



ESTUDIO SOBRE OPERACION  
Y MANTENIMIENTO EN PLANTAS  
DE COMPRESION DE GAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**Ingeniero Mecánico Electricista**

PRESENTA:

**Adán Abel Templos Miranda**



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.

II).- OPERACION DE PLANTAS DE COMPRESION

- 1) Operación de Motocompresoras.
  - a) Funcionamiento de una motocompresoras.
  - b) Arranque de una motocompresora.
  - c) Procedimiento para meter carga a los cilindros.
  - d) Procedimiento para quitar carga a la motocompresora.
  - e) Procedimiento para poner fuera de servicio una motocompresora.
- 2) Operación de Separadores.
- 3) Operación de Compresoras de aire de arranque.
- 4) Operación de gasoductos.

III).- MANTENIMIENTO DE PLANTAS DE COMPRESION

- 1) Mantenimiento de motocompresoras.
- 2) Mantenimiento de separadores.
- 3) Mantenimiento de gasoductos.
- 4) Mantenimiento de Compresoras de Aire de Arranque.

IV).- SEGURIDAD EN PLANTAS DE COMPRESION.

- 1) Equipo de protección personal.
- 2) Equipo de seguridad de las instalaciones.
  - a) Derivación al quemador.

- 3) Trabajos peligrosos.
- 4) Precauciones en el empleo de equipo de --  
soldadura.
- 5) Detector de gas.
- 6) Toxicidad del gas natural y otros.
- 7) Antídotos para envenenamiento por gas.

V).- CONCLUSIONES.

Petróleos Mexicanos es un organismo público descentralizado, - cuyo objeto es el desarrollo de las industrias petroleras, química y petroquímica, en los órdenes técnicos y laborales.

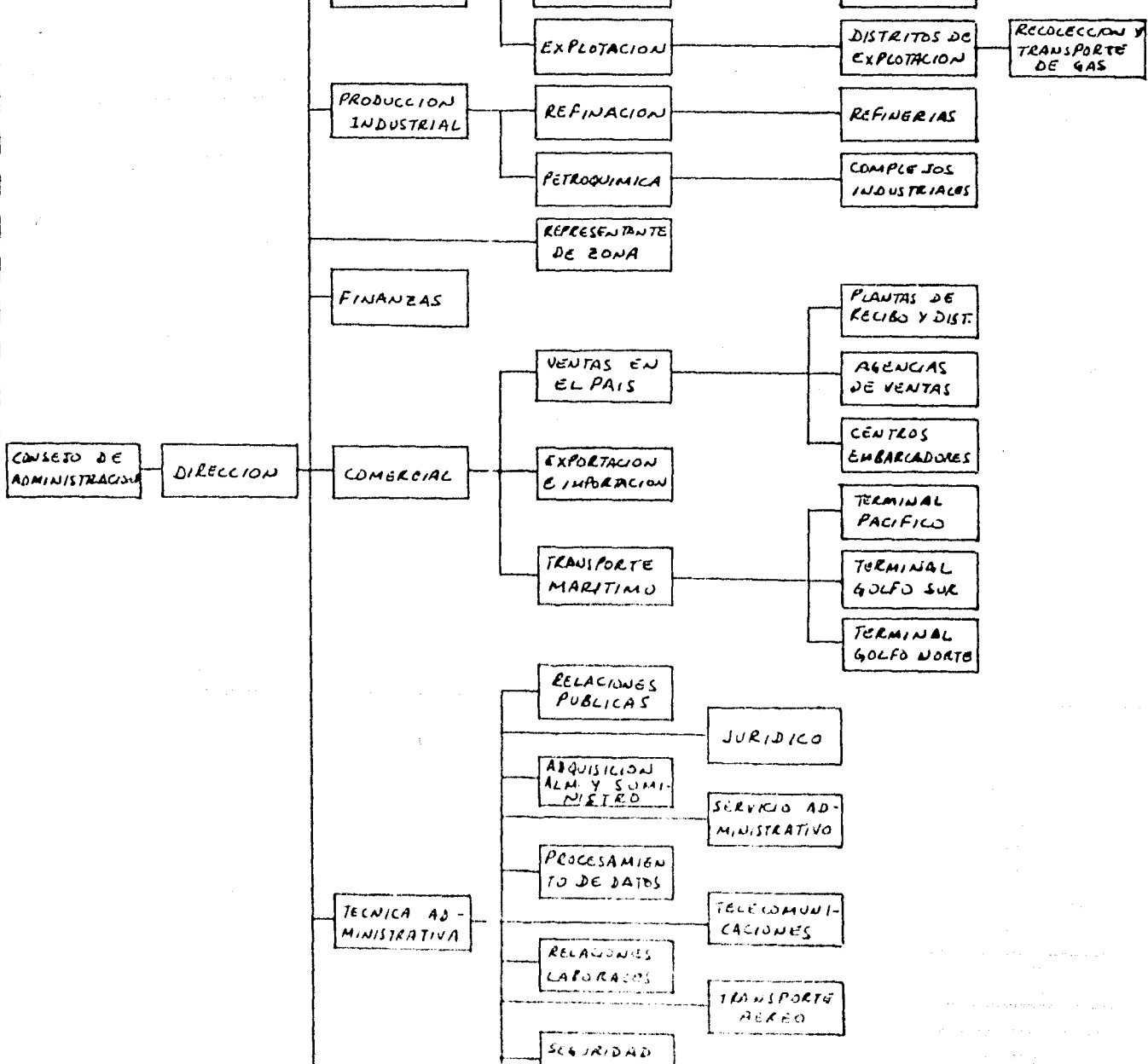
La extensión de Petroleos Mexicanos se divide en tres zonas: - Zona Norte, Zona Centro y Zona Sur, en las cuales se conjuntan cinco distritos, cuyas sedes son las ciudades de:

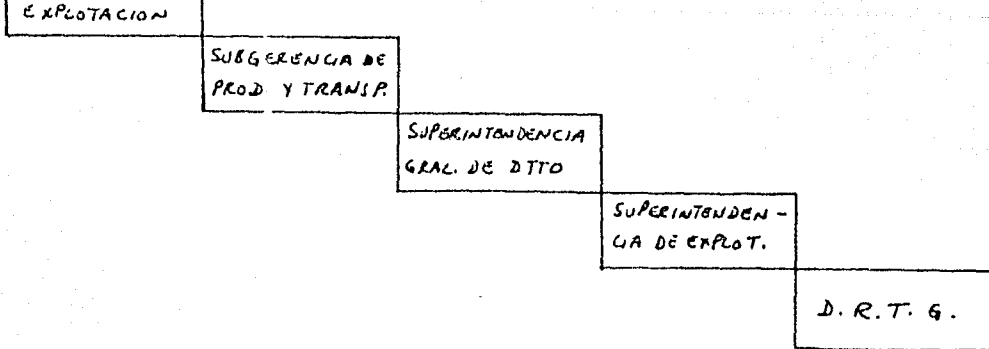
Zona Norte	{	Tampico, Tamps.
		Poza Rica, Ver.
Zona Centro	{	Tula, Hgo.
		Salamanca, Gto.
Zona Sur	{	Ccatzacoalcos, Ver.

La organización estructural de Petróleos Mexicanos tiene la --- siguiente jerarquía en forma descendiente:

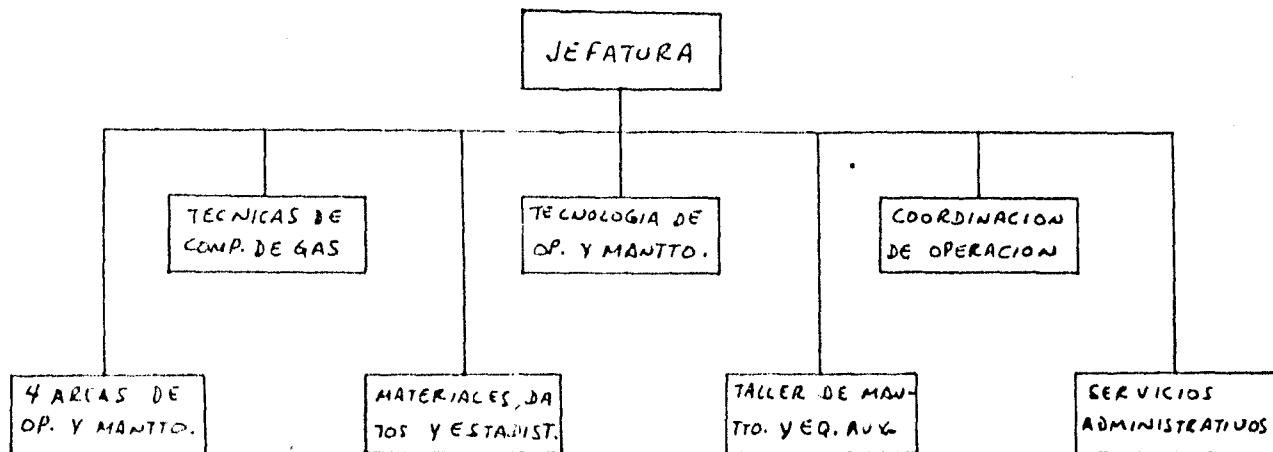
Consejo de Administración.







LA ORGANIZACION ESTRUCTURAL DEL DEPARTAMENTO DE RECOLECCION Y TRANSPORTE DE GAS EN POZA RICA, VER., ES LA SIGUIENTE:



EL PRESENTE ESTUDIO TIENE UN ENFOQUE DESCRIPTIVO GENERALIZADO SOBRE EL FUNCIONAMIENTO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LAS INS



En Poza Rica, la unidad se denominó Departamento de --  
Tratamiento y Utilización del Gas Natural (D.T.U.G.N.) è in--  
cluía las plantas de proceso, además de las estaciones de com  
presión y ductos del sistema.

En enero de 1967 por acuerdo de la Dirección General las ----  
Plantas de Proceso de Gas pasaron a depender de la Gerencia -  
de Petroquímica, quedando las Estaciones de Compresión y Sis-  
temas de Recolección de Gas a cargo de la Gerencia de Explota  
ción: para lo cual se creo oficialmente en febrero de 1967 --  
en el Departamento de Gas y Gasolina al que posteriormente se  
le denominó Departamento de Compresoras.

En 1971 se inició la aplicación de la organización ---  
aprobada por la Dirección General para la Superintendencia --  
General de Gas y Gasolina cambiandole denominación acorde con  
los objetivos y funciones por Superintendencia General de Re-  
coleccion y Transporte de Gas misma que se acordó dar en zo--  
nas y distritos dónde hay actividades de esta rama.

CAPITULO I

GENERALIDADES

instalaciones de recolección y transporte de gas para lograr el óptimo aprovechamiento del gas producido en los diferentes campos de explotación del distrito, ejecutando el transporte del mismo hasta los centros de aprovechamiento (Plantas de Proceso), de utilización (pozos de inyección-- ó de Bombeo Neumático) y consumo (Plantas Termoeléctricas, Industrias Particulares, etc.)

De acuerdo con los programas establecidos efectuar el mantenimiento de las instalaciones de recolección y transporte de gas para obtener la continuidad del servicio y la máxima eficiencia del sistema.

La operación y mantenimiento de las instalaciones de recolección y transporte de gas, es dependiente en un gran porcentaje de sincronización que exista con el Departamento de Ingeniería Petrolera y la Planta de Proceso (complejo Petroquímico).

El producto obtenido a la salida de los pozos petroleros terrestres y marinos es una mezcla de hidrocarburos líquidos y gaseosos, los cuales fluyen al exterior de distinta manera ya sea en forma natural; o bien, por medios mecánicos de extracción y en algunos otros, por bombeo neumático.

Esta mezcla de hidrocarburos se concentra en las estaciones de separadores en donde se encuentran instalados un conjunto de elementos separadores cuyo objetivo es apartar el gas de los demás elementos como el agua y el aceite; va-

sión un separador de gas-líquido.

Después de pasar por el separador el gas llega al tubo llamado "Cabezal de Succión" para alimentar todas las succiones de las máquinas que se encuentren operando en ese campo; unida a ese cabezal esta una válvula automática (Diferencial de Presión) para proteger de al na sobre presión el sistema de compresoras.

El gas es comprimido al través de dos ó tres pasos de compresión; por medio de una ó más máquinas motocompresoras instaladas en paralelo entre si para obtener condiciones homogeneas de succión y descarga del gas -- respecto a las presiones; el gas descargado en cada plan ta de compresión se envía por medio de gasoductos cuya longitud varía entre uno y 62 Km. dependiendo de la distancia de separación del campo al complejo Petroquímico; los gasoductos son el medio de transporte para enviar el gas.

Al complejo Petroquímico llega el gas denominado --- "Gas Amargo" porque contiene ácido sulfhídrico. Este gas se procesa de la siguiente manera:

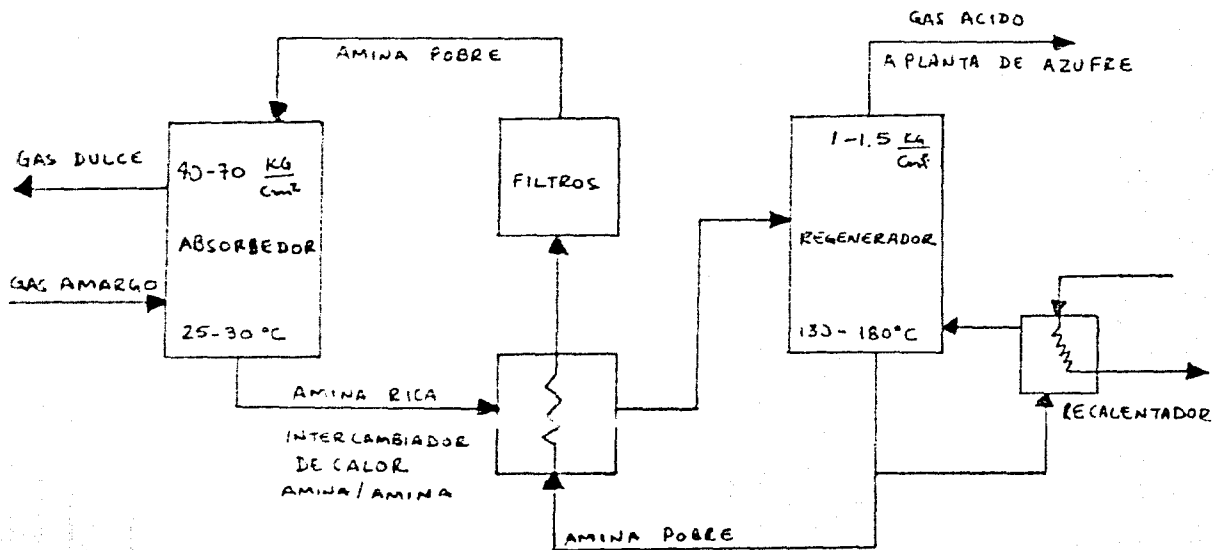
10.- El gas amargo se separa en el proceso GIRBOTOL en dos tipos de gas; gas ácido (que contiene alto -- porcentaje de ácido sulfhídrico) y en gas dulce -

ra obtener las gasolinas ligeras, el gas restante se denomina "Gas Seco". Fig. 3

4o.- El gas seco se recomprime para enviarlo a bombeo neumático. Este gas tiene un alto poder calorífico por lo que se llama también gas combustible, y además de servir en el bombeo neumático se envía a las plantas de compresión para combustible de las compresoras.

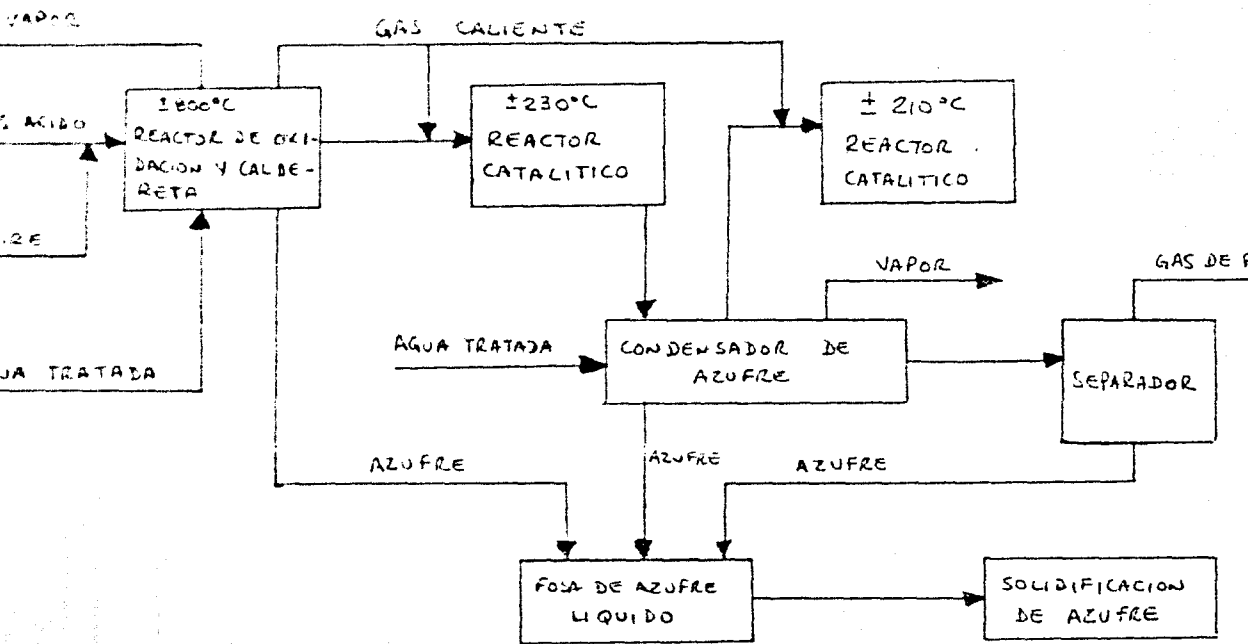
Aproximadamente el 80% del gas que sale de las plantas de proceso (seco, dulce y deshidratado) se utiliza para Bombeo Neumático, un 12% se vende a particulares y el resto es usado como combustible en las instalaciones de PEMEX.

La química de los tres procesos que se llevan a cabo en el Complejo Petroquímico se encuentran esquematizados en las siguientes páginas.



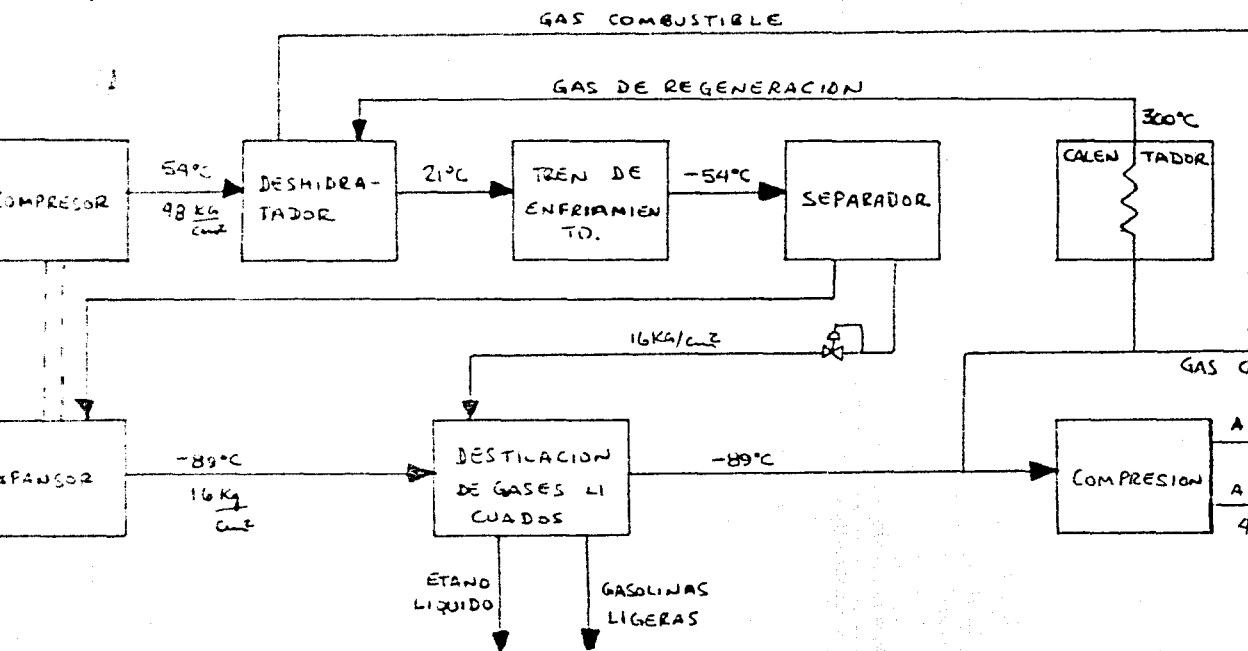
PROCESO GIRBOTOL

Fig. 1



OBTENCION DE AZUFRE

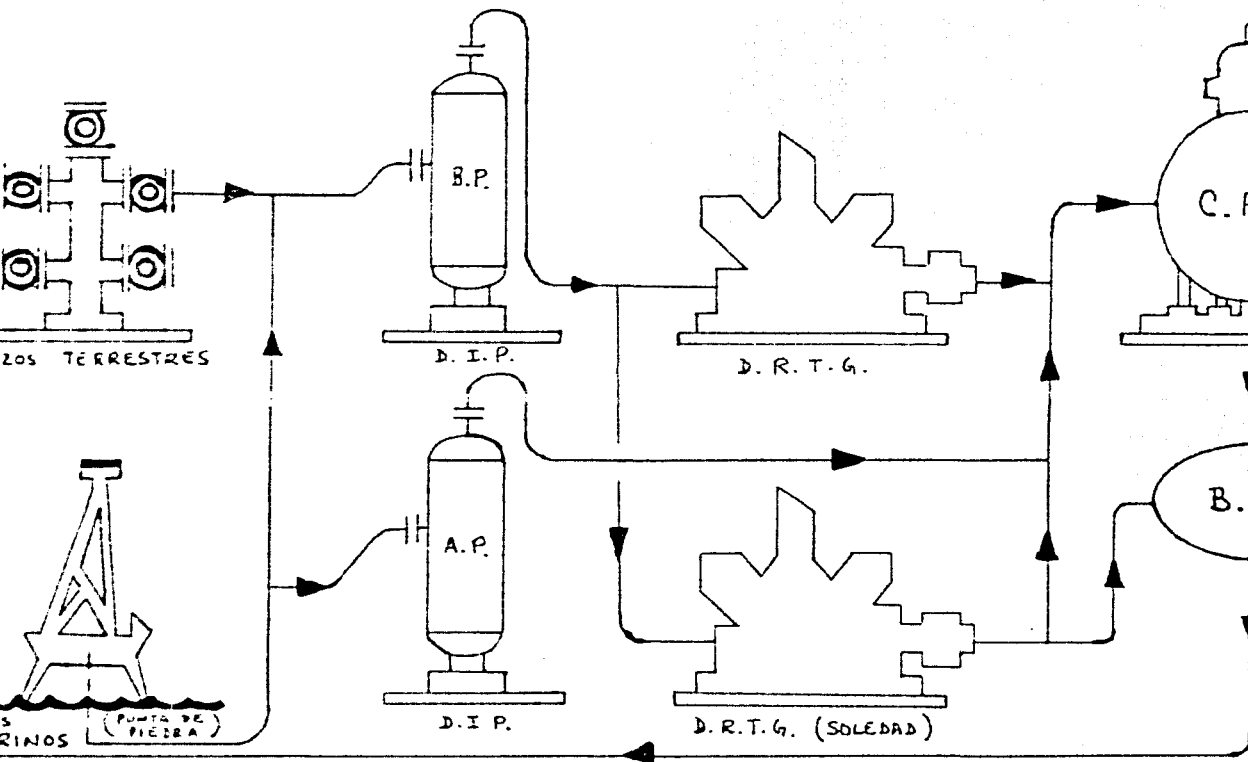
Fig. 2



PLANTA CRIOGENICA

Fig. 3



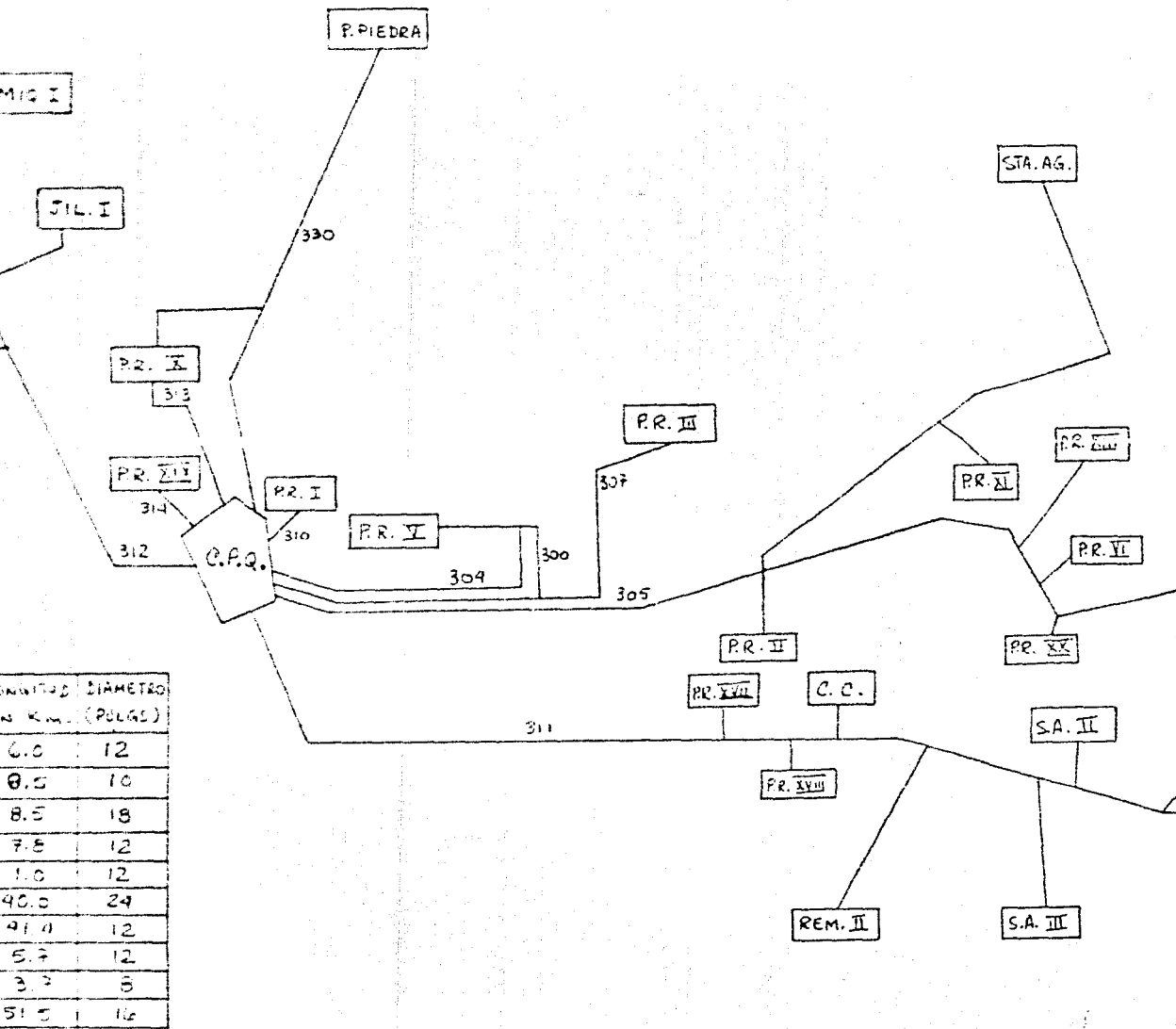


ESQUEMATICO DEL MANEJO DE GAS NATURAL EN LAS INSTALACIONES DE  
MEXICANOS DEL DISTRITO POZA RICA.

Fig. 4

El sistema de Recolección y Transporte de Gas en el Distrito Poza Rica, - Ver., está integrado en la actualidad por 109 motocompresoras instaladas y repartidas según las necesidades en 27 plantas de compresión ubicadas en los distintos campos de explotación de este Distrito, siendo el volumen de gas manejado aproximadamente de 446.55 millones de ft<sup>3</sup>/día. Estas 27 Plantas de Compresión tienen conectada su descarga al Complejo Petroquímico que es directamente por medio de un troncal común a varios campos sumando el total de gasoductos instalados son más de 200 km. de longitud.

Un diagrama aproximado de la ubicación de las plantas de compresión y los gasoductos de conexión al Distrito Industrial lo podemos observar en la siguiente figura esquemática. No. 5



DE UBICACION DE PLANTAS DE COMPRESION Y GASODUCTOS DE RECOLECCION NATURAL EN EL DISTRITO POZA RICA.

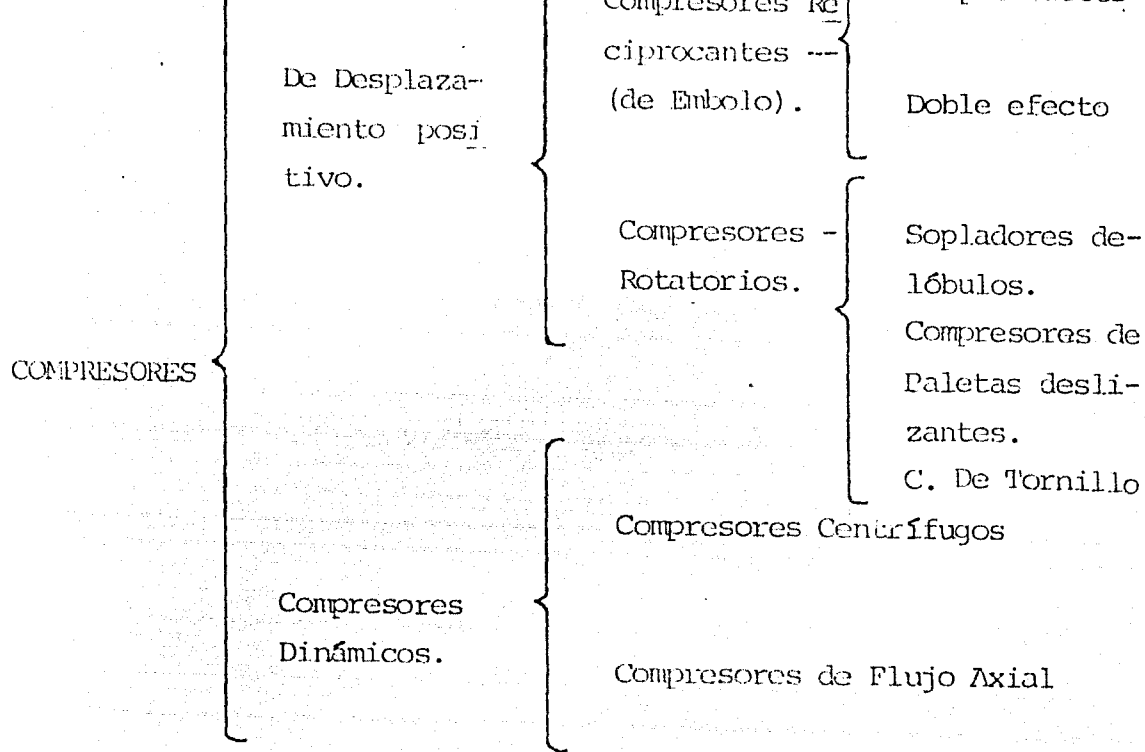
Fig. 5

C A P I T U L O    I I

OPERACION DE PLANTAS DE COMPRESION.

## I I

- 1) OPERACION DE MOTOCOMPRESORES
- 2) OPERACION DE SEPARADORES
- 3) OPERACION DE COMPRESORES DE AIRE DE ARRANQUE.
- 4) OPERACION DE GASODUCTOS.



La Compresión del gas natural se debe efectuar por medio de un sistema que garantice las condiciones requeridas del proceso y a la vez sea económico. El Sistema que utiliza Petróleos Mexicanos en el Distrito Peza Rica para comprimir gas natural es: Compresores de desplazamiento positivo recíprocos acoplados a motores de Combustión interna. A esta unidad integral, en la que un motor de combustión interna y un compresor recíproco están contruídos en una misma carcasa

- 1) CLARK
- 2) COOPER BESSEMER
- 3) INGERSOLL-RAND
- 4) WORLINGTON.

### DESCRIPCION DE UN MOTOCOMPRESOR

Un motocompresor consta básicamente de 9 sistemas que lo integran:

- 1) SISTEMA MOTRIZ
- 2) SISTEMA DE COMBUSTIBLE
- 3) SISTEMA DE ENCENDIDO
- 4) SISTEMA DE LUBRICACION
- 6) SISTEMA DE ENFRIAMIENTO
- 7) SISTEMA DE ARRANQUE
- 8) SISTEMA DE COMPRESION DE GAS
- 9) SISTEMA DE PROTECCION Y CONTROL

El sistema motriz es un conjunto de elementos cuyo objetivo es — transformar la energía térmica del combustible a energía mecánica— (movimiento de rotación del cigueñal).

El Sistema Motriz está constituido de los siguientes elementos:

cilindros

embolos

anillos ( de compresión y de aceite).

bielas

tapas de cilindros

cigueñal.

Chumaceras principales

árbol de levas

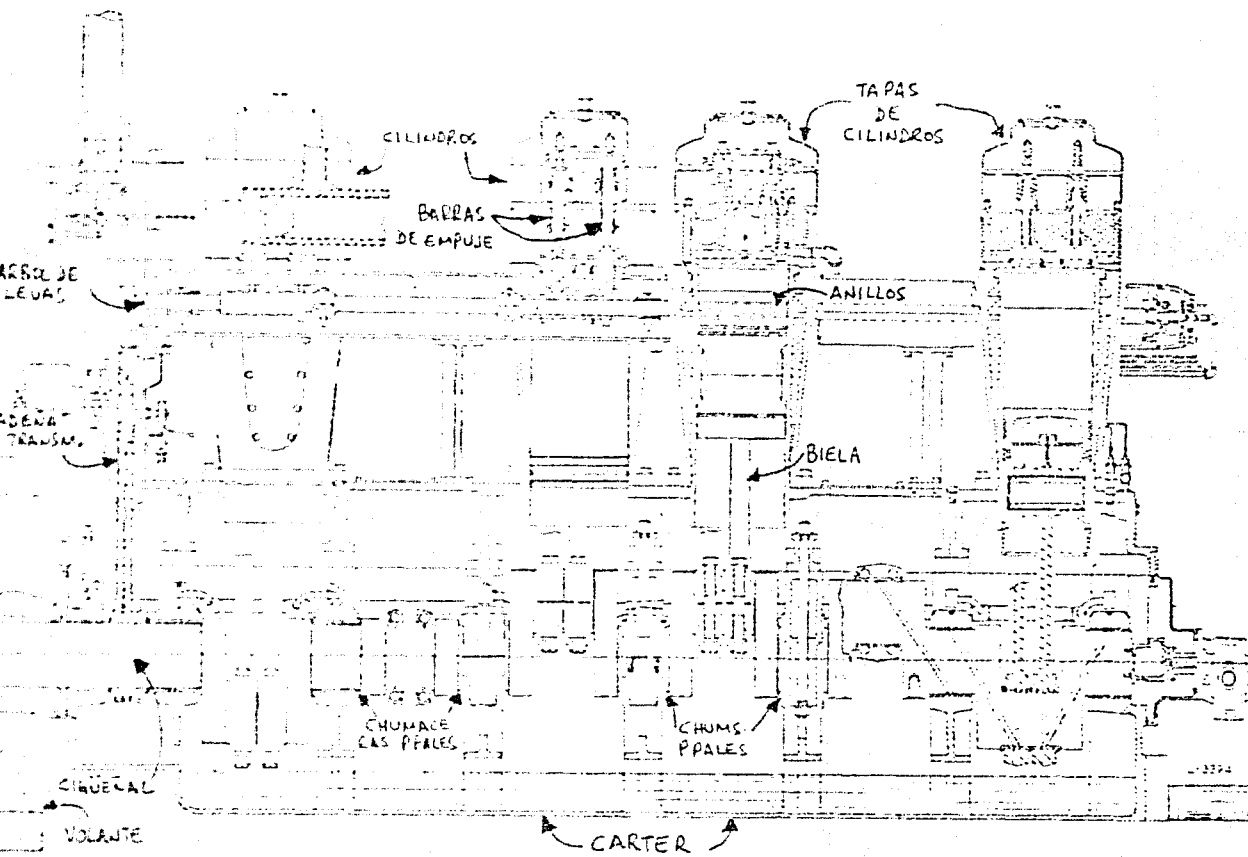
cadena de transmisión

barras de empuje y balancines

volante

carter





S I S T E M A M O T R I Z .

Fig. 6

Tiene como objetivo entregar al motor el combustible necesario para efectuar la combustión.

El Sistema Combustible está constituido por los siguientes elementos:

filtro

válvula reguladora de presión

acumulador de gas

gobemador

válvula de automática de corte rápido

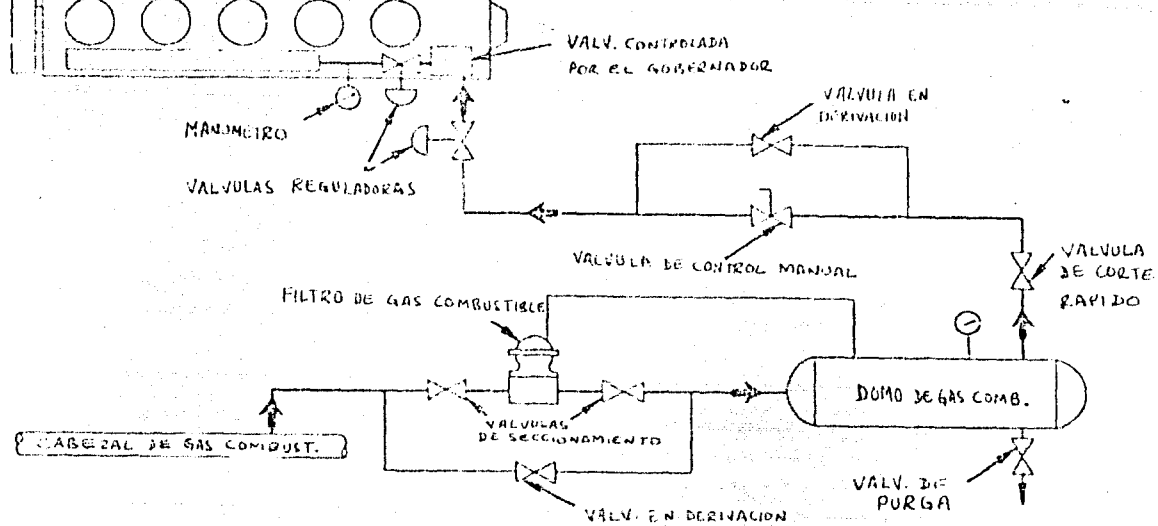
válvulas de inyección de gas

válvula mezcladora (solamente maqs. 4 tiempos)

válvulas de admisión y escape (maqs. 4 tiempos)

múltiple de escape.

silenciador.



SISTEMA DE COMBUSTIBLE .-

Fig. 7

ble, el comburente y de una chispa. El comburente de los motores-  
de Combustión Interna es el óxigeno del aire por lo que es neces-  
ario suministrarlo a dichas máquinas.

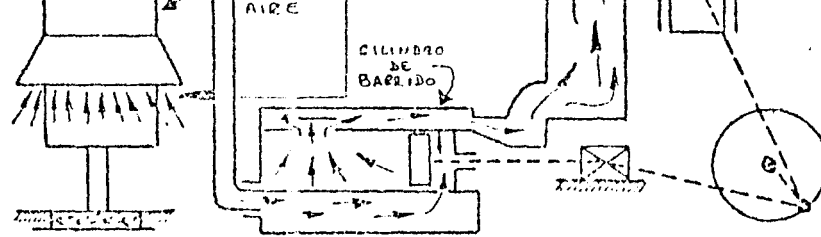
El sistema de aire para la combustión consta de los siguientes --  
elementos:

filtro de aire

cilindros de barrido (motores de 2 tiempos)

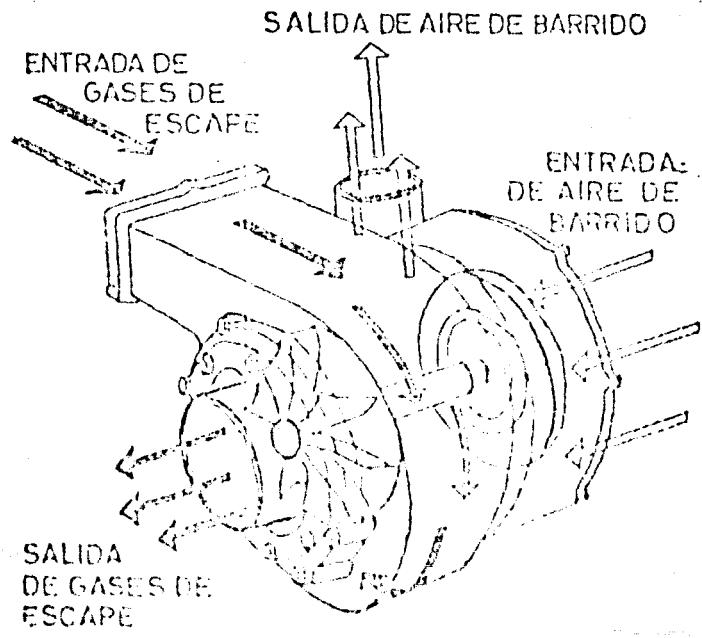
turbocompresor

enfriador de aire.



SISTEMA DE AIRE PARA LA COMBUSTION .-

fig. 8



El sistema de encendido tiene como objetivo suministrar oportunamente en el cilindro correspondiente la chispa que inflame la -- mezcla Combustible-Comburente.

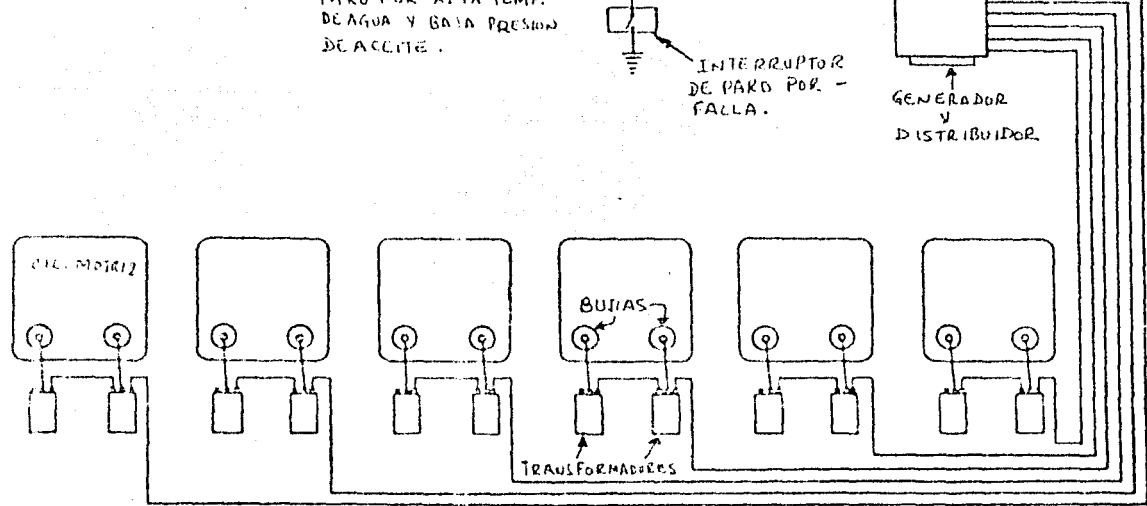
El Sistema de encendido esta constituido por los siguientes es --- elementos:

Generador de energía eléctrica de baja tensión

Distribuidor

transformadores de energía eléctrica

bujías.-



S I S T E M A   D E   E N C E N D I D O .

fig. 10

mitéve parte del Calor generado por fricción.

Existen 2 tipos de lubricación en los motocompresores:

- 1) Por Bomba de engranes.
- 2) Por Bombas de embolo (lubricación forzada).

El Sistema de lubricación por Bomba de Engranes consta de los ---  
siguientes elementos:

Colector de Succión

Bomba de engranes

Filtro de flujo parcial (primaria)

Filtro de flujo total

Cabezal de distribución

Conductores interiores de cigueñal y bielas

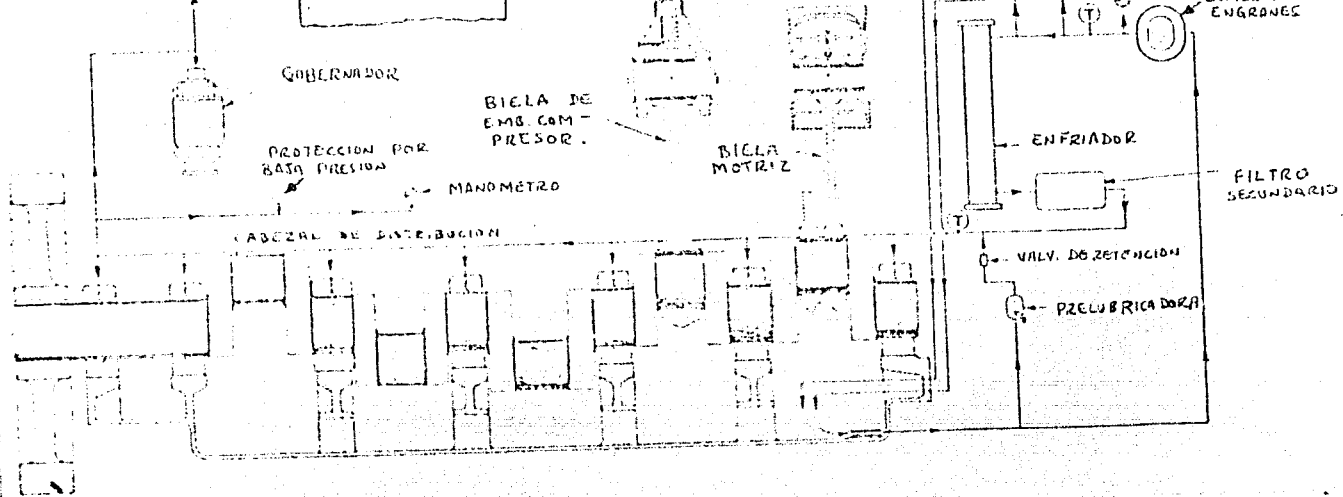
Válvula termostática

Indicador de nivel.

Enfriador de aceite.

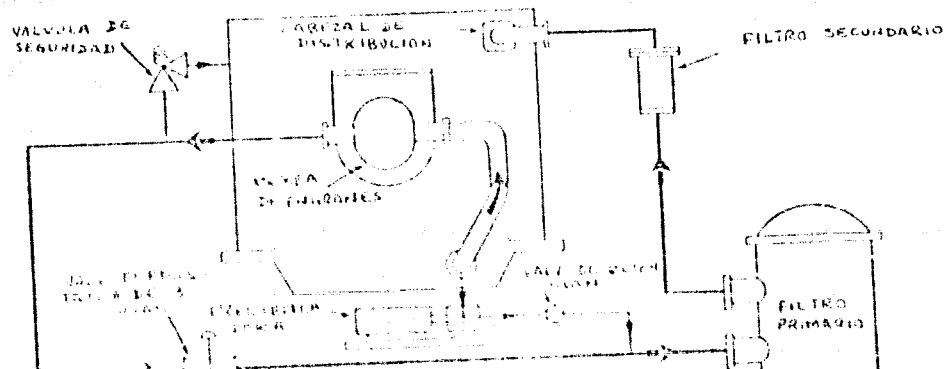
El sistema de lubricación forzada se compone de los siguientes -  
elementos:

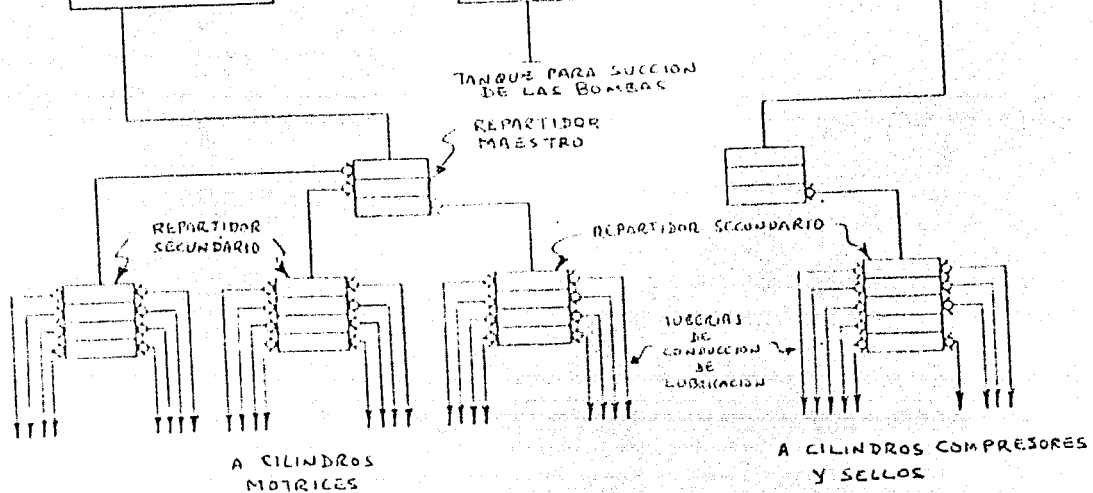




SISTEMA DE LUBRICACION.

fig. 11





SISTEMA DE LUBRICACION FORZADA.

fig. 12

El sistema de enfriamiento está integrado por las siguientes par--

tes:

Tanque de balance

Bomba centrífuga

Cámaras de enfriamiento

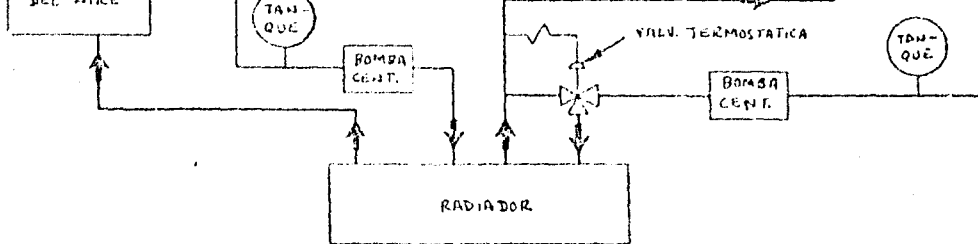
Válvula Termostática

Tubo de desfogue

Enfriador.

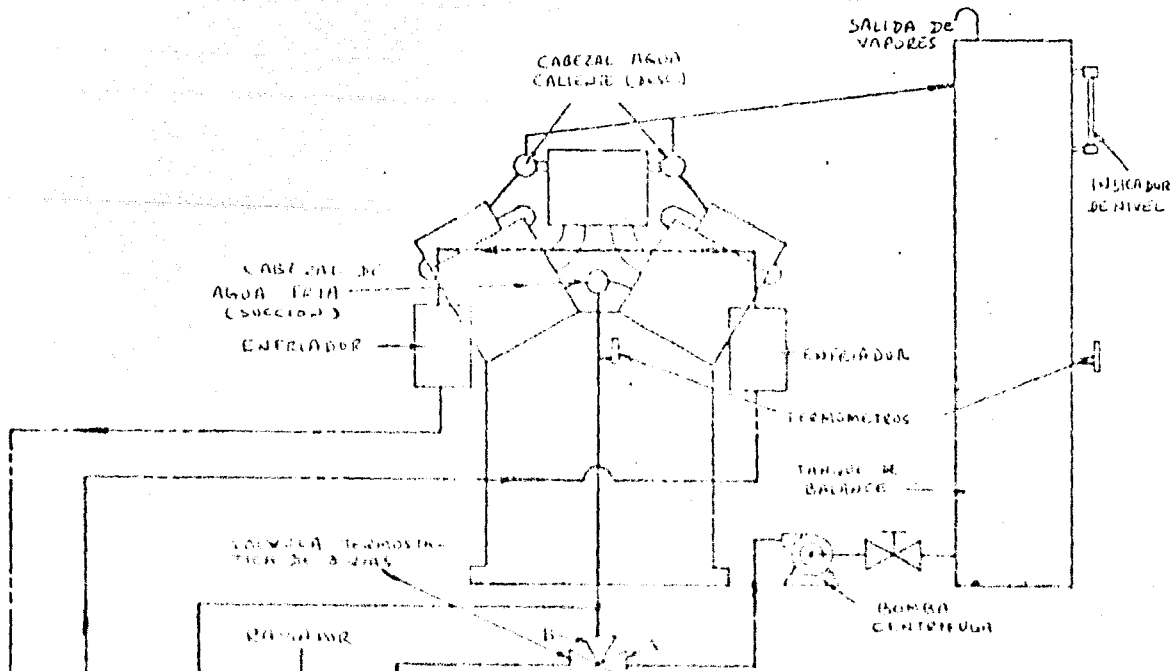
El tipo de enfriamiento para motocompresores puede ser en sistema cerrado ó abierto.

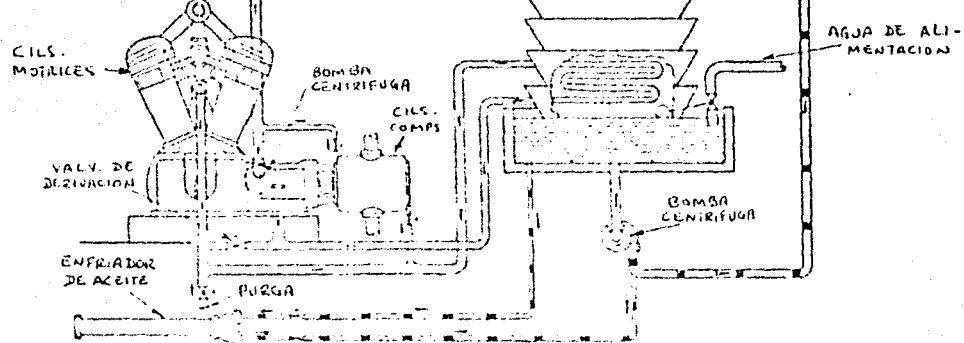
El Sistema cerrado contiene tanque de balance y enfriador, y el sistema --- abierto en su lugar tiene una torres de enfriamiento.



SISTEMA DE ENFRIAMIENTO CERRADO.

FIG 13





SISTEMA DE ENFRIAMIENTO ABIERTO.

fig. 14

ó gas comprimido que se suministra a la máquina dependiendo del tipo de arranque que utilicen.

Los componentes de este Sistema son los siguientes:

Equipo auxiliar de compresión de aire

Distribuidor del aire

Válvulas de retención de aire

turbina de gas (sistema neumático-mecánico)

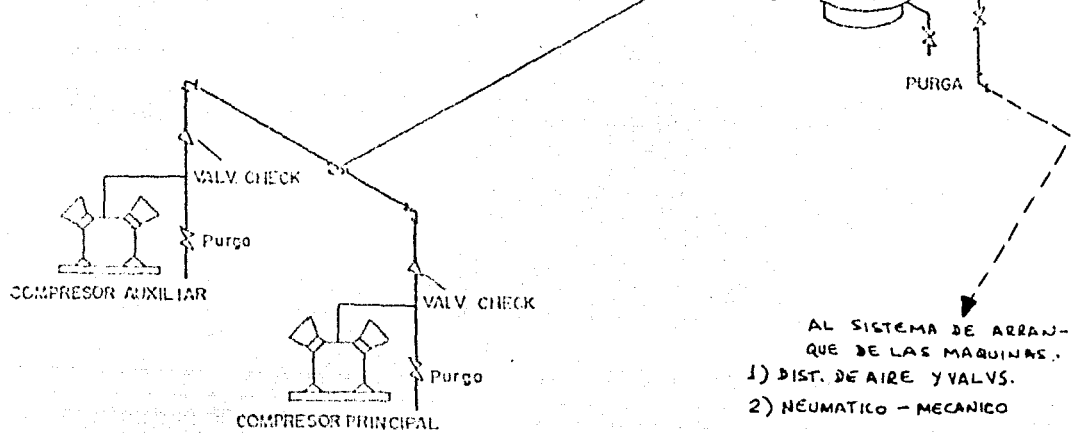
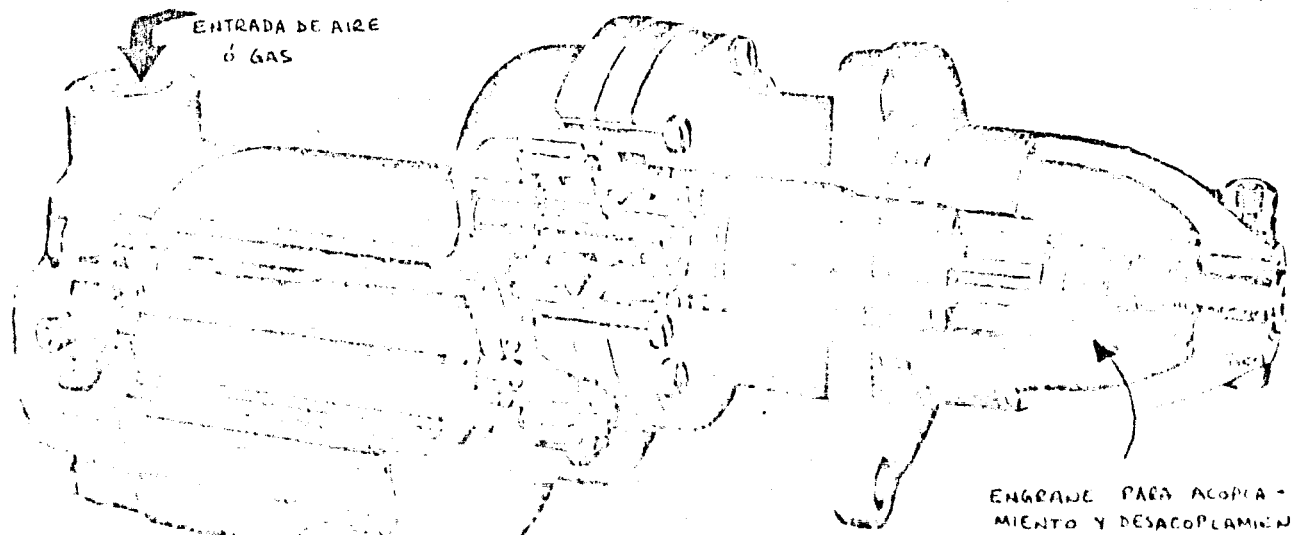


fig. 15

S I S T E M A D E A R R A N Q U E . -



El sistema está formado por las siguientes partes:

Cabezal de Succión

Válvula de Succión

Domos de succión.

Domos de descarga

Válvula de descarga

Válvula de Derivación al quemador

Cilindros compresores

Tapas de cilindros compresores

Válvulas de Succión de compresores

Válvulas de descarga de compresores

Pistones compresores

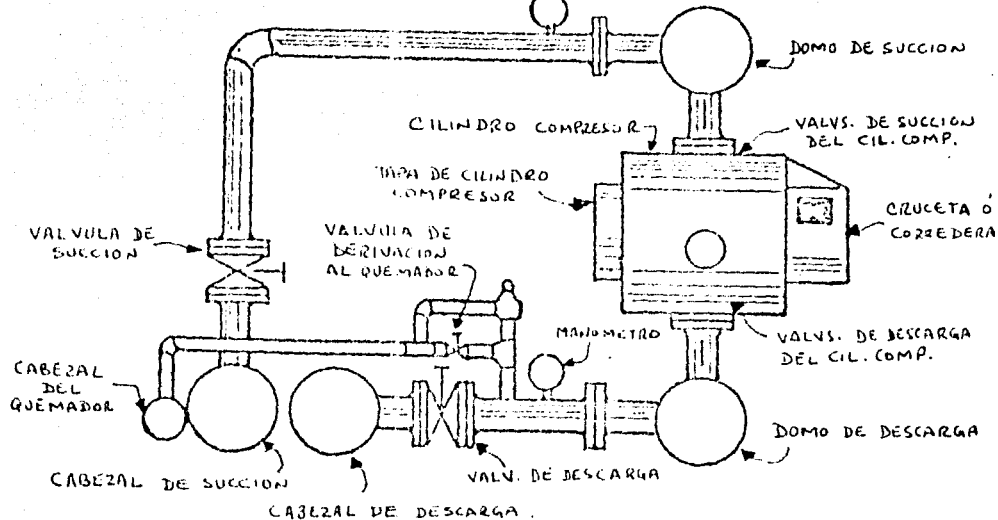
Cruetas ó correderas

Válvulas lifter

Sellos y empaquetadores

Anillos compresores





SISTEMA DE COMPRESION DE GAS .-

fig. 17

de presión neumática; distribuidos en las partes de ocurrencia posible -- de falla en los puntos de control del motocompresor, y en conjunto integrados dentro de un tablero de control.

El sistema típico de compresión tiene dispositivos para sacar de operación al motocompresor al ocurrir cualquiera de las siguientes anomalías:

Alta temperatura de agua de enfriamiento

Sobre velocidad del turbo compresor.

Sobre velocidad del motor.

Alta vibración del radiador.

Alto nivel del condensado en separadores .

Alta presión descarga (último paso)

Alta temperatura de descarga (en cada paso).

Baja presión de succión (primer paso).

Baja presión de aceite lubricante.

Baja presión de agua de enfriamiento.

Por medio del tablero de control se puede efectuar lo siguiente:

Avanzar la máquina.

Parar la máquina.

Localizar la causa de paro por falla.

Conocer las condiciones de operación.

rior de la cámara de combustión liberan su energía e impulsan el émbolo hacia abajo, haciendo girar al cigüeñal que a la vez transmite ese movimiento mediante una biela al émbolo del cilindro compresor, comprimiendo así el gas que se haya introducido al propio cilindro.

Para introducir el gas combustible al cilindro de fuerza es necesario que el árbol de levas gire y empuje un brazo, que mediante un balancín acciona la válvula de admisión y se introduzca el gas combustible al cilindro, mediante la presión del mismo.

Para introducir el aire al cilindro motriz y efectuar la mezcla explosiva, generalmente se utiliza un compresor de aire que se denomina cilindro de aire de barrido, o bien un compresor centrífugo impulsado por los gases de la combustión que se denomina turbocargador..

Para hacer que se encienda la mezcla aire-gas, es necesario una chispa eléctrica: producida en una bujía alimentada por generadores de energía eléctrica, acoplados mecánicamente al cigüeñal.

Al trabajar normalmente un motor compresor lo que sucede es lo siguiente: el émbolo está en la parte superior de su carrera, al empezar su descenso, el cigüeñal transmite movimiento al árbol de levas, haciendo accionar la válvula de gas combustible, e introduciéndose éste al cilindro. Sigue descendien

En cada ciclo del movimiento del émbolo rotriz, se hace girar una vuelta --- completa al cigueñal y éste a su vez transmite el movimiento al émbolo com-- presor.

### OPERACION DEL COMPRESOR

El gas es comprimido por medio de compresores de émbolo.-

Los compresores de émbolo se clasifican de acuerdo con el número de etapas,- el tipo de acción y el número de cilindros.

Las etapas del compresor nos indican el número de veces que el compresor --- eleva la presión. Generalmente los compresores de gas son de dos ó tres eta pas.

Por su acción los compresores de émbolo se dividen en compresores de simple - y doble acción..

a) COMPRESORES DE SIMPLE ACCION.- La compresión se efectúa por la parte su-- perior del émbolo y el proceso se realiza en la siguiente forma:

Por cada vuelta del cigueñal el émbolo compresor recorre dos veces el espacio comprendido entre el punto muerto inferior, siendo una de las carreras de suc ción y la siguiente de compresión.

P.M.I.

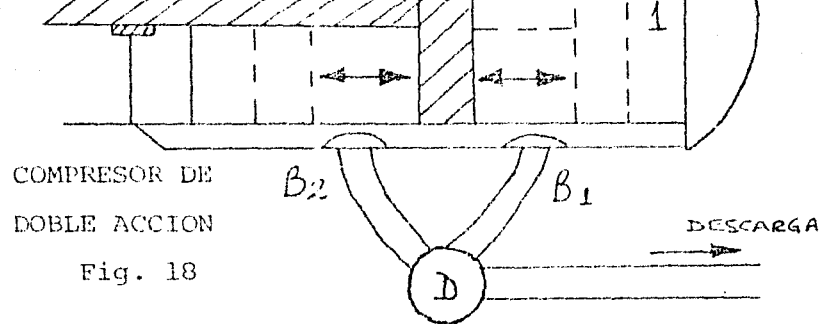
A continuación, el émbolo inicia la carrera de compresión: el gas es reducido de volumen con el consiguiente aumento de presión.

Cuando la presión en el interior del cilindro es ligeramente mayor que la presión en el cabezal de descarga la válvula cerrada es vencida y el gas contenido en el interior del cilindro es expulsado al enfriador y de ahí al siguiente paso.

COMPRESORES DE DOBLE ACCIÓN. - En éstos, la compresión se efectúa por las dos caras del émbolo en forma alternada..- Ver. fig. 18.-

El proceso es el siguiente:

Supongamos que el émbolo se encuentra en el P.S.; al viajar hacia el P.M.I. se abre la válvula de succión A1, penetrando gas al cilindro durante toda la carrera; a continuación, el émbolo inicia la carrera de retorno, el gas que se encuentra en el lado "1" es comprimido y en el lado "2" se abre la válvula A2 penetrando gas al cilindro.



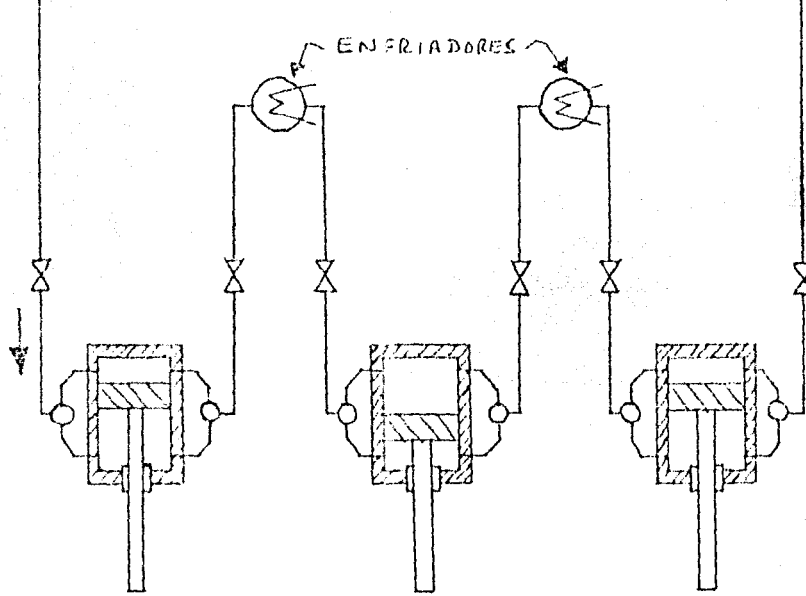
COMPRESOR DE  
DOBLE ACCION

Fig. 18

El gas en el lado "1" al alcanzar una presión un poco mayor que la presión en el cabezal "D", empuja la válvula de descarga B1 abriéndola y pasa al cabezal "D" y luego al enfriador para ser elevado a una presión mayor en el siguiente paso.

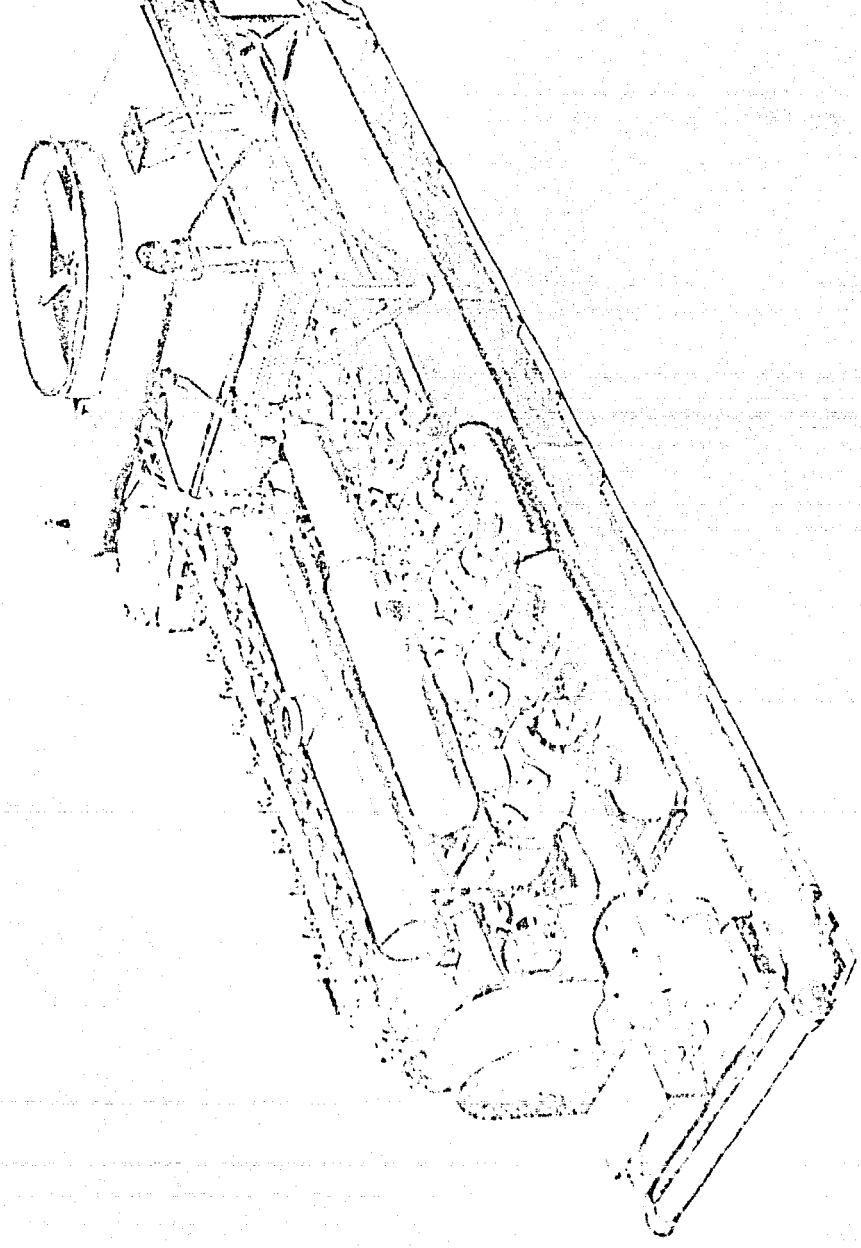
Al llegar el émbolo al P.M.S. queda una pequeña cantidad de gas en el volumen comprendido en el espacio muerto, con una presión igual a la del cabezal "D", el lado "2" del cilindro ha quedado lleno de gas y la válvula de succión A2 cerrada.

Al viajar el émbolo hacia el P.M.I., la presión del gas que quedó encerrado en el espacio muerto del lado "1" disminuye, pero el gas del cabezal de succión "D" no podrá introducirse en el cilindro hasta que la presión en el interior sea menor, entonces la válvula de succión A1 se abre y penetra el gas.



COMPRESION DE GAS EN TRES PASOS. Fig. 19

En una compresora de varios pasos, el gas comprimido en el primer paso -- aumenta su presión y temperatura, por lo que deberá enfriarse, ya que de lo contrario al volver a comprimirlo en la segunda etapa aumentaría más -- su temperatura con consecuencias graves para el equipo, si es que no está -- diseñado para soportarlas. La Fig. 19 muestra sistemáticamente el paso de -- gas através de cilindros compresores y enfriadores.



M O T O R C O M P R E S S O R C L A R K H M B - 1 0

Fig. 20



al motor partiendo del reposo, tendríamos que provocar fuertes explosiones - en la cámara de combustión para poner en movimiento la máquina y para sopor- tarlas se tendría que modificar el diseño de la misma.

Otra de las razones por las que no se puede arrancar un motor partiendo del- reposo, consiste en que el Generador Eléctrico requiere de movimiento en su- eje para producir el voltaje necesario, que elevado por la bobina produzca - la chispa entre los electrodos de la bujía y encienda la mezcla aire-combus- tible.

SISTEMAS DE ARRANQUE. Existen varias formas de arrancar el motor de un moto- compresor, las cuales se explican a continuación:

Sistema mecánico: Consiste de un motor de combustión interna que embraga -- por medio de un piñón a un anillo dentado que se encuentra en el volante del motocompresor. Se arranca el motor de gasolina y una vez que está trabajan- do se embraga al volante de la motocompresora mediante una palanca haciéndo- lo girar.

Sistema neumático-mecánico: Consiste de un motor que es accionado por aire- a presión, acoplado al motocompresor mediante un sistema de embrague. Para- hacerlo funcionar es necesario mandar aire al motor de arranque, el cual --

Al mandar aire al cabezal de aire de arranque, éste pasará por las válvulas -- piloto que hayan sido abiertas por el árbol de levas, entrando después por -- las válvulas de retención de los cilindros cuyos émbolos estén en su punto -- muerto superior o en descenso, impulsando los émbolos hasta hacer girar la -- máquina a la velocidad requerida.

PRECAUCIONES PREVIAS AL ARRANQUE. Es necesario verificar el estado en que -- se encuentra el motocompresor antes de ponerlo en servicio, en una práctica -- que todo operador deberá observar ya que éstos representa evitar un peligro -- tanto para la persona que está operando como para el equipo mismo.

Antes de poner en servicio un motocompresor deberán observarse los puntos -- siguientes:

- a) que no hayan quedado sobre la máquina herramientas, estopa, instrumentos, etc.-
- b). que éste conectadas todas las líneas de lubricación.
- c). ajustar el regulador de presión de gas combustible para mantener 30 lbs. (pulg.2 Esta presión es sobre la base de que el gas combustible de 1000 B.T.U. por pie cúbico.
- d).- que estén abiertas las válvulas de entrada y salida del agua a la máquina

quede sin succión y consecuentemente falle la lubricación a las diferentes partes de la máquina (bielas, émbolos, levas, bujes, etc.)

- g) Prelubricar la máquina, evitando así, que todas las partes móviles del motor sufran desgaste por falta de lubricación al arranque.
- h) Darle unas cuatro vueltas completas a todas las manijas del filtro secundario, barriendo así suciedad que se haya podido acumular, evitando al mismo tiempo, que baje la presión de aceite antes de llegar a las piezas del motor.
- i) Verificar que estén normales los niveles de los lubricadores.
- j) Ver que estén conectados los cables de las bobinas a las bujías.
- k) En las máquinas con enfriamiento propio, si la bomba de agua tiene transmisión por bandas, éstas deberán estar suficientemente tensas.
- l) Todas las máquinas de los campos de compresoras del Distrito de Poza Rica a excepción de los Campos PR-II y PR-V son autoenfriadas, es decir, están equipadas con una o dos bombas de agua; por lo que deberá cerciorarse que la parte del tanque de agua tratada esté lleno, evitando así que la bomba se quede sin succión, trayendo como consecuencia calentamiento excesivo en la máquina o paro de la misma por acción de la protección.
- m) El autocompresor está equipado con radiador y abanico para enfriamiento de

gira libremente y de que todos los compresores estén descargados de gas - y sin líquido.

Si los compresores están cargados, descargarlos cerrando las válvulas de succión y de la descarga abrir la derivación al quemador

PROCEDIMIENTO PARA PONERLA EN MARCHA. Poner en marcha un motocompresor --

es ejecutar una serie de movimientos que se resumen en la forma siguiente:

- a) Abrir la válvula de entrada al cabezal de aire de arranque, para eliminar por medio de la válvula de purga de aire el condensado que se puede haber acumulado, evitando así que falle el encendido de la máquina al mojarse la bujía.
- b) Si la máquina es de arranque manual, colocar el interruptor de acierte en posición de abierto.
- c) Cerrar la válvula de purga de aire del cabezal de aire de arranque.
- d) Accionar el gobernador para que la máquina desarrolle 250 R.P.M. si la velocidad de la máquina es de 330; y 400 R.P.M. si la velocidad de la máquina es de 600 R.P.M. (aproximadamente el 60% de la velocidad de trabajo).
- e) Abrir la válvula de entrada de aire de arranque hasta que la máquina dé -- unas diez o doce revoluciones para expulsar el gas combustible, esta precaución ayudará a evitar explosiones en el sistema de escape.

presión de aceite e investigar la causa por la que la máquina no arrancó.

- h) Una vez arranque la máquina, cerrar la válvula de aire de arranque y - abrir la purga del cabezal de aire.
- i) Verificar la presión del manómetro del aceite en el tablero de instrumentos para asegurarse de que la bomba y todo el sistema de aceite están --- trabajando correctamente.

Si el manómetro no marca presión después de unos segundos de haber arrancado, parar la máquina inmediatamente,. El manómetro debe tener 2 1/2 -- Kg/cm<sup>2</sup>.

En estas condiciones la máquina estará trabajando " en vacío", es decir-- sin carga, ya que los cilindros compresores no están comprimiendo gas.

nes que se detallan a continuación:

- a) Acelerar la máquina hasta su velocidad de trabajo.
- b) Si se destaparon los cilindros compresores, abrir un poco las succiones - y dejar las derivaciones abiertas con objeto de purgar el aire que se haya quedado en los cilindros, evitando así mezclas explosivas.
- c) Cerrar las válvulas de succión.
- d) Abrir lentamente la válvula de descarga del tercer paso y cerrar al mismo tiempo la válvula de derivación al quemador.
- e) Abrir lentamente la válvula de descarga del segundo paso y cerrar la válvula de derivación al quemador.
- f) Abrir lentamente la válvula de succión del tercer paso, la válvula de --- succión del segundo paso y la válvula de succión del primer paso, hasta - tenerla presión de succión de trabajo.
- g) Observar que la máquina no haya bajado su velocidad, si no, accionar el - gobernador hasta obtener la velocidad de trabajo .
- h) Cerrar lentamente la válvula de derivación de aceite a la bomba de aceite hasta obtener una diferencia de temperatura de agua de enfriamiento de --  $5^{\circ}\text{C}$  ( $70-72^{\circ}$  aproximadamente).
- i) Por medio del pirómetro múltiple, deberá comprobarse que la temperatura--

las válvulas de derivación al quemador, para lo cual deben hacerse las opera  
ciones siguientes:

- a) Accionar el gobernador para bajar la velocidad de la máquina de 100 a 150 R.P.M.
- b) Cerrar la válvula de succión del primero, segundo y tercer paso, observando que la máquina no se acelere (en caso necesario accionar el gobernador).
- c) Cerrar la válvula de descarga del primer paso y abrir la válvula de derivación al quemador; haciendo lo mismo en el segundo y tercer paso.
- d) Abrir la válvula de derivación de aceite a la bomba de aceite del abanico evitando así que se acelere éste.-

del motocompresor: éste se deberá parar **inmediatamente** cerrando la válvula de entrada del gas combustible. Estos movimientos únicamente deben hacerse como ya se dijo, en caso de emergencia y sin descarga los cilindros compresores, ya que se perdería tiempo al efectuar muchos movimientos. Al parar el motocompresor súbitamente sufre un fuerte calentamiento ya que si es autenfriada el agua deja de circular.

Cuando se quiera sacar de servicio un motocompresor por cualquier causa que no sea de emergencia, deberán observarse los puntos siguientes:

- a) Una vez que se le haya quitado la carga, dejarla trabajando unos 5 minutos; cerrar totalmente la válvula de gas combustible, lo cual parará la máquina.
- b) Poner el interruptor de encendido en posición de abierto.
- c) REvisar y acondicionar la máquina para ponerla nuevamente en servicio.



de operación especificadas, así como los cuidados indicados al ponerla y - sacarla de servicio.

Las condiciones de operación de las diferentes marcas y modelos de compresoras instaladas son muy variadas, por lo cual se señalarán en forma general:

1) CONTROL DE PRESIONES. Deberán conservarse las presiones de succión especificadas en cada uno de los pasos, ya que un aumento de éstas representa una sobrecarga para la máquina, teniendo como consecuencia desgaste más rápido de sus piezas. Las presiones de descarga entre pasos aún -- cuando no se puedan controlar, deberá tenerse cuidado de mantenerlas en los límites de especificación, pues de lo contrario bajará la eficiencia volúmetrica del compresor . La presión de descarga es condición -- de trabajo y aún cuando no se pueda controlar, deberá tomarse en cuenta cualquier variación en ella ya que esto puede deberse a obstrucción del gasoducto, lo cual será un índice de necesidad de mantenimiento del --- mismo.

Deberá tenerse sumo cuidado en que la presión de aceite de lubricación al motor no baje a 2 kgs/cm<sup>2</sup>. después del filtro, porque se correría el peligro de deficiencia de lubricación en las piezas móviles y por conse

## CONTROL DE TEMPERATURAS

La temperatura del gas combustible no es controlable. Las temperaturas de -  
descarga deben vigilarse que estén dentro de los límites especificados, para  
no tener fallas en la lubricación del árbol y daños debidos al sobrecalentamie  
miento.

La temperatura del agua de enfriamiento no podrá tener una diferencia mayor-  
de 10°C entre la entrada y salida de la máquina, porque al aumentar esta di-  
ferencia podrían romperse las paredes de las cámaras de enfriamiento por fuerza  
de las mismas.

La temperatura de aceite no deberá ser mayor de 65°C a la entrada de la má-  
quina, ya que si aumentara ésta, bajaría la viscosidad del aceite y se ten-  
dría como consecuencia deficiencia en la lubricación.

La temperatura de salida de los gases de escape en los cilindros de fuerza-  
debe vigilarse cuidadosamente para que esté dentro de los límites especifi-  
cados, generalmente entre 350 C a 380°C, porque una variación grande entre -  
las temperaturas de escape de cada uno de los cilindros, representa diferen-  
cia de trabajo entre los mismos, teniendo como consecuencia desbalanceo del-  
motor.

mente las condiciones de operación especificadas.

que no tienen ninguna aplicación para el fin que se persigue, o por encontrarse en una fase no conveniente a sus necesidades.

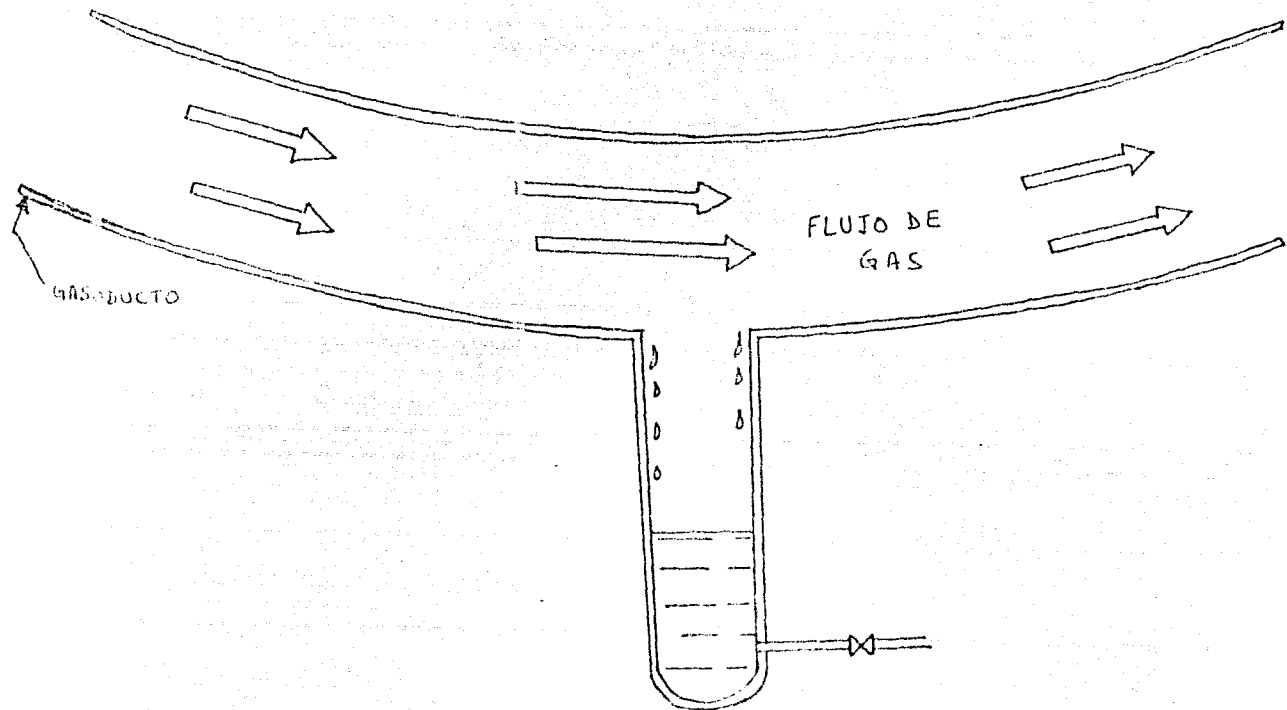
Esta separación se puede obtener de diferentes maneras, dependiendo de la fase en que se encuentren los cuerpos a separar. Así, es posible encontrar medios de separación muy antiguos, pero no por esto menos efectivos, tales como LA CRIBA, usada para la separación de sólidos como grava y arena de acuerdo con su tamaño. EL FILTRO DE AGUA, en el cual se hace pasar el agua con impurezas o materias en suspensión, a través de un medio poroso capaz de retener esas impurezas y dejar pasar el agua.

Las formas de separación que se utilizan más comúnmente en la Industria Petrolera, para mezclas de gas-líquido, son:

SEPARACION POR GRAVEDAD.- Este es uno de los procedimientos de separación más usados, debido a la sencillez y el bajo costo del equipo necesario.

Consiste básicamente en reducir la velocidad de flujo de mezcla, de una que es turbulenta y permite el arrastre de partículas, a otra velocidad menos turbulenta que permite el asentamiento o sedimentación de las partículas suspendidas.

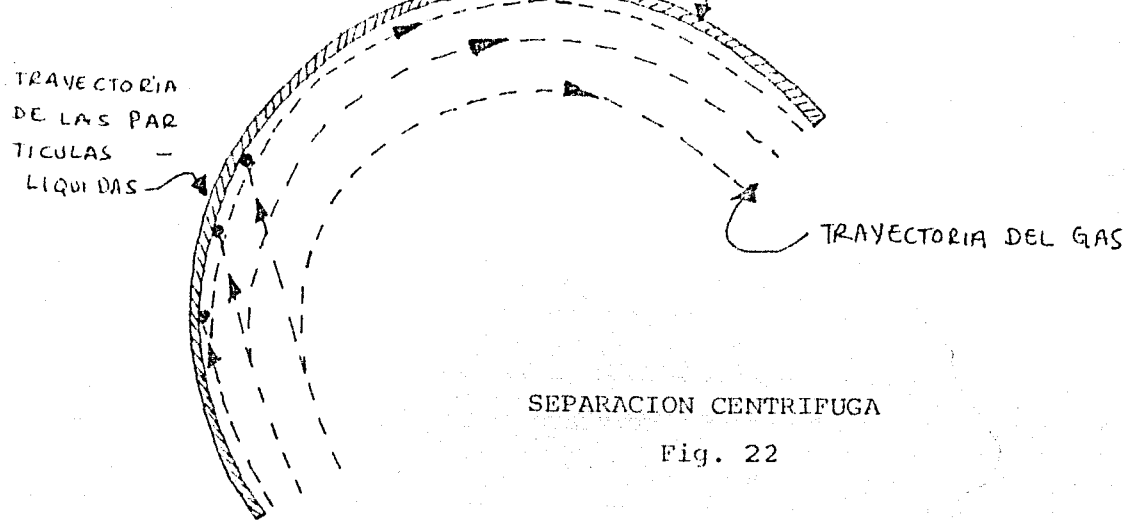
Si la mezcla es conducida a través de una tubería, cualquier tanque acumula



### PIEINA DE CONDENSADO EN GASODUCTO

Fig. 21

Separación por Fuerza Centrífuga.- Este tipo de separación se basa en el principio de que toda partícula en movimiento, ofrece resistencia a un cambio de su trayectoria de viaje y tiende a seguir desplazándose en línea recta. Mientras más densa sea la partícula, mayor será la intensidad de su resistencia a cambiar de dirección (Fuerza Centrífuga); así que las



SEPARACION POR CHOQUE.- El método de choque es el más usado para la separación de las partículas más pequeñas del líquido. Por esta razón, se le llama también "Extractor de Neblina"

Este sistema utiliza el choque de las partículas que arrastra el gas, contra un obstáculo, tal como una capa de mallas de alambre tejido, en vez de contra las paredes de un recipiente.

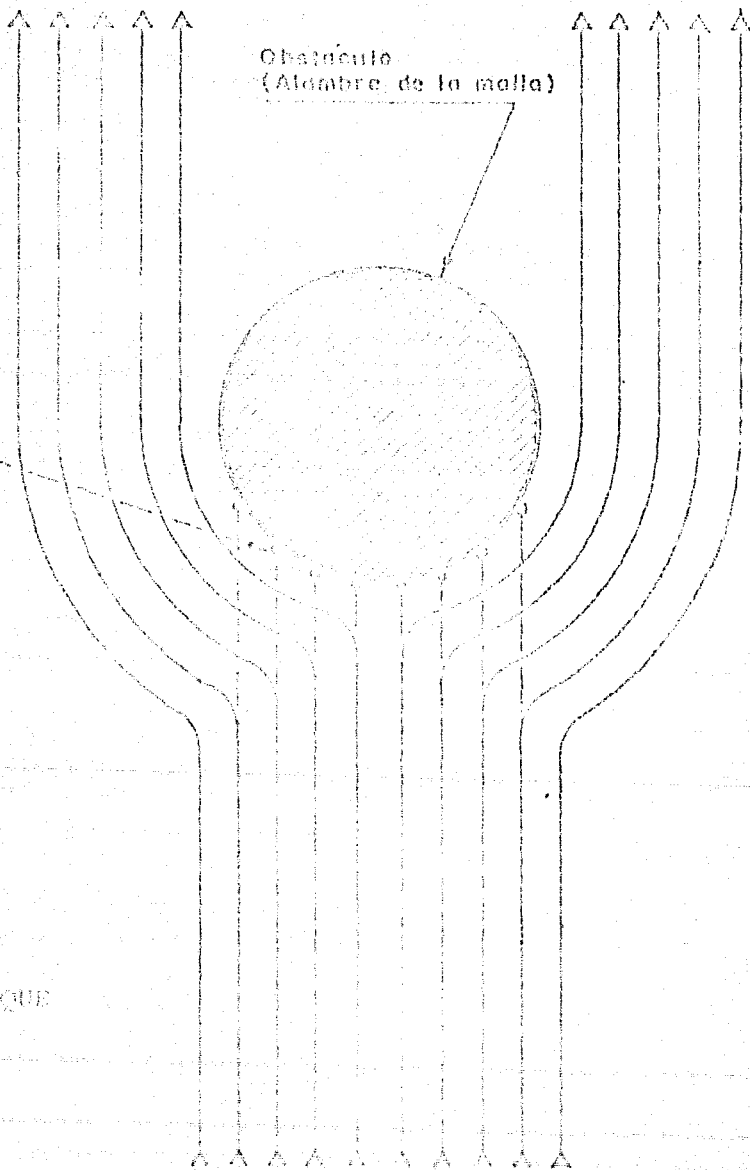
Cuando el gas se aproxima a un obstáculo (alambre) tiende a pasar alrededor de él. Como en el caso de separación por fuerza centrífuga, las gotas por ser más pesadas, tienden a seguir en línea recta y las que se encuentran en la línea del obstáculo, chocan con él y se colectan hasta formar -

Trayectoria de  
las partículas  
de líquido

Obstáculo  
(Alambre de la malla)

SEPARATION POR CHOCUE

Fig. 23



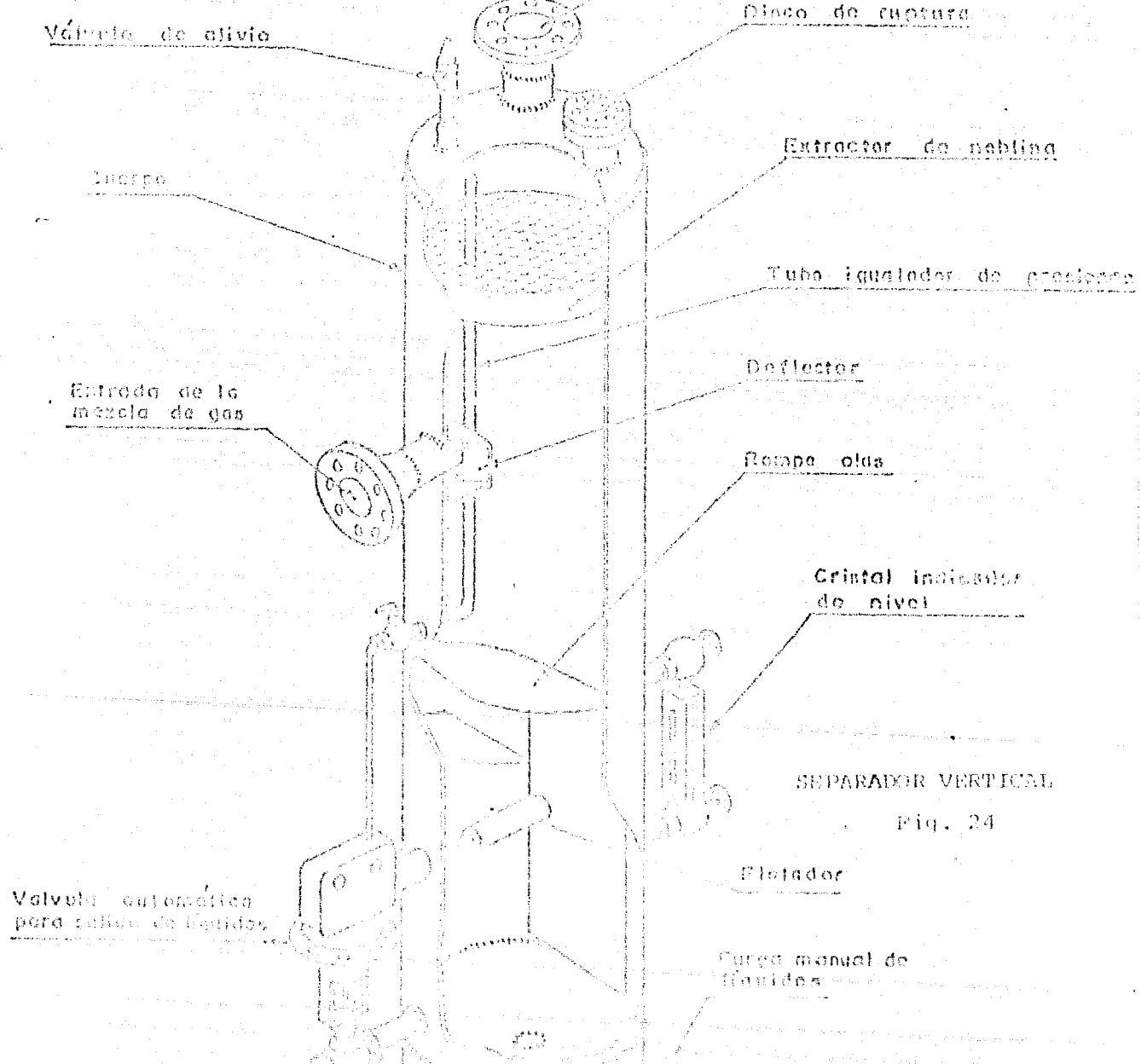
estructivas:

- a).- Disminuir la velocidad de flujo de la mezcla, para permitir la separación por gravedad de los diversos componentes de la misma .
- b).- Estar equipado con una salida superior para gas o vapores, una salida inferior para líquidos y un orificio de limpieza en el fondo para la extracción de sólidos.
- c).- Tener además un control de nivel que opere la válvula de salida de líquidos. Una válvula de seguridad en la parte superior, así como un manómetro indicador de presión y un cristal para inspección visual del nivel de líquido.

Para que un separador gas-líquido, tenga una operación eficaz, debe tener las características detalladas a continuación:

- a).- Sección de Separación Primaria.- En la cual por medio de la fuerza Centrifuga, se desprenden las partículas más grandes de líquido.
- b).- Sección de Separación Secundaria. En donde se desprenden las gotas más pequeñas sin tener que emplear un diseño complicado. Se basa en el principio de separación por gravedad, debido a la reducción de velocidad en la etapa primaria.





que lo hacen muy eficaz en su construcción.

Es el separador que se utiliza en la gran mayoría de estaciones de compresoras, pues su forma vertical facilita su montaje en este tipo de instalaciones, donde el espacio disponible es limitado.

Debido precisamente a su forma vertical tienen ventajas definitivas cuando la corriente de gas arrastra considerables cantidades de lodo y condensados para tienen gran capacidad para almacenar líquidos y su drenaje, colocado en la parte inferior, permite que la operación de limpieza sea muy simple. Lo anterior determina su utilidad en las estaciones de compresoras, pues siempre existe la posibilidad de que pasen con el gas grandes oleadas de condensados que hay que eliminar, pues de llegar a las compresoras, ocasionarían considerables daños.

La operación de los separadores verticales es como sigue:

- a).- Al entrar la corriente de gas al separador, encuentra un deflector que lo dirige en derredor y la lanza por la circunferencia del cuerpo del separador, del cual busca de dirección y la fuerza centrífuga resultante del flujo circular, separa el líquido que resbala por las paredes del separador.
- b).- El gas fluye verticalmente hacia arriba, con poca turbulencia y baja -

la válvula que permite la salida de líquido del separador.

e).- El gas seco sale del separador por la parte superior.

lucion de gas procesado por la estación.

En este separador deja el gas todo el condensado que arrastraba, ya sea desde la estación de separadores de los pozos o que se haya formado en el trayecto de los separadores a la entrada de la estación, de compresoras por cambio de temperatura o por gravedad.

El separador está equipado con el siguiente equipo auxiliar:

- 1.- Válvula de Seguridad.
- 2.- Control automático de Nivel.
- 3.- Alarma o Protección por Alto nivel de Condensado.
- 4.- Indicador de Nivel.
- 5.- Carga manual mandamiento.

El gas, al salir del Separador General de Entrada, pasa al cabezal de succión, de donde lo tomará cada una de las máquinas para su proceso.

Antes de que el gas sea introducido a los cilindros compresores, es necesario asegurarse de que vaya libre de condensados, pues los líquidos no pueden ser aspirados por la máquina y ocasionarían daños de consideración al compresor. Con este fin, se instala un separador, de menor tamaño que el

Para evitarlo, se introduce el gas en un inter-enfriador que disminuye su temperatura por medio de aire o agua.

A la salida del enfriador y antes de entrar a la 2a. etapa de compresión -- se hace pasar el gas por otro separador, similar al de succión de la 1a. etapa, pues con el enfriamiento se condensa una pequeña porción que es necesario remover. Este separador recibe el nombre de "Separador de Succión-2a. etapa".-

En la descarga de la 2a. etapa, el gas entra de nuevo al enfriador de ahí va directamente al gasoducto. En algunos diseños se elimina este segundo enfriamiento y el gas va directamente a la línea sin enfriarse.

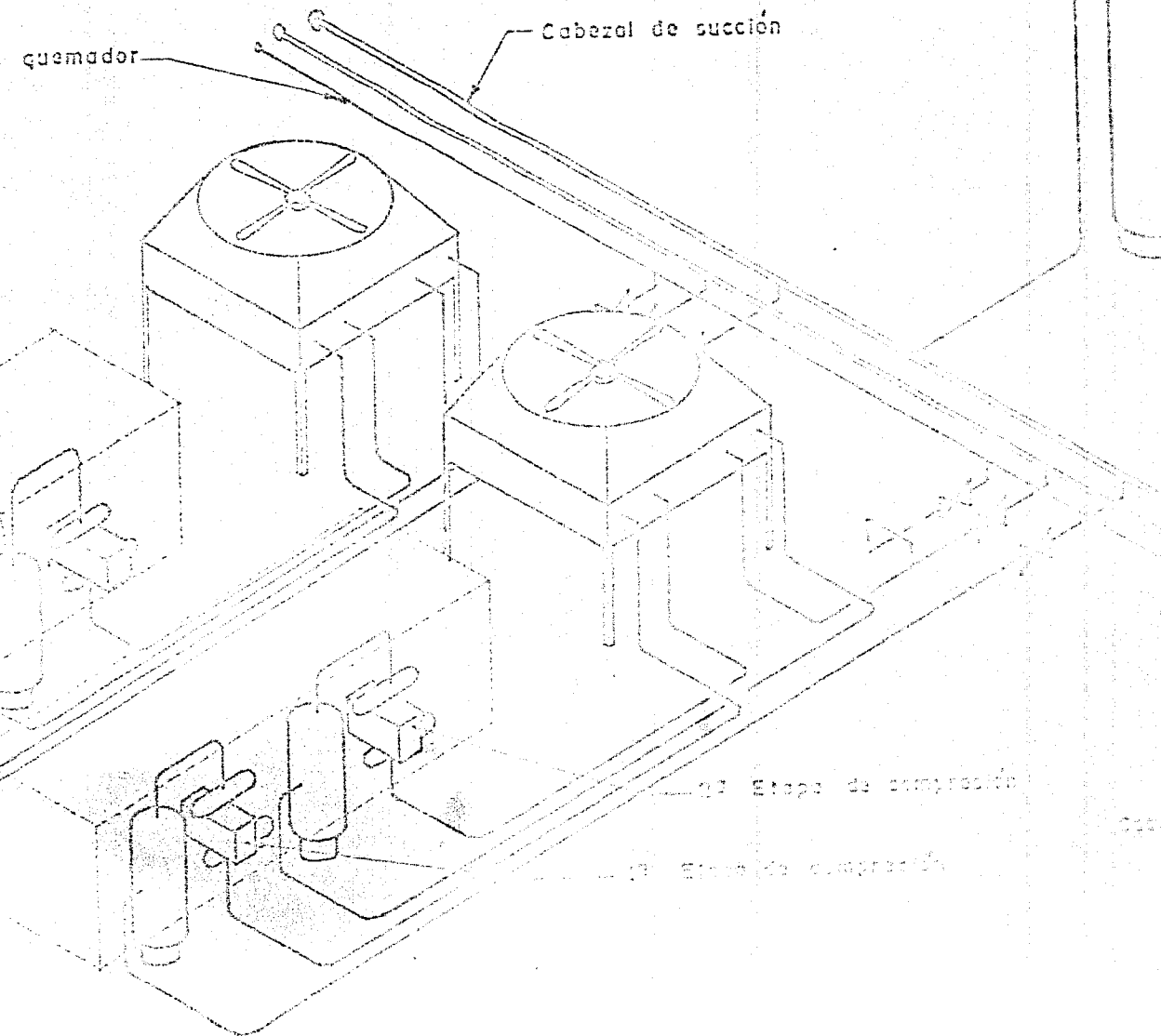
En los casos de 3 etapas de compresión se repite el ciclo indicado para la 2a. etapa.

De algunos tipos de compresores, el separador de succión de la 1a. etapa, viene fabricado integralmente con el domo de succión. Es un domo-separador de dos fases únicamente, pues carece de extractor de neblina, tal como se muestra en la figura. Los condensados que se lleguen a formar, pasan a la "línea de succión" ubicada en un extremo del domo de succión, de ahí se remueven, ya sea automática o manualmente.

Los separadores de succión se refieren a instalaciones equipadas con domo

FLUJO DE GAS EN LAS ESTACIONES DE COMPRESION

Fig. 25



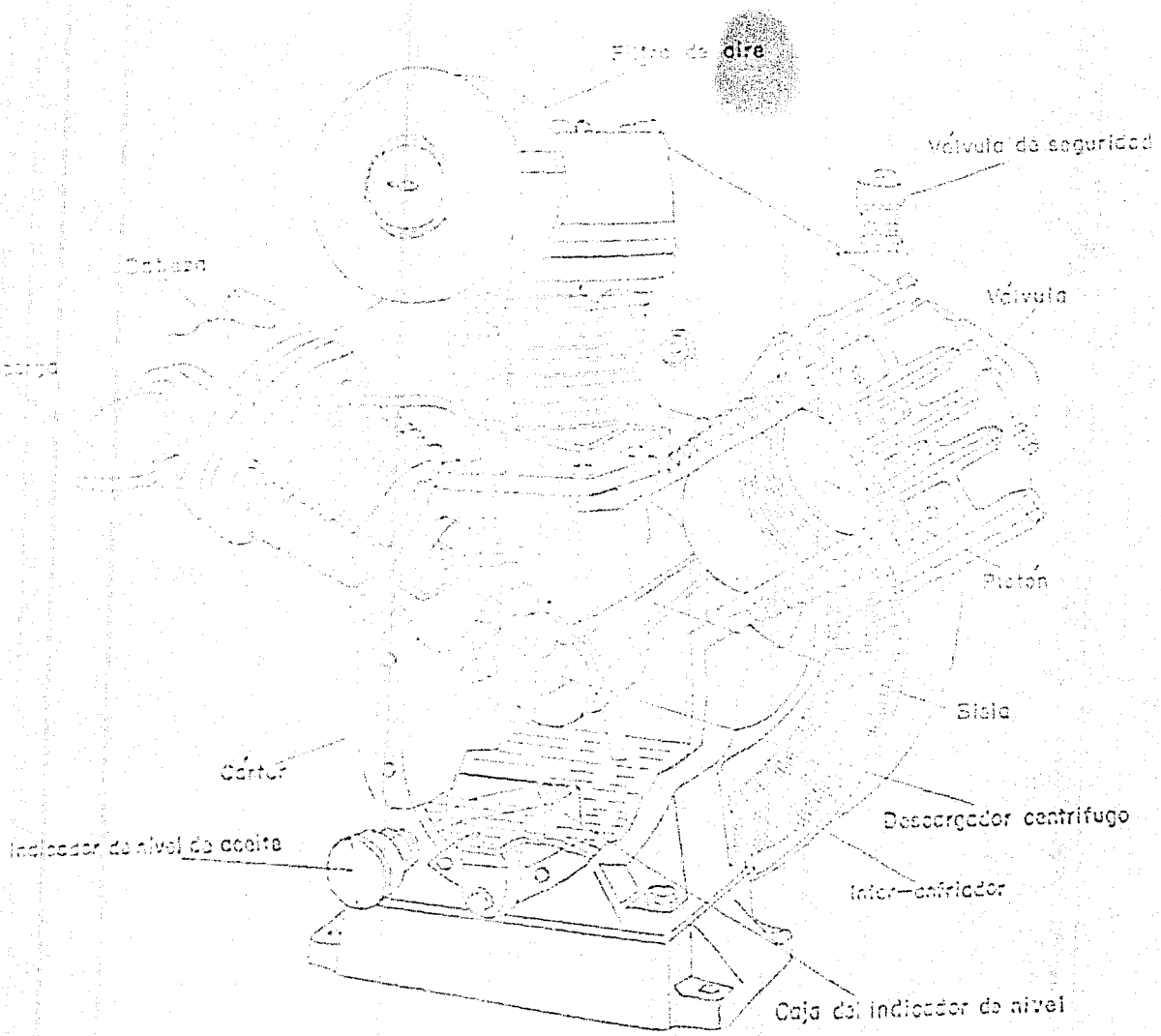
La presión de trabajo de este sistema, es de 250 lb/plg.2. (17Kg/cm2.), y el aire es proporcionado por un compresor accionado por motor eléctrico, - cuya capacidad está de acuerdo con el número de unidades instaladas en la estación de que se trate.

Se tiene además, por regla general, un compresor de menor capacidad accionado por un motor de combustión interna, el cual se utiliza en caso de emergencia, ya sea por falla o mantenimiento de compresor principal.

Debido a la alta presión de trabajo del sistema, se utiliza compresores de 2 pasos, equipados con un enfriador aire, aire entre etapas. Como la demanda de aire para arranque no es continua, los compresores deben trabajar intermitentemente, esto es, deben estar regulados por un sistema automático de paro y arranque. En la fig.15 se muestra un diagrama de instalación típica a nivel de los compresores.

El tanque acumulador debe estar equipado con una válvula de seguridad calibrada 10% arriba de la presión máxima de trabajo. Debe tener además una línea de purga y un manómetro o tope para éste.

El válvula general se encuentra localizado normalmente en la parte superior de la casa de compresores y debe tener una pequeña pendiente para que la humedad condensada se acumule en un extremo y sea fácil de purgar.



COMPRESOR DE AIRE

Fig. 26



friamiento se efectúa con charquetas de agua.

## OPERACION DE COMPRESORES DE AIRE DE ARRANQUE

Antes de arrancar un compresor deben observarse ciertas precauciones, las cuales redundarán una mejor operación del equipo.

- 1.- Que la válvula de entrada al tanque acumulador esté abierta.
- 2.- Revisar el nivel de aceite del carter del compresor y del motor si este es de combustión interna.
- 3.- Si la unidad no está equipada con un sistema automático de purga, es necesario purgar periódicamente todos los puntos colectores de condensados, tales como la pletina de purga (si la hay), y el tanque acumulador.

La gran mayoría de los compresores modernos están equipados con un sistema descargador para el arranque. Puede ser de varios tipos, pero su propósito es de practicar los cilindros cada vez que el compresor deja de trabajar -- El descargado de los cilindros permite al compresor arrancar con una carga ligera, lo cual reduce la corriente del motor eléctrico, alarga la vida de los bridas y acoplamientos y facilita el arranque del motor de combustión interna. (si se usa).

Arranque Manual.- El procedimiento para arrancar un motor compresor de ---

e) Observe la presión del aire en el tanque acumulador, para asegurarse de que la unidad esté trabajando normalmente

f) En las unidades controladas manualmente, asegúrese de que la línea de descarga antes de que la válvula Check, este descargada.

PARO NORMAL. El procedimiento de paro de un compresor, es tan importante para su vida útil, como el de arranque.

Se recomienda el siguiente procedimiento de paros:

a).- Descargue el compresor. Coloque el selector en la posición "OFF". La unidad se descargará automáticamente antes de que el motor pare.

b).- Purgue la línea de control, en caso de que la unidad la tenga.

c).- En las unidades controladas manualmente, purgue la descarga del compresor para evitar un arranque posterior con carga.

Las condiciones que debe tener el aire para poder utilizarse son dos: presión suficiente para operar los diferentes equipos y el menor grado de humedad posible. La primera condición se obtiene comprimiéndolo y en cuanto a la segunda, es necesario deshidratarlo por medio de secadores que pueden ser de variados tipos.

Para operar los sistemas de arranque neumático de compresoras, es necesario contar con la cantidad más o menos grande de aire a  $17\text{kg/cm}^2$ , para lo cual-

nes de compresoras de gas son de tipo reciprocante. La compresión se ---  
efectúa por medio de émbolos, en una o varias etapas, según sea el rango -  
de presión deseado.

El compresor debe trabajar con aire limpio para evitar que la suciedad da-  
ñe sus partes interiores y con este objeto vienen equipados con un filtro-  
instalado en el orificio de succión de la 1a. etapa.

las fábricas donde son utilizados: Este problema se agravará tratándose de compuestos gaseosos que ocupan volúmenes muy grandes.

El sistema más práctico y económico para transportar compuestos gaseosos es el sistema de ductos.

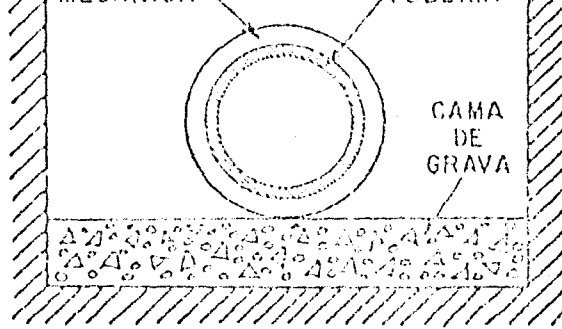
La instalación de un ducto tiene un costo superior a cualquier clase de transporte, pero una vez instalado, se recupera fácilmente la inversión, debido a que su mantenimiento es muy económico y el desgaste que sufre es mínimo comparado con cualquier clase de vehículos.

Reciben el nombre de "ductos, los canales o tuberías que por su interior transportan fluidos. Si el fluido que transportan es aceite, se le denomina "oleoducto", y si es gas se le denomina "gasoducto"

La industria petrolera desde que empezó a utilizar el gas extraído del subsuelo, utiliza gasoductos para su transporte a los diferentes lugares donde se necesita.

Existen gasoductos de diferentes diámetros, siendo estos desde un diámetro capilar hasta diámetros de 36 ó más pulgadas, dependiendo éstos de la capacidad y las presiones a las que se necesita transportar el gas.

El tipo más común de gasoductos es el de tubos de acero.

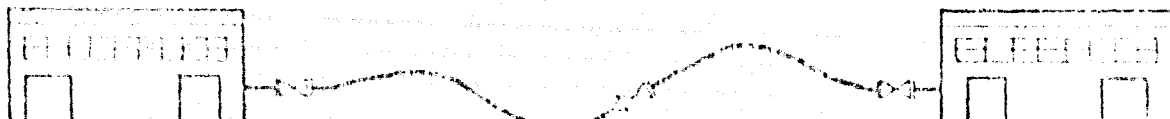


GASODUCTO

Fig. 27

Existe una válvula, tanto en el punto de envío, como en el punto de recepción, además de una válvula de retención en el punto de recepción, con el objeto de no vaciar todo el sistema en caso de rotura en algún punto de la línea.

Tiene además, válvulas de seccionamiento dependiendo el número de ellas de la longitud del gasoducto y las zonas pobladas por donde atraviesan, cuenta además con sistemas de limpieza, denominados trampas de diablos.



Si el gasoducto está vacío deberá estar cerrada la válvula de recepción -- en el punto de llegada, así como todas las purgas que hubiesen en el mismo para evitar cualquier fuga a la atmósfera; deberá abrirse la válvula de -- envío o descarga si se trata de un campo de compresoras. El gas deberá -- introducirse lentamente al ducto, con el fin de evitar enfriamiento en la -- tubería al expandirse el gas debido a la baja presión del ducto pudiéndose -- formar hidratos de hidrocarburos sólidos en su interior e interrumpir el -- paso de gas. Además podría producirse un golpe de ariete si se encontrara -- líquido en la línea de formando la tubería o quizás rompiéndola.

Si el ducto que se va a operar es la descarga de compresoras, deberán es-- tas ponerse en servicio una por una, hasta alcanzar la presión de trabajo -- del ducto y poder así abrir la válvula de recepción para que empiece a re-- cibir gas, evitando con ésto que se regrese gas al ducto si no contara con -- una válvula de retención, es decir, que la válvula de retención deberá -- abrirse hasta que se hayan igualado las presiones del ducto y del lugar de -- recepción (cañal, vasijas, etc).

Deberá observarse la presión de descarga de las máquinas con el objeto de -- ver si el ducto se alivio correctamente, ya que el aumentar la presión de -- descarga por arriba de lo normal, podría ser debido a una válvula que no se --

A un ducto nuevo se le hace prueba hidrostática para cerciorarse que soportará su presión de trabajo, por lo tanto, al desplazar el agua de su interior, se introducirá aire en éste.

Si se introduce gas en el ducto formará una mezcla explosiva y por lo tanto deberá eliminarse completamente el aire; esta se logra poniendo en servicio el ducto en la forma descrita anteriormente y tirando o quemando a la atmósfera el gas o la mezcla que esté llegando al punto de recepción - hasta que al hacer análisis químico no se encuentren huellas de oxígeno.- Si el gasoducto ha sido abierto a la atmósfera para una reparación, deberá ejecutarse la operación anterior.

#### PUESYA AFUERA DE SERVICIO.

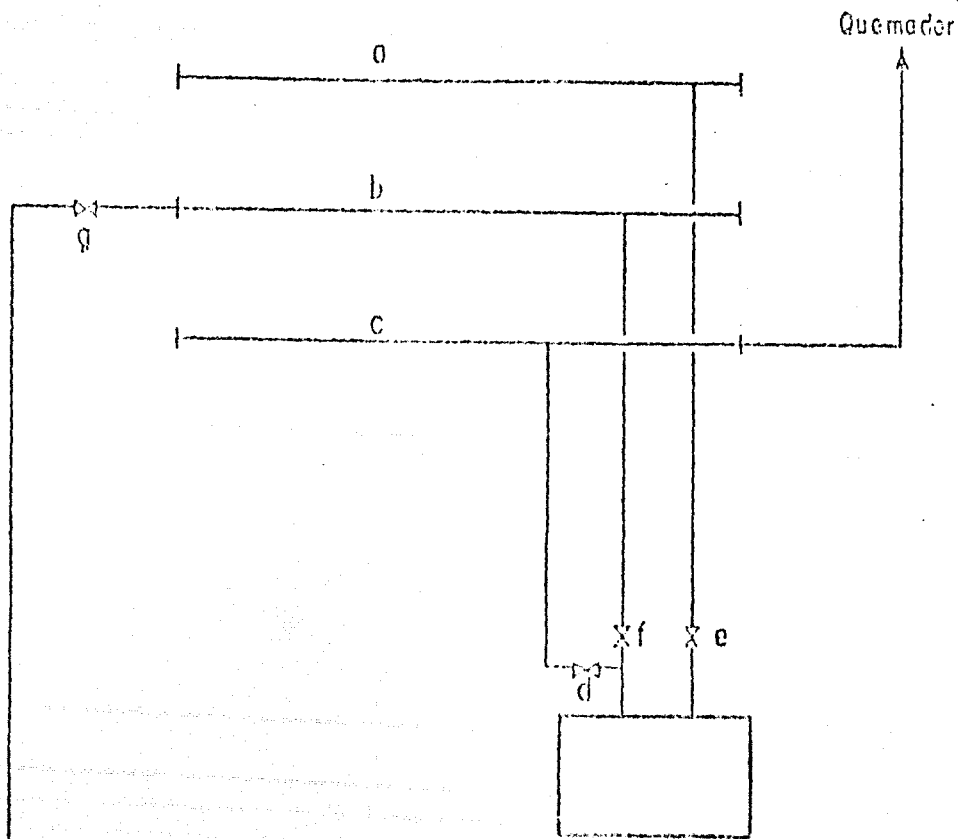
Para poner fuera de servicio un ducto deberán hacerse las operaciones siguientes:

Cortar el envío de gas al ducto (parando compresoras), cerrando la válvula tanto de envío como de recepción.

Vaciarlo a la atmósfera ya sea por sus puertos, **teniendo precaución de quemarlo** o bien vaciarlo por el campo de compresoras por medio de la descarga

h.- Válvula de recepción.

Para hacer este movimiento deberán estar cerradas las válvulas h, e y f, y abiertas las válvulas g, y d; empezar a abrir lentamente la válvula f para enviar el gas del ducto al quemador por la derivación de la válvula d --- (By-pass), hasta tener cero de presión manométrica en el cabezal de descarga.





CAPITULO III

MANIENIMIENTO DE PLANTAS DE COMPRESION.

III

MANTENIMIENTO DE PLANTAS DE COMPRESION

- 1) MANTENIMIENTO DE MOTOCOMPRESORAS.
- 2) MANTENIMIENTO DE SEPARADORES.
- 3) MANTENIMIENTO DE GASODUCTOS.
- 4) MANTENIMIENTO DE COMPRESORES DE AIRE.

La filosofía del mantenimiento se puede concebir desde tres aspectos diferentes:

MANTENIMIENTO

Correctivo

Preventivo

Predictivo

**MANTENIMIENTO CORRECTIVO:** Se presenta cuando el equipo sufre un daño imprevisto en alguno de sus elementos, sacando de operación a dicho equipo.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** Se aplica a un equipo para evitar que aparezca un daño en cualquiera de sus elementos; este tipo de mantenimiento NO DEBE SACAR EL EQUIPO DE OPERACION.

**MANTENIMIENTO PREDICTIVO:** Consiste en substituir el equipo de un sistema cuando dicho equipo ha quedado completamente amortizado y sus condiciones de servicio dejan de ser económicas.

El grado de mantenimiento a que se someten las unidades de compresión varía desde "espere hasta su destrucción" (manera negativa de pensar), hasta programas completos innecesariamente sofisticados. El primer extremo ha existido siempre; pero, naturalmente, no se ha justificado; el segundo es costoso; pero tiene algunos puntos fuertes a su favor. Los procedimientos

Los indicadores o programas de mantenimiento que se han usado por años son básicos y todos pueden ser utilizados hoy en día; pero con objeto de concentrarnos a las modernas tendencias económicas, trataremos solo la que mejor pueda aplicarse a los equipos actuales. Por lo tanto anotaremos los procedimientos de mantenimientos correctivo, preventivo y predictivo desde un punto de vista generalizado de acuerdo a las necesidades del equipo analizado en el presente estudio.

#### MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

El mantenimiento de tipo correctivo se aplica al equipo de plantas de compresión solamente en los casos necesarios, esto es, cuando algún elemento componente del equipo de compresión (motriz, compresor o auxiliar) resulta dañado y como consecuencia la máquina deja de operar.

Después de que ocurre la falla, el personal de mantenimiento se encarga de repararla, ya sea, rehabilitando la pieza dañada o cambiándola total o parcialmente tratando de ejecutarlo en el menor tiempo posible y con la mayor eficiencia para garantizar la continuidad del servicio del equipo reparado, ya que se dejó a funcionar desde la presentación de la falla, y generalmente o no se cuenta con equipo de reserva, o al presentarse la falla, dicha reserva se pierde. Además tomando en consideración que de la operación adecuada del equipo dependen el buen funcionamiento del sistema, una falla en cualquier equipo provocará alteraciones graves en el proceso.

MENOS	Operación	}	Semanal (cada 170 horas)
			Mensual (cada 1000 horas)
	Con equipo fuera de operación.	}	Trimestral (cada 3000 horas)
	Semestral (cada 6000 horas)		
MEDIO	Con equipo fuera de operación	}	Annual (cada 12000 horas)
			Bienal (cada 24000 horas)
MAYO	Con equipo fuera de operación	}	

manera:

DIARIAMENTE (cada 2 horas).

- 1).- Limpieza a las máquinas y áreas adyacentes según programas.
- 2).- Verificación de la operación normal de los cilindros motrices.
- 3).- Verificación del sistemas de lubricación forzada (Inyección de la cantidad correcta de aceite).
- 4).- Vigilar y mantener correctamente los niveles de lubricantes, agua de enfriamiento y aceite en los sistemas hidráulicos.
- 5).- Mantener las presiones adecuadas del aire o gas de arranque e instrumentación.

SEMANALMENTE (cada 170 horas)

- 1) Engrasar válvulas en general (succión, descarga, quemador, sistema reductor de presión, gas combustible, purgas, etc.), chumaceras y accesorios de la máquina, usando una buena grasa para alta temperatura.
- 2).- Revisión del tiempo de encendido de las máquinas (usar lámpara de tiempo).
- 3).- Lecturas de diagramas de compresión para observar balance del motor.
- 4).- Verificar la operación de las trampas automáticas de los separadores de succión.

- a) Verificar que el pirómetro opere correctamente.
  - b) Verificar que el tacómetro opere correctamente, comparando su lectura con la de un tacómetro manual.
  - c) Revisar notas de fugas de gas, aceite crudo, aceite lubricante, --- agua etc.
  - d) Verificar el tiempo con la lámpara de tiempo a velocidad mínima y máxima.
  - e) Sacar de operación el equipo.
- 
- 2) Corregir las anomalías que se observaron en las actividades del inciso anterior.
  - 3) Cambiar bujías.
  - 4) Cambiar elementos auxiliares del sistema de encendido (platinos, resistencias, condensadores, bobinas, etc).
  - 5) Verificar la dosificación de la lubricación forzada.
  - 6) Limpiar bujías si se requiere.
  - 7) Reajustar seguros en las cámaras y poleas.
  - 8) Balancear la entrada de gas combustible a los cilindros motrices.
  - 9) Engrase general de la máquina y accesorios.

girse.

- 2) Cambiar aceite al carter y elementos filtrantes (incluyendo los del turbocargador).
- 3) Cambio general de válvulas a cilindros compresores.
  - a) Revisar minuciosamente los asientos de los cilindros.
  - b) Cambiar empaques de válvulas y tapas.
  - c) Reapretar los tornillos a la presión adecuada.
  - d) Verificar que las válvulas lleven seguros, en caso contrario, ponerse los.
  - e) Revisar las carreras de los discos en las válvulas.
- 4) Revisar el sistema de lubricación en los cilindros motrices.
  - a) Desmontar y lavar las bombas del sistema de lubricación.
  - b) Destapar los filtros de las bombas de lubricación.
  - c) Purgar las bombas y ductos de descarga de aceite lubricante y verificar que no haya fugas por las conexiones o por los ductos.
- 5) Cambiar aceite al gobernador y purgarlo cuando la máquina este trabajando en vacío.
- 6) Revisar que opere correctamente el interruptor de encendido.
- 7) Revisar las cadenas de transmisión (tensión o desgaste).



- 14) Revisar cople de la bomba hidráulica de engranes.
- 15) Eliminar fugas de aire en el tablero de control y ductos.
- 16) Realizar limpieza interior a los expulsores de los condensados de los separadores y comprobar su correcta operación.
- 17) Reapretar en general la tornillería de la máquina y tuberías a la presión adecuada.
- 18) Eliminar fugas de gas, aceite y agua.
- 19) Revisar ductos de lubricación a chumaceras, cigüeñal y turbina.
- 20) Realizar limpieza a filtros de aceite.
- 21) Antes de arrancar la máquina, instalar todas las protecciones a volantes, abanicos, acoplamientos, etc.
- 22) Revisar válvulas para aire de barrido.
- 23) Engrasar válvulas de apertura o cierre de flujo.
- 24) Revisar y lubricar válvulas piloto de aire de arranque.
- 25) Alinear el sistema de arranque.
- 26) Comprobar que operen las protecciones de baja presión de aceite, alta temperatura de agua, alta temperatura de descarga de cilindros compresores, baja presión de agua y vibración del rotor y ventiladores.
- 27) Cambiar válvulas de gas combustible.

operación (presiones, temperaturas, velocidades, etc.).

## S E M E S T R A L

- 1) Revisar cuidadosamente los resortes de las válvulas de admisión y escape, y substituir los que esten en mal estado.
- 2) Revisión de cilindros de fuerza.
  - a) Descarbonizar lumbreras.
  - b) Revisar sistema de lubricación de cilindros motrices.
  - c) Cambiar empaques.
  - d) Revisar asientos de las tapas de los cilindros motrices.
- 3) Limpieza general a levanta-válvulas hidráulicos.
  - a) Inspeccionar y probar los resortes, sellos y asientos, substituyendo o reparando los dañados.
- 4) Calibrar y ajustar claros en las crucetas.
- 5) Cambiar válvulas de gas combustible.
- 6) Revisar transmisión a los sistemas de ignición.
- 7) Destapar conductos de lubricación forzada a los cilindros compresores y reemplazar válvulas de paso.
- 8) Realizar limpieza general a la válvula reguladora o dosificadora del --

- 14) Tomar deflexiones en el cigüeñal para evitar desbalanceo. Dejar registro para el expediente.
- 15) Cambiar o calibrar todas las protecciones, substituyendo termómetros - o manómetros, revisar las líneas para corregir fugas y eliminar las que se encuentren en malas condiciones, simular la operación normal del ta-  
olero.
- 16) Limpieza interior del radiador. Sección agua.
- 17) Revisión general de interruptores y controles para los motores eléctricos de los ventiladores.
- 18) Reapretar el anclaje de la máquina con tacómetro.

#### A N U A L

- 1) Revisión general de los cilindros compresores.
  - a) Calibrar todas las partes y cambiar o reparar las que estén fuera de tolerancia (órbolos, vástagos, sellos de gas, camisas, anillos, ranuras, etc), dejar registro.
  - b) Cambiar sellos de gas y de aceite.
  - c) Realizar limpieza a órbolos de los elementos de control de presión-

ñones del cigüeñal, metales, etc. dejar registro de estas calibraciones, substituir las partes que se encuentren fuera de especificación.

d) Descarbonizar las cámaras de enfriamiento de los émbolos.

e) Verificar alineamiento de bielas.

3) Verificar el claro de las chumaceras de bancada. Dejar registro.

4) Regeneración general de válvulas macho y válvulas de bloqueo.

5) Cambiar bomba de agua o cambiar baleros.

6) Verificar si se encuentran en buen estado los bujes, coples, flechas -- y engranes de la bomba de aceite.

7) Cambiar chumaceras a los ventiladores.

8) Dar mantenimiento general al motor de arranque.

9) Asentar y lubricar las válvulas check de arranque, cambiar las líneas que esten en mal estado.

10) Cambiar la tubería de aire de barrido.

11) Calibrar regulador de aceite a la turbina de aire de barrido.

12) Realizar limpieza al control de avance del pulso generador y del dispositivo que lo pone en servicio.

13) Cambiar o limpiar y calibrar todas las protecciones y los dispositivos

sión.

- 20) Calibrar platinos al pulso generador.
- 21) Pintura en general.

### BIENAL

- 1) lavar con ácido clorhídrico al 10% con doble inhibidor contra la corrosión, las cámaras de enfriamiento.
- 2) Cambiar o hacer limpieza general y calibrar el goemador hidráulico.
- 3) Cambiar chumaceras de bancada.
- 4) Cambiar chumaceras a bielas.
- 5) Verificar la alineación y el alineamiento de la bancada inferior.
- 6) Recimentar la bancada si se requiere.
- 7) Revisar minuciosamente cadenas, engranes y catarinas de transmisión.
- 8) Cambiar todos los retenes de aceite.
- 9) Revisar seguidores de levas y cambiar baleros.
- 10) Reparación general de tolvas y soportes del radiador.
- 11) Limpieza general al gato neumático.
- 12) Cambiar pulso generador.

se la autorización de la jefatura.

- 4) Para poner fuera de operación las unidades que recibirán mantenimiento preventivo, las órdenes se darán al Mando Medio de Operación quienes -- las transmitirán al operador.
- 5) Después de cualquier mantenimiento, el personal de operación recibirá el equipo a su entera satisfacción.
- 6) Por ningún motivo el personal de mantenimiento rodará las unidades.
- 7) No deben carburarse las máquinas en vacío.
- 8) en los cilindros compresores, los cambios que se hagan, deberán tener-- el visto bueno de la jefatura.
- 9) No deben trabajar anillos de "cromo" en camisas o cilindros cromados.

#### MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Este tipo de mantenimiento no se lleva a cabo.

Debido a las necesidades del servicio de las unidades, para no tener desequilibrios en el sistema; además porque las partes del equipo han quedado amortizadas, cumpliendo su vida útil, generalmente siguen en operación hasta que no realice el mantenimiento preventivo, ó bien falle la unidad por causa de una parte obsoleta.

Posiblemente la causa preponderante de no realizar este tipo de mantenimiento sea la ausencia total ó parcial de información en los archivos de cada máquina sobre sus cambios anteriores y su estado más actualizado.

cisamente en el cuerpo de éstos, pues están diseñados para trabajar a una--  
presión superior a la que normalmente están sometidos, sino en su equipo --  
auxiliar, el cual tiene algunas partes móviles o débiles, las cuales por --  
el uso o la vibración pueden llegar a fallar.

A menudo el gas lleva en suspensión pequerísimas partículas de aceite pesa--  
do, las cuales no se desprenden en la primera y segunda fase de separación--  
sino que se quedan en el extractor de neblina acumulándose en él y pudien--  
do con el tiempo obstruirlo.

Es conveniente que, cada vez que se le dé servicio de mantenimiento a la --  
motocompresora, desconectar el separador y lavarlo a contra-corriente con -  
algún solvente apropiado tal como Kerosina o Diesel, para eliminar la sucie--  
dad acumulada en el extractor de neblina y en las paredes del separador.

Después debe remover el solvente con algún detergente y agua, finalmente so--  
pletar con aire al extractor de neblina para secarlo. Tanto el solvente--  
como el detergente y el agua se eliminan por la purga manual.

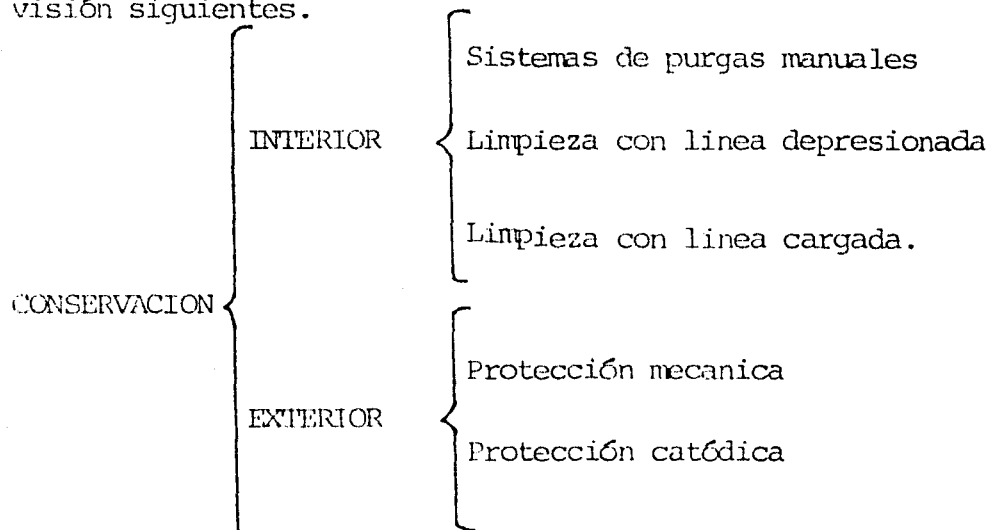
En las trampas de condensado, las fallas que se presentan con más frecuen--  
cia, son las debidas a roturas en el flotador y obstrucciones en la válvula  
de descarga o desgaste en la misma.

Las roturas del flotador se deben principalmente a la presión a la que se -

vente el mecanismo y la válvula de descarga y asentar con un compues\_  
to apropiado las partes de la válvula, hasta conseguir un buen sello  
entre ambas.



el sistema. Los tipos de conservación de ductos se ilustran en la división siguientes.



Conservación Interior. Existen varios tipos de gases que se manejan por gasoductos, siendo estos.

Gas amargo, Húmedo e Hidratado. Es el tipo de gas producto de la - batería, siendo Amargo por el contenido de ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) Húmedo por el contenido de licuables (gasolina, propano, butano, -- etc.). Hidratado por su contenido en agua saturada.

Gas dulce, Seco y Deshidratado, Conocido como Gas Seco.

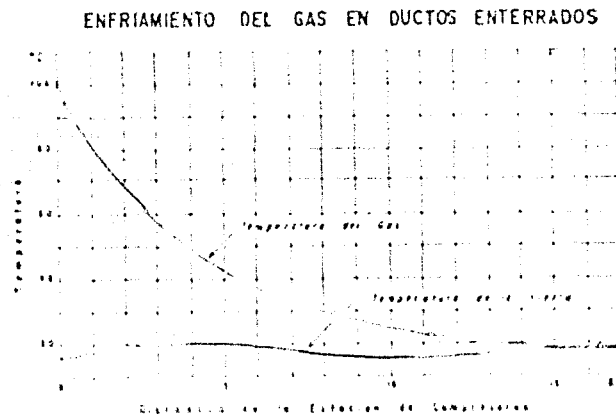
A este gas se le ha eliminado el ácido sulfhídrico, los licuables y en parte el contenido de agua.

El gas húmedo amargo e hidratado, contiene aproximadamente 47 - barriles de hidrocarburos licuables por millón de pies cúbicos.

Transportas gas A.H.ell. por ductos, presenta el siguiente problema: Al comprimir G.A.H. ell. eleva su temperatura, y al fluir dentro

suelo a esta profundidad varía de 20 a 25 °C en las diferentes épocas del año, la temperatura del gas disminuye, tendiendo a igualarse con la temperatura del suelo. Al efectuarse este enfriamiento los hidrocarburos pesados y el agua contenidos en el gas sufren condensaciones parciales debido a que varía su constante de equilibrio y a veces alcanzan la temperatura de punto de rocío.

Fig. 30 ENFRIAMIENTO DEL GAS EN DUCTOS ENTERRADOS.



DISTANCIA DE LA ESTACION DE COMPRESION.

Los Hidrocarburos pesados y el agua condensados se acumulan en los codos de la tubería obstruccionando parcialmente el paso de gas y disminuyendo notablemente su eficiencia.

Aumento en la presión de descarga de compresores.

Depósito de sólidos en el ducto.

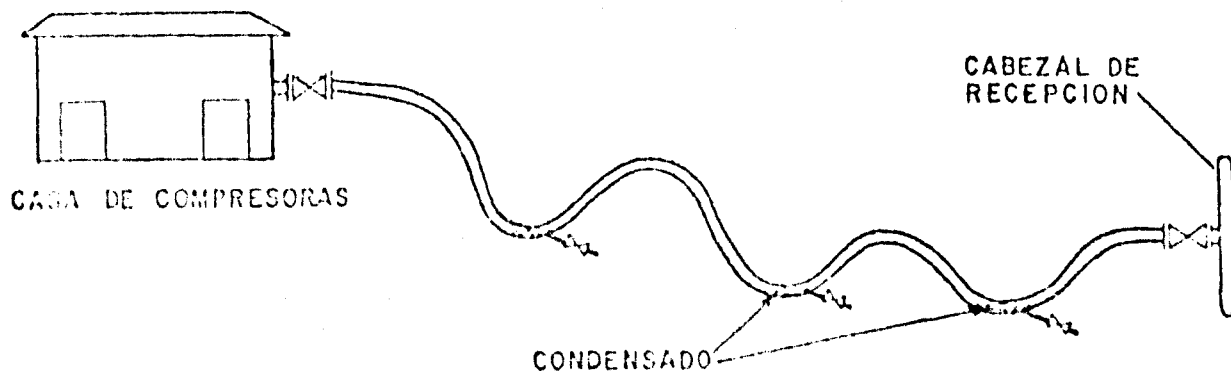
Para eliminar estos licuables existen varios métodos siendo los más comunes los siguientes:

Purgado manual.

Limpieza con corrida de diablo, línea depresionada.

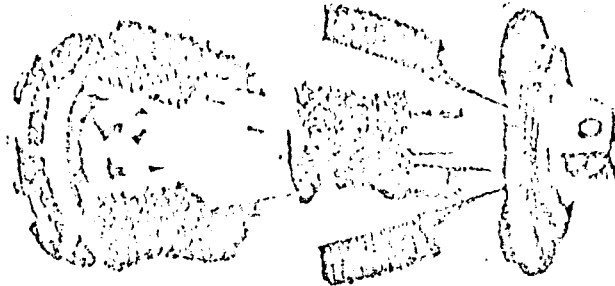
Limpieza con corrida de diablo, línea cargada.

**PURGADO MANUAL.**- Consiste en abrir las válvulas de purga de los gasoductos, eliminando el condensado que se encuentra depositado cerca de la purga, este purgado, deberá hacerse en purga por purga, en el sentido del flujo.

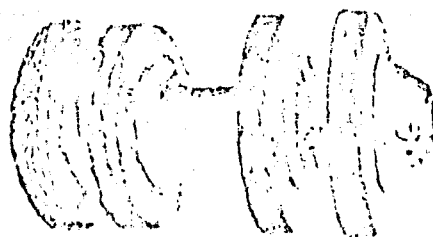


plazar un diablo en el interior de la tubería.

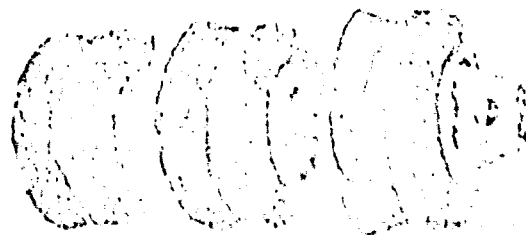
Se conoce por diablo un dispositivo que consta de una flecha de fierro y tiene insertadas cuatro o cinco copas de hule con un diámetro igual al diámetro interior de la tubería pudiendo tener también un cepillo circular de alambre. ver fig. 32

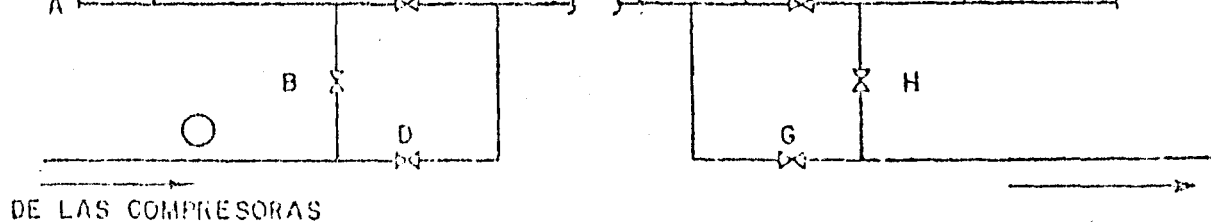


DIABLO PARA DIFERENTES DIAMETROS



DIABLO DE  
DESPLAZAMIENTO





TRAMPAS DE DIABLO

FIG.33

En esta operación es necesario depresionar toda la línea por los quemadores de las trampas de diablo y/o por los quemadores de las casas de compresoras: una vez depresionada la línea, se alinean las trampas de diablo -- tanto la de envío como la de recepción de la manera siguiente:

Trampa de Envío: Deberán estar cerradas las válvulas B-C-D y abierta la válvula E. Se introduce el diablo en el barrilete A hasta la válvula C.

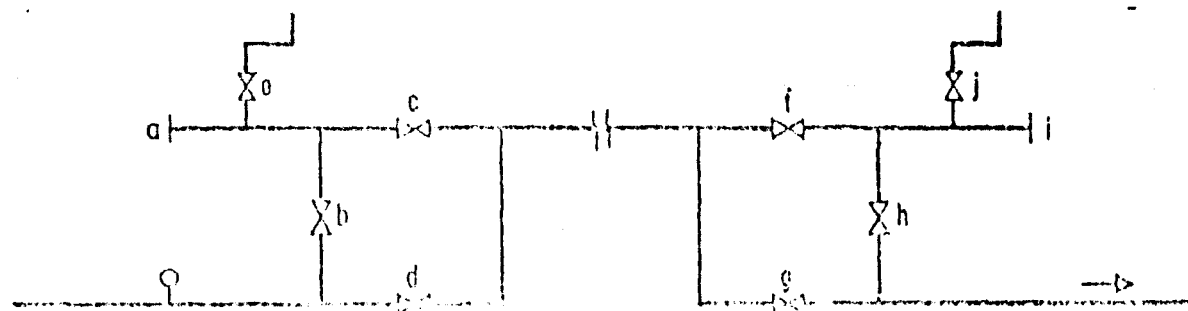
Trampa de Recepción: Deberán estar cerradas las válvulas G y H y abiertas las válvulas F y J.

Presionar la línea hasta la trampa aproximadamente a la mitad de la presión de trabajo, cerrar la válvula E, abrir la válvula C, empezar a abrir la válvula B, con lo que se empezará a desplazar el diablo, deberán empezar a meterle carga de las compresoras para seguir desplazando el diablo. Abri la válvula D y cerrar la válvula B, cerrando la válvula C también con lo que se tiene ya fluyendo el gas y alineada la trampa de salida para su operación normal, procurando mantener la presión a la mitad -

un piloto para evitar que se pueda apagar en caso de que llegue un chorro de agua. Esta trampa de recepción esta equipada también con una señal in-  
dicadora de paso, la cual girará cuando haya pasado el diablo: en caso de  
que está bandera no funcione, un paso franco de gas en el quemador nos in-  
dicará que el diablo ha pasado por la válvula "F" dando por terminada la  
operación de limpieza, por lo que se alineará la trampa de recepción ha-  
ciendo los movimientos siguientes:

abrir válvula G, cerrar válvula F, con lo que fluirá el gas normalmente.  
Abriendo la tapa del barrilete I se saca el diablo por éste, se vuelve a-  
tapar el barrilete y se cierra la válvula "J".

LIMPIEZA DE TUBERIA CON LINEA CARGADA



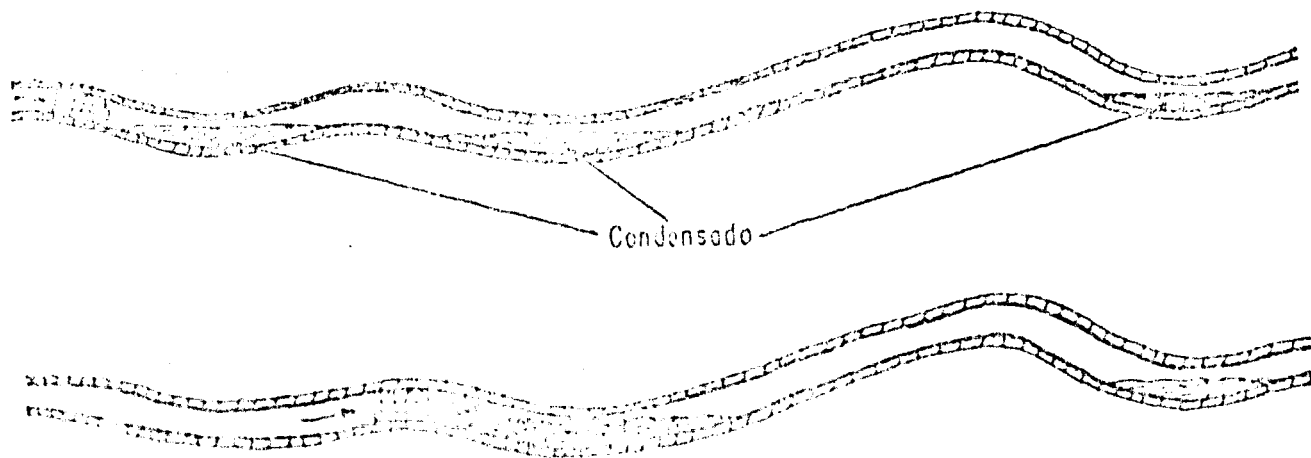
CORRIDA DE DIABLO CON LINEA CARGADA

FIG. 34

Este método se ha experimentado últimamente en los gasoductos del Distri-

línea de pateo donde se localiza la válvula B; cerrar la tapa del barrilete "A", abrir válvula "B" con el objeto de que se igualen las presiones - tanto en la línea como en el barrilete, abrir válvula "C", cerrar válvula "D" con lo que la presión atrás del diablo aumentará hasta empezar a - desplazar éste; este aumento de presión es alrededor de 0.5Kg/cm<sup>2</sup>. Una vez que el diablo ha pasado por la válvula "C" deberá abrirse la válvula "D" y cerrarse las válvulas "C" y "B" con lo que se tendrá esta trampa en operación normal.

Alineamiento de la trampa de recepción. Deberán estar abiertas las válvulas "F" y "G" y la válvula "J" deberá estar abierta en forma tal que - nos indique un pequeño paso de gas, el cual deberá estar quemándose.





notar en el quemador llegada de condensado por el humo negro que se desprende, nos indicará que el diablo ha acumulado todo el condensado de la línea por lo que deberá abrirse totalmente la válvula "J" y cerrarse la válvula "G" para evitar que pase condensado, con esta operación se empezará a quemar todo el condensado de la línea hasta que se oiga un paso franco de gas y nos indique la bandera que el diablo ha pasado por la línea -- "F"; deberá abrirse la válvula "G" para dar paso al gas y cerrarse la válvula "F" dando por terminada la operación.

En todo el tiempo que se esté corriendo el diablo deberá tenerse comunicación con la estación de compresión para cerciorarse de que la presión no aumente demasiado sobre todo cuando se ha cerrado la válvula "G" y cortado el envío de gas esta presión no deberá ser arriba del 20% de la presión inicial de la operación, en caso contrario deberá pedirse a la estación de compresión que vaya quitando carga a una de las máquinas y evitar que siga aumentando la presión y así sucesivamente hasta que la operación ha sido terminada y volver a poner en servicio inmediatamente la máquina.

En algunas ocasiones en operaciones de corridas del diablo tanto en línea descargada como en línea cargada, es probable que se atore el diablo, situación provocada por el aumento excesivo de la presión de descarga de las

que éste correrá a una velocidad mayor y el golpe odrá desalojarlo, otra forma es hacer lo mismo pero en sentido contrario del flujo.

En caso de que ninguno de estos dos métodos de resultado se tendrá que meter otro diablo pero con una cápsula radioactiva hasta que choque con el diablo atorado localizándose el punto de obstrucción, mediante un aparato especial. Una vez localizado el lugar de obstrucción deberá cortarse la tubería un tramo tal que nos permita extraer los diablos y eliminar la causa que provocó la obstrucción para evitar problemas posteriores.

CONSERVACION EXTERIOR. La conservación exterior tiene la finalidad de proteger el gasoducto contra los ataques de la corrosión.

Anteriormente se usaba la técnica de calcular el desgaste que sufriría la tubería durante 8 ó 10 años y después del cálculo o de el grosor de la tubería necesario para resistir los esfuerzos mecánicos a que está sujeta se le añadía el grosor calculado por el desgaste, lo que causaba fuerte pérdida económica en material y mayor peso durante el transporte de las secciones del gasoducto al lugar donde se emplearían.

En la actualidad, se utiliza únicamente el espesor de pared de tubería necesario para su correcta operación y se protege el gasoducto exteriormente de dos maneras:



LAS TUBERIAS DE ACERO SEPULTADAS, SUFREN EL ATAQUE DE LA CORROSION POR LAS SIGUIENTES CAUSAS: Cuando se excava la zanja, la tierra removida permite que el oxígeno propicie más el ataque corrosivo. Humedad en el suelo. Acción electroquímica de minerales contenido en el suelo FIGURA 9.

#### PROTECCION MECANICA.-

Tiene la finalidad de evitar el contacto de las tuberías con los agentes corrosivos; esto se logra cubriendo la tubería (que previamente se ha limpiado) con cintas de polietileno o de fibra de vidrio, que son impermeables y malos conductores de la electricidad. También se usan para proteger a la tubería el esmalte y el asfalto.

PROTECCION CATORDICA.- La protección mecánica no es perfecta, pues basta al gún rasguño o algún área no cubierta, para que se origine la corrosión.

La corrosión en **gran** parte se debe a que flujye corriente eléctrica de la tubería al suelo con el consiguiente desprendimiento de metal: estas corrientes se deben a reacciones químicas entre el metal y la tierra. Para evitar esto hacemos uso de la protección catódica, cuya finalidad es cortar este flujo de corriente.

tos y gasoductos.

La protección catódica puede ser aplicada en dos formas:

La primera consiste en tratar la tubería por partes, protegiéndola por medio de ánodos de sacrificio.

ÁNODOS DE SACRIFICIO.- Los primeros experimentos sobre protección catódica fueron hechos con ánodos de zinc, los cuales se conectaron a placas de cobre y se sumergieron en un depósito conteniendo agua de mar.

Así se formó una pila galvánica en donde el zinc fué el ánodo, mientras que el cobre formó el cátodo.

El zinc, al proporcionar la corriente, quedó corroído (por lo que se le llamó ánodo de sacrificio); mientras que el cobre quedaba catódicamente protegido.

Este método para proporcionar protección catódica es muy económico y puede ser usado con una gran variedad de metales, tales como los empleados en la fabricación de tuberías.

La segunda forma consiste en calcular la corriente que fluye de la tubería al suelo (esto se hace tomando en cuenta la resistividad del terreno) y, a continuación, se instala una fuente de potencia, conectando únicamente el conductor negativo de la fuente a la tubería.

pueden prevenirse con una buena lubricación periódica y un mantenimiento preventivo adecuado.

El tiempo y la energía que se puedan consumir al efectuarlos, serán siempre menores a los que se pierden cuando una unidad queda fuera de servicio por alguna falla.

A continuación se enumeran los síntomas que ocurren más frecuentemente en compresoras de aire, sus causas y la mejor manera de corregirlos para evitar la falla que puedan causar.

**Sobrecalentamiento del Compresor.** Cuando el compresor se calienta en exceso, puede deberse a una o varias de las siguientes causas:

- a).- Bajo nivel de aceite en el cárter.
- b).- Bomba de aceite defectuosa.
- c).- Las válvulas o sus resortes, dañados.
- d).- Las bandas del ventilador (si las tiene), flojas o dañadas.
- e).- Excesivo desgaste en las chumaceras de la biela.

El sobrecalentamiento puede tener graves consecuencias para la vida útil del compresor y debe evitarse en cualquier ocasión.

La forma recomendada para corregirlo es la siguiente:

- a).- Tener aceite hasta llegar al nivel correcto.

tuosas se calentará más de lo normal.

Es de suma importancia remediar esta falla lo más pronto posible, pues --- además de que el compresor trabaja menos eficientemente, existe el peligro de que algunas pequeñas partículas de la válvula caigan al émbolo y lo dañen. Para remediarlo, deben cambiarse la o las válvulas limpiando cuidadosamente todos los depósitos de carbón acumulados en la parte cercana.

#### LA UNIDAD NO COMPRIME A SU CAPACIDAD TOTAL.

Cuando el compresor trabaja pero no maneja la cantidad de aire especificada, puede deberse a:

- a).- Válvulas de succión o descarga, rotas.
- b).- Fugas en la descarga o sus conexiones.
- c).- Fugas por la válvula de purga del tanque acumulador.
- d).- Fuga por la válvula de seguridad.

Estos puede evitarse de la manera siguiente:

- a.- Inspeccionar y cambiar válvulas dañadas.
- b.- Cambiar los empaques y reajustar los tornillos de la descarga.
- c.- Reparar o cambiar la válvula de purga del tanque acumulador.
- d.- Desarmar, limpiar y recalibrar la válvula de seguridad.

b.- Después de desmontar la cabeza, sacar todas las partículas del interior del cilindro. Cambie la válvula.

Excesivo consumo de aceite.- Esto puede ser originado por alguna de las siguientes:

- a.- Operación ineficiente del filtro de aire: esto permite el paso de partículas que desgastan en exceso los anillos.
- b.- Desgaste excesivo de las chumaceras de biela, lo cual causa que se arroje demasiado aceite a las paredes del compresor y se mezcle con el aire a comprimir.
- c.- Anillos de los pistones desgastados, lo cual permite el paso del aceite al aire por comprimir.

Para remediar esto, es necesario:

- a.- Limpiar cuidadosamente el filtro de aire y cambiar los anillos de los pistones.
- b.- Instalar metales nuevos a las bielas de compresor.
- c.- Instalar anillos nuevos a los émbolos del compresor.

C A P I T U L O    I V

SEGURIDAD EN PLANTAS DE COMPRESION.



- 2) EQUIPO DE SEGURIDAD DE LAS INSTALACIONES
- 3) SISTEMAS DE PROTECCIONES DE MOTOCOMPRESORAS
- 4) TRABAJOS PELIGROSOS
- 5) PRECAUCIONES EN EL EMPLEO DE EQUIPO DE SOLDADURA
- 6) DETECTOR DE GAS
- 7) TOXICIDAD DEL GAS NATURAL
- 8) ANTIDOTOS PARA ENVENENAMIENTO POR GAS.

presa, es la pérdida de personal y equipo a causa de los accidentes. Dichos accidentes jamás son casuales, sino provocados por la ignorancia y el descuido.

El Presente Estudio, acatando las normas que dicta - el Departamento de Seguridad Industrial expone las reglas que se deben seguir en los campos de compresoras.

El llevar a cabo en forma correcta un programa de seguridad, permite que el operario trabaje en mejores condi-ciones disminuyendo de esta manera los accidentes de -- trabajo, y a la vez se obtiene una producción más elevada con la que se puedan amortiguar con creces los gastos que ocasiona dicho programa.

Para operar con propiedad una Planta de Compresión - es indispensable conocer la correcta operación de cada uno de los componentes del equipo y las condiciones de operación de los mismos que puedan originar algún accidente.

El equipo de protección personal no sólo es esencial para la seguridad de los trabajadores que participan directamente en los trabajos de mantenimiento, sino también de los trabajadores de operación que tienen que seguir laborando en la misma zona, de los trabajadores de protección contra incendio cuando los haya y de cualquier otro, los cuales deberán usar siempre la ropa, guantes, casco, mascarillas y herramientas apropiadas. En segundo lugar, que se haga la prueba de gases en los lugares donde se ejecuten operaciones de reparación, proceso, mantenimiento. Que se pida la intervención del personal de Contra Incendio cuando así se haya establecido. Que se cuente con el permiso del personal de operación a fin de que no vaya a abrir una válvula, operar un switch o ejecutar cualquier otra maniobra que ponga en peligro los trabajadores.

En este caso, el equipo se empleará para proteger la vista y el aparato respiratorio.

La protección de los ojos debe darse con lentes con máscaras con vidrios o plásticos resistentes al impacto, que debe tener como requisito indispensable un ajuste perfecto a la cara para impedir que se filtre el gas.

La mayoría de los aparatos de protección respiratoria protegen al mismo tiempo los ojos de la persona que los usa.

y si los tiempos de exposición son breves, más que como - protección respiratoria, como comodidad para el trabajador se puede usar un respirador con cartucho para vapores orgánicos y gases ácidos.

Para la reparación de pequeñas fugas o trabajos donde la concentración es pequeña y en lugares ventilados en donde se pueda asegurar que existe oxígeno suficiente para la respiración, se puede usar una máscara con bote para vapores orgánicos y gases ácidos, siempre y cuando se lleve un control del tiempo de uso de dicha máscara para reemplazar el cartucho antes de 60 minutos de uso normal, o al -- cabo de 6 meses si fue usado una sola vez, debiendo estar-se a la condición que primero se cumpla.

Cuando la persona que esté usando una máscara perciba olor a hidrocarburo o a ácido sulfhídrico (a huevos podridos), es signo inequívoco de que, o la máscara está mal colocada, o el bote está agotado, o la concentración de -- gases es muy alta y no son retenidos por los productos químicos del bote. Cuando esto suceda deberá retirar inmediatamente del área contaminada.

Las máscaras o capuchones con suministro de aire forzado o las máscaras autosuficientes por regeneración de -- oxígeno, es conveniente usarlas cuando se tenga que trabajar en áreas donde estén presentes el ácido sulfhídrico o hidrocarburos que lo contengan, en concentraciones grandes

to ya sea correctivo o preventivo y alargar de esta manera la vida útil del equipo. Los programas de mantenimiento -- elaborados en la sección de programación de acuerdo con la técnica y las experiencias del campo desarrolladas prácticamente. Es importante que los operarios destinados al mantenimiento preventivo se den cuenta de la importancia de -- de estos programas; de ahí que su colaboración en la ejecución de los mismo daría como resultado el mantener el equipo en óptimas condiciones.

Es conveniente además que el operario que lleve a -- cabo dichos programas elabore un reporte de los trabajos -- efectuados y que , a la vez, haga ciertas observaciones -- de cómo se podrían hacer los trabajos en menor tiempo -- ya que esto ayudaría a corregir el método de trabajo que -- se seguiría en una próxima revisión; pero lo fundamental -- del reporte escrito sería para tener un historial de cada -- máquina en particular, pues dichos reportes, en un momento -- dado, nos indicarían las fallas más frecuentes.

Es necesario realizar inspecciones preventivas y pe-- riodicas de los equipos de seguridad en las casas de compre- -- soras, con el objeto de que el equipo opere en condiciones -- normales y anormales, tales como válvulas de seguridad --- -- alarmas, sistemas eléctricos de alumbrado, áreas de proce-- so, agua de servicio y tratada para disponer de ella para -- el fin necesario en cualquier ocasión.

ta de uso continuo, dejen de funcionar en el momento preciso . La calibración y prueba de aparatos de medición y control de la máquina tales como: controles de sobrevelocidad, termopares, manómetros, válvulas automáticas, válvulas manuales, así como bombas de agua, aceite, etc., se deberá hacer periódicamente.

Los lugares de acceso a la localización de los equipos de control, medición y protección, deberán estar libres de materiales sueltos o resbaladizos que obstruyan y hagan peligroso el lugar por donde se transita.

Otro punto importante es la localización del equipo de contraincendio: extinguidores mangueras con boquillas, aspersoras, tomas de agua, desfoques al quemador, etc.,

Teniendo control sobre las condiciones de seguridad que debe de haber en el equipo y las instalaciones, se tenderá a una operación más eficiente y un factor de seguridad alto tanto en el personal como en el equipo.

- 1.- Líneas en buen estado
- 2.- Fosas de desfogue a menor nivel (disques de drenado del aceite.
- 3.- Pilotes en servicio.
- 4.- Válvulas macho en buen estado y que no se pasen.

El sistema del quemador se localizará a una distancia prudente del equipo de proceso, situándose a campo abierto y a una altura que depende de la proximidad del equipo adyacente.

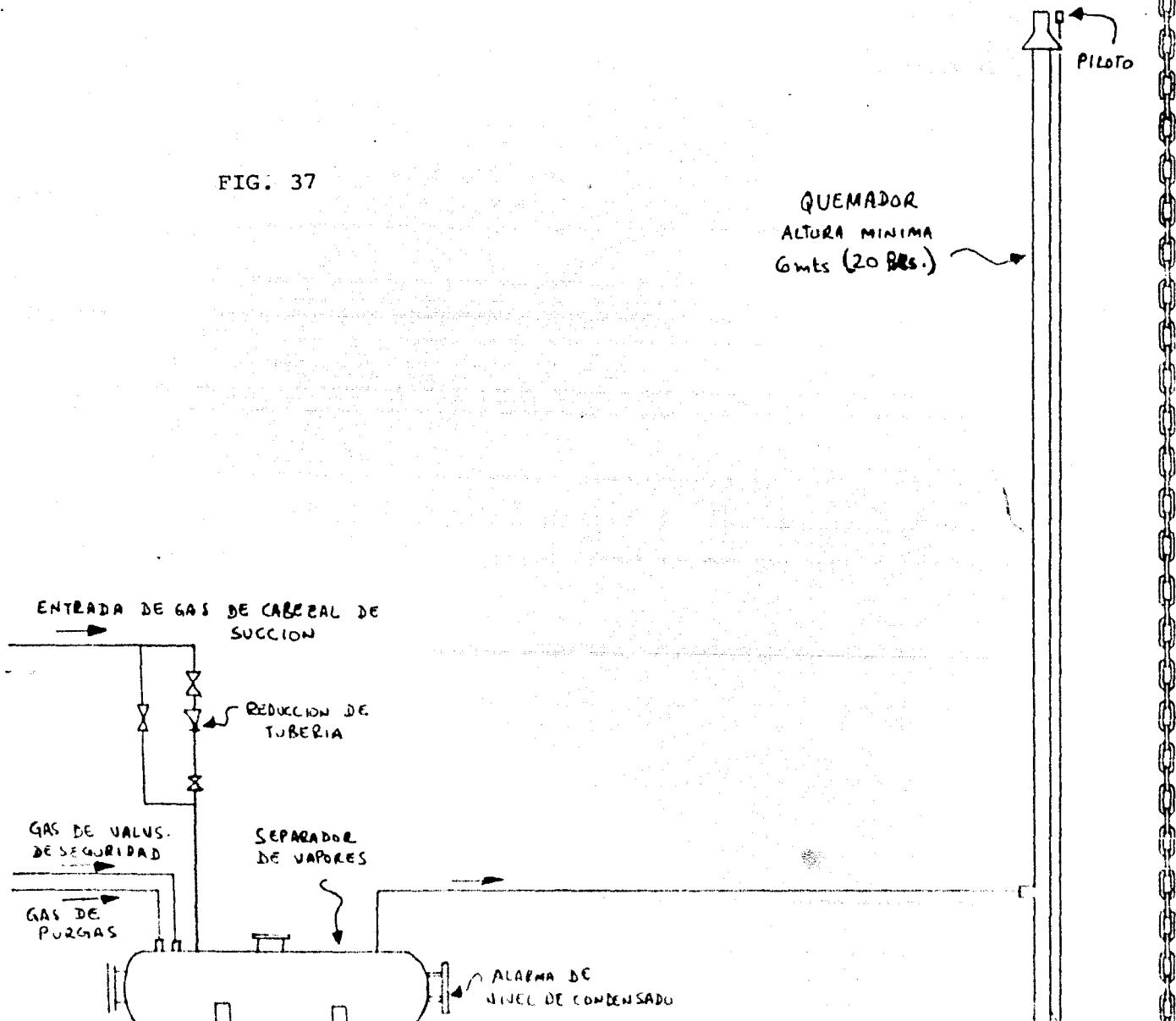
El quemador estará hecho de material de resistente al calor (acero 18-8) a una altura de 20 pies (6 mts.), y contará con un piloto en la parte superior que será automático para tenerlo siempre en servicio.

Aunque en muchos casos se tiene piloto de bujía, pero requiere mayor mantenimiento y su uso no es muy común.

En la base del quemador tiene su purga que drena a las fosas de recolección donde queman los residuos no recuperables de hidrocarburos líquidos como gasolina, aceite o agua.

Si se manejan líquidos condensados, el quemador ya instalado con un tanque colector de condensados con indicador de nivel, válvula de purga, sistema de control de --

FIG. 37



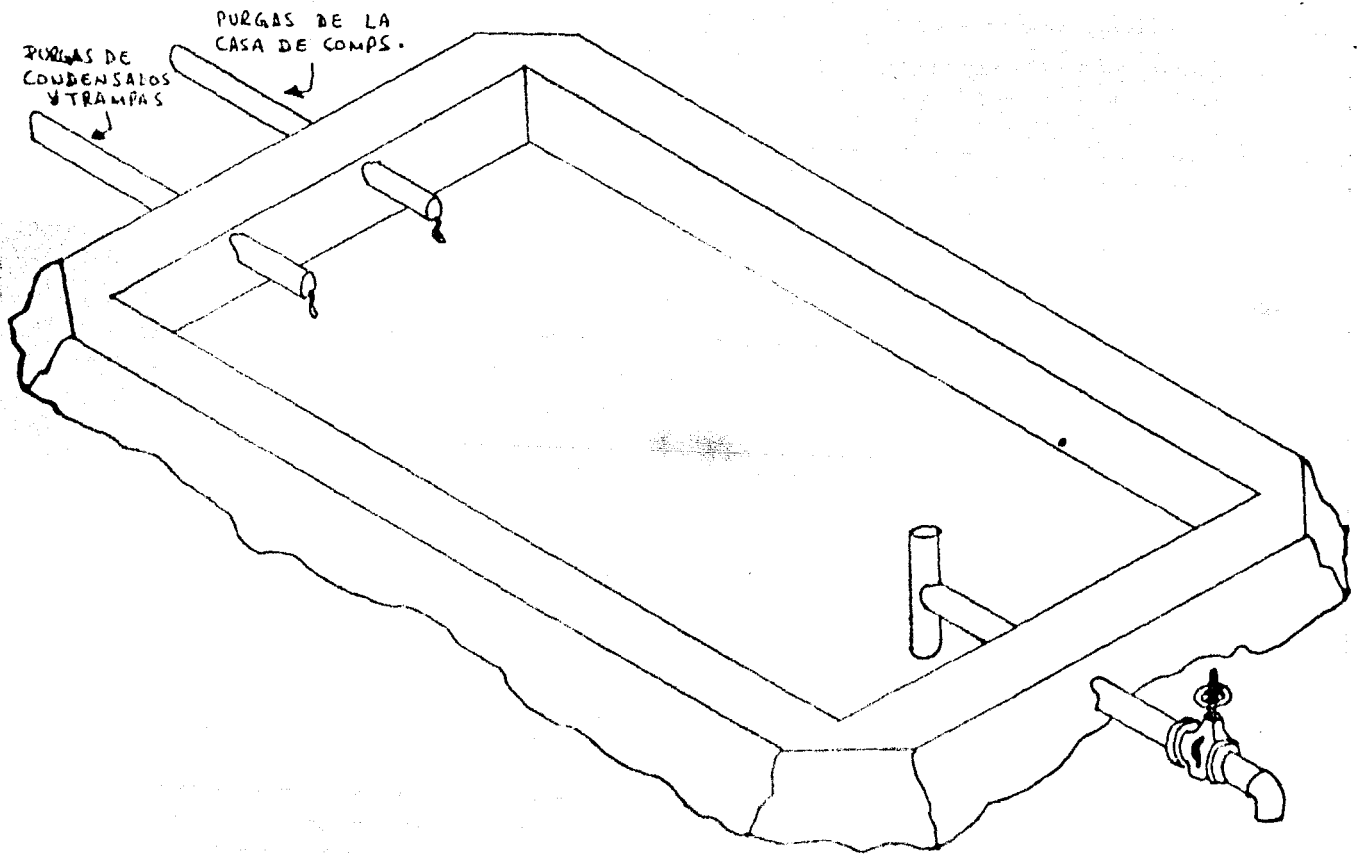
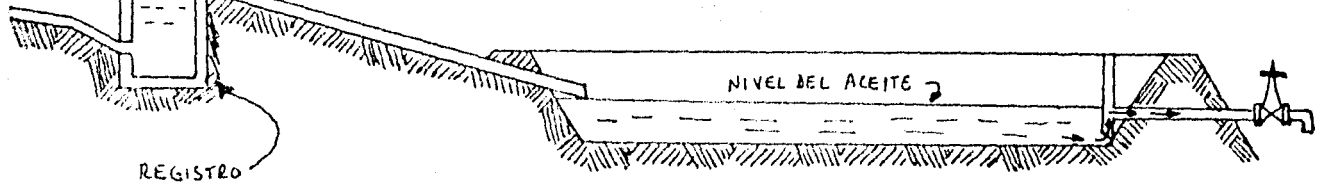


los vapores descarguen a la línea del quemador.

Cuando no se cuenta con tanque colector de vapores en el quemador, los líquidos condensados deben quemarse para evitar la acumulación de cantidades peligrosas, llevándolos a una fosa de recolección de residuos a través de canales cerrados para evitar la propagación del fuego.

Las fosas de recolección, deben estar construidas a un nivel inferior con trampas o diques sucesivos para separar -- por gravedad el aceite, drenando el agua de la emulsión por medio de una trampa como la mostrada en la figura que se detalla. Generalmente la composición de los condensados además del agua que viene emulsionada con el aceite, traen consigo gasolina y residuos inflamables, que se queman en la fosa o presa -- donde se colectan los residuos.

A continuación se muestra el canal y el dique en corte -- mostrando las indicaciones de construcción en estas presas.



miento: puede emplearse en forma de chorro para mayor penetración en cuerpos ardientes o para obtener mayor alcance; o bien en forma de niebla, para fuegos superficiales y para mayor absorción de calor.

La distribución del sistema de contra-incendio en instalaciones petroleras, donde se requiera proteger al equipo por este medio, debe reunir condiciones tales que ofrezcan seguridad, maniobrabilidad y que sea práctico en el lugar que se use. Así en una Casa de Compressoras se instalarán tantas tomas como equipo instalado exista en una área dada.

La red estará constituida por una fuente de aprovisionamiento de agua, un equipo de bombeo, una serie de tuberías interconectadas entre las áreas a proteger, con válvulas para separar los distintos circuitos y con varias salidas controlables, ya sean hidrantes para conectar dos o más mangueras de contra-incendio, o los monitores que llevan una boquilla regulable para dirigir el agua al lugar en que se requiera.

El mantenimiento que debe proporcionarse a este sistema, aunque poco, debe suministrarse constantemente: algunos de los puntos que hay que considerar, son; todas las válvulas de hidrantes y monitores deben mantenerse cerradas cuando no estén en operación, incluyendo las tapas de los hidrantes, que además de asegurar la hermeticidad de las válvulas, previenen el daño que pueda sufrir por golpes -

clima lo hace necesario, deberá reponerse la pintura protectora del equipo cada año y especialmente en los lugares donde la corrosión - esté causando daños. Hidrostáticamente deben probarse cada 5 años to das las tuberías, incluyendo los hidrantes..

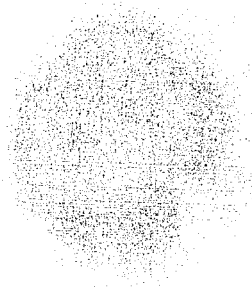
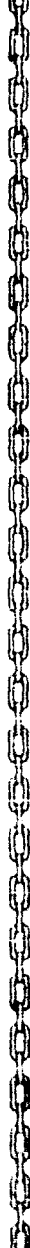
A continuación se indicarán los sistemas de contra incendio -- más comunes:

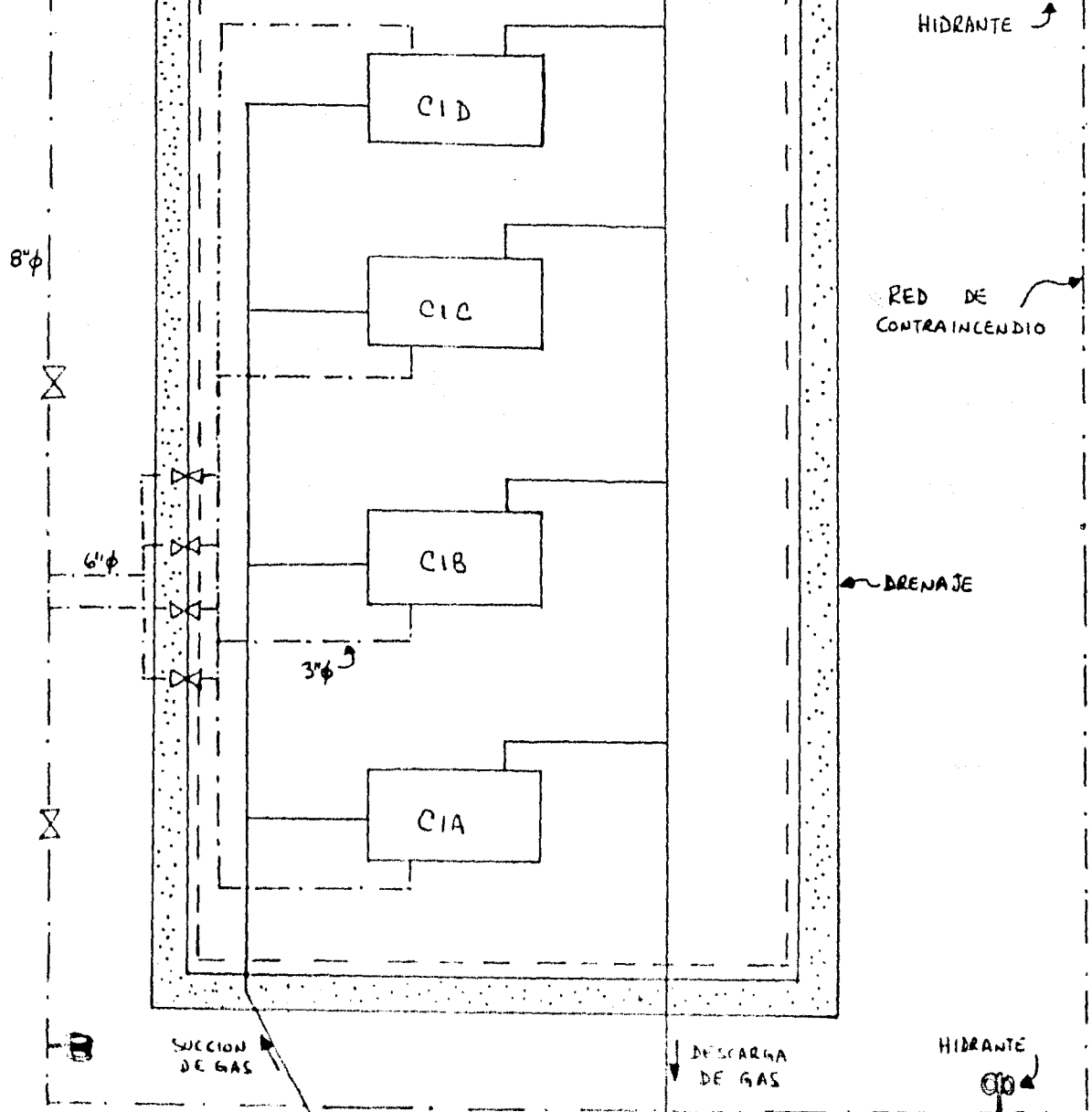
- A) AGUA
- B) ESPUMA
- C) POLVO QUIMICO SECO
- D) GASES INERTES
- E) OTROS TIPOS.

En nuestro caso el sistema más versátil y fácil de usar es el - agua por sus propiedades, disponibilidad y medio de transporte, má-- xime que la operación de estaciones de recolección de gas nos se --- circunscriben a una área determinada y por tanto el uso de otro tipo de sistema de contra-incendio no es práctico.

Aunque se dispone de equipo, auxiliar en las instalaciones, -- tales como: extinguidores de polvo y espuma química.

Su uso está generalizado y se disponen en áreas a distancias -





HIDRANTE ↗

8"φ

RED DE CONTRAINCENDIO ↗

6"φ

3"φ ↗

← DRENAJE

SUCCION DE GAS ↗

DESCARGA DE GAS ↘

HIDRANTE ↗

lo adecuado en cuanto a diseño y construcción para evitar que contribuya u origine la ignición de líquidos, vapores o gases inflamables - en la atmósfera, además de proteger contra fallas de energía, tierras accidentales y choque eléctrico producido por contacto personal con conductores energizados.

Se considera que una estación de compresoras es una área en donde existe una atmósfera con materiales inflamables, con la humedad -- ambiente los vapores de gas atacan en una forma activa al equipo ---- eléctrico: porque si bién esta diseñado a "prueba de explosión", debe tomarse en cuenta que la falla de cualquier parte de sistema elétrico no produzca o libere flama en los contactos, registros, carcazas o gabinetes de control.

#### INSTALACION DE EQUIPO A PRUEBA DE EXPLOSION.

La elección de motores, registros, carcazas, contactos e instalaciones de alumbrado y fuerza para la casa de compresoras y además --- dispositivos de instalación debe ser a prueba de explosión no importando en este caso el factor económico.

Los contactos son algunos de los elementos que más daño sufren - por efecto de los vapores volátiles de gas, por tanto es menester revisarlos periódicamente y reemplazarlos si es necesario.

Los circuitos de las máquinas estarán perfectamente aislados, li-

Si el circuito eléctrico está oculto, revisar que los drenajes -- no concurren hacia estos puntos de la instalación, teniendo también - en este caso cuidado de tenerla perfectamente aislada. Los motores no cerrados que por alguna causa no tenga la misma especificación a --- "prueba de explosión" estarán fuera del área de proceso o de los cabezales o lugares donde se presume existan vapores acumulados.



la máquina, la protección de la misma por condiciones anormales en su operación tales como:

Presiones altas en la succión y descarga , alto nivel de condensado, alta temperatura de agua de enfriamiento, baja presión de aceite lubricación defectuosa, alta velocidad, etc. En la máquina (o en la turbina).

Así tenemos protecciones de:

- 1.- Acción directa.
- 2.- Acción indirecta.

Entre las primeras podemos citar, las válvulas de relevo en donde el elemento (gas) hace actuar el mecanismo de la válvula, y en las neumáticas o indirectas éstas actúan por medio de una señal: eléctrica, neumática, térmica o magnética que mueve el mecanismo. Los sistemas de protección se encuentran contenidos en el tablero de una unidad, aunque no necesariamente debido a la variedad de los equipos que van instalados en las diferentes partes de la máquina.

Estos incluyen también un medio para controlar manualmente la velocidad de la máquina.

El equipo enlistado a continuación se localiza en la parte frontal del tablero.

1.- VALVULA DE CONTROL:

a) Válvula selectora para control de secuencia (Auto/Manual)

- d) Encendido (On/Off).
- e) Combustible (On/Off).
- f) Retardo de tiempo (Rojo/Verde).

Son necesarios los dispositivos siguientes para completar el sistema de control:

- 1.- Válvula de aire de arranque.
- 2.- Interruptor de Encendido.
- 3.- Válvula de seguridad del combustible.
- 4.- Válvula motriz para bomba auxiliar de lubricación.
- 5.- Todos los dispositivos detectores de fallas (excepto el de - secuencia incompleta).
- 6.- Gobernador equipado con receptor de señal neumática de velo cidad y limitador de combustible de arranque.

#### SECUENCIA DE PARO DE LA MAQUINA.

La máquina se para girando la perilla de la válvula de paro y --- arranque hasta la posición "STOP" o por una condición anormal detectada por el sistema de seguridad. En cualquiera de los casos la válvula de gas combustible se encierra inmediatamente parando la máquina, y el sistema de encendido permanece desconectado de tierra por espacio de - 20 segundos aproximadamente.

#### PARADA DE EMERGENCIA DE LA POST-LUBRICACION.

El ciclo de post-lubricación puede ser interrumpido en caso de una emergencia tal como una ruptura de las líneas de aceite, presionando el

Este venteara todo el sistema, haciendo que cierre la válvula de gas combustible, parando la máquina. La causa que origino este paro - queda indicada por el color rojo en el tablero de control.

#### PRUEBA DEL SISTEMA.

La operacion de probar el sistema mientras está en servicio sin provocar un paro se hace de la siguiente forma: Mientras un hombre - sostiene la válvula de prueba, otro dispara cada uno de los dispositivos de seguridad haciendo que accionen. Esto originara que el indicador de cada dispositivo se torne rojo. Cuando se restablezca el dispositivo, el indicador regresara de nuevo a la posición verde; Cuando - el sistema haya sido probado a satisfacción del operador, y los indicadores esten en posición verde, la válvula de prueba puede soltarse.

#### MANTENIMIENTO.

Los dispositivos de seguridad deben probarse de acuerdo con lo - expuesto anteriormente atendiendo a un programa regular de mantenimiento preventivo; además de eso la única atención requerida para el sistema consiste en conservar apretadas las juntas de tubing, para - evitar fugas y soplotear la caja del filtro de aire o gas de instrumentos para eliminar los líquidos que puedan haberse acumulado.

Se recomienda que cada dispositivo de seguridad sea probado -

solventes orgánicos más energéticos, y según el uso a que se les destine.

En nuestro caso vemos que los más usados son productos hechos a base de sosa o de otros compuestos cáusticos, para neutralizar las sales del ácido graso.

EJEMPLO CLARO: Se usa carmosa o sosa directamente cuando se quiere limpiar una superficie llena de aceite o grasa mineral, con el objeto de cortar o neutralizar la grasa. Cuidando de no deteriorar el recubrimiento de la superficie que se limpie.

En el caso que se manejen sustancias ácidas, ya sea para tratamiento de agua, o para limpieza de drenajes u otros fines, se debe tener la dilución adecuada para no bañar el equipo, ni que resulte peligroso para las personas que manejen dichas sustancias; debe usarse en todo momento el equipo protector, tal como: caretas, guantes, mascarillas, equipo especial de seguridad si así se requiere. En general, la variedad de productos usados en la limpieza bien sean abrasivos para medios mecánicos o disolventes para medios químicos, el producto usado para el caso específico será tal que ofrezca seguridad en su manejo y en su toxicidad como producto peligroso.

AREA DE TRABAJO SUCIA.

Sin duda alguna la limpieza constituye uno de los pilares --

ción de una moto-compresora, es conveniente limpiar el área de trabajo para evitar accidente.

Esta limpieza consiste, en términos generales, en: retirar piezas que puedan obstruir cualquier maniobra por realizar sobre la compresora y sobre todo limpiar el aceite que por fugas de la máquina se acumula en el piso, el cual puede ocasionar serios accidentes.

#### MONTAJE Y DESMONTAJE DE PIEZAS GRANDES.

Durante el montaje y desmontaje de piezas grandes se deben tomar las precauciones que se indican en en capítulo anterior.

#### CAMBIO DE VALVULAS DE SUCCION Y DESCARGA DE LOS CILINDROS COMPRESORES.

Cuando hay necesidad de revisar válvulas de los cilindros compresores, antes de iniciar los trabajos hay que verificar que los machos de succión y descarga estén debidamente cerrados y el macho de la derivación al quemador abierto.

Al quitar la tapa de la válvula, si la presencia de gas se manifiesta y es regular la presión, indicará que los machos no estén bien cerrados o no sellan bien: de ser esto último se podrá eliminar la presencia del gas, inyectando grasa a presión a las paredes del piñón, a través de la grasería, con lo que se logrará disminuir la presión de gas dentro del cilindro. Hay ocasiones que no se logra un sello perfecto de los machos de succión y descarga al engrasarlos, y

De no haber a la mano dichas máscaras, para trabajar con seguridad se recomienda calocar una junta ciega despues de la válvula de succión-- y descarga del lado de la máquina: con esto se logra eliminar en un 100% la presencia de gas en el interior del cilindro.

#### INSTALACION DE JUNTAS CIEGAS.

Antes de colocar la junta ciega hay que verificar lo siguiente:

- 1o.- Que la válvula este cerrada debidamente.
- 2o.- Si al estar aflojando los esparragos que sujetan la brida --- sale gas, se debe inyectar grasa a presión por la parte superior de la válvula, con el fin de sellar las paredes de la-- válvula macho con el pilón.
- 3o.- Si con la grasa adecuada no sella y la presencia de gas es -- considerable entonces se recurre al empleo de mascarillas antiguas.
- 4o.- Si hay necesidad de meter las cuñas para abrir más las bridas y poder colocar la junta ciega, se recomienda que estas cuñas sean de bronce y el martillo o marro que se empleen sean -- del mismo material para evitar de este modo que salte alguna chispa y produzca junto con el gas un incendio.
- 5o.- Si la presión del gas es considerable y ni con **máscara** se puede trabajar, en estas circunstancias no se debe **hacer** ninguna labor , sino hasta haber parado por completo la estación - de compresión de Gas si esque así lo amerita el trabajo que - se va a realizar.

so para trabajos peligrosos. Este permiso tiene varios aspectos utiles-  
convenientes de comentar:

- 1o. Establecer la dependencia que solicita el permiso determinando ahí mismo la fecha en que se va a efectuar el trabajo y el -- tiempo de duración del mismo. El conocimiento de esos tres pun-  
tos permite mejorar la coordinación entre las distintas perso-  
nas que intervienen tanto en la elaboración del permiso como -  
la ejecución del trabajo.
- 2o. Marca el trabajo por efectuar, el encargado del trabajo y la -  
autoridad del ingeniero de quién depende. El conocimiento ---  
exacto del trabajo que se va a desarrollar y el nombre y cate-  
goria de las personas bajo cuya responsabilidad queda el traba-  
jo.
- 3o. Indica el tipo de prueba y protección que debe darse para la -  
disminución de riesgos en la ejecución del trabajo.
- 4o. El visto bueno que proporciona el personal de seguridad será -  
dado después de haber comprobado que físicamente se ha cumpli-  
do con todos los requisitos pedidos con anterioridad y verifi-  
cando que es factible efectuar el trabajo en condiciones de --  
seguridad .
- 5o. El supervisor encargado de dirigir a los trabajadores que ha--  
ran el trabajo tiene la recomendación de no empezarlo si no-  
se tiene la presencia del equipo de seguridad y la copia del -  
permiso firmada por el Ingeniero de Operación.
- 6o. De las instrucciones que se marcan en el permiso es convenien-

fluorhídrico, etc.), todos los trabajos peligrosos que se realicen en refinarias o estaciones de compresión de gas-natural deberán llevarse acabo de acuerdo con lo dispuesto en el reglamento de seguridad.



el gas que va a medirse.

su uso es inseguro en Acetileno o Hidrógeno en oxígeno puro. Sin embargo es seguro para detectar Hidrógeno o Acetileno en mezclas de aire.

Su principio eléctrico es de doble puente de Wheatstones y la corriente -- para este puente es suministrada por 8 tipos de pilas secas.

Cuando el Switch selectro está en la escala "L.E.L." (Level Explosivity - Limit) la lectura obtenida está en el límite de explosividad más bajo para que fué calibrado el detector de Gas.

Esas lecturas indican como apenas la muestra se aproxima a la mínima concentración requerida para la explosión. Mezclas abajo de 100 de esta escala, mantendrán la combustión pero sin propagar la flama; lecturas superiores a 100 son extremadamente peligrosas.

El olfato no debe de ser un índice de la presencia de gas en los sitios donde se requiera ejecutar trabajos peligrosos (soldaduras, altas concentraciones de gas con el consecuente peligro para las personas que trabajan en esos sitios).

En trabajos de soldadura, es indispensable el uso del Explosímetro por la razón de que las mezclas explosivas se depositan en las partes bajas aún en sitios donde no existan fugas de ninguna especie.

Aún en la concentración que sea, el aparato nos ayuda a deducir qué clase de medidas de protección debemos tomar; bien para el personal o para el equipo; su uso está limitado al gas o mezcla de gases para el que -- fué calibrado.-

los centros de industrialización.

Este gas contiene hidrocarburos, bióxido de carbono y ácido sulfhídrico; este último es altamente venenoso, aún en bajas concentraciones por lo que es necesario emplear el equipo de protección adecuado.

El gas natural a la presión atmosférica es una sustancia gaseosa más pesada que el aire, con tendencia a acumularse en las partes bajas, - incolora y de olor característico a "huevos podridos", similar al - olor que se desprende de casi todas las aguas termales sulfurosas. - Es una sustancia autoinflamable a temperaturas superiores a 260°C - (500F)

En proporciones adecuadas forma mezclas explosivas con el aire. El límite inferior es de 4.3% en volumen de aire y el límite superior es de 45%.

Con el oxígeno, con los vapores de ácido nítrico y en general con -- las sustancias oxidantes, reacciona en forma explosiva.

El ácido sulfhídrico, que es componente del gas natural, se quema -- con facilidad dando una flama azul poco visible; al arder produce -- bióxido de azufre, sustancia irritante pero menos tóxica que el sulfhídrico.

La magnitud de sus efectos dependen de la concentración del tóxico y del -- tiempo de inhalación.

Al aumentar la concentración de este gas en la atmósfera, aumenta su toxi-- cidad a tal grado que bastan unas cuantas aspiraciones para provocar la --- muerte inmediata.

En aquellos lugares en donde se desprendan vapores de gas natural en bajas-- concentraciones, puede presentarse, al aspirarlo, la característica de éste de hacer perder sensibilidad del olfato de tal manera que la persona que - - lo aspire puede dejar de percibir la presencia del gas. Cuando se ha asi-- rado este gas, los primeros síntomas son dolor de cabeza, náuseas y ardor - de ojos.

La primera medida que se debe tomar cuando exista la posibilidad de envene-- namiento por inhalación de ácido sulfhídrico, es la de sacar al afectado -- del lugar contaminado y llevarlo al aire libre o a un cuarto perfectamente-- ventilado.

Si la persona afectada se encuentra inconsciente y no respira, proporcione-- sele inmediatamente respiración artificial de preferencia por el método --- "de boca a boca", hasta que la persona afectada recupere la respiración nor-- mal; manténgala abrigada y quieta y no le dé líquidos ni alimentos por la



de carbono, ácido sulfhídrico y demás componentes. Dentro de los más --  
activos tóxicamente por sus propiedades están el sulfuro de hidrógeno --  
más comúnmente conocido por ácido sulfhídrico y el bióxido de carbono.

Los síntomas por intoxicación o engazamiento del sulfhídrico son: enve-  
namiento agudo, ocurren cambios en la sangre por fijación del gas en la  
hemoglobina de la sangre. Dolores con ardor en los ojos, nariz y garganta.  
Tos, gastritis, disnea, pulso lento, dolor de cabeza, perspiración,  
pupilas contraídas, convulsiones y parálisis. En el envenenamiento crónico,  
los síntomas de diagnóstico son: conjuntivitis, agotamiento, dis-  
nea palidez, pulso lento..

Aunque no hay antídotos efectivos por intoxicación de sulfhídrico, hay-  
reanimantes y se toman medidas tanto de inhalación como por intoxicación  
óptica. Entre estas se mencionan los siguientes:

- 1.- Sacar al intoxicado del sitio donde sufrió el accidente.
- 2.- Iniciar la respiración artificial (alfejándole la ropa)
- 3.- Inyecciones estimulantes (coramina, cafeína, etc.)
- 4.- Inhalaciones de carbógeno.
- 5.- Sangría.
- 6.- Transfusión sanguínea.

de incendio son:

- 1.- A G U A (donde el agua puede usarse en un incendio con líquidos, y se usa aplicandose con chorro atomizada).
- 2.- E S P U M A
- 3.- B I O X I D O D E C A R B O N O, sustancias químicas secas, rocío de agua.

40 ACCION TOXICA DEL SULFIDRICO A LAS PER

1 min.	2-15 min	15-30 min.	30 min-1 hrs.	1-4 hrs.
			LIGERA CONJUNTIVITIS, IRRITACION DE LAS VIAS RESPIRATORIAS.	
	TOS, IRRITACION EN LOS OJOS, PERDIDA DE LA SENSIBILIDAD DEL OLFATO.	DIFICULTAD AL RESPIRAR DOLOR EN LOS OJOS INSOMNIO.	IRRITACION DE LA GARGANTA.	FUERTE SALIBACION Y MUCOSIDADES, DOLOR AGUDO EN LOS OJOS.
	PERDIDA DE LA SENSIBILIDAD DEL OLFATO.	IRRITACION DE LA GARGANTA Y OJOS.	IRRITACION DE LA GARGANTA Y OJOS.	DIFICULTAD AL RESPIRAR, VISION VELADA.
	IRRITACION DE LOS OJOS, PERDIDA DE LA SENSIBILIDAD DEL OLFATO.	IRRITACION DE LOS OJOS.	SECRECION DOLOROSA DE LAGRIMAS, CANSANCIO.	OBSCURECIMIENTO, CATARRO, DOLOR EN OJOS, RES. DIFICIL CONJUNTIVITIS.
	IRRITACION DE LOS OJOS, PERDIDA DE LA SENSIBILIDAD DEL OLFATO.	DIFICULTAD AL RESPIRAR, IRRITACION EN LOS OJOS.	IRRITACION AUMENTADA DE LOS OJOS Y VIAS NASALES. DOLOR LIGERO DE CABEZA, CANSANCIO, OBSCURECIMIENTO.	MAREO, DEBILIDAD, IRRITACION MURTE.
COLAPSO E INCIENCIA.	DIFICULTAD AL RESPIRAR, IRRITACION EN LOS OJOS, COLAPSO.	IRRITACION GRAVE EN OJOS, PALPITACIONES DEL CORAZON, ALGUNOS CASOS MUERTE.	DOLOR AGUDO EN LOS OJOS Y CABEZA, MAREO, CONVULSIONES EN LAS EXTREMIDADES, GRAN DEBILIDAD Y MUERTE.	



CAPITULO V

CONCLUSIONES.

nes de compresión de gas natural utilizadas por Petroleos Mexicanos- en el Distrito Poza Rica es conveniente exteriorizar lo siguiente:

Los motocompresores son de gran importancia en la Industria Petrolera y Petroquímica, ya que son indispensables en el transporte de gas natural para las plantas de proceso y en el sistema de recuperación secundaria de hidrocarburos por bombeo neumático.

Los grandes motores de combustión interna están limitados a trabajar a bajas revoluciones, ya que sus pesados émbolos no deben trabajar a altas velocidades por los grandes esfuerzos que desarrollan las fuerzas de inercia al acelerar, parar y cambiar de dirección las partes recíprocas.

El tiempo que un motocompresor se mantenga fuera de servicio -- debe ser mínimo, ya que una máquina parada representa una gran pérdida económica. Por esta razón debe existir un buen programa de mantenimiento y además cumplir con el mismo hasta donde sea posible; porque en varias ocasiones por las exigencias de producción para la empresa se diferían las ejecuciones de mantenimiento, teniendo como resultado más pérdidas económicas por fallas que sufre el equipo debido a la falta de atención al mismo.

El 80% del equipo utilizado en el sistema de recolección y transporte de gas natural en Poza Rica Ver., ha concluido su vida útil y-

	MOTOR ELECT.	TURB. VAPOR	TURB. GAS	MOTOR GAS
Adaptabilidad a compresor Reciprocante.	SI	NO	NO	SI
Adaptabilidad a Compresor Centrífugo.	SI	SI	SI	SI
Requerimientos de energía Eléctrica.	muy alto	alto	bajo	alto
Trabajo de Operación	bajo	alto	medio	alto
Costo de Mantenimiento	bajo	alto	medio	alto
Consumo de Aceite Lubrificante	bajo	bajo	bajo	alto
Requerimientos de refrigeración	muy bajo	alto	bajo	medio
Variación de Velocidad	no	si	si	si
Tamaños Disponibles en Potencia.	alto	medio	bajo	alto
Reduccion en la facultad de suministrar cargas a altas temperaturas ambiente.	bajo	bajo	alto	medio

pero la decisión para escoger el tipo de máquina motriz que se debe utilizar para compresión de gas natural involucran otros aspectos tales como: Eficiencia de la máquina, Inversión Inicial, Consumo de energía ó combustible, costos de operación, costos de mantenimiento, costos de equipo auxiliar y adaptabilidad a las condiciones que presente el sistema donde se va a utilizar el equipo.

A groso modo A continuación se presentan diversas comparaciones, sobre los factores importantes para la selección de la máquina motriz deseable en la compresión de Gas Natural:

Eficiencias:

- 1) M. Eléctrico.-Superior al 90%
- 2) T. Vapor .-varía del 19.5% al 24%
- 3) T. de Gas .-ciclo simple 18%, ciclo regenerativo 27.5%
- 4) M. Gas .-varía del 31% al 42%

Inversion Inicial (aproximada, para 15000HP).-

- 1)M. Eléctrico.-1000.00 \$/HP
- 2)T. Vapor .-2100.00 \$/HP
- 3)T.De Gas .-2900.00 \$/HP
- 4)M.de Gas .-2500.00 \$/HP

Consumo de Combustible ó Energía.-

- 1)M. Eléctrico.- Aproximadamente 60% por Kw-Hr consumido
- 2) T. Vapor .- 10500 a 13000 BTU/HP-Hr
- 3) T. de Gas .- Ciclo simple 14150 BTU/HP-Hr, ciclo regenerativo,

- 3) T. Gas .- Elevados, requiere atención constante.
- 4) M. Gas .- Altos, un poco mayores que las turbinas de vapor.

#### Costos de Mantenimiento.-

- 1) M. Eléctrico.- Muy bajos, casi constantes
- 2) T. Vapor .- Altos, debido al mantenimiento del equipo auxiliar y consumo de agua.
- 3) T. Gas .- Moderados
- 4) M. Gas .- Altos, consume grandes cantidades de lubricante.

#### Potencia Requerida en el Equipo Auxiliar.

- 1) M. Eléctrico.- 0.3% de la generada por el motor.
- 2) T. Vapor .- 10% de la desarrollada por la turbina.
- 3) T. Gas .- 2% de la desarrollada por la turbina.
- 4) M. Gas .- 2.5 de la generada por el motor.

De acuerdo a las comparaciones anteriores se deduce que la máquina motriz más aceptable es El Motor Eléctrico debido a sus ventajas sobre las demás máquinas motrices con respecto a eficiencia, inversión inicial y costos de operación y mantenimiento.

Posiblemente el factor preponderante para haber decidido la instalación de motores de Gas (C.I.) en las plantas de compresión de Gas en Poza Rica Ver., fué el bajo costo y fácil abastecimiento de Gas Combustible (METANO).

obtener un índice mayor de productividad en ésta rama y una garantía -- constante en el servicio; haciendo dicha inversión en forma escalonada, o sea sustituyendo una ó dos máquinas en algunas estaciones de compresión, según sean las necesidades del cambio de equipo y observar si económicamente es rentable la inversión comparando con el resto del equipo en servicio, y si es conveniente, seguir haciendo pequeñas inversiones para ir sustituyendo en partes el total de equipo hasta tenerlo completamente cambiado.

O bien hacer una inversión más o menos fuerte y sustituir 4 ó 5 estaciones de compresión a la misma vez, comparando el rendimiento de la misma y observando su rentabilidad, si llega a ser conveniente, hacer cambios masivos como el primero hasta complementar el sistema.

Los motores eléctricos pueden ser construidos en gran rango de capacidades y velocidades para satisfacer los requerimientos de la amplia variedad de compresores centrífugos y reciprocantes, las dos características que limitan la aplicación general de motores eléctricos, son su velocidad y el alto costo de motores de velocidad variable si ésta característica es deseable.

Los motores eléctricos tienen ciertas ventajas y desventajas cuando se aplican al servicio de compresión de Gas. La inversión inicial es mucho más baja que para otro tipo de máquinas motrices, con tal de que no sea necesario construir línea de transmisión larga para llevar energía-

te su operación, reduciendo así los costos de labor al mínimo, es de ha  
cerse notar que los costos de mantenimiento son también muy bajos y se-  
mantienen casi siempre constantes. Además tienen una ventaja primordial  
sobre las turbinas de vapor y gas consiste en que para comprimir gas se  
requiere baja velocidad y alta presión y todas las turbinas proporcio--  
nan alta velocidad, problema que se resuelve usando reductores de velo-  
cidad, solo que en algunos casos éstos son demasiado grandes y costosos.

Sistemas de Motocompresores de Embolo.

I.M.P.

Recommended Practice For Installation, Maintenance, and Operation  
Of Internal Comstion Engines

API RP 7C-11F

Mantenimiento de Motocompresores IyII

I.M.P.

Operator Handbook for Gas Engine-Driver Compressors

CLARK BROS. C.O.

Gas Engine Driver Compressors SVG, KVG and JVG.

INGERSOLL-RAND

GMXH Gas Compressor Engine; Operation and Maintenance

COOPER BESSEMER

Single Gas Engine Compressors SLHC-A

WORTHINGTON CORPORATION

Electrical Motor