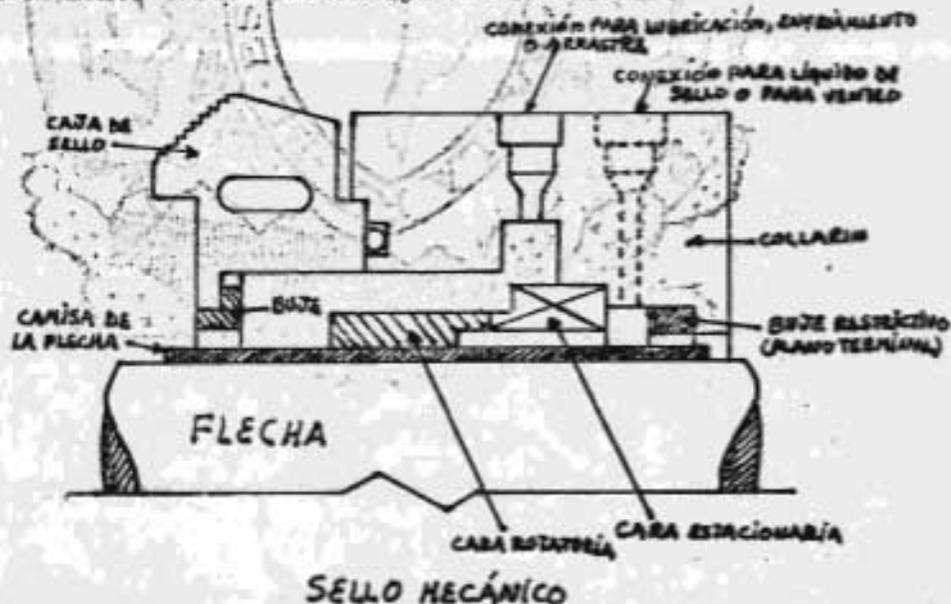
Rodamientos: Aunque su selección deberá ser responsabilidad del fabricante, son preferibles los tipos de bolas con lubricación de grasa o de aceite.

Cuando se tiene una temperatura de operación elevada, se deberá proveer enfriamiento externo de acuerdo con algún arreglo del código API-610.

**Sello mecánico:** Para prevenir fugas, en el punto de entrada de la flecha a la carcasa, es necesario instalar una caja de empaques o un sello mecánico.

Las empaquetaduras suaves o metálicas con finadas en caja, son satisfactorias a bajas presiones y en sistemas no corrosivos. Cuando la presión aumenta (arriba de 50 Psig) o el fluido es corrosivo, empaques especiales o sellos mecánicos deberán ser seleccionados.

Un sello mecánico está compuesto de un elemento rotatorio fijo a la flecha (o a su camisa), y de un elemento estacionario sujeto a la carcasa.



Los sellos mecánicos pueden ser internos o externos dependiendo de si la cara rotatoria es localizada dentro o fuera del collarín. Así mismo, pueden ser sencillos o dobles (sello más severo para líquidos muy corrosivos o venenosos), no balanceados (presión hasta 30 Psig) o balanceados (150 Psig o más), y pueden contar con conexiones para las siguientes funciones auxiliares:

- Enfriamiento
- Lubricación
- Arrastre de vapores
- Arrastre de sólidos
- Fluido de sello
- Venteb
- Drenaje

Lo anterior se puede llevar a cabo con el líquido manejado o con un fluido externo compatible.

Existen, así mismo, una serie de arreglos de tubería y accesorios relacionados, (como intercambiadores de calor), que han sido especificados por el código API-610 bajo la identificación de planes, que deberán ser provistos por los fabricantes, y cuya aplicación dependerá del servicio auxiliar requerido.

Las características de los sellos mecánicos pueden ser identificadas por medio de siglas, (clasificadas en el código API-610), y que denotan lo si---

guiente:

Primera letra "B" o "U": Balanceado o no balanceado.

Segunda letra "S" o "D": Sencillo o doble

Tercera letra: Tipo de plano terminal:

= Cara plana

= Con buje restrictivo

= con equipo de sello auxiliar

Cuarta letra: Material de empaques (ver código).

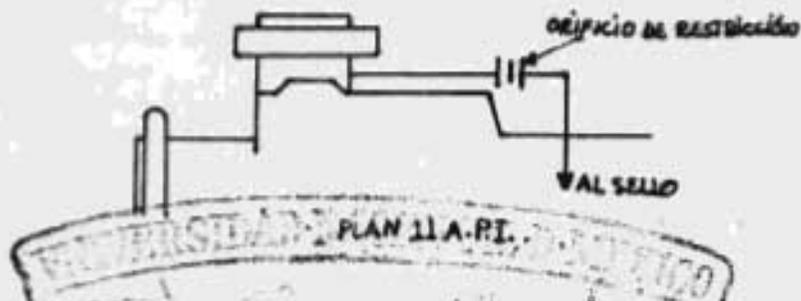
Quinta letra: Material de caras estacionaria o rotatoria (ver código)

Se recomienda el siguiente tipo de sello mecánico en destilados que vaporizan por arriba de la temperatura y presión atmosférica, tales como gasolinas, Kerosina, Diesel, pero que no son extremadamente pesados:

Para temperaturas hasta 200°F: Sencillos, balanceados, con buje restrictivo y provisto de arrastre y lubricación de caras; con el fluido manejado, de acuerdo con el plan 11 del API. Además, se deberán instalar conexiones para venteo y drenaje. (Ver figura)

El enfriamiento es recomendado para temperaturas por arriba de los 200°F.

c-2.1c) Materiales: ya que, de acuerdo con bases de diseño nos deberemos apegar al código API-



610. Comenzamos de éste la recomendación de materiales.

SERVICIO	RANGO DE TEMPERATURA	MATERIALES
Diésel, gasolinas, kerosina, crudo, aceite combustible, aceites ligeros, medios y pesados	Por debajo a los 450°F (Rango de presión: cualquiera).	Clase S-1 (ver hoja de especificaciones más adelante).

(ver código A.P.I. para otros servicios)

c-2.1d) Accionamiento: Deberá ser motor eléctrico del tipo de inducción jaula de ardilla, con corriente eléctrica a 440V/3 fases/60 ciclos, del tipo totalmente cerrado enfriado por abanicos, a prueba de explosión y con aislamiento recomendado por fabricante. (- No son necesarias resistencias calefactoras pues la potencia es menor a 50 HP.; ni tropicalizado).

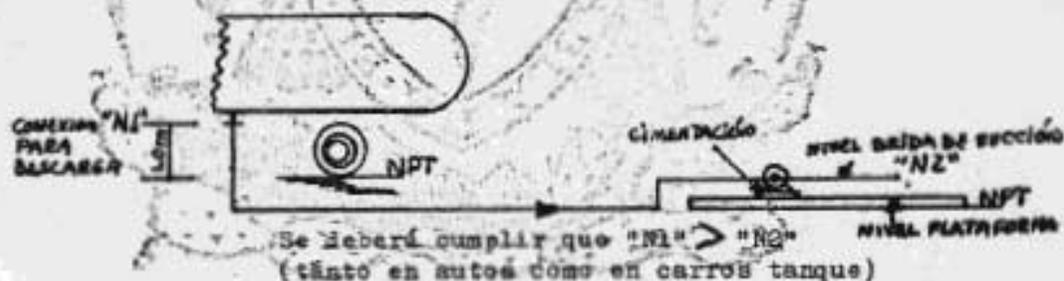
c-2.1e) Especificaciones: ver hoja anexa (ejemplificativa para el servicio de gasolinas).



## D) Descargaderas de carros y autos tanques:

Esta sección del proyecto fue diseñada de acuerdo a los lineamientos descritos en las bases de diseño. Así mismo, los cálculos relacionados con líneas de succión, descarga y potencia de bombas se desarrollaron bajo los mismos criterios establecidos en los incisos B) y C), sección III-2) de este capítulo.

Un punto es importante hacer notar por lo que respecta a la succión de las bombas; y es que, deberá existir una coordinación adecuada entre los departamentos de urbanización (nivel en plataformas para descarga), civil (cimentación de bombas), tubería (arreglo de líneas, y proceso (NPSH), para asegurar que la brida de succión, en bombas, quede a un nivel inferior con respecto a la conexión de salida en carros y autos tanque.



El dimensionamiento de las líneas, así como las características de las bombas se especifican en el plano PR-303.

Los diagramas mecánicos de flujo para el proyecto de referencia fueron como se indica en los PR-301, 302 y 303 anexos.

### III-3) Servicios

Los servicios con los que deberá contar la terminal de almacenamiento son:

- Agua contra incendio
- Agua de servicios generales y sanitarios
- Aire de instrumentos

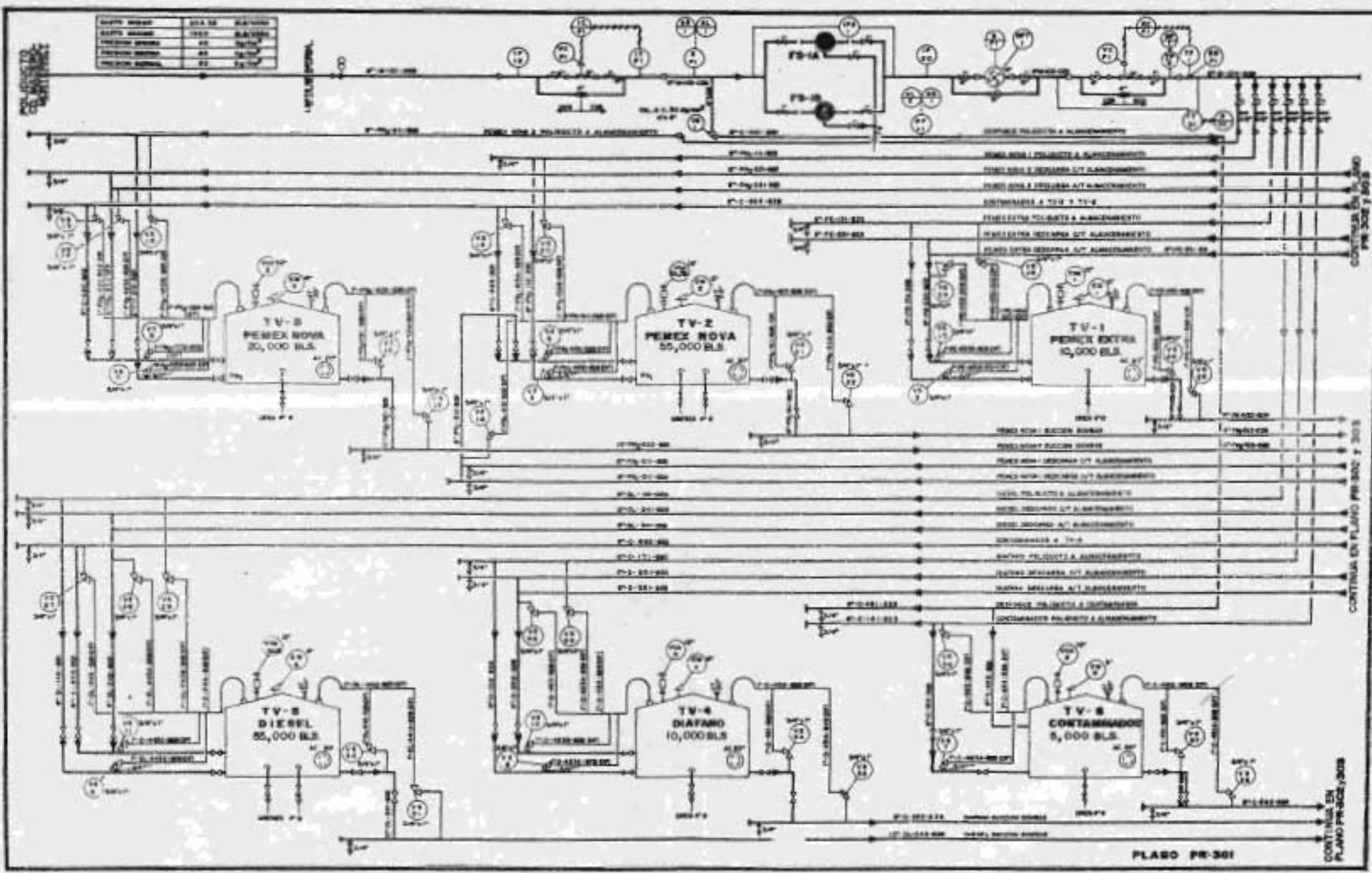
A) Aire de instrumentos: Para proveer de aire seco y limpio a los instrumentos de control, se instalará un compresor recíprocante (baja capacidad) que succiona de la atmósfera y descarga al sistema de distribución. Anterior a los instrumentos se deberá proveer un secador de aire con filtros para limpieza.

La capacidad del sistema se obtiene sumando los requerimientos de aire en los instrumentos con alimentación externa, (transmisores, controladores, posicionadores en válvulas, registradores con carta de movimiento neumático, etc.) y que se obtienen de catálogo de fabricante, más un porcentaje por pérdidas y purga del secador.

En nuestro caso, la capacidad requerida -- fue de 10 pies<sup>3</sup> stD/min.

Las especificaciones para el compresor fueron como sigue:

**Servicio: Aire de instrumentos.**



ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	VALVULA	1	UNIDAD
2	VALVULA	1	UNIDAD
3	VALVULA	1	UNIDAD
4	VALVULA	1	UNIDAD
5	VALVULA	1	UNIDAD
6	VALVULA	1	UNIDAD
7	VALVULA	1	UNIDAD
8	VALVULA	1	UNIDAD
9	VALVULA	1	UNIDAD
10	VALVULA	1	UNIDAD
11	VALVULA	1	UNIDAD
12	VALVULA	1	UNIDAD
13	VALVULA	1	UNIDAD
14	VALVULA	1	UNIDAD
15	VALVULA	1	UNIDAD
16	VALVULA	1	UNIDAD
17	VALVULA	1	UNIDAD
18	VALVULA	1	UNIDAD
19	VALVULA	1	UNIDAD
20	VALVULA	1	UNIDAD
21	VALVULA	1	UNIDAD
22	VALVULA	1	UNIDAD
23	VALVULA	1	UNIDAD
24	VALVULA	1	UNIDAD
25	VALVULA	1	UNIDAD
26	VALVULA	1	UNIDAD
27	VALVULA	1	UNIDAD
28	VALVULA	1	UNIDAD
29	VALVULA	1	UNIDAD
30	VALVULA	1	UNIDAD
31	VALVULA	1	UNIDAD
32	VALVULA	1	UNIDAD
33	VALVULA	1	UNIDAD
34	VALVULA	1	UNIDAD
35	VALVULA	1	UNIDAD
36	VALVULA	1	UNIDAD
37	VALVULA	1	UNIDAD
38	VALVULA	1	UNIDAD
39	VALVULA	1	UNIDAD
40	VALVULA	1	UNIDAD
41	VALVULA	1	UNIDAD
42	VALVULA	1	UNIDAD
43	VALVULA	1	UNIDAD
44	VALVULA	1	UNIDAD
45	VALVULA	1	UNIDAD
46	VALVULA	1	UNIDAD
47	VALVULA	1	UNIDAD
48	VALVULA	1	UNIDAD
49	VALVULA	1	UNIDAD
50	VALVULA	1	UNIDAD
51	VALVULA	1	UNIDAD
52	VALVULA	1	UNIDAD
53	VALVULA	1	UNIDAD
54	VALVULA	1	UNIDAD
55	VALVULA	1	UNIDAD
56	VALVULA	1	UNIDAD
57	VALVULA	1	UNIDAD
58	VALVULA	1	UNIDAD
59	VALVULA	1	UNIDAD
60	VALVULA	1	UNIDAD
61	VALVULA	1	UNIDAD
62	VALVULA	1	UNIDAD
63	VALVULA	1	UNIDAD
64	VALVULA	1	UNIDAD
65	VALVULA	1	UNIDAD
66	VALVULA	1	UNIDAD
67	VALVULA	1	UNIDAD
68	VALVULA	1	UNIDAD
69	VALVULA	1	UNIDAD
70	VALVULA	1	UNIDAD
71	VALVULA	1	UNIDAD
72	VALVULA	1	UNIDAD
73	VALVULA	1	UNIDAD
74	VALVULA	1	UNIDAD
75	VALVULA	1	UNIDAD
76	VALVULA	1	UNIDAD
77	VALVULA	1	UNIDAD
78	VALVULA	1	UNIDAD
79	VALVULA	1	UNIDAD
80	VALVULA	1	UNIDAD
81	VALVULA	1	UNIDAD
82	VALVULA	1	UNIDAD
83	VALVULA	1	UNIDAD
84	VALVULA	1	UNIDAD
85	VALVULA	1	UNIDAD
86	VALVULA	1	UNIDAD
87	VALVULA	1	UNIDAD
88	VALVULA	1	UNIDAD
89	VALVULA	1	UNIDAD
90	VALVULA	1	UNIDAD
91	VALVULA	1	UNIDAD
92	VALVULA	1	UNIDAD
93	VALVULA	1	UNIDAD
94	VALVULA	1	UNIDAD
95	VALVULA	1	UNIDAD
96	VALVULA	1	UNIDAD
97	VALVULA	1	UNIDAD
98	VALVULA	1	UNIDAD
99	VALVULA	1	UNIDAD
100	VALVULA	1	UNIDAD

PLANO PR-301

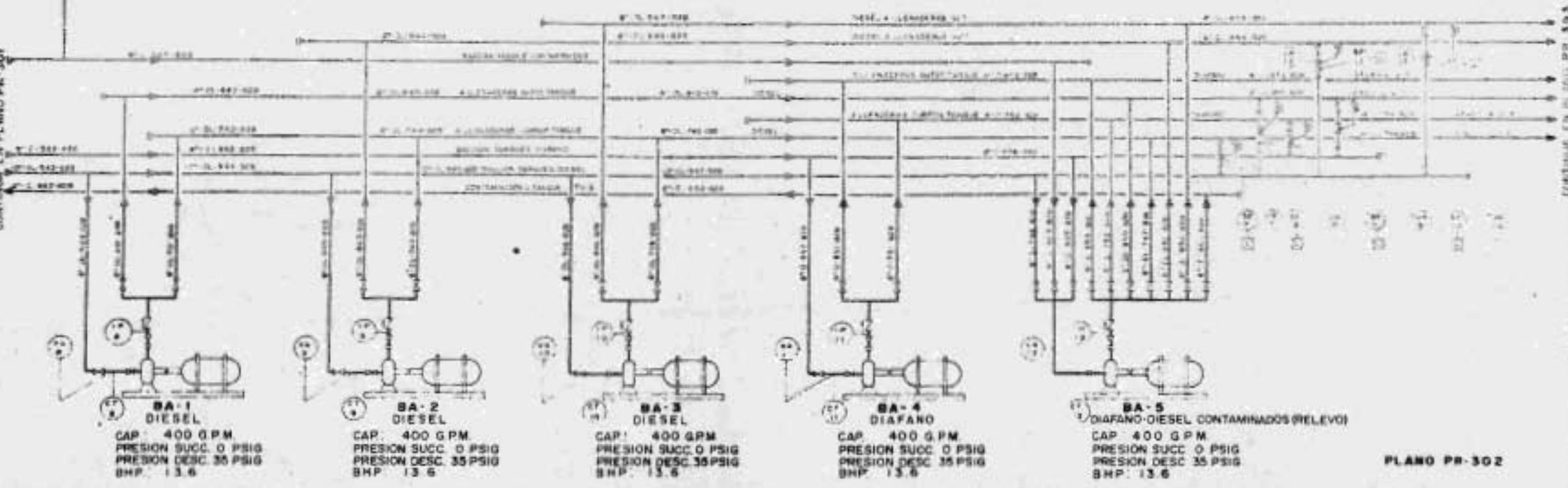
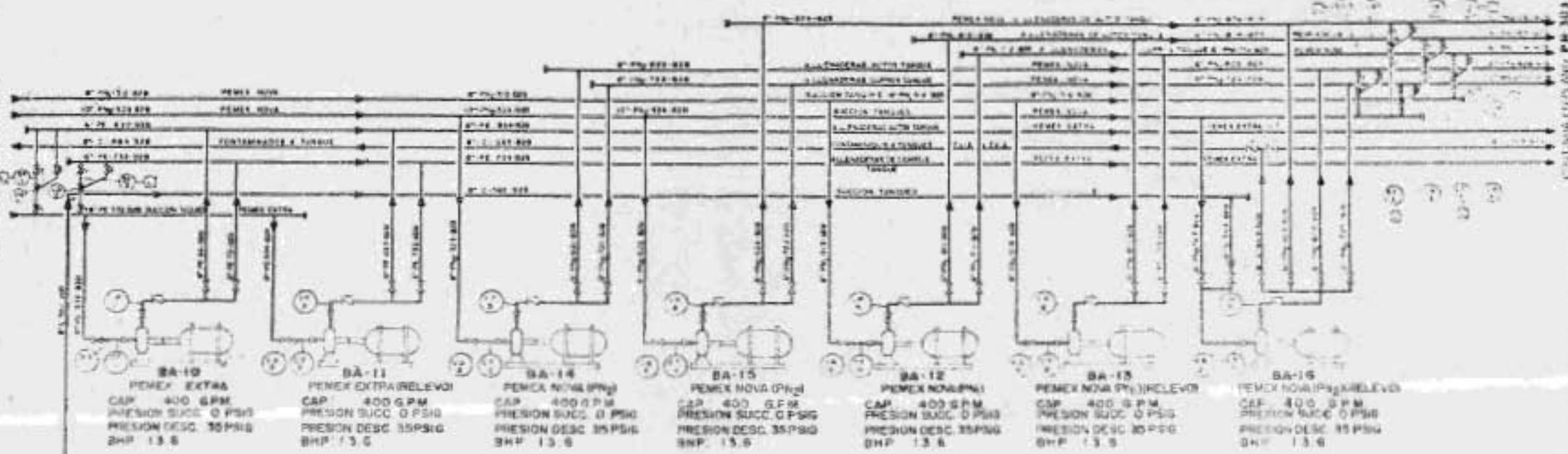
CONTINUO EN PLANO PR-300  
PR-301 Y 302

CONTINUO EN PLANO PR-302: P-303

CONTINUO EN PLANO PR-302: 303

CONTINUA EN PLANO PR-301

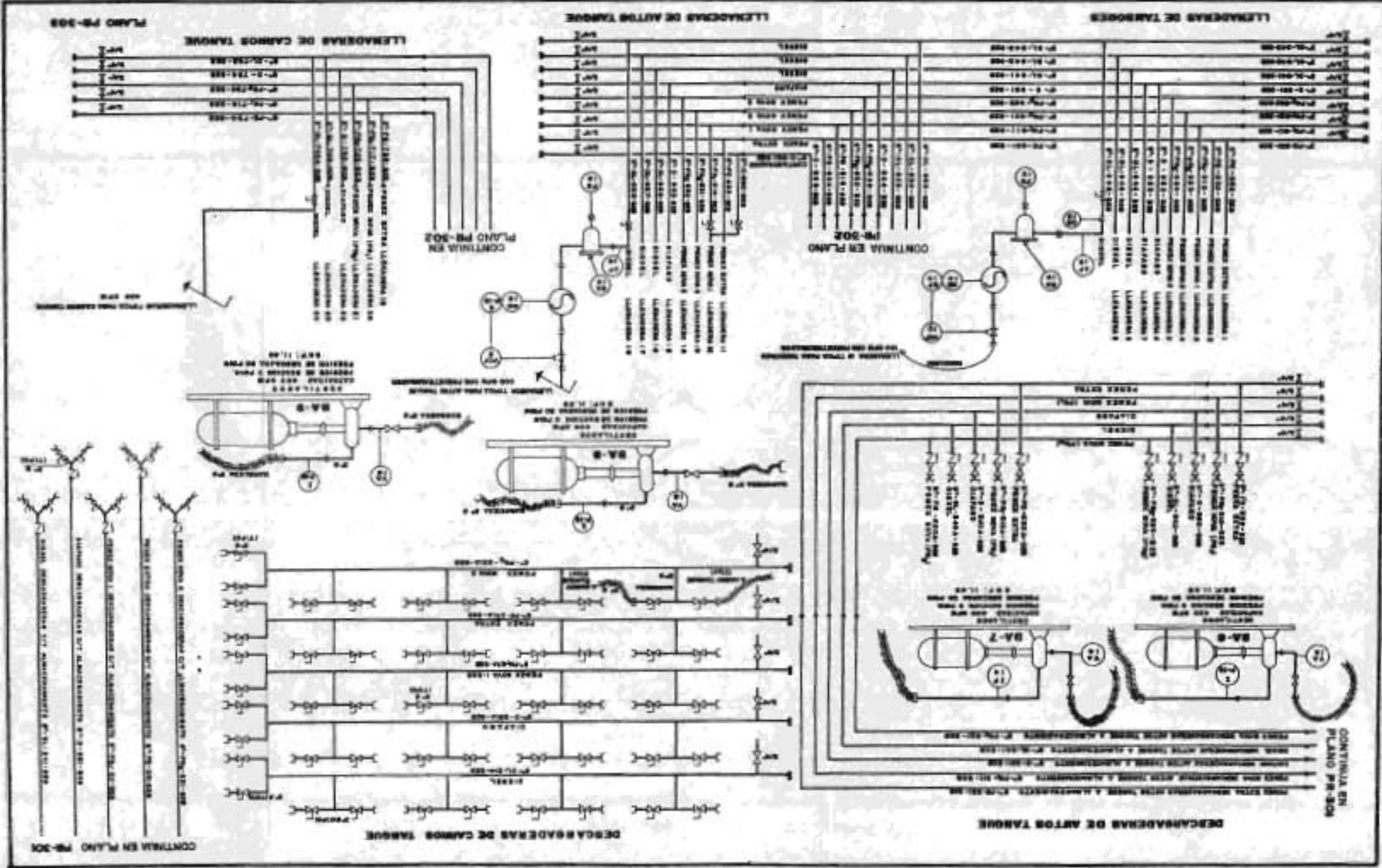
CONTINUA EN PLANO PR-301



PLANO PR-302

CONTINUA EN PLANO PR-303

CONTINUA EN PLANO PR-303



LLENADORAS DE TANQUES

LLENADORAS DE APTOS TANQUE

LLENADORAS DE CAMPOS TANQUE

PLANO PB-302

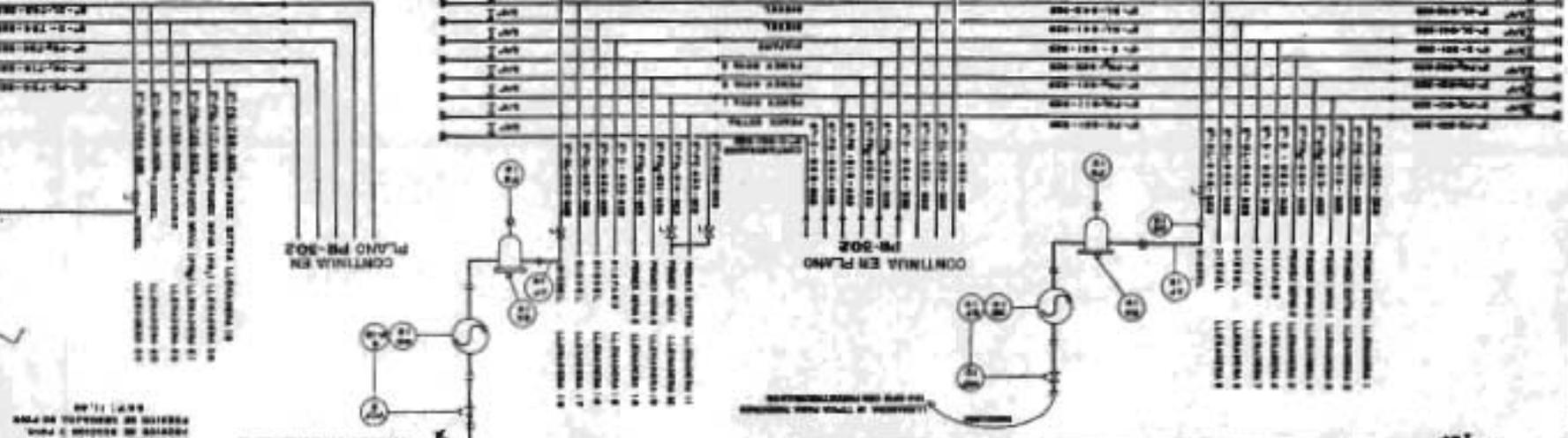
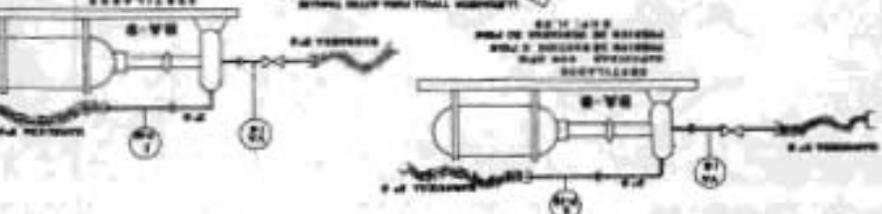
DESCARGADORAS DE APTOS TANQUE

DESCARGADORAS DE CAMPOS TANQUE

PLANO PB-301

CONTINUA EN PLANO PB-301

ESTE TANQUE ENCONTRADO CON TUBOS A LAZOS...  
 TUBOS ENCONTRADOS CON TUBOS A LAZOS...  
 TUBOS ENCONTRADOS CON TUBOS A LAZOS...  
 TUBOS ENCONTRADOS CON TUBOS A LAZOS...



CONTINUA EN PLANO PB-302

CONTINUA EN PLANO PB-302

CONTINUA EN PLANO PB-303

Clave: BC-1

Tipo: Reciprocante, no lubricada, y enfriada por aire.

No. de etapas: Por fabricante.

Condiciones de operación:

Capacidad: 10 pies<sup>3</sup> std/min

Temperatura de succión: 70°F

Presión de succión: 12.7 Psia

Presión de descarga: 82.7 Psia

Temperatura máxima de distribución: 100°F

(se deberán proveer los medios necesarios para obtener esta temperatura).

$K = 1.40$  (aire)

Accesorios: Filtro a la succión

Control automático de paro y arranque

Tanque horizontal de 60 Gal. con válvula de seguridad.

Manómetro a la descarga.

Indicador de temperatura a la descarga.

Accionamiento: Motor eléctrico

H.P.: Por fabricante

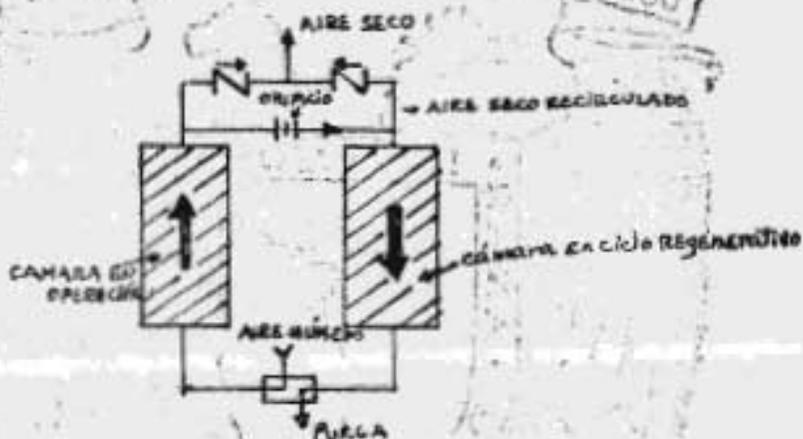
Corriente: 440/3/60

Tipo: TEFC

El sacador de aire será del tipo por adsorción con disecante regenerado en frío.

Estos secadores utilizan la tendencia natural de los disecantes a llegar a un equilibrio con el

medio circundante. Durante el ciclo de secado, el desecante adsorbe la humedad contenida en la corriente de aire. Durante el ciclo de regeneración se hace circular una parte de aire seco a través del lecho a presión atmosférica, creando un ambiente dentro del cual, el desecante cede la humedad adsorbida previamente hasta alcanzar el equilibrio.



Para mantener una operación continua, se deberán tener dos cámaras de desecante, una operando y la otra en ciclo regenerativo.

El desecante es generalmente alumina o sílice gel.

El secador fue solicitado con las siguientes características:

Clave: SA-I

Servicio: Secador de aire para instrumentos.

Tipo: De adsorción con disecante regenerado en frío.

Capacidad: 10 pies Std./min.

Número de cámaras: Dos (una en operación y otra en regeneración).

Ciclo: 10 min. con transferencia automática.

Corriente: 127V/60Hz/1 fase (para el mecanismo de transferencia).

Presión de operación: 70 Psig

Temperatura de operación: 100°F

Aire a la entrada: 100% saturado

Punto de rocío a la salida: -40°F

Presión de diseño: 150 Psig

Accesorios:

Válvula de seguridad

Un manómetro por cámara

Indicador de flujo de purga

Indicador local de humedad

Pre filtro con trampa automática

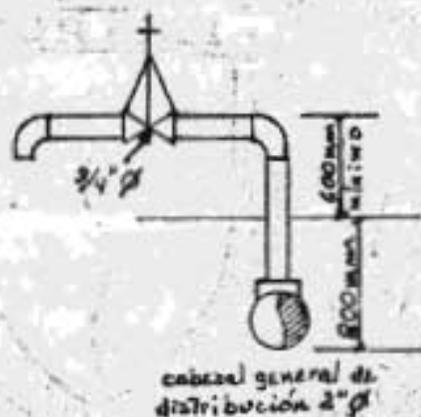
Post filtro

El cabezal general de distribución se especificó de 1"Ø (se pueden conectar hasta 16 instrumentos a una longitud de 50m según la norma No. 2.618.03 - "Instalación de instrumentos de control" de Petróleos Mexicanos).

B) Agua de servicios y contra incendio:-

El agua para servicios generales y contra incendio se obtendrá de un pozo profundo ( perforado en el lugar más adecuado), y se almacenará en un tanque elevado (20 metros a boquilla de descarga).

La red para servicios y uso sanitario se especificará de 2"Ø; lo anterior, de experiencia en terminales ya funcionando. Las tomas serán de 3/4"Ø y la entrada a instalaciones con baño de 1 1/2"Ø; la tubería de distribución deberá ser enterrada y para 125 # PP en acero al carbón.



Toma típica de 3/4"Ø

La derivación para la red de agua de servicios se localizará después del tanque elevado y antes de las bombas de contra incendio (flujo por cabeza en el tanque). Para distribución general y localización de tomas ver plano PR-304.

La bomba de pozo profundo deberá contar

con una presión a la descarga de 50 Psig para vencer la altura del tanque y las pérdidas por fricción. Los BHP se deberán calcular cuando se conozca el aforo para el pozo y la capacidad de la bomba. Así mismo, la bomba deberá ser accionada por un switch de nivel colocado en el tanque elevado, y para cierre en aproximadamente la mitad de su capacidad.

El sistema contra-incendio será de tipo mixto, esto es, se podrán manejar los monitores con agua o con mezcla de agua-espuma; la protección de tanques será con inyección superficial de espuma por medio de cámaras y deberán existir hidrantes para operación con mangueras.

De acuerdo con el inciso a) capítulo 2 de la norma A-II-1 de Petroleos Mexicanos; se usará preferentemente equipo de espuma mecánica, proteica, de baja expansión para mezcla al 3%.

Una espuma de baja expansión es aquella que produce de 2 a 15 volúmenes de espuma por un volumen de solución agua-espuma. Estas son las más adecuadas para combatir incendios con hidrocarburos (clase B).

La espuma mecánica es producida por la mezcla de un líquido concentrado (a base de fluoroproteínas) más agua y aire.

Una espuma puede extinguir un fuego, de líquidos combustibles o inflamables, de las siguientes formas:

10. Elimina el aire de los vapores inflamables.

20. Reduce el escape de vapores desde la superficie del combustible.

30. Separa la flama de la superficie del líquido.

40. Mantiene una capa estable sobre la superficie inflamable durante largo tiempo.



Las principales características para una espuma mecánica deben ser: Deberá fluir libremente para cubrir una superficie rápidamente; tener la suficiente cohesión para producir una cubierta resistente al paso de vapores; ser resistente al calor y a la ruptura por acción del líquido inflamable, sus vapores y los productos de la combustión. Así mismo, deberá retener suficiente agua y ser ligera para flotar sobre líquidos de baja gravedad específica.

Las espumas proteicas de baja expansión, se pueden obtener para mezclas al 3 o al 6%. Estos porcentajes indican el número de partes de líquido formador de espuma que deberán ser mezcladas con agua para producir 100 partes de solución.

El sistema que emplearemos para proporcionar líquido concentrado con agua será el de presión balanceada.

Este sistema puede proporcionar, automáticamente, líquido formador en una corriente de agua sobre un amplio rango de flujos y presiones sin ajuste manual. El principio de operación está basado en el uso de dos orificios, uno para agua y el otro para líquido formador; y con ambos descargando en un área de presión reducida.

El agua es inyectada por las bombas de contra incendio a la presión requerida y el líquido formador lo es, a su vez, por otra fuente de presión.

El área de los orificios deberá ser diseñada para proporcionar en el porcentaje requerido. Por ejemplo, para 3%, el orificio de líquido es aproximadamente el 3% del área para el orificio de agua.

Con este sistema, se requiere proveer una presión de entrada idéntica en cada orificio.

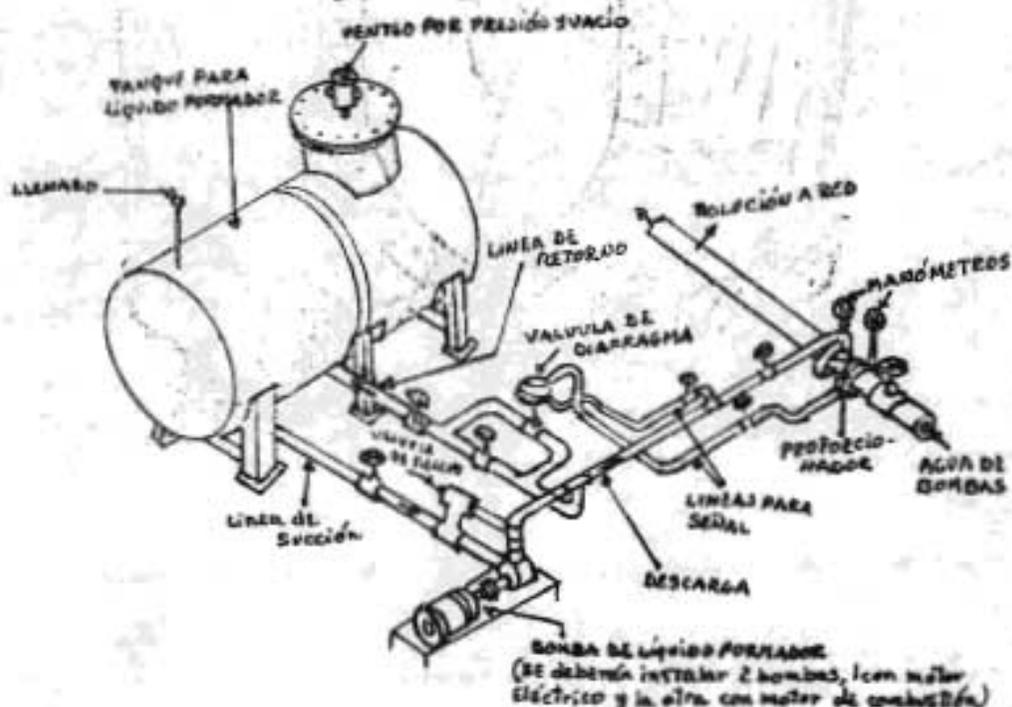


**PROPORCIONADOR PARA  
ESPUMA**

Para obtener la misma presión a la entrada de ambos orificios, se deberá instalar una válvula reguladora tipo diafragma sobre la línea para líquido formador.

La válvula deberá recibir señal, a ambos lados del diafragma, desde un punto corriente arriba a los orificios.

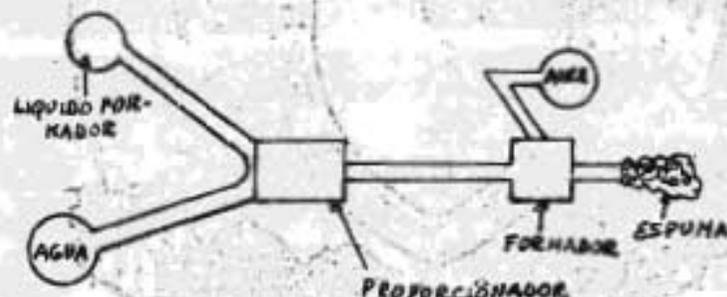
El sistema proporcionador que se instalará en la caseta de contra incendio, fue diseñado de acuerdo con el siguiente diagrama.



Para el sistema instalado en Saltillo, se especificaron dos bombas de líquido formador, una de motor eléctrico y la otra con motor de combustión.

Es práctica común el requisitar por paquete todo el sistema para espuma, (tanque, bombas de líquido formador, válvula de control, proporcionador y accesorios), debiéndose indicar al fabricante, las características de las bombas para agua contra incendio.

Equipo generador de espuma: Una vez que se cuenta con la mezcla, misma que puede ser transportada a grandes distancias por medio de tuberías, falta inyectar aire para que se forme la espuma. Lo anterior se realiza mediante un equipo formador.



Prácticamente, todas las espumas de baja expansión son generadas succionando aire atmosférico a medida que la solución fluye a través de un venturi.

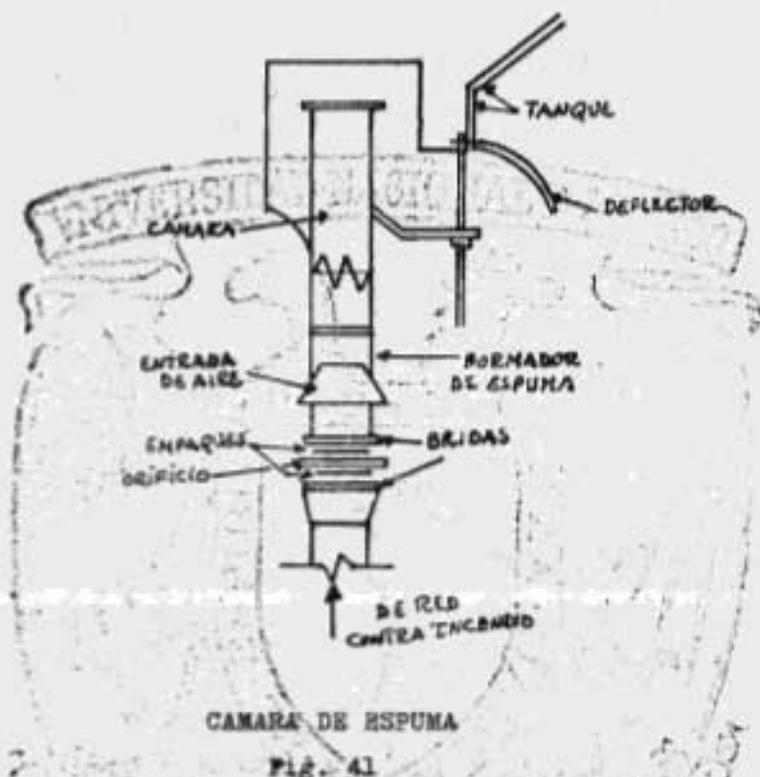
Los formadores de espuma a baja contrapresión, descargan a presión esencialmente atmosférica. — Dentro de este tipo se encuentran: Boquillas de espuma para montaje en hidrantes o en rociadores (sprinklers); cámaras de espuma para protección de tanques; boquillas desmontables acoplables a mangueras o a paredes en diques, etc.

Cámaras de espuma para inyección superficial: Este método de protección a tanques consiste en — instalar una o más cámaras del tipo deflector, en la pared del recipiente, inmediatamente abajo de la junta con el techo.

En operación, la mezcla líquido formador-agua es inyectada, a presión, continuamente a la cámara.

La aereación ocurre en el formador de espuma que se localiza corriente arriba de la cámara. La espuma pasa al tanque y se expande sobre la superficie del líquido inflamado. (ver figura 41).

Para determinar la capacidad de las cámaras de espuma nos referiremos al inciso b) capítulo 2 de la norma A II-1 de Pemax y que a la letra dice: Las cámaras de espuma colocadas en los tanques verticales de techo fijo, deberán permitir la aplicación de un galón por minuto (3.785 litros) de mezcla por cada metro cuadrado de superficie protegida.



De acuerdo con lo anterior se llegó a lo siguiente:

CLAVE	CAPACIDAD	DIAMETRO	AREA	G.P.M. Requeridos
tv-1	10,000 Bls	42" - 6"	1,418.63 ft <sup>2</sup>	142
tv-2	55,000 Bls	100"	7,854 ft <sup>2</sup>	785
tv-3	20,000 Bls	60"	2,827 ft <sup>2</sup>	283
tv-4	10,000 Bls	42" - 6"	1,418.63 ft <sup>2</sup>	142

tv-5	55,000 Bls.	100°	7,854 ft <sup>2</sup>	785
tv-6	5,000 Bls.	30°	707 ft <sup>2</sup>	71

El número de cámaras por tanque y su modelo, indicadas en el plano PR-304, fueron obtenidas de un catálogo de fabricante para cumplir los gastos requeridos. En el caso de tenerse dos cámaras de espuma para un solo tanque, estas se deberán localizar 180° aparte.

Monitores o torrecillas: La especificación de estos equipos, y de acuerdo con la norma A-II-1 de Pemex, deberá ser de la siguiente forma:

Torrecilla para una capacidad de 400 a 800 G.P.M.; rotación horizontal de 360° y giro de 120° en el plano vertical, equipadas con manivela para fijar el ángulo al máximo o en posiciones intermedias; brida a la entrada de 4"Ø cara plana; conexión de salida 2 1/2"Ø y equipada con boquillas intercambiables de las siguientes características:

Boquillas para uso mixto agua-espuma (deberán incluir formador), de 2 1/2"Ø, con una capacidad de 400 G.P.M. @ 100 psi y para un alcance del chorro de espuma mínimo de 40 metros.

Boquillas para agua, flujo constante, -- combinación chorro-cortina de niebla, de 2 1/2"Ø y con una capacidad de 800 G.P.M. @ 100 psi.

Las torrecillas se deberán montar sobre

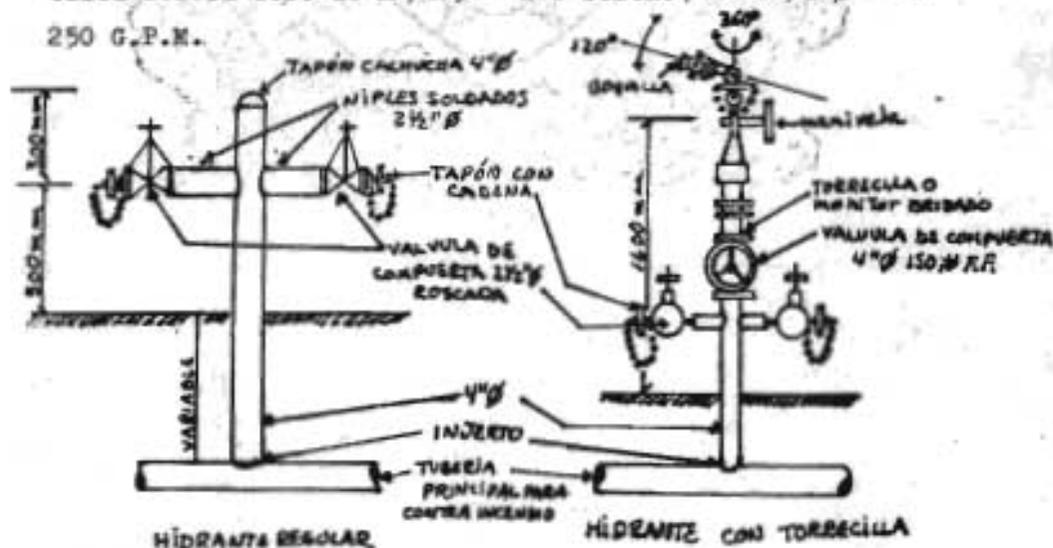
hidrantes de salida bridada.

Hidrantes: De acuerdo con el inciso c) - capítulo 1 de la norma A-II-1 tenemos:

Los hidrantes se deberán fabricar soldando un tubo vertical de 4", en el caso de salida de 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" a la tubería de contra incendio. Se deberá terminar a una altura aproximada de 80 cm. y opuestos uno al otro, aproximadamente a 50 cm. de altura, se soldarán dos medios niples de 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" $\phi$  ó 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" $\phi$  y a los cuales se enroscarán válvulas del mismo diámetro según corresponda.

En aquellos lugares donde se tenga protección contra incendio a los tanques, a base de espuma, los hidrantes deberán tener salidas de 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" $\phi$ .

De acuerdo con el inciso D.01.a.1 de la norma No. 2.607.21 (sistemas para agua de servicio contra incendio) de Pemex, la capacidad para tomas en monitores deberá ser: de 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" $\phi$  - 100 G.P.M.; de 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" $\phi$  - 250 G.P.M.



FECHA \_\_\_\_\_  
OBRA N° V-225-66-03  
LOCALIZACIÓN Saltillo,  
Coah.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA SA  
HOJA DE CALCULO

HECHO POR C.R.P.  
REVISADO POR \_\_\_\_\_

Página 208

### Calculo del Sistema Contra Incendio

Para la selección de la capacidad de las bombas contra incendio se tomara el siguiente criterio:

En la Terminal se consideran dos puntos críticos para el suministro de agua desde el punto de vista de consumo de agua.

1º. Almacenamiento de agua. Tanque  
2º. Tanque de 55,000 Bts. en zona de almacenamiento

Para el primer caso será necesario emplear dos torrecillas por lo que:

2 Torrecillas manejando espuma = 800 G.P.M.

2 Torrecillas manejando agua = 1600 G.P.M.

Para el segundo caso tomamos que el siniestro es un tanque de 55,000 Bts. se deberá atacar por medio de sus cámaras de espuma y de una boquilla de 2 1/2" Ø de sus hidrantes, por lo que:

Cámaras de espuma = 320  
2 Tanques de 2 1/2" Ø = 500  
1285 G.P.M.

Capacidad necesaria = 1600 G.P.M.

De acuerdo con el inciso D.02.5 de la norma 2.607.21, la capacidad debe ser tal que permita atender los gastos requeridos al incendio de riesgo mayor, más 20% de excedente para absorber posibles fugas y/o conversiones a adicionales. Por lo que:

1600 + 320 = 1920 G.P.M.

De la misma forma es inminente que la capacidad nominal de las bombas que se instalen puede ser de: 250, 500, 750, 1000, 1500,

OPERACIONES:

FECHA \_\_\_\_\_  
OBRERA N° K-325-K1.03  
LOCALIZACION San Mateo,  
Coah.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA SA

HOJA DE CALCULO

HECHO POR: C.R.P.

REVISADO POR: \_\_\_\_\_

Página 209

2000 y 2,500 G.P.M. De acuerdo con esto las bombas se especi-  
ficarán con una capacidad de diseño de 2000 G.P.M.

De la norma A-II-I sabemos que las bombas de las plantas de agua contra incendio deberán ser por lo menos de la siguiente po-  
tencia:

Para G.P.M. = 2,000 (capacidad de diseño)  
H.P. = 150 (mínima)

Dimensionamiento de la red:

De la norma N° 2,603, 21 obtendremos lo siguiente:

Tamaño E.D.I.

La tubería de descarga para bombas contra incendio deberá ser, mínima, de las siguientes diámetros:

G.P.M.	250	500	750	1000	1500	2000	2500
Pulg.	4	6	8	8	10	10	12

Tamaño D.I.D.

La presión disponible en el extremo más alejado deberá ser de:  
7 kg/cm<sup>2</sup> (100 lb/pulg<sup>2</sup>).

Tamaño D.I.O.

Para calcular las pérdidas por fricción en el sistema se emplearán  
las fórmulas de Hazen y Williams.

$$\Delta P_{fr} = \frac{10.42 Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

Donde:

Q = G.P.M.

C = Coeficiente de Hazen y Williams para la tubería (en tubería  
de acero nuevo 120)

d = diámetro interno de la tubería.

OPERACIONES:

FECHA  
OBRA N° V-325-61-03  
LOCALIZACION Santiago  
Chil.

BUFETE DE INGENIERIA  
CIVIL Y QUIMICA S.A.

HECHO POR: C.R.P.

REVISADO POR: \_\_\_\_\_

HOJA DE CALCULO

Página 210

Por lo que para 10" d. cd 20 Tendremos:

$$\Delta P = \frac{4524 \times 2000^{1.85}}{220^{4.75} \times 10.25^{4.87}} = 9.86 \frac{\text{Psi}}{1000'}$$

Longitud total a las manómetros y que se localizarán en el duto para llenado y descarga de carros tanque = 1,500 ft.

$$\Delta P_{\text{man}} = 9.86 \times 1.5 = 15 \text{ Psi}$$

Presión de descarga para bombas y 100 Psi en manómetros  
15 Psi  $\Delta P$   
115 Psi

$$\Delta P \text{ de diseño} = 125 \text{ Psi}$$

Capacidad de almacenamiento:

De acuerdo con el inciso c) artículo I de la norma A-II-1 TE-  
nemos:

La capacidad de almacenamiento disponible para agua contra-  
incendio, deberá ser suficiente para que las bombas operen a capacidad  
nominal durante 30 min.

Debido a lo anterior las bases de diseño deberán ser modificadas  
y especificarse un tanque de por lo menos 200,000 lts.

La capacidad para la bomba de pozo profundo será fijada  
en 200 G.P.M. (por similitud con otras instalaciones similares).

Con la anterior capacidad, medio tanque se podrá llenar en  
2,20 horas.

OPERACIONES:

Bombas de contra incendio: Lo establecido para las bombas de proceso se aplica, en su generalidad, para las bombas en servicio de contra incendio. Sin embargo, existen una serie de factores, dictados por norma, que se deberán tomar en cuenta para estas últimas:

De la norma A-II-1, en su capítulo primero, podemos establecer:

Inciso 3) La curva característica de la bomba será tal, que con un gasto de 150% la presión de descarga no sea menor del 65% de la presión normal.

Inciso 4) Las bombas deberán ser del tipo centrífugo y cuando sean horizontales serán de caja bipartida; partición horizontal.

Inciso 12) Las bombas deben tener una curva característica, de manera que a gasto nulo la presión desarrollada, en bombas de tipo horizontal, no exceda de 120% de su capacidad nominal (altura piezométrica plana).

Inciso 14) Los motores de combustión interna, deberán tener un sistema doble de baterías eléctricas para arranque. Además, estarán provistos de gobernador de velocidad, generador y regulador de voltaje y de los aditamentos usuales que indiquen la presión de aceite y otras condiciones de operación características al tipo de motor usado.

Inciso 15) Los tanques de combustible, tendrán una capacidad adecuada para la operación durante dos horas.

Y de la norma No. 2.607.21:

Inciso D.01.d); En las redes de agua contra incendio que requieran ser presionadas por bombas estacionarias se instalarán por lo menos dos bombas, -- una accionada por motor eléctrico y la otra por cualquier otro medio, tales como motores de combustión interna, turbinas de vapor, turbinas de gas, etc.

Inciso C.01.d); Los motores eléctricos serán trifásicos, de corriente alterna, de inducción tipo jaula de ardilla.

Por otro lado, ya que la potencia del motor eléctrico, en nuestro caso, es superior a los 50 HP, deberá estar provisto de resistencias calefactoras además de ser del tipo T.E.F.C.

Los materiales de las bombas deberán estar de acuerdo con la columna I-2 del API-610 (interiores de bronce).

Arreglo de bombas: El diagrama mecánico de flujo para el sistema de bombeo quedó como sigue: (- Figura 42).

Red para agua contra incendio: La red para agua contra incendio, a lo largo de la planta, se diseñó basándonos en los siguientes aspectos y normas:

Norma A-II-1 capítulo 1:

Inciso d) Dentro de las áreas de insta-

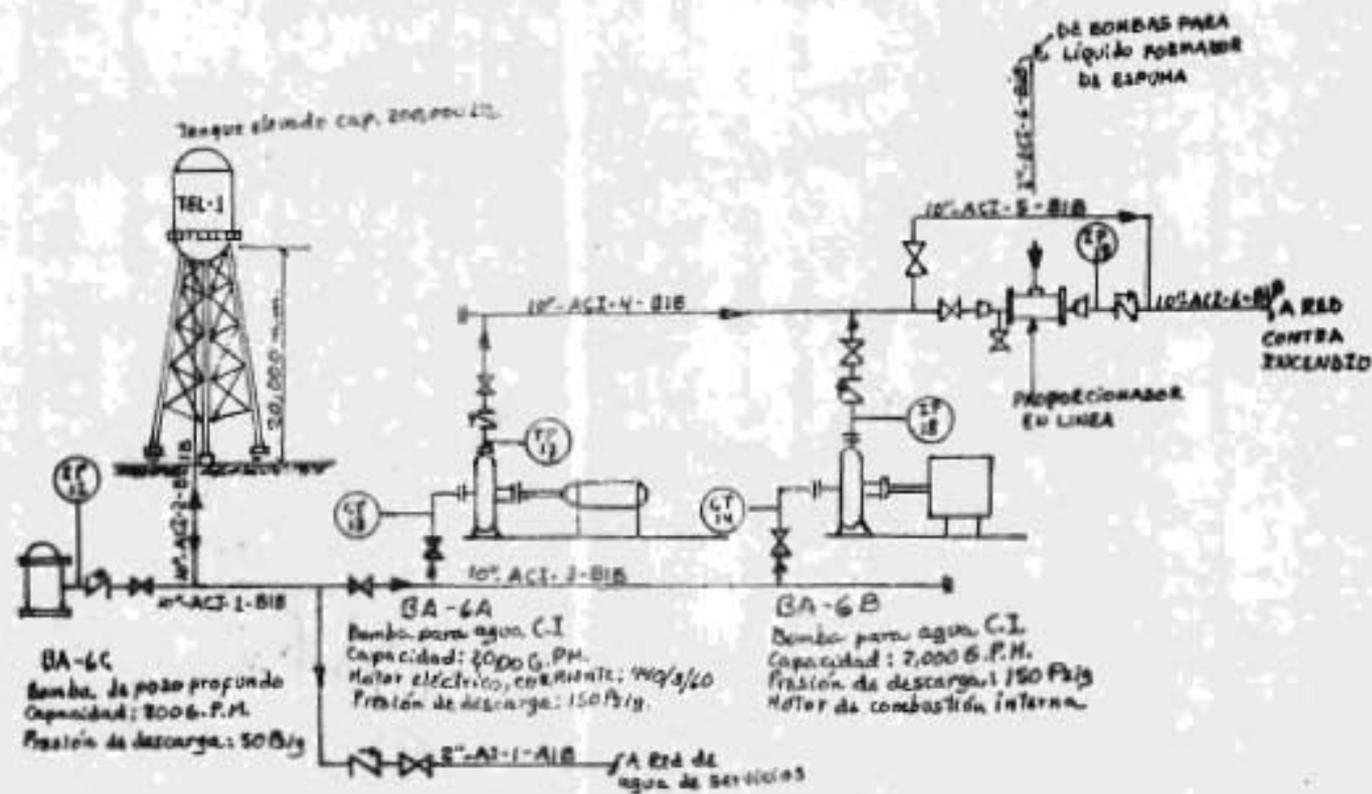


Fig 42

laciones y en lugares de tránsito, la red de contra incendio deberá enterrarse en todos los casos a una profundidad no menor de 75 cm.

La red de contra incendio siempre deberá procurarse que forme anillos y que esté valvulada de tal manera que se pueda segregarse cualquier succión de ella. Las válvulas se instalarán en registros con tapa de color rojo, y deberán ser del tipo de vástago ascendente.

Inciso f) Se deberán instalar monitores en las áreas de las instalaciones donde los riegos lo ameriten. En el caso que se desee, estos monitores se colocarán sobre plataformas elevadas.

Inciso d) Los hidrantes deberán estar situados, aproximadamente, a 30 metros uno de otro en donde existan instalaciones, y en las áreas de tanques o almacenamiento de tambores a la intemperie estarán colocados estratégicamente.

En nuestro caso las áreas de mayor peligro son:

Llenaderas y descargaderas de camiones y autos tanque.

Casa de bombas  
Llenado de tambores  
Laboratorio  
Recibo y medición

## Norma 2.607.21

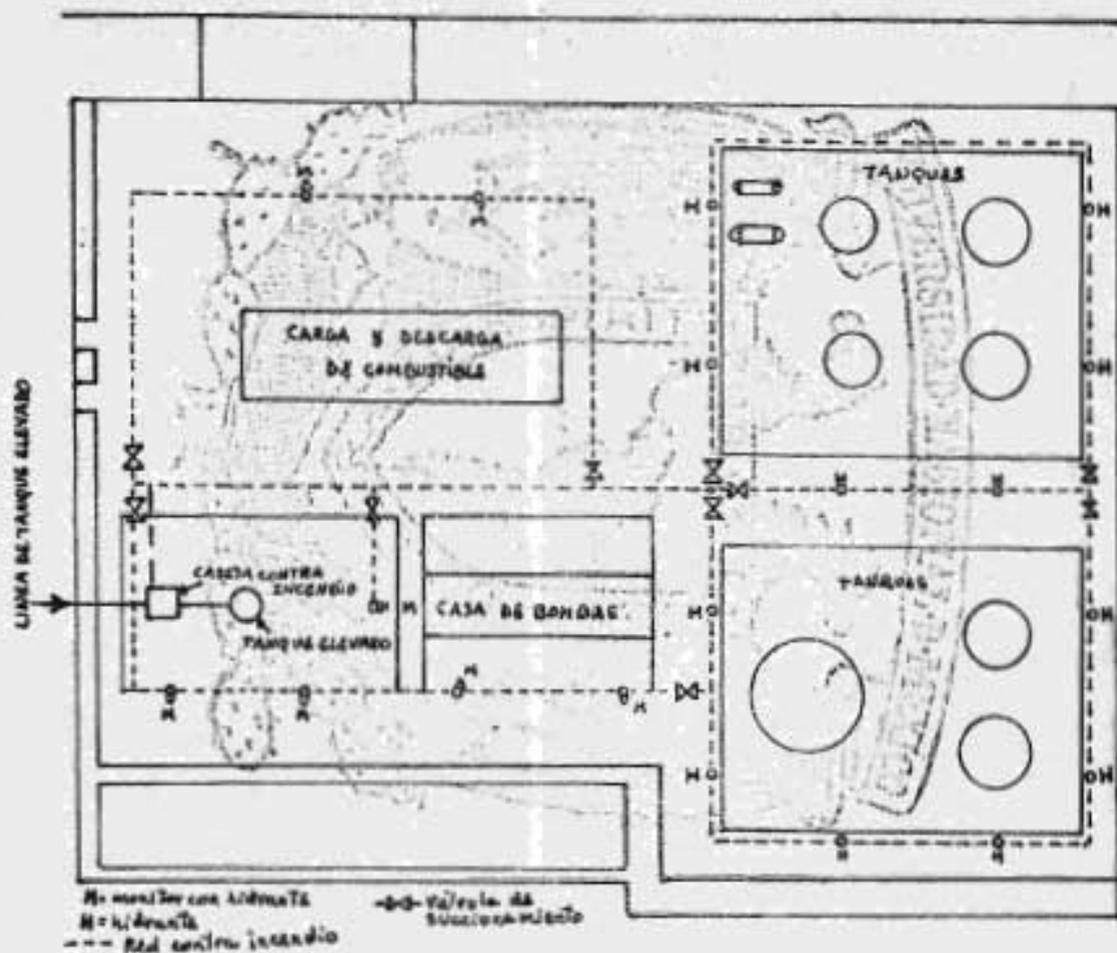
Inciso D.01.e: En las instalaciones de proceso la tubería estará distribuida de tal forma que genere anillos. Se podrán instalar un máximo de 12 hidrantes por cada anillo.

Inciso D.02.e: En áreas de almacenamiento de productos inflamables o donde se requieran, los hidrantes se colocarán a una distancia de 30 a 50 metros. Los monitóres se colocarán de acuerdo con el alcance que tengan de chorro y niebla, disposición, forma y riesgo inherente del equipo por proteger.

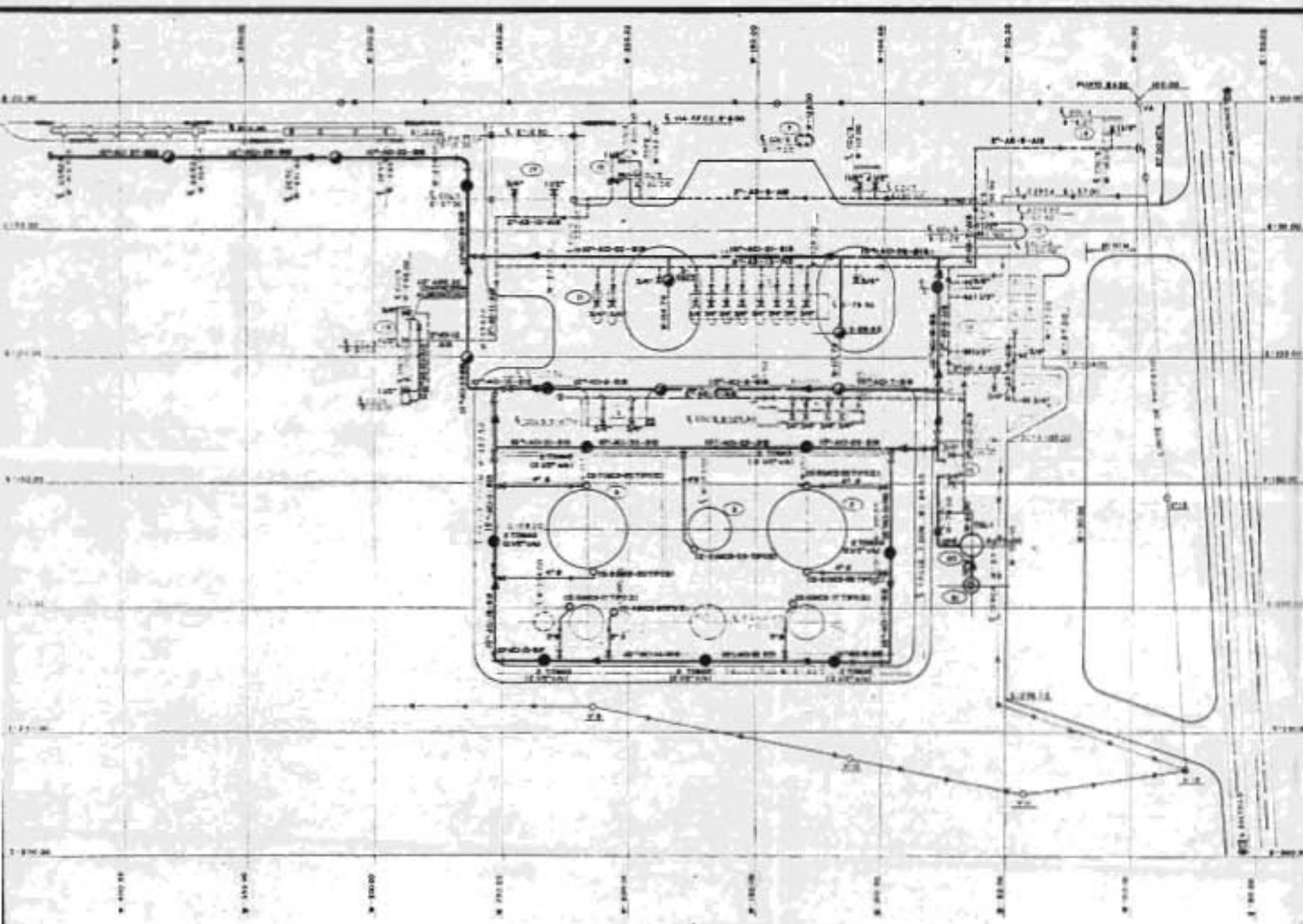
## Figura "B" de la norma 2.607.21 (figura 43)

Por lo que respecta a la instalación de la tubería para las cámaras de espuma se dejará un disparo, desde la red principal, por cada cámara. Este disparo se localizará fuera del dique y desde ahí la tubería deberá ser superficial; así mismo, la válvula de bloqueo se instalará fuera del dique. El diámetro en las líneas superficiales dependerá del tipo y capacidad para la cámara. Estas tuberías deben ser pintadas en rojo.

La red general del sistema contra incendio para la terminal de almacenamiento fue proyectada de la siguiente forma: Ver plano PR-304 adjunto.



DISTRIBUCIÓN TÍPICA DE VALVULAS DE SUCCIÓN/ALIENTO, HIDRANTES Y MONITORES  
Fig "B" Norma 2-607.21-PEMEX



CLAVE	CONCEPTO
1	TANQUE DE 1000 GAL
2	TANQUE DE 500 GAL
3	TANQUE DE 250 GAL
4	TANQUE DE 100 GAL
5	TANQUE DE 50 GAL
6	TANQUE CONTINUADOR 500 GAL
7	RESERVOIRIO
8	LINEA DE TUBERIA Y CTE
9	LINEA DE TUBERIA
10	LINEA DE TUBERIA
11	LINEA DE TUBERIA
12	LINEA DE TUBERIA
13	LINEA DE TUBERIA
14	LINEA DE TUBERIA
15	LINEA DE TUBERIA
16	LINEA DE TUBERIA
17	LINEA DE TUBERIA
18	LINEA DE TUBERIA
19	LINEA DE TUBERIA
20	LINEA DE TUBERIA
21	LINEA DE TUBERIA
22	LINEA DE TUBERIA
23	LINEA DE TUBERIA
24	LINEA DE TUBERIA
25	LINEA DE TUBERIA
26	LINEA DE TUBERIA
27	LINEA DE TUBERIA
28	LINEA DE TUBERIA
29	LINEA DE TUBERIA
30	LINEA DE TUBERIA
31	LINEA DE TUBERIA
32	LINEA DE TUBERIA
33	LINEA DE TUBERIA
34	LINEA DE TUBERIA
35	LINEA DE TUBERIA
36	LINEA DE TUBERIA
37	LINEA DE TUBERIA
38	LINEA DE TUBERIA
39	LINEA DE TUBERIA
40	LINEA DE TUBERIA
41	LINEA DE TUBERIA
42	LINEA DE TUBERIA
43	LINEA DE TUBERIA
44	LINEA DE TUBERIA
45	LINEA DE TUBERIA
46	LINEA DE TUBERIA
47	LINEA DE TUBERIA
48	LINEA DE TUBERIA
49	LINEA DE TUBERIA
50	LINEA DE TUBERIA
51	LINEA DE TUBERIA
52	LINEA DE TUBERIA
53	LINEA DE TUBERIA
54	LINEA DE TUBERIA
55	LINEA DE TUBERIA
56	LINEA DE TUBERIA
57	LINEA DE TUBERIA
58	LINEA DE TUBERIA
59	LINEA DE TUBERIA
60	LINEA DE TUBERIA
61	LINEA DE TUBERIA
62	LINEA DE TUBERIA
63	LINEA DE TUBERIA
64	LINEA DE TUBERIA
65	LINEA DE TUBERIA
66	LINEA DE TUBERIA
67	LINEA DE TUBERIA
68	LINEA DE TUBERIA
69	LINEA DE TUBERIA
70	LINEA DE TUBERIA
71	LINEA DE TUBERIA
72	LINEA DE TUBERIA
73	LINEA DE TUBERIA
74	LINEA DE TUBERIA
75	LINEA DE TUBERIA
76	LINEA DE TUBERIA
77	LINEA DE TUBERIA
78	LINEA DE TUBERIA
79	LINEA DE TUBERIA
80	LINEA DE TUBERIA
81	LINEA DE TUBERIA
82	LINEA DE TUBERIA
83	LINEA DE TUBERIA
84	LINEA DE TUBERIA
85	LINEA DE TUBERIA
86	LINEA DE TUBERIA
87	LINEA DE TUBERIA
88	LINEA DE TUBERIA
89	LINEA DE TUBERIA
90	LINEA DE TUBERIA
91	LINEA DE TUBERIA
92	LINEA DE TUBERIA
93	LINEA DE TUBERIA
94	LINEA DE TUBERIA
95	LINEA DE TUBERIA
96	LINEA DE TUBERIA
97	LINEA DE TUBERIA
98	LINEA DE TUBERIA
99	LINEA DE TUBERIA
100	LINEA DE TUBERIA

- SIMBOLOS**
- BOMBA NORMAL
  - ⊙ BOMBA CON TORNEO
  - BOMBA DE ESPUMA
  - — — LINEA AREA CONTRA INCENDIO
  - · — · — LINEA AREA DE SERVICIO

PLANO Nº PR-304



UNIVERSIDAD NACIONAL DOMINICANA

CAPITULO IV

OTRAS ESPECIALIDADES,

TERMINACION DE UN PROYECTO Y CONCLUSIONES

#### IV-1 Otras Especialidades del Proyecto:

Quando se cuenta con diagramas mecánicos de flujo y se ha llevado a cabo el procedimiento de compra, las demás especialidades de un proyecto pueden ser completamente desarrolladas.

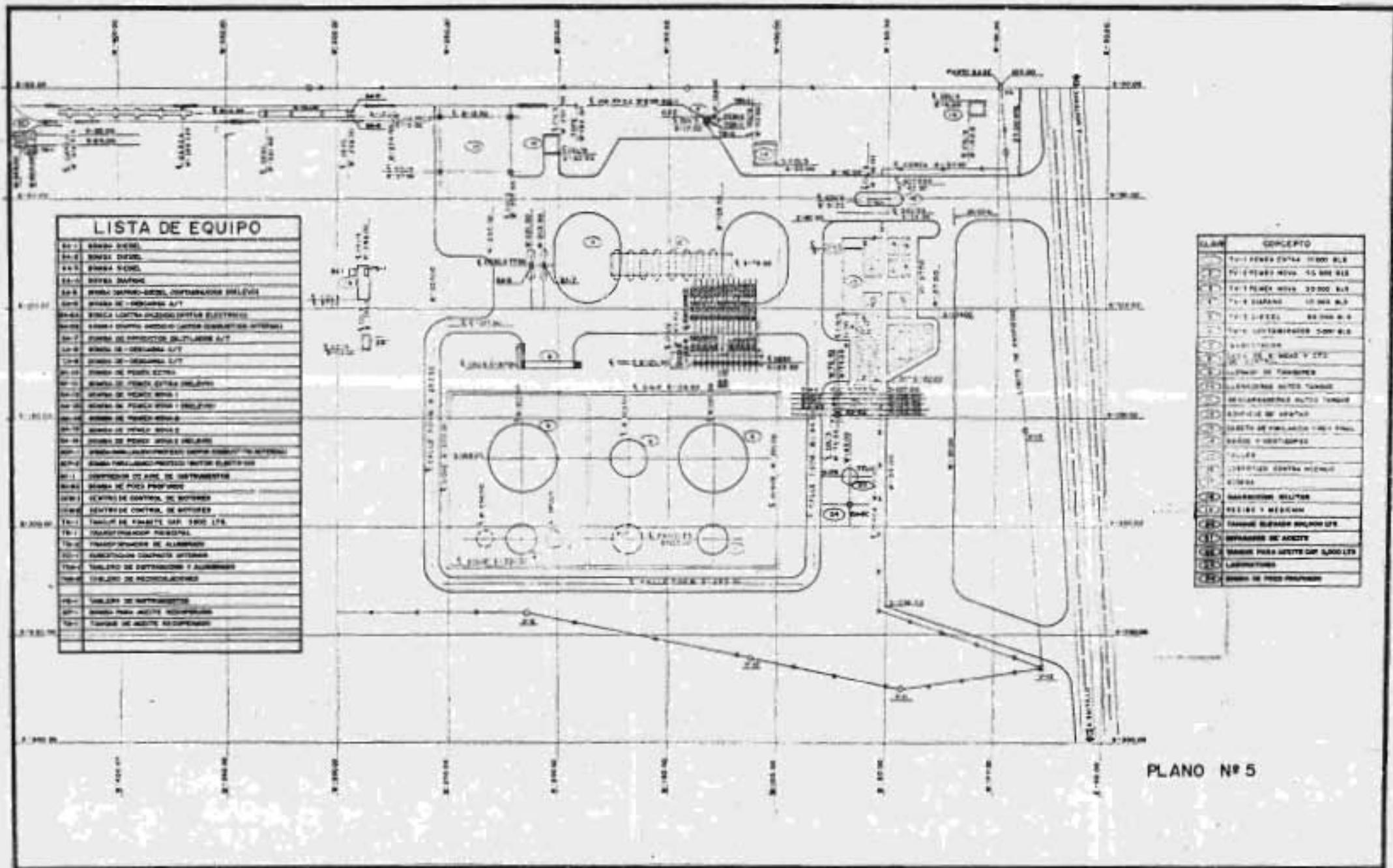
Si bien el emitir un pedido, nos da una idea bastante clara del equipo amparado; las dimensiones y pesos exactos, requerimientos de servicios, diagramas de control, potencias de motores, etc., no se conocerán exactamente hasta que se tengan los planos certificados del fabricante. Una vez aprobados éstos, por el departamento adecuado, se deberán revisar los proyectos relacionados (localización de equipos, orientación de boquillas, cimentaciones, elevaciones de tubería, equipo eléctrico, etc.) para que exista una completa concordancia con lo adquirido y elaborarse, además, el plano final para la localización de los equipos. (Ver plano No. 5 anexo).

El coordinador del proyecto es el encargado de promover que esta revisión se lleve a efecto.

Los principales aspectos que se deberán desarrollar dentro de la ingeniería de detalle, para las áreas de tubería, civil y eléctrico de un proyecto son en general:

Tubería:

Especificaciones generales



LISTA DE EQUIPO	
01-1	ARMARIO GENERAL
01-2	ARMARIO GENERAL
01-3	ARMARIO GENERAL
01-4	ARMARIO GENERAL
01-5	ARMARIO GENERAL
01-6	ARMARIO GENERAL
01-7	ARMARIO GENERAL
01-8	ARMARIO GENERAL
01-9	ARMARIO GENERAL
01-10	ARMARIO GENERAL
01-11	ARMARIO GENERAL
01-12	ARMARIO GENERAL
01-13	ARMARIO GENERAL
01-14	ARMARIO GENERAL
01-15	ARMARIO GENERAL
01-16	ARMARIO GENERAL
01-17	ARMARIO GENERAL
01-18	ARMARIO GENERAL
01-19	ARMARIO GENERAL
01-20	ARMARIO GENERAL
01-21	ARMARIO GENERAL
01-22	ARMARIO GENERAL
01-23	ARMARIO GENERAL
01-24	ARMARIO GENERAL
01-25	ARMARIO GENERAL
01-26	ARMARIO GENERAL
01-27	ARMARIO GENERAL
01-28	ARMARIO GENERAL
01-29	ARMARIO GENERAL
01-30	ARMARIO GENERAL
01-31	ARMARIO GENERAL
01-32	ARMARIO GENERAL
01-33	ARMARIO GENERAL
01-34	ARMARIO GENERAL
01-35	ARMARIO GENERAL
01-36	ARMARIO GENERAL
01-37	ARMARIO GENERAL
01-38	ARMARIO GENERAL
01-39	ARMARIO GENERAL
01-40	ARMARIO GENERAL
01-41	ARMARIO GENERAL
01-42	ARMARIO GENERAL
01-43	ARMARIO GENERAL
01-44	ARMARIO GENERAL
01-45	ARMARIO GENERAL
01-46	ARMARIO GENERAL
01-47	ARMARIO GENERAL
01-48	ARMARIO GENERAL
01-49	ARMARIO GENERAL
01-50	ARMARIO GENERAL
01-51	ARMARIO GENERAL
01-52	ARMARIO GENERAL
01-53	ARMARIO GENERAL
01-54	ARMARIO GENERAL
01-55	ARMARIO GENERAL
01-56	ARMARIO GENERAL
01-57	ARMARIO GENERAL
01-58	ARMARIO GENERAL
01-59	ARMARIO GENERAL
01-60	ARMARIO GENERAL
01-61	ARMARIO GENERAL
01-62	ARMARIO GENERAL
01-63	ARMARIO GENERAL
01-64	ARMARIO GENERAL
01-65	ARMARIO GENERAL
01-66	ARMARIO GENERAL
01-67	ARMARIO GENERAL
01-68	ARMARIO GENERAL
01-69	ARMARIO GENERAL
01-70	ARMARIO GENERAL
01-71	ARMARIO GENERAL
01-72	ARMARIO GENERAL
01-73	ARMARIO GENERAL
01-74	ARMARIO GENERAL
01-75	ARMARIO GENERAL
01-76	ARMARIO GENERAL
01-77	ARMARIO GENERAL
01-78	ARMARIO GENERAL
01-79	ARMARIO GENERAL
01-80	ARMARIO GENERAL
01-81	ARMARIO GENERAL
01-82	ARMARIO GENERAL
01-83	ARMARIO GENERAL
01-84	ARMARIO GENERAL
01-85	ARMARIO GENERAL
01-86	ARMARIO GENERAL
01-87	ARMARIO GENERAL
01-88	ARMARIO GENERAL
01-89	ARMARIO GENERAL
01-90	ARMARIO GENERAL
01-91	ARMARIO GENERAL
01-92	ARMARIO GENERAL
01-93	ARMARIO GENERAL
01-94	ARMARIO GENERAL
01-95	ARMARIO GENERAL
01-96	ARMARIO GENERAL
01-97	ARMARIO GENERAL
01-98	ARMARIO GENERAL
01-99	ARMARIO GENERAL
01-100	ARMARIO GENERAL

CLAS.	CONCEPTO
1	Tubo Power 27/34 1000 BLS
2	Tubo Power 27/34 45 000 BLS
3	Tubo Power 27/34 30 000 BLS
4	Tubo Power 27/34 15 000 BLS
5	Tubo Power 27/34 80 000 BLS
6	Tubo Power 27/34 100 000 BLS
7	Tubo Power 27/34 150 000 BLS
8	Tubo Power 27/34 200 000 BLS
9	Tubo Power 27/34 250 000 BLS
10	Tubo Power 27/34 300 000 BLS
11	Tubo Power 27/34 350 000 BLS
12	Tubo Power 27/34 400 000 BLS
13	Tubo Power 27/34 450 000 BLS
14	Tubo Power 27/34 500 000 BLS
15	Tubo Power 27/34 550 000 BLS
16	Tubo Power 27/34 600 000 BLS
17	Tubo Power 27/34 650 000 BLS
18	Tubo Power 27/34 700 000 BLS
19	Tubo Power 27/34 750 000 BLS
20	Tubo Power 27/34 800 000 BLS
21	Tubo Power 27/34 850 000 BLS
22	Tubo Power 27/34 900 000 BLS
23	Tubo Power 27/34 950 000 BLS
24	Tubo Power 27/34 1 000 000 BLS
25	Tubo Power 27/34 1 050 000 BLS
26	Tubo Power 27/34 1 100 000 BLS
27	Tubo Power 27/34 1 150 000 BLS
28	Tubo Power 27/34 1 200 000 BLS
29	Tubo Power 27/34 1 250 000 BLS
30	Tubo Power 27/34 1 300 000 BLS
31	Tubo Power 27/34 1 350 000 BLS
32	Tubo Power 27/34 1 400 000 BLS
33	Tubo Power 27/34 1 450 000 BLS
34	Tubo Power 27/34 1 500 000 BLS
35	Tubo Power 27/34 1 550 000 BLS
36	Tubo Power 27/34 1 600 000 BLS
37	Tubo Power 27/34 1 650 000 BLS
38	Tubo Power 27/34 1 700 000 BLS
39	Tubo Power 27/34 1 750 000 BLS
40	Tubo Power 27/34 1 800 000 BLS
41	Tubo Power 27/34 1 850 000 BLS
42	Tubo Power 27/34 1 900 000 BLS
43	Tubo Power 27/34 1 950 000 BLS
44	Tubo Power 27/34 2 000 000 BLS
45	Tubo Power 27/34 2 050 000 BLS
46	Tubo Power 27/34 2 100 000 BLS
47	Tubo Power 27/34 2 150 000 BLS
48	Tubo Power 27/34 2 200 000 BLS
49	Tubo Power 27/34 2 250 000 BLS
50	Tubo Power 27/34 2 300 000 BLS
51	Tubo Power 27/34 2 350 000 BLS
52	Tubo Power 27/34 2 400 000 BLS
53	Tubo Power 27/34 2 450 000 BLS
54	Tubo Power 27/34 2 500 000 BLS
55	Tubo Power 27/34 2 550 000 BLS
56	Tubo Power 27/34 2 600 000 BLS
57	Tubo Power 27/34 2 650 000 BLS
58	Tubo Power 27/34 2 700 000 BLS
59	Tubo Power 27/34 2 750 000 BLS
60	Tubo Power 27/34 2 800 000 BLS
61	Tubo Power 27/34 2 850 000 BLS
62	Tubo Power 27/34 2 900 000 BLS
63	Tubo Power 27/34 2 950 000 BLS
64	Tubo Power 27/34 3 000 000 BLS
65	Tubo Power 27/34 3 050 000 BLS
66	Tubo Power 27/34 3 100 000 BLS
67	Tubo Power 27/34 3 150 000 BLS
68	Tubo Power 27/34 3 200 000 BLS
69	Tubo Power 27/34 3 250 000 BLS
70	Tubo Power 27/34 3 300 000 BLS
71	Tubo Power 27/34 3 350 000 BLS
72	Tubo Power 27/34 3 400 000 BLS
73	Tubo Power 27/34 3 450 000 BLS
74	Tubo Power 27/34 3 500 000 BLS
75	Tubo Power 27/34 3 550 000 BLS
76	Tubo Power 27/34 3 600 000 BLS
77	Tubo Power 27/34 3 650 000 BLS
78	Tubo Power 27/34 3 700 000 BLS
79	Tubo Power 27/34 3 750 000 BLS
80	Tubo Power 27/34 3 800 000 BLS
81	Tubo Power 27/34 3 850 000 BLS
82	Tubo Power 27/34 3 900 000 BLS
83	Tubo Power 27/34 3 950 000 BLS
84	Tubo Power 27/34 4 000 000 BLS
85	Tubo Power 27/34 4 050 000 BLS
86	Tubo Power 27/34 4 100 000 BLS
87	Tubo Power 27/34 4 150 000 BLS
88	Tubo Power 27/34 4 200 000 BLS
89	Tubo Power 27/34 4 250 000 BLS
90	Tubo Power 27/34 4 300 000 BLS
91	Tubo Power 27/34 4 350 000 BLS
92	Tubo Power 27/34 4 400 000 BLS
93	Tubo Power 27/34 4 450 000 BLS
94	Tubo Power 27/34 4 500 000 BLS
95	Tubo Power 27/34 4 550 000 BLS
96	Tubo Power 27/34 4 600 000 BLS
97	Tubo Power 27/34 4 650 000 BLS
98	Tubo Power 27/34 4 700 000 BLS
99	Tubo Power 27/34 4 750 000 BLS
100	Tubo Power 27/34 4 800 000 BLS

PLANO Nº 5

Localización de áreas

Localización general de tuberías

Diagramas preliminares

Plantas y elevaciones

Isométricos -- maqueta constructiva

Requisiciones de materiales

Análisis de esfuerzos

Especificación y localización de curvas de expansión.

Localización de soportes (metálicos y de concreto), guías y anclajes.

Requisición e índice de aislamientos

Índice de tuberías (en coordinación con el departamento de proceso).

Ver plano No. 6 de localización general de tuberías para la terminal de Saltillo.

Civil y Estructuras:

Especificaciones generales

Diseño de estructuras metálicas y de concreto.

Cimentaciones

Plano general de cimentaciones

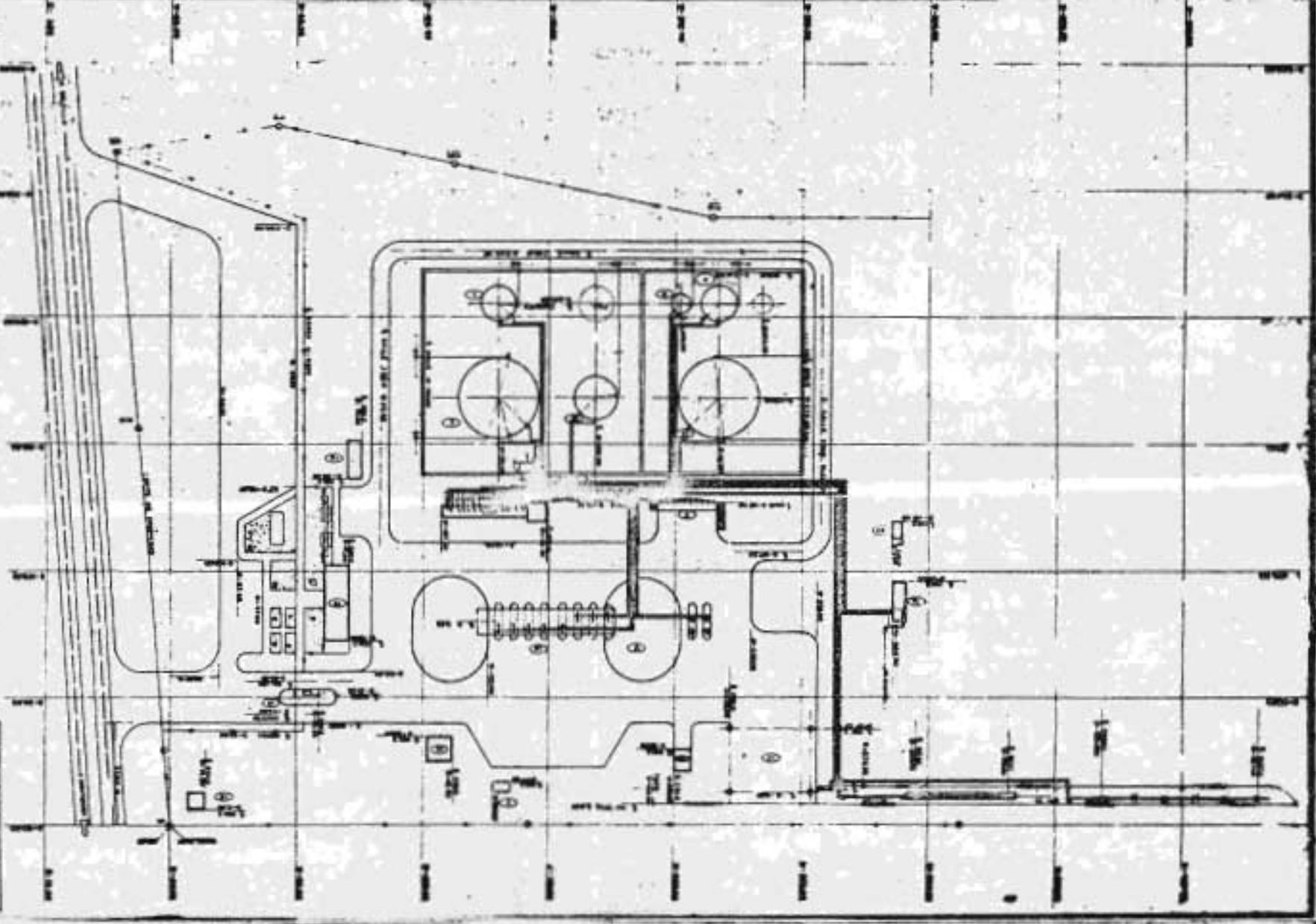
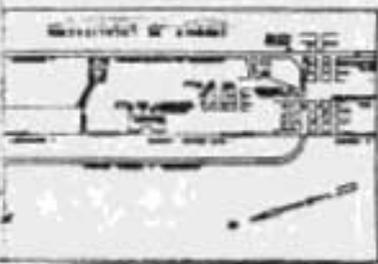
Plano general de localización de pilotes y diseño de los mismos ( si es necesario)

Diseño y cimentación de soportes para tubería y mochetas.

Plano general de localización de soportes

PLANO № 6

№	Описание	№	Описание
1	Входная дверь	11	Ванная комната
2	Кухня	12	Туалет
3	Жилая комната	13	Спальня
4	Спальня	14	Спальня
5	Спальня	15	Спальня
6	Спальня	16	Спальня
7	Спальня	17	Спальня
8	Спальня	18	Спальня
9	Спальня	19	Спальня
10	Спальня	20	Спальня



**Eléctrico:**

Especificaciones generales

Diagrama unifilar

Cédulas de cable y tubo Conduit

Distribución general de alimentaciones eléctricas (subterráneas o aéreas)

Diagramas de control

Alumbrados

Detalles de charolas y alambrado en centros de control de motores y subestaciones eléctricas.

Arreglo de transformadores

Señalización eléctrica para instrumentos (en coordinación con los departamentos de proceso e instrumentación)

Especificaciones para sistemas ininterrumpidos de corriente

Sistemas de tierras y apartarayos

Requisiciones de equipos y materiales

Sistemas de intercomunicación

Las principales funciones del coordinador, dentro de esta etapa del proyecto y hasta su terminación son:

1) Promover chequeos cruzados entre todas las especialidades, por ejemplo: entre distribución eléctrica subterránea, drenajes, cimentaciones y red contra incendio.

Planos de tubería contra isométricos.

Isométricos contra diagramas mecánicos de flujo.

Isométricos contra maqueta

Diagrama unifilar contra diagramas mecánicos de flujo. Etc.

2) Cuidar que se cumplan los lineamientos establecidos en las bases de diseño y especificaciones - generales o, en caso de ser requerido, tramitar con el - cliente o con la gerencia operativa alguna modificación.

3) Proveer a las diferentes áreas de la - información que requieran para su trabajo; ya sea externa o la emitida por alguna otra especialidad del proyecto, por ejemplo: tipos de soportería y su localización, (del departamento de tubería al de estructuras y civil), etc.

4) Motivar la colaboración y comunicación entre los individuos que laboran en el proyecto. Es conveniente establecer juntas o reuniones periódicas.

5) Llevar un control estricto de las requisiciones y pedidos para equipos y materiales.

6) Vigilar que los proveedores cumplan -- con las cláusulas del contrato, entreguen información -- certificada y mantengan los tiempos de entrega. Así mismo, y junto con el departamento de compras, coordinar la inspección, expeditación y tránsito de los equipos.

7) Cumplir con el programa de avance y fecha de terminación.

8) Mantener las horas-hombre y el presupuesto dentro de lo programado.

9) Manejo del personal requerido según lo amerite el proyecto.

10) Mantener a todas las especialidades coherentes entre sí.

11) Solución de aquellas situaciones, que requieran toma de decisiones, y que se presenten a lo largo del proyecto.

12) Entrega del proyecto para una planta construable, operable y a la satisfacción del cliente.

#### IV-2 Terminación de un proyecto:

A su terminación, se deberá expedir para construcción lo siguiente:

Todos los planos, dibujos y diagramas -- componentes del proyecto; maqueta constructiva; especificaciones generales y de construcción; índices de líneas e instrumentos; planos certificados; instructivos de operación y montaje, catálogos y listas de partes para todos los equipos de la planta; control de pedidos, listas de materiales y partes de repuesto; manuales de arranque y operación, procedimientos de seguridad; en suma, toda la información requerida para la construcción, arranque y operación de la planta.

El coordinador deberá asesorar, cuando -

se requiera, a los encargados de construir y arrancar la planta y algunas veces, por contrato y política de compañía, continúa laborando en estas etapas.

### III-3 Conclusiones:

1) La función del coordinador de un proyecto es fundamental para el buen desarrollo, control y economía de éste.

2) La Ingeniería Básica es aquella que hace posible la existencia de un proceso.

La Ingeniería de Detalle es aquella que hace posible la construcción y arranque de una planta.

3) Los aspectos básicos necesarios a la completa elaboración de un proyecto en Ingeniería de Detalle son:

- a) Bases de diseño y especificaciones generales.
  - b) Plano de localización general.
  - c) Diagramas mecánicos de flujo e instrumentación.
  - d) Diagramas de servicios.
  - e) Información de fabricantes.
  - f) Especificaciones para equipo y materiales.
  - g) Normas y códigos.
- 4) En la labor de un coordinador de pro-

yecto son de primera importancia las relaciones humanas.

5) Para el desarrollo del área de proceso en cualquier proyecto, es necesario un buen manejo de conocimientos en: operaciones y procesos unitarios; instrumentación; ingeniería de materiales; arreglo, dimensionamiento y especificación de equipos; economía de los procesos e instalaciones; códigos y normas.

6) Aunque el coordinador de un proyecto, no elabora directamente todos los diseños de una planta, deberá manejar las bases de disciplinas como la urbanización y las ingenierías civil, mecánica y eléctrica. - Así mismo, deberá conocer los procedimientos normales de compra.

7) Todo proyecto depende en gran medida de la experiencia en instalaciones similares o de la experimentación.

8) Antes de un proyecto, deberá existir una programación y ésta se deberá cumplir lo más estrechamente posible.

9) Las terminales de almacenamiento y distribución, muy importantes en el desarrollo integral de un país, deberán ser diseñadas cuidadosamente y debido a sus características inherentes de peligro, bajo estrictas normas de seguridad.

10) El desarrollo de este trabajo, al aplicar parte de la ingeniería de detalle, me ha servi-

do para adquirir conocimientos y desarrollar habilidades en el manejo de información, enfrentamiento a problemas de diseño, y en la coordinación de un proyecto.

11) Un proyecto nunca es perfecto, pero se deberá tender a que lo sea.



BIBLIOGRAFIA

## Artículos y publicaciones técnicas:

10. "Selecting and Specifying Valves for New Plants"  
Arkadie Pikulik  
Chemical Engineering, Septiembre 13, 1976
20. "Valve Selection"  
August Brodgesell  
Pump and Valve Selector/Chemical Engineering/Desk  
Book Issue, Octubre 11, 1971
30. "How to Design Piping for Pump-suction Conditions"  
Robert Kern  
Chemical Engineering, Abril 28, 1975
40. "How to prevent Pump Cavitation"  
Charles Jackson  
Hydrocarbon Processing, Mayo 1973
50. "Pump Piping Design"  
Robert Kern  
Pump and Valve Selector/Chemical Engineering/Desk  
Book Issue, Octubre 11, 1971
60. "Metallic Piping"  
John A. Masek  
Chemical Engineering, Junio 17, 1968

## 70. "Controllers"

Paul W. Murrill and Cecil L. Smith

Process Instrumentation Manual/Reprint from Hydrocarbon Processing. Gulf Publishing Co. 1968

## 80. "Pressure Control"

J.B. Ryan

Chemical Engineering. Febrero 3, 1975

## 90. "Pneumatic versus Electronic Instrumentation"

E.A. Lommatsch

Chemical Engineering. Junio 21, 1976

## 100. "Process Instrumentation"

Douglas M. Considine

Chemical Engineering. Enero 29, 1968

## 110. "Basic Concepts of Industrial Process Control"

L.M. Soule

Chemical Engineering. Septiembre 22, 1969

## 120. "Basic Control Modes"

L.M. Soule

Chemical Engineering, Octubre 20, 1969

## 130. "Control Automático"

Boletín No. M95.3

Honeywell, S.A. de C.V.

## 140. "Control Valves in Process Plants"

Robert Kern

Chemical Engineering, Abril 14, 1975

- 15o. "Final Control Elements"  
 E. Ross Forman  
 Fundamentals of Process Control Part 2/ a Reprint  
 from Chemical Engineering. Junio 21, 1965
- 16o. "Measuring and Controlling"  
 Edward J. Byrne  
 Chemical Engineering/ Desk Book Issue. Abril 14, 1969
- 17o. "Measuring Flow in Pipes with Orifices and Nozzles"  
 Robert Kern  
 Chemical Engineering. Febrero 3, 1975
- 18o. "Alarm and Shutdown Devices Protect Process Equipment"  
 Edward J. Rasmussen  
 Chemical Engineering. Mayo 12, 1975
- 19o. "Pressure Relieving Devices"  
 Floyd E. Anderson  
 Chemical Engineering. Mayo 24, 1976
- 20o. "Pressure — Relief Systems"  
 Mark Isaacs  
 Chemical Engineering. Febrero 22, 1971
- 21o. "How to Size Piping for Pump-Discharge Conditions"  
 Robert Kern  
 Chemical Engineering. Mayo 26, 1975
- 22o. "Centrifugals Pumps"  
 Charles Thurlow III  
 Chemical Engineering/Desk Book Issue. Octubre 11, 1971

- 23o. "Comparing Positive - Displacement Meters"  
E.F. Spolidoro  
Chemical Engineering. Junio 3, 1968
- 24o. "Bypass System for Centrifugal Pumps"  
Peter P. van Blarcom  
Chemical Engineering. Febrero 4, 1974
- 25o. "Centrifugal Pump Design and Selection"  
Igor J. Karassik and Roy Carter  
Air Conditioning, Heating and Ventilating. Junio de 1954 a Junio de 1955
- 26o. "How Foam can protect H.P.I. Plants"  
P.J. Gillespie and L.R. Dimaio  
Hydrocarbon Processing. Agosto, 1977
- 27o. "Basic Fire Protection Systems for Chemical Plants"  
Joseph A. Landy  
Chemical Engineering. Abril 27, 1964
- 28o. "Engineering Fire Protection Manual"  
National Aer-o-Foam Fire Protection Systems  
National Foam System Inc. 1973
- 29o. "Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe"  
By the Engineering Division CRANE  
CRANE Co. / Kleven Printing. 1970
- 30o. "Engineering Data Book"  
Natural Gas Processors Suppliers Association  
Eigh Edition - Second Printing. 1967

- 31o. "Instrument Symbols - A New Approach"  
Joseph Conison  
Process Instrumentation Manual 1st. Reprint from  
Hydrocarbon Processing  
Gulf Publishing Company
- 32o. "Pump Selection for the Chemical Process Industries"  
Richard F. Neerken  
Chemical Engineering. Febrero 18, 1974
- 33o. "Pump Requirements for the Chemical Process Industries"  
John R. Birk and James H. Peacock  
Chemical Engineering. Febrero 18, 1974
- 34o. "How to Manage Plant Design to Obtain Minimum Cost"  
Robert Kern  
Chemical Engineering . Mayo 23, 1977
- 35o. "Specifications are the Key to Successful Plant Design"  
Robert Kern  
Chemical Engineering. Julio 4, 1977
- 36o. "Cameron Hydraulic Data"  
Ingerson-Hand Company  
1970

## Libros:

10. "Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants".  
Volume I  
Ernest E. Ludwig  
Gulf Publishing Company  
1964
20. "Process Instruments and Control Handbook"  
Douglas M. Considine  
McGraw Hill Book Company  
Second Edition - 1974
30. "Chemical Engineers Handbook"  
Robert H. Perry and Cecil N. Chilton Editors  
McGraw Hill Book Company  
Fifth Edition - 1973
40. "Principles and Practice of Flow Meter Engineering"  
L.E. Spink  
The Foxboro Company  
Ninth Edition - 1973
50. "Principles of Unit Operations"  
A.S. Foust et.al.  
John Wiley & Sons, Inc.  
Second Printing - 1960

## 60. "Manual for Process Engineering Calculations"

Loyal Clarke and Robert L. Davison

McGraw Hill Book Company

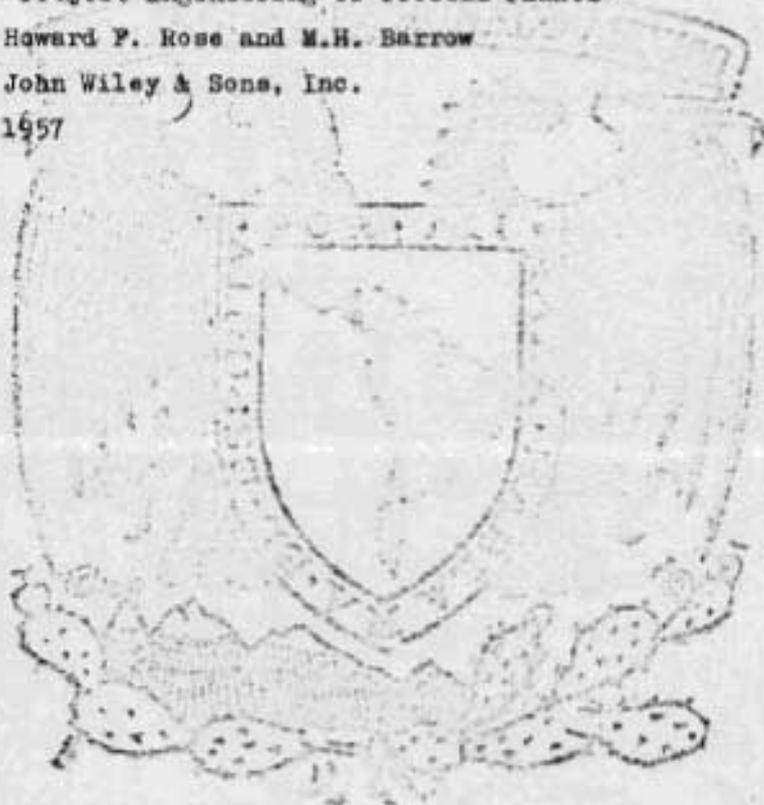
Second Edition - 1962

## 70. "Project Engineering of Process Plants"

Howard P. Rose and M.H. Barrow

John Wiley &amp; Sons, Inc.

1957



## Códigos y Normas:

- 1o. " Requisitos Generales de Diseño para Tubería de Proceso y Servicios Auxiliares"  
Norma T-101  
Especificaciones generales  
Gerencia de Proyectos y Construcción  
Petroleos Mexicanos  
1974
- 2o. "Flamable Liquids, Boiler-Furnaces, ovens"  
National Fire Codes Vol. I  
National Fire Protection Association  
1971-72
- 3o. "Terminales para Distribución de Productos y Unidades de Mezcla o Envasado"  
Norma A-II-1  
Especificaciones Generales  
Por Varias Gerencias  
Petroleos Mexicanos  
1970
- 4o. "Centrifugal Pumps for General Refinery Services"  
API Standard - 610  
American Petroleum Institute  
Fifth Edition - Marzo 1971

50. "Sistemas para Agua de Servicio Contra Incendio"  
Norma No. 2.607.21  
Especificaciones generales para proyecto de obras  
Gerencia de Inspección y Verificación de Construcción  
Petroleos Mexicanos  
1970
60. "Tanques para Almacenamiento a Presión Atmosférica"  
Capítulo Séptimo  
Artículo 213  
Diario Oficial de la Nación - Miércoles 27 de Febrero, 1974
70. "Instrumentos y Dispositivos de Control"  
Normas No. 2.618.01 y 2.618.03  
Especificaciones generales de proyecto de obras  
Gerencia de Inspección y Verificación de Construcción  
Petroleos Mexicanos  
1970
80. "Welded Steel Tanks for Oil Storage"  
API-STD-650  
American Petroleum Institute  
1971

## Catálogos de Fabricante

## 1) Fisher Controls Company

Catalog No. 10

1968

## 2) The Foxboro Co

General Catalog - 573

1973

## 3) Manning Maxwell &amp; Moore de México, S.A.

Catálogo de Manómetros Ashcroft

## 4) CRANE

Valves and Fittings

Catalog No. 60

1970

## 5) Rocwell - Nordstrom

Valves and Fittings

Catalog No. 11

1970

## 6) Ladish

Conexiones de Tubería

Catálogo No. 55

1972

## 7) Wheaton

Garzas de llenado

Catálogo W-3

8) Liquid Controls Corporation  
Positive Displacement Meters  
Bulletin No. 103-10M- 559

9) Whorthington Pumps  
Pump Selector for Industry  
P.S.I. Catalog  
1975

10) Fischer & Porter  
General Catalog  
1975

