

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**



---

**ARRANQUE Y PARO DE UNA TERMINAL  
CRIOGENICA DE ALMACENAMIENTO DE  
ETILENO EN PAJARITOS VERACRUZ**

**INFORME DE LA PRACTICA PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A:**

**JUAN MANUEL RAMIREZ SOTO**

**MEXICO, D. F.**

**1982**



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.

## I N D I C E    G E N E R A L.

### CAPITULO 1

INTRODUCCION.

GENERALIDADES

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Alcance del proyecto de la ampliación.

### CAPITULO 11

SELECCION DEL PROCESO DE REFRIGERACION.

- 2.1 Definición de la capacidad del Sistema
  - a).- Vapores de Holding
  - b).- Vapores de Filling
  - c).- Carga de Refrigeración.
- 2.2 Definición del proceso de Refrigeración
- 2.3 Análisis de alternativas factibles
- 2.4 Descripción del proceso de Refrigeración
  - 2.4.A Ciclo de Etileno
  - 2.4.B Ciclo de Propileno
- 2.5 Compresor Auxiliar de "Holding"
- 2.6 Características Mecánicas de los compresores
  - 2.6.A Compresores de etileno GB-300 A y B
  - 2.6.B Compresor de Propileno GB-301
  - 2.6.C Compresor Auxiliar GB-302

### CAPITULO 111

- 3.1 PRUEBAS DE TANQUES Y TUBERIAS
  - 3.1.A Pruebas de Tanques
    - a).- Preparación para la prueba
    - b).- Líquido de Prueba
    - c).- Presión de Prueba Hidrostática.

3.1.B Pruebas de Tuberías

- a).- Preparativos para la prueba
- b).- Fluído de Prueba
- c).- Prueba hidrostática de presión interna de tubería
- d).- Prueba hidrostática de presión externa de tubería
- e).- Prueba Neumática
- f).- Drenado del líquido de Prueba

3.1.C Pasivado y limpieza de tanques y tuberías

- a).- Areas de limpieza y pasivado
- b).- Pasivado de tuberías de acero
- c).- Empaque

3.2 Secado de Tuberías y Equipo. (con metanol)

- a).- Empleo del Metanol

3.3 Secado del Sistema de Bombeo

3.4 Secado del sistema de Etileno

3.5 Secado del Sistema de Propileno

3.6 Inertización de Equipo

CAPITULO IV

4.1 PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE

4.2 Sistema de Etileno

4.3 Sistema de Propileno

CAPITULO V

5.1 PROCEDIMIENTO DE PARO

5.1.A Paro Programado

5.2 Paro de emergencia a Fallas

- a).- Envío de etileno líquido a la Planta por demanda de usuarios.

- b).- Envío de vapores de etileno a la Planta

"LA CANGREJERA".

- c).- Rompimiento de vacío en el tanque de almacenamiento.
- d).- Falla de aire de instrumentos
- e).- Falla de corriente Eléctrica
- f).- Falla en el sistema de Nitrógeno
- g).- Falla en el sistema de agua de enfriamiento
- h).- Paros automáticos

## CAPITULO VI

### 6.1 CARGA Y DESCARGA DE BARCOS

6.1.A Sistema de carga de barcos

6.1.B Sistema de descarga a barcos

## CAPITULO VII

### CONDICIONES DE SEGURIDAD

7.1 Reglas básicas de seguridad para el manejo de etileno

7.2 Características principales

7.3 Primeros Auxilios

a).- Contacto Cutáneo

7.4 Equipo de protección personal

a).- Protección a los ojos

b).- Protección al aparato respiratorio

c).- Protección a la piel

7.5 Limpieza del equipo de protección personal

7.6 Tipos más comunes de trabajo con etileno

7.6.A Carga y descarga de carros tanques y embarcaciones

7.6.B Carga y descarga de cilindros

7.6.C Almacenamiento

7.7 Peligro de incendio

7.8 Limpieza de recipientes donde se almacena o transporta -  
(el etileno.

7.9 Cuidados de la salud en general.

7.10.- CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EQUIPOS DE PROCESO.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

## INTRODUCCION.

Este manual de operación se ha preparado para la terminal de almacenamiento de etileno de Petróleos Mexicanos en Pajaritos, Veracruz, México.

Esta terminal tiene capacidad para almacenar 8,000 toneladas métricas de etileno a  $-152.5^{\circ}\text{F}$  y 16 psia.

Aquí se almacenará el etileno producido en la nueva planta de etileno 111 de "Cangrejera". Desde esta terminal se recibirá ó se enviará a buquestanques y se mandará en fase líquida ó gaseosa al --- Complejo.

Para el transporte por vía marítima se cuenta con el buquestanque -- "Emiliano Zapata".

Este manual de operación se empleará únicamente como guía y referencia del personal en contacto con la operación y mantenimiento de la terminal para lo cuál ha sido preparado. Como tal, este manual no cubre todos y cada uno de los pasos a seguir en la operación normal de la terminal

Para mayores detalles de los que aquí aparecen, será necesario consultar las especificaciones mecánicas, libros de información e --- instructivos especiales de fabricantes.



CAPITULO 1

## CAPITULO 1

### 1.- GENERALIDADES.

1.1.- Antecedentes PETROLEOS MEXICANOS produce etileno en el Istmo de Tehuantepec mediante pirólisis del etano obtenido de la explotación de los yacimientos de la Zona Sur.

Para tal efecto ha instalado dos plantas de etileno en el Complejo Petroquímico de Pajaritos en las proximidades de Coatzacoalcos, Ver., el almacenamiento y distribución del etileno producido se efectúa a través de una terminal de barcos, localizada en la Laguna de la Terminal Marítima Petrolera, del mismo Complejo.

La terminal de etileno consta de dos tanques criogénicos de 2,000 toneladas de capacidad cada uno, que almacenan el producto líquido a la presión de 1.5 psig. un sistema de recibo y entrega de etileno líquido a buquestanques y un muelle con dos servicios indispensables.

Los tanques criogénicos están constituidos por dos cuerpos concéntricos que contienen en el espacio comprendido entre ellos un material aislante de muy baja conductividad térmica.

Además están provistos de un sistema de compresión y del equipo de bombeo necesario para cumplir con las funciones siguientes:

El etileno en estado líquido se envía desde las plantas del complejo hasta los tanques de la terminal a través de una línea de 1,500 metros aproximadamente, se recibe en los tanques mencionados y los vapores de etileno que se producen en la terminal se comprimen y se devuelven en estado gaseoso al etileno-ducto.

Los compresores estan diseñados con capacidad suficiente para manejar todo el etileno factible de vaporizarse en operaciones de carga y descarga de buquestanque; por ganancia de calor del medio ambiente, por disminuciones de presión atmosférica, etc.

Las bombas estan previstas para cumplir con los siguientes servicios:

- a).- Entregar etileno líquido a barcos, a un régimen de 830,000 -  
(lb/hr.
- b).- Recircular etileno líquido para eliminar el calor absorbido -  
del medio ambiente a razón de 8,800 lb/hr.
- c).- Enviar etileno líquido al complejo con un gasto de 31,924 - -  
lb/hr., equivalente a 14.5 ton/hr.

## 1.2.-ALCANCE DEL PROYECTO DE LA AMPLIACION .

Como una consecuencia del programa de desarrollo de los nuevos campos de la Zona Sur, PETROLEOS MEXICANOS instalará un Complejo Petroquímico localizado en la comunidad de la Cangrejera, Ver., próxima a Pajaritos, el cual cuenta entre otras unidades de proceso con una nueva planta de etileno (Planta de Etileno 111).

El etileno aquí producido se enviará en fase gaseosa a la estación de almacenamiento, recibiendo en un nuevo tanque criogénico de 8,000 toneladas de capacidad que se instalará vecino a los tanques localizados actualmente en la terminal de Pajaritos.

Esta nueva terminal puede recibir en fase gaseosa, refrigerar y almacenar en fase líquida todo el etileno enviado desde la planta de la Cangrejera, y cuenta con todas las facilidades para recibir o entregar etileno líquido a buquestanque y enviar etileno en fase gaseosa o líquida al complejo.

Es de notar que en la operación de esta nueva terminal de etileno - un aspecto muy importante del proceso de almacenamiento, consiste - en el cambio de fase de etileno vapor a líquido, para poderlo almacenar. Para lograr este objetivo se requiere de un sistema de refrigeración en cascada empleando como refrigerante propileno.

El sistema de almacenamiento de etileno tiene una capacidad de alimentación desde una ton/hr. hasta 12.5 ton/hr. y las unidades de - compresión que se emplean en el sistema de refrigeración de etileno son dos compresores recíprocos accionados con motores eléctricos síncronos y para el sistema de refrigeración de propileno un compresor centrífugo accionado también con un motor síncrono.

Se cuenta con un compresor recíproco adicional que extraiga los vapores generados por el sistema de almacenamiento cuando el sistema de refrigeración no esté en operación y los envíe a la planta de Cangrejera.

El sistema de bombeo de etileno cuenta con bombas previstas para -- los siguientes servicios:

- a).- Entregar etileno líquido a barcos a un régimen de 830,000 ---  
( lb/hr.
- b).- Recircular etileno líquido para mantener frías las líneas y el sistema de bombeo, a razón de 8,800 lb/hr.
- c).- Enviar etileno líquido al Complejo con un gasto de 27,500 - --  
lb/hr., equivalente a 12.5 toneladas.

CAPITULO 11

## " SELECCION DEL PROCESO DE REFRIGERACION "

### 2.1.- DEFINICION DE LA CAPACIDAD DEL SISTEMA.

La producción de vapores de etileno en el tanque proviene de varias fuentes:

- a).- Variaciones en la presión atmosférica.
- b).- Ganancia del calor del medio ambiente en el tanque de almacenamiento y en líneas.
- c).- Vaporización por la válvula controladora de presión de la carga de etileno enviado desde el complejo.
- d).- La vaporización por la válvula controladora de presión del ciclo de refrigeración.
- e).- Vapores enviados desde el barco originados por alta temperatura en los tanques del barco.

Dichas generaciones de vapor se definen bajo las siguientes formas.

- a).- VAPORES DE HOLDING.- Son los vapores generados en el tanque y líneas por ganancia de calor y por disminución de una libra en la presión atmosférica.
- b).- VAPORES DE FILLING.- Son los vapores desalojados por el líquido recibido en el propio tanque y en operaciones de carga y -- descarga de barcos sumados a los incrementos de volumen originados al inicio de carga de barcos por alta temperatura en los tanques de dichos barcos.
- c).- Carga de Refrigeración.- Son los vapores generados en los economizadores del sistema de refrigeración, en los enfriadores -- sumados a los vapores generados por la expansión que ocurra al recibir etileno del ciclo de refrigeración en el tanque de almacenamiento.

### 2.2.- ESTABLECIMIENTO DEL PROCESO DE REFRIGERACION.

Debido a que el etileno proveniente de la planta de la Cangrejera - llegará al límite de batería en forma de vapor a 100 °F ( 37.7 °C ) y 327 psia ( 22 Kg/cm<sup>2</sup> ) y se debe almacenar a una presión de 1.5 - psig. presión a la cual corresponde una temperatura de equilibrio - de -152.5 °F ( -102.5 °C ), y es necesario llegar a esta temperatu- ra a través de una condensación y un subenfriamiento de los vapores recibidos, seguidos de una expansión. Dicha condensación y suben- - friamiento se obtienen mediante distintos niveles de temperatura - - del sistema de refrigeración en "Cascada".

Para obtener la más alta eficiencia total se cuenta con dos ciclos- en "Cascada", uno de etileno y el otro de propileno. Para condensar el etileno se utilizará la vaporización de propileno a -49.5 °F - - ( -45.3 °C ) y para la condensación de propileno se utilizará agua- de enfriamiento a 90 °F ( 33 °C ). En los ciclos de enfriamiento se incluyeron una serie de economizadores tanto en el ciclo de etileno como de propileno cuyo objeto es disminuir la potencia requerida en los compresores, operar éstos con bajas relaciones de compresión y - lograr escalones de temperatura que permitan una operación más fle- xible.

En la combinación de estos factores se obtuvo un proceso que a la - vez de económico, resultará con menores problemas de operación.

### 2.3.- ANALISIS DE ALTERNATIVAS FACTIBLES.

Después de conciderar una serie de arreglos lógicos para el sistema de refrigeración, quedaron por eliminación y para su análisis final dos alternativas que aún cuando se basan en las mismas condiciones- termodinámicas, varían en forma de acoplar los equipos y en los va- lores de los flujos manejados.

En un caso se extrae del tanque de almacenamiento una cierta cantidad de vapores para que, comprimidos y enfriados, se sumen a la carga permanente de la planta de etileno 111 y se pase directamente al sistema de refrigeración. En el otro caso todos los vapores formados en el tanque se manejan en los compresores del sistema de refrigeración, en donde se mezclan con los vapores de dicho sistema, manteniéndose aislada la carga de etileno de la planta de Cangrejera - hasta su llegada al tanque de almacenamiento, contándose además con un compresor de "Holding" para el caso en que el sistema de refrigeración salga de operación por falla ó mantenimiento. Por flexibilidad de operación y debido a que requiere menor potencia instalada - y menor área de transmisión de calor se seleccionó la segunda alternativa que es la más factible.

#### 2.4.- DESCRIPCION DEL PROCESO DE REFRIGERACION.

##### 2.4.A.- Ciclo de etileno.

La carga de etileno gaseosa proveniente de la planta de Cangrejera a 327 psia y 100 °F pasa por un medidor de flujo y controlador de presión que tiene por objeto operar dentro de un rango de presión - definido (300 psia); a continuación se enfría hasta 40 °F en el enfriador EA-301 usando como medio de enfriamiento vaporización de propileno a -38.6 °F y 21.1 psia; el etileno se condensa a -19.0 °F y 295 psia. en el condensador EA-302 usando también vaporización de propileno a -49.5 °F y 16.5 psia como medio de condensación. El etileno se subenfria hasta -50 °F y 294.5 psia en el subenfriador EA-303 usando vaporización de etileno a -114.2 °F y 45 psia como medio de enfriamiento y se sigue subenfriando hasta -90 °F y 294 psia en el subenfriador EA-304 usando también como medio de enfriamiento vaporización de etileno a -151.3 °F y 15.975 psia.

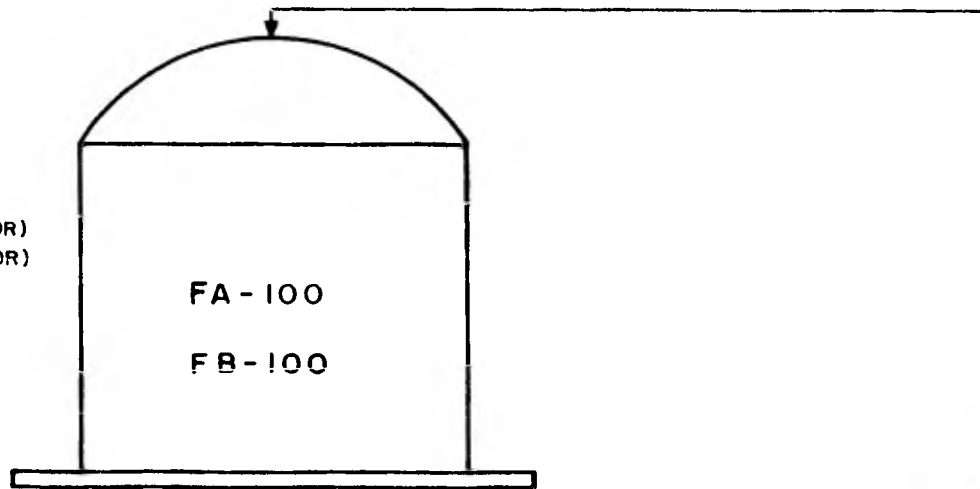


El etileno subenfriado se pasa después a través de una válvula controladora de presión para abatir la presión hasta 16.2 psia. que es la del tanque de almacenamiento, provocándose una vaporización del 18.52% y se obtiene etileno en equilibrio a  $-152.5^{\circ}\text{F}$ , condiciones a las cuales se almacena en el tanque. ( Ver diagrama #1 ).

Los vapores formados por Holding definidos anteriormente, los que provienen de la línea de descarga de barcos a  $-107^{\circ}\text{F}$ , los que se obtienen por expansión de la válvula controladora de presión de etileno subenfriado de la carga de la planta de Cangrejera, los vapores generados por la válvula controladora de presión del ciclo de refrigeración, mas los generados por el enfriamiento de líneas y equipo (que entran a través del anillo rociador instalado en el tanque de almacenamiento), y por ganancia de calor en el mismo tanque, pasan al tambor de succión HA-300 en donde se mezclan con los vapores procedentes del subenfriador EA-304; la corriente de vapores sale del tambor hacia la succión del primer paso de los compresores GB-300 A y B. El tambor mencionado tiene por objeto servir de trampa de líquidos que pudieran arrastrarse del tanque de almacenamiento o del cambiador de calor EA-304 a la succión del primer paso de los compresores GB-300 A y B. El vapor de etileno de la descarga del tercer paso de éstos compresores que se encuentra a  $167.7^{\circ}\text{F}$  y 377 psia se enfría hasta  $120^{\circ}\text{F}$  y 373.5 psia en el enfriador EA-305 utilizando agua a  $90^{\circ}\text{F}$ ; posteriormente pasa al enfriador EA-306 en donde se enfría hasta  $40^{\circ}\text{F}$  y 371.5 psia usando como medio de enfriamiento vaporización de propileno a  $-38.6^{\circ}\text{F}$  y 21.1 psia y se condensa en el EA-307 a  $-3^{\circ}\text{F}$  y 371.0 psia usando también vaporización de propileno a  $-49.5^{\circ}\text{F}$  y 16.5 psia.

DESCRIPCION:

- EA-301 ENFRIADOR DE ETILENO
- EA-302 CONDENSADOR DE ETILENO
- EA-303 SUB-ENFRIADOR DE ETILENO
- EA-304 SUB-ENFRIADOR DE ETILENO
- FA-100 TANQUE DE ALMTO. (EXTERIOR)
- FB-100 TANQUE DE ALMTO. (INTERIOR)



ETILENO VAPOR DE CANGREJERA

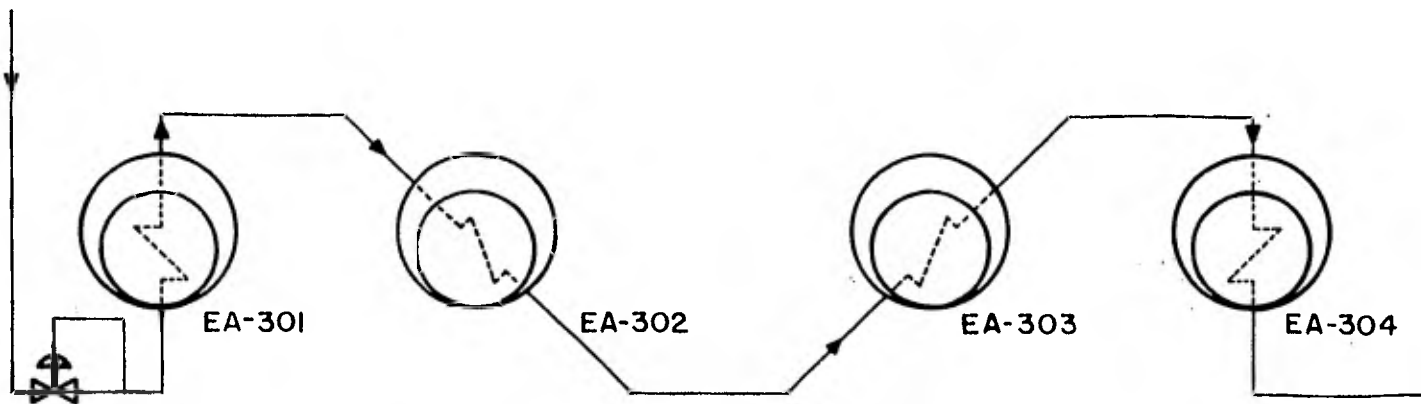


DIAGRAMA Nº 1

FUM-9-00000-0241	FACULTAD DE QUIMICA
	<b>U</b> <sup>71</sup> <b>N</b> <b>A</b> <b>M</b> <sup>70</sup>

J. M. R. S.

Va en fase líquida se alimenta al tambor de capacitancia FA-300 que tiene por objeto retener cierta cantidad líquida amortiguando las fluctuaciones del gasto del condensador EA-307, aparte de recibir etileno líquido necesario para el arranque del sistema de refrigeración, haciendo más estable la operación del ciclo. Del tambor de capacitancia se pasa el etileno líquido al economizador HA-302 a través de una válvula controladora de nivel del mismo economizador, la cual abate la presión adiabáticamente hasta 130 psia a la cual corresponde una temperatura de  $-64.5^{\circ}\text{F}$ ; aquí se provoca una vaporización que representa un 25.95% de el flujo que entra a la válvula controladora de nivel; además se toma etileno del tambor FA-300 y se pasa a la boquilla de espreado JC-302 usada para controlar la temperatura de la línea de vapor que va a la succión del tercer paso de los compresores GB-300 A y B.

Los vapores obtenidos en este economizador van a la succión del tercer paso de los compresores GB-300 A y B en donde se mezclan con la descarga del segundo paso y enfrían esta corriente que se encuentra a  $62.5^{\circ}\text{F}$  y 130 psia obteniéndose una corriente a  $33^{\circ}\text{F}$ .

La corriente de etileno líquido de este economizador HA-302 a  $64.5^{\circ}\text{F}$  y 130 psia se divide en tres corrientes: una va al cambiador de calor tipo Kettle EA-303, en donde entra a través de una válvula controladora de nivel y la vaporización es utilizada para subenfriar a  $-50^{\circ}\text{F}$  el etileno líquido de la carga de la planta de etileno 111; otra corriente va a la boquilla de espreado JC-301 usada para controlar la temperatura de la corriente de vapor que va a la succión del segundo paso de los compresores GB-300 A y B, y la otra corriente -- pasa a través de una válvula controladora de nivel del segundo economizador HA-301 donde se abate su presión y temperatura a  $-114.2^{\circ}\text{F}$  -

y 45 psia produciéndose una vaporización de 15.81% y entra al economizador en donde se une con los vapores producidos en el subenfriador EA-303. La corriente de vapores pasa a la succión del segundo paso de los compresores GB-300 A y B en donde se mezclan con la descarga del primer paso produciendo una temperatura de  $-60.1^{\circ}\text{F}$  y una presión de 45 psia.

El etileno líquido del segundo economizador HA-301 que está a  $-114.2^{\circ}\text{F}$  y 45 psia se divide en tres corrientes: una que va al subenfriador EA-304 pasando a través de una válvula controladora de nivel y que se emplea para subenfriar el etileno de la planta de Cangrejera a  $90^{\circ}\text{F}$ ; otra corriente va a la boquilla de espreado JC-300 usada para controlar la temperatura de la corriente de vapor que va a la succión del primer paso de los compresores GB-300 A y B. El balance de materia en el ciclo se consigue mediante la tercera corriente líquida del HA-301 que se depresiona adiabáticamente hasta las condiciones del tanque de almacenamiento, usando para este efecto una válvula controladora de presión en donde se forma un 10.63% de vapores que vuelven a recircularse al sistema de refrigeración a través del tanque de almacenamiento. La corriente obtenida en fase gaseosa en el subenfriador EA-304 a  $-151.3^{\circ}\text{F}$  y 15.975 psia se envía al tambor de succión del primer paso de los compresores GB-300 A y B.

Existen además 3 corrientes de recirculación de vapor la primera que proviene de la descarga del primer paso de los compresores GB-300 A y B y que va a la entrada del tanque HA-300; la segunda que viene de la descarga del segundo paso de los compresores GB-300 A y B y va a la entrada del economizador HA-301, la tercera que viene de la descarga del tercer paso de los compresores GB-300 A y B y que va a la entrada del economizador HA-302.

Estas recirculaciones de vapor de etileno tienen por objeto mantener estable la operación de dichos compresores. ( Ver diagrama #2 ).

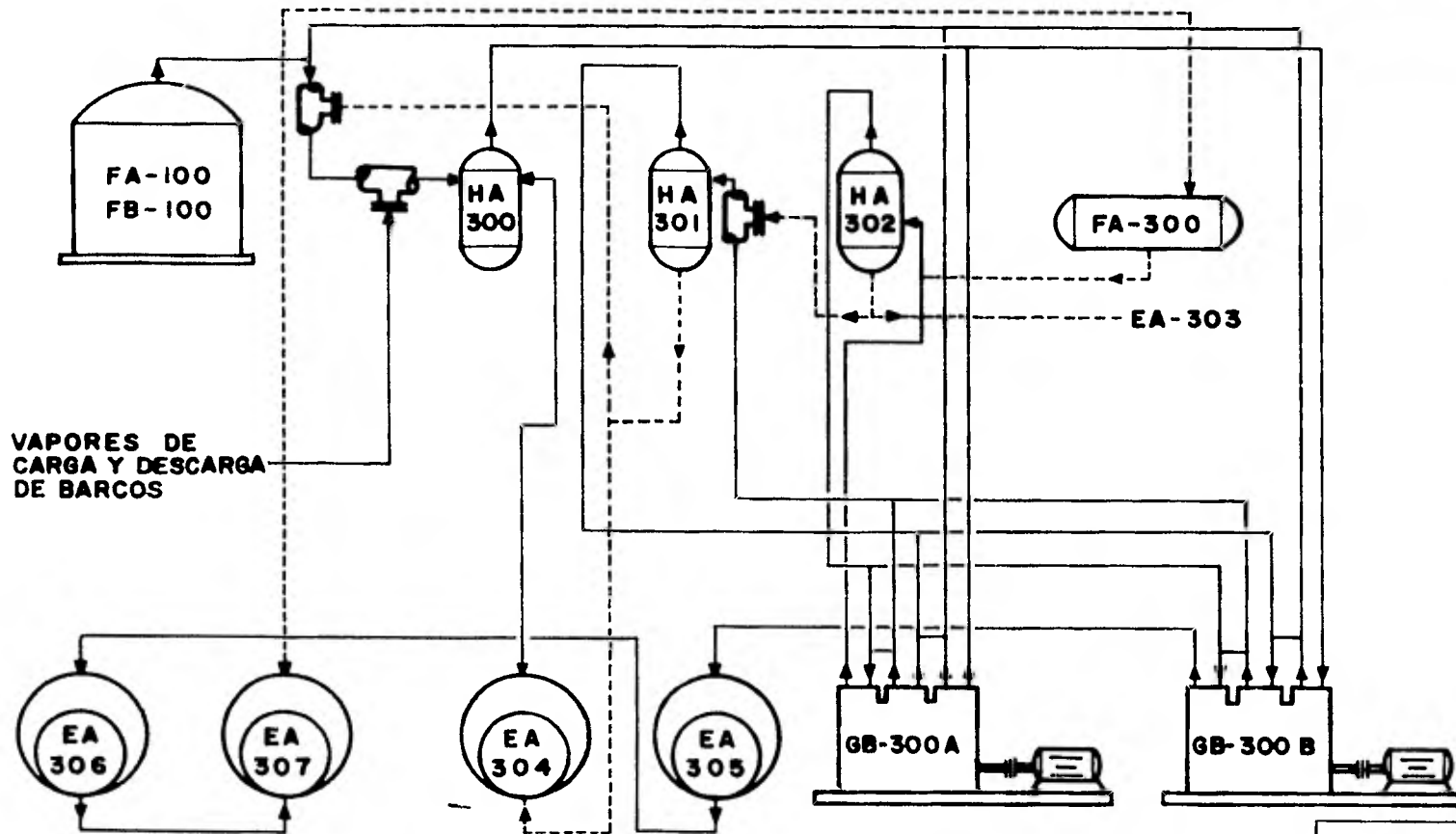
#### 2.4.B.- CICLO DE PROPILENO.

La carga térmica cedida por el ciclo de etileno define la capacidad y las condiciones de operación del ciclo de propileno que actúa como refrigerante formando un circuito cerrado.

La descarga del compresor centrífugo GB-301 a 203.4 °F y 275 psia se divide en dos corrientes, una para recircular vapor de propileno a los economizadores HA-307, HA-306 y al tambor HA-304, cuyo objeto es mantener estable la relación de compresión y por consecuencia la presión de descarga del compresor GB-301. La otra corriente se enfría y condensa a 113.7 °F en el condensador EA-308 que utiliza agua a 90 °F como medio de enfriamiento.

El propileno líquido a 113.7 °F y 270.5 psia se retiene en el tambor de capacitancia FA-310, cuyo objeto es recibir propileno líquido para el proceso de arranque y amortiguar las variaciones de carga del proceso que se produzca en el condensador EA-308 haciendo con éstos más flexible la operación.

Del FA-310 se pasa propileno líquido a la boquilla espreadora JC-307 usada para controlar la temperatura de la corriente de vapor que va al tercer paso del compresor GB-301. Por otro lado se pasa también propileno líquido del FA-310 a la válvula de control de nivel del economizador HA-307, donde se abate la presión hasta 150 psia a la cual corresponde una temperatura de 70.5 °F produciéndose una vaporización de 19.79%; los vapores formados se envían a la succión del tercer paso del compresor GB-301.



VAPORES DE CARGA Y DESCARGA DE BARCOS

———— VAPOR DE ETILENO  
 - - - - - ETILENO LIQUIDO

DESCRIPCION

- |        |  |         |   |
|--------|--|---------|---|
| EA-303 | SUBENFRIADOR DE ETILENO.   | FA-300  | TAMBOR DE CAPACIDAD Y DE ETILENO DE ARRANQUE. |
| EA-304 | SUBENFRIADOR DE ETILENO.   | GB-300A | COMPRESOR DE ETILENO.                         |
| EA-305 | ENFRIADOR DE ETILENO.  | GB-300B | COMPRESOR DE ETILENO.                         |
| EA-306 | ENFRIADOR DE ETILENO.  |         |   |
| EA-307 | CONDENSADOR DE ETILENO.  |         |   |
| HA-300 | TAMBOR DE SUCCION PRIMER PASO DEL COMPRESOR DE REFRIGERACION DE ETILENO. |         |   |
| HA-301 | SEGUNDO ECONOMIZADOR DEL CICLO DE ETILENO.                               |         |   |
| HA-302 | PRIMER ECONOMIZADOR DEL CICLO DE ETILENO.                                |         |   |
| FA-100 | TANQUE ALMACENAMIENTO DE ETILENO   |         |   |

DIAGRAMA Nº 2

T E M S S I C O L U M S - O Z A

FACULTAD DE QUIMICA

U<sup>71</sup>

N

A

75 M

J.M.R.S.

El líquido obtenido en el economizador HA-307 se divide en dos corrientes pasando por un lado a la válvula de control de nivel del segundo economizador HA-306 donde se abate la presión hasta 70 psia. obteniéndose una temperatura de saturación de 22.1 °F con lo cual se produce una vaporización de 16.99% el vapor formado se mezcla con la recirculación de vapor descrita previamente y se manda a la succión del segundo paso del compresor GB-301 a 70 psia, y para controlar su temperatura a 22.1 °F se utiliza la segunda corriente de líquido del tanque HA-307 que se manda a la boquilla de espreado JC-306.

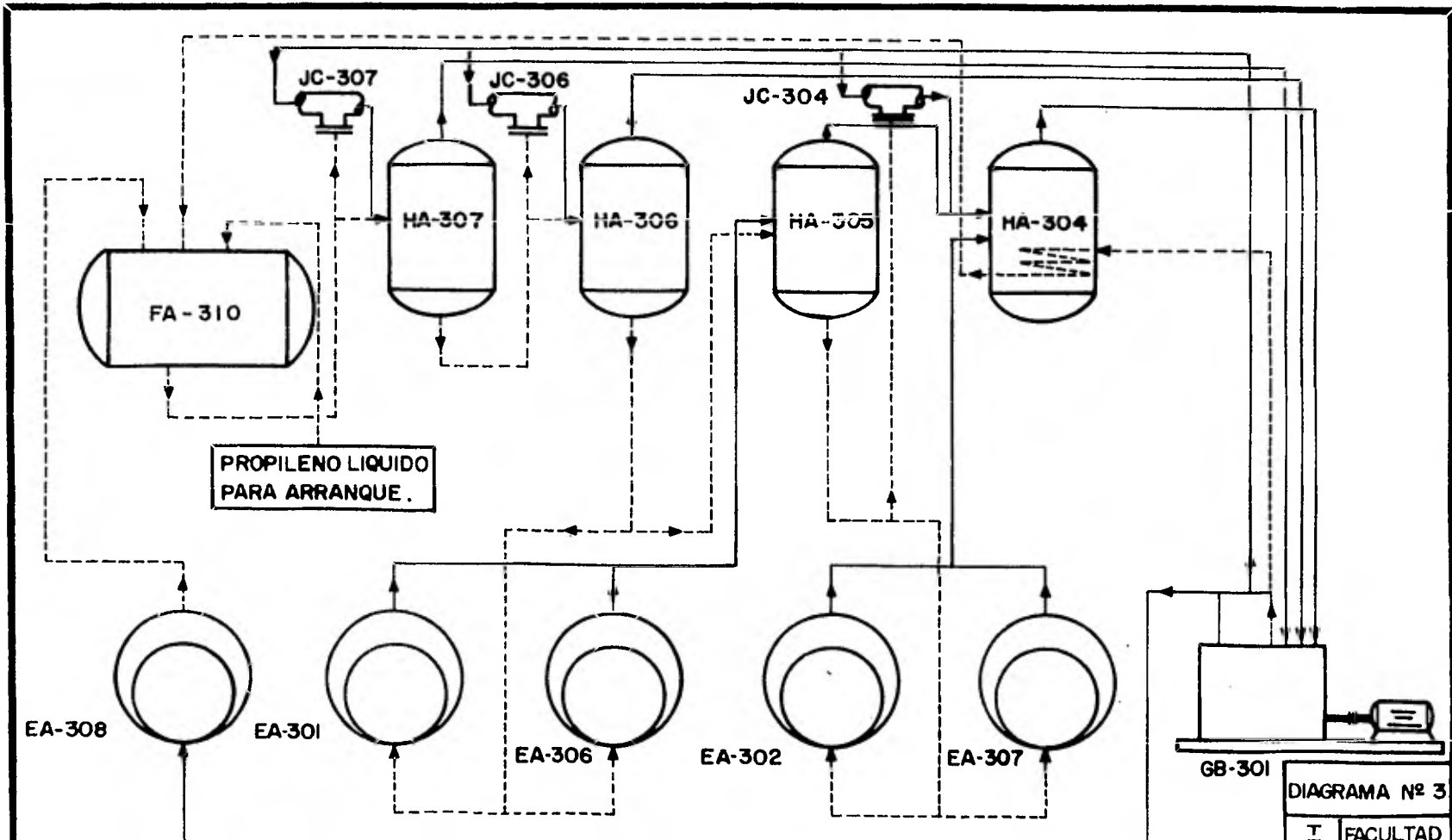
El líquido del economizador HA-306 a 22.1 °F y 70 psia se divide en tres corrientes: una va a enfriar el etileno de carga de Cangrejera en el enfriador EA-301 pasando a través de la válvula de control de nivel y obteniéndose en el equipo una corriente de vapor a 21.1 psia y -38.6 °F la otra corriente se utiliza para enfriar la descarga de los compresores de etileno GB-300 A y B en el enfriador EA-306 pasando también a través de una válvula de control de nivel y obteniéndose vapores en el equipo a 21.1 y -38.6 °F; estos vapores mezclados con los que se obtienen en el enfriador EA-301 se envían al separador HA-305. La tercera corriente se envía al separador HA-305 a través de su válvula de control de nivel donde se abate la presión a 21.1 psia obteniéndose una temperatura de -38.6 °F y una vaporización de 18.72%. El líquido del tambor separador HA-305 que se encuentra en equilibrio a 21.1 psia y a -39.0 °F se divide a su vez en tres corrientes: la primera se usa para condensar la descarga del tercer paso de los compresores de etileno GB-300 A y B en el condensador EA-307 pasando previamente por una válvula controladora de nivel y obteniéndose en el chiller vapores a -49.9 °F y 16.5 psia.

La segunda corriente se pasa al condensador EA-302 donde se condensa la carga de etileno de "Cangrejera" pasando también a través de una válvula de control de nivel y generándose en el equipo una corriente de vapores a  $-49.5^{\circ}\text{F}$  y  $16.5\text{ psia}$ ; éstos vapores se anexan a los generadores en el condensador EA-307 y se envían al tambor HA-304.

La tercera corriente se envía a la boquilla espreadora JC-304 usada para controlar la temperatura de la corriente de vapor que va al primer paso del compresor GB-301 y proviene del tambor HA-304 a  $16.5\text{ -- psia}$  y  $-49.5^{\circ}\text{F}$ . Previamente los vapores producidos en el HA-305 se pasan al tambor de succión del primer paso de compresión HA-304.

NOTA. (Ver diagrama #3).





——— PROPILENO VAPOR  
 - - - - - PROPILENO LIQUIDO

DESCRIPCION :

- |          |  |          |  |
|----------|--|----------|--|
| GB - 301 | COMPRESOR PROPILENO TIPO CENTRIFUGO                | HA - 304 | TAMBOR DE SUCCION DEL PRIMER PASO DEL COMPR. TAMB. SEPARADO DEL CICLO PROPILENO. |
| EA - 301 | ENFRIADOR DE ETILENO                               | HA - 305 | SEGUNDO ECONOMIZADOR DEL CICLO DE PROPILENO.                                     |
| EA - 302 | CONDENSADOR DE ETILENO                             | HA - 306 | PRIMER ECONOMIZADOR DEL CICLO DE PROPILENO                                       |
| EA - 306 | ENFRIADOR DE ETILENO                               | HA - 307 | BOQUILLAS DE ESPREADO  |
| EA - 307 | CONDENSADOR DE ETILENO                             | JC - 304 | " " "  |
| EA - 308 | CONDENSADOR DE PROPILENO                           | JC - 306 | " " "  |
| FA - 310 | TAMBOR DE CAPACITANCIA Y DE PROPILENO DE ARRANQUE. | JC - 307 | " " "  |

DIAGRAMA N° 3

LAB. 9 200109-0241

FACULTAD DE QUIMICA

UNAM

J. M. R. S.

2.5.- COMPRESOR AUXILIAR DE "HOLDING".

Cuando no exista carga de etileno de Cangrejera los compresores --- ( GB-300 A y B) podrán seguir trabajando a su mínima capacidad usando las recirculaciones descritas anteriormente. Pero si la carga de Cangrejera se suspendiera por un tiempo relativamente largo se deberán parar los compresores del ciclo de refrigeración (GB-300 A y B ) utilizándose entonces el compresor auxiliar de Holding cuyo objeto - es el de extraer del tanque de almacenamiento, a través del tambor - de succión HA-300, los vapores descrito previamente como el de Hol- ding, los generados por la operación de carga y descarga de barcos, - más los generados en la boquilla de espreado JC-100 la cuál toma - - etileno líquido de la línea de carga y descarga de barcos y tiene -- por objeto mantener la temperatura de la succión del primer paso del compresor de Holding (GB-302) a  $-146^{\circ}\text{F}$  y 15.5 psia.

Por lo tanto la capacidad de éste compresor deberá ser de 10,315.15 lb/hr. Para mantener estable la operación de éste compresor se toma parte de la corriente de salida del cambiador de calor EA-310 para - recircular hacia el tambor de succión HA-300.

La descarga del compresor GB-302 que se encuentra a 350 psia y  $233^{\circ}\text{F}$  se enfría hasta  $120^{\circ}\text{F}$  en el enfriador EA-310 que opera con agua a  $90^{\circ}\text{F}$  como medio de enfriamiento y de éste cambiador se envía a - la planta de Cangrejera.

2.6.- Características Mecánicas de los compresores.

2.6.A.- Compresores GB-300 A y B.

De acuerdo con los requerimientos del cliente deberán instalarse dos compresores reciprocantes acoplados en paralelo que sean capaces de manejar individualmente el 75% de la carga de diseño, entendiéndose -- por 100% la suma de los vapores generados por los conceptos de Hol-- ding, Filling y carga de refrigeración explicados anteriormente. Para poder observar las variaciones de carga desde la capacidad mínima hasta su máxima, los cilindros de estas máquinas están diseñados con "Clearance Pockets" y "Unloading Valves" como aditamentos de regulación de capacidad, que en combinación con las recirculaciones explicadas en la descripción del proceso permiten una operación estable. Además se especifica que dichos compresores deben ser accionados por medio de motores eléctricos síncronos.

Estos compresores contarán con tres pasos adecuados en presión y -- temperatura a las condiciones definidas por los economizadores in--- cluidos en el proceso.

Por lo anterior la instrumentación de los sistemas de protección, -- por presión, temperatura, etc., así como el sistema de lubricación -- materiales de las cámaras de compresión, pistones y otros, están con siderados para la obtención de una buena operación y evitar un mante nimiento excesivo.

2.6.B.- Compresor de Propileno GB-301.

También por requerimientos del cliente, para el ciclo de propileno no se instalará solo un compresor de tipo centrífugo; la regulación de las variaciones de carga se hace mediante las recirculaciones explicadas en la descripción del proceso y el diseño mecánico se hará según lo especificado por el Código API 617. Al igual que en los anteriores el compresor es accionado por medio de un motor eléctrico síncrono.

#### 2.6.C.- Compresor Auxiliar GB-302.

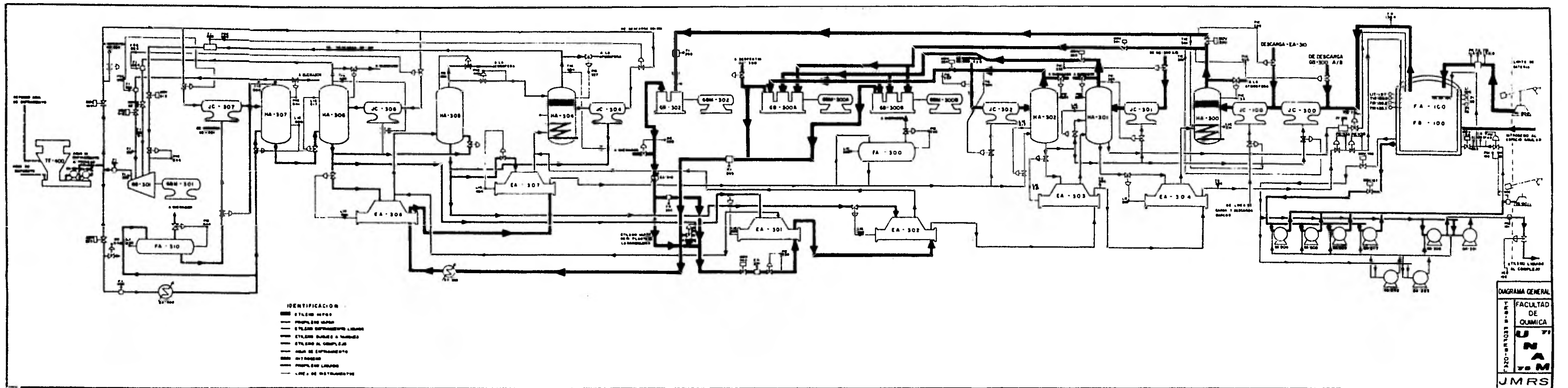
Como en los anteriores, de acuerdo con los requerimientos del cliente, se especifica un compresor de tipo reciprocante accionado por medio de un motor eléctrico síncrono.

La capacidad especificada en este compresor es para manejar los vapores generados por el concepto de Holding descrito anteriormente mas los generados por la operación de carga ó descarga de barcos.

Al igual que los otros compresores, se tienen la instrumentación y los sistemas de protección así como sistema de lubricación, selección de materiales, etc, apropiados para obtener una operación eficiente y evitar un mantenimiento excesivo.

## LISTA DE EQUIPO

FA-100	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ETILENO; CAP 8,000 TONS./METRICAS.	FA-300	TAMBOR DE CAPACITANCIA Y DE ETILENO DE ARRANQUE.	TE-400	TORRE DE ENFRIAMIENTO, CON CAP. DE 2,000 G.P.M.
GA-204	BOMBAS DE CARGA Y DESCARGA DE ETILENO A BARCOS; DE 925 G.P.M. Y 51.5 PSIG. CADA UNA.	EA-305	ENFRIADOR DE ETILENO 960444 BTU/HR.	EA-400	POST-ENFRIADOR DEL AIRE DE INSTRUMENTOS.
GA-205		HA-304	TAMBOR DE SUCCION DEL PRIMER PASO DEL COMPRESOR DE REFRIGERACION DE PROPILENO.	GB-300A	COMPRESOR DE ETILENO, CAPACIDAD NORMAL EN 1B/HR. 10749.28 EN EL PRIMER PASO, 14623.42 EN EL SEGUNDO PASO, 19748.81 EN EL TERCER PASO.
GA-206		HA-305	TAMBOR SEPARADOR DEL CICLO DE PROPILENO.	GB-302	COMPRESOR DE ETILENO (HOLDING) CAP NORMAL EN 1B/HR 10624.61 EN EL PRIMER PASO, 10624.61 EN EL SEGUNDO PASO.
GA-207		HA-306	SEGUNDO ECONOMIZADOR DEL CICLO DE PROPILENO.	GB-301	COMPRESOR DE PROPILENO TIPO CENTRIFUGO.
GA-202	BOMBAS DE RECIRCULACION DE ETILENO CON CAPACIDAD DE 40 G.P.M. Y 85 PSIG. C/U.	FA-310	TAMBOR DE CAPACITANCIA Y DE PROPILENO DE ARRANQUE.	JC-304	BOQUILLAS DE ESPREADO DE LOS DIFERENTES ECONOMIZADORES,
GA-203		HA-307	PRIMER ECONOMIZADOR DEL CICLO PROPILENO.	JC-307	
GA-200	BOMBAS DE ETILENO AL COMPLEJO, CON CAP. DE 125 G.P.M. Y 376 PSIG. C/U.	EA-308A	CONDENSADOR DE PROPILENO 22464053.	JC-306	TAMBORES DE SUCCION Y TAMBORES SEPARADORES.
GA-201		EA-308B	CONDENSADOR DE PROPILENO 22464053.		
EA-301	ENFRIADOR DE ETILENO CON CAPACIDAD DE 667213 BTU/HRA.	EA-308C	CONDENSADOR DE PROPILENO 22464053.		
HA-300	TAMBOR DE SUCCION PRIMER PASO DEL COMPRESOR DE REFRIGERACION DE ETILENO.	EA-308D	CONDENSADOR DE PROPILENO 22464053.		
EA-302	CONDENSADOR DE ETILENO 460,025 BTU/HR.				
EA-303	SUBENFRIADOR DE ETILENO 579666 BTU/HR.				
HA-301	SEGUNDO ECONOMIZADOR DEL CICLO ETILENO.				
EA-304	SUBENFRIADOR DE ETILENO 673975 BTU/HR.				
EA-307	CONDENSADOR DE ETILENO 6173295 BTU/HR.				
HA-302	PRIMER ECONOMISADOR DEL CICLO ETILENO.				
EA-306	ENFRIADOR DE ETILENO 1530597 BTU/HR.				



CAPITULO 111

### 3.1.- Pruebas de tanques y tuberías.

#### 3.1.A.- Pruebas de tanques.

Todos los tanques diseñados para presión interna deberán ser sujetos a una prueba de presión hidrostática, antes de que sean puestos en operación.

#### a).- Preparación para la prueba.

Antes de empezar la prueba es necesario cumplir con las siguientes condiciones:

1.- Los tanques deberán ser limpiados con agua ó aire a presión, con el fin de eliminar tierra, escoria, rebabas ó materias extrañas -- sueltas.

2.- El equipo de prueba deberá ser inspeccionado para ver que esté impermeable y que todas las líneas de llenado de baja presión y -- otros accesorios que no deben estar sujetos a la presión de prueba, han sido desconectados.

3.- No se deberá aplicar pintura de campo ni aislamiento a los tanques y sus conexiones, hasta que se haya hecho la prueba hidrostática.

#### b).- Líquido de Prueba.

Cualquier líquido no peligroso a cualquier temperatura puede ser -- usado para realizar la prueba hidrostática.



Este líquido ha de ser de preferencia agua, pero si se usa otro líquido, como destilados del petróleo, se ha de tener cuidado que su punto de flasheo no sea mayor de 110 °F.

Es recomendable que la temperatura del líquido de prueba no sea menor de 60 °F.

c).- Presión de Prueba Hidrostática.

Una vez limpios se llenarán los tanques con el líquido de prueba, purgando el aire por medio de los venteos de los puntos altos.

La presión de prueba no deberá ser aplicada hasta que el tanque y su contenido tengan la misma temperatura.

La presión de prueba en cualquier punto dentro del tanque deberá ser cuando menos igual a:

$$P_p = \frac{1.5 P_d S_p}{S_d}$$

donde:

$P_p$  = Presión mínima de prueba hidrostática, psig.

$P_d$  = Presión de diseño, psig.

$S_p$  = Esfuerzo permisible a temperatura de prueba, psig.

$S_d$  = Esfuerzo permisible a temperatura de diseño, psig.

La máxima presión de prueba permisible deberá estar limitada por 1.5 veces la presión de diseño.

La presión de prueba deberá mantenerse durante 15 minutos antes de la inspección y por un lapso suficientemente largo para permitir la inspección completa del tanque. Este tiempo no deberá ser menor de 10 minutos.

Después de la aplicación de la presión de prueba hidrostática deberá ser hecha una impresión de todas las juntas y conexiones usando agua jabonosa; ésta inspección deberá ser hecha a una presión mayor de  $2/3$  de la presión de prueba.

Todos los tanques diseñados para un vacío parcial, deberán probarse a una presión no menor de  $1\ 1/2$  veces la diferencia entre la presión atmosférica normal y la mínima presión interna absoluta de diseño.

### 3.1.B.- Pruebas de Tuberías.

Previamente a la operación inicial, las tuberías instaladas deben ser probadas para verificar su resistencia a la tensión.

En cada reparación ó adición que se haga después de hecha la prueba de presión, la tubería afectada deberá ser probada nuevamente, excepto en el caso de reparaciones ó adiciones muy pequeñas.

#### a).- Preparativos para la prueba.

Antes de realizar la prueba será necesario limpiar y preparar la tubería, para lo cuál deberán seguirse los siguientes pasos:

1.- Todos los sistemas de tubería deberán limpiarse con agua ó aire a presión, antes de la prueba, con el fin de eliminar tierra, escoria, rebabas ó materias extrañas sueltas. Durante éste lavado deberán desmontarse las válvulas de control.

2.- Antes de aplicar la presión de prueba a todos los sistemas que se vayan a probar hidrostáticamente, se les deberá purgar el aire usando los venteos de los puntos altos.

- 3.- La tubería instalada con resortes ó contrapesos se deberá soportar temporalmente en los puntos donde el peso del fluido de prueba pudiera sobrecargar dichos resortes.
- 4.- No se deberá aplicar pintura de campo ni aislamiento a juntas bridadas, conexiones roscadas, soldaduras sin probar, hasta que el sistema haya sido probado.
- 5.- Se deberán desmontar ó bloquear las juntas de expansión, los filtros, los secadores y todo el equipo especial, para el cual la presión máxima de prueba en frío sea menor que la presión mínima de prueba del sistema.
- 6.- En los sistemas de tubería, donde el período, de prueba hidrostática sea largo, se deberán instalar dispositivos para relevar la presión que se pudiera producir debido a la expansión térmica del fluido de prueba.
- 7.- Se deberán instalar bridas ciegas, placas de bloqueo, tapones cachucha ó macho para aislar sistemas de tubería, instrumentos y equipo especial en donde no haya válvulas de bloqueo.  
Cuando se utilicen elementos de bloqueo bridados, se deberán usar empaques baratos de asbesto.
- 8.- Cuando se prueben sistemas de tubería que estén directamente conectados en los límites de batería a tubería responsabilidad de otros, se deberán aislar mediante válvulas ó placas de bloqueo.
- 9.- El manómetro de prueba se deberá localizar en la parte más baja del sistema para evitar un esfuerzo excesivo en la zona inferior del sistema durante la prueba. Este manómetro se deberá calibrar antes de la prueba para asegurar su exactitud.

10.- Las bombas y los compresores no estarán sujetos a prueba hidrostática en el campo.

11.- La tubería de instrumentos se deberá bloquear junto con el sistema de tubería hasta la válvula de bloqueo más cercana al instrumento.

12.- Las válvulas de relevo se deberán bloquear del equipo o del sistema de tuberías antes de realizar la prueba hidrostática.

13.- No se deberán instalar en la tubería los elementos primarios de flujo tales como placas de orificio hasta que se haya realizado la prueba hidrostática.

14.- Algunos instrumentos con su línea de conexión a proceso pueden ser probados a la misma presión que las líneas principales de tubería o equipo al cual estén conectados, siempre y cuando su rango soporte la presión de prueba. Estos instrumentos son los siguientes:

Instrumentos de Nivel tipo desplazador.

Indicadores de presión.

Válvulas de control.

Niveles de cristal.

Rotámetros.

Cámaras de medición de flujo.

Instrumentos de presión diferencial de flujo.

Interruptores de nivel tipo flotador.

Indicadores tipo botón de flujo.

Termopozos.

Interruptores de alarma e indicadores de nivel tipo flotador abierto.

15.- No se deberán probar las líneas que normalmente estén abiertas a la atmósfera, tales como venteos, drenes y descargas de válvulas de seguridad. Las juntas se inspeccionarán visualmente para asegurarse que su instalación sea adecuada.

b).- Fluído de Prueba.

La prueba puede ser hidrotática ó neumática dependiente del diseño del circuito de la prueba. Si se realiza la prueba hidrostática se deberá usar como líquido de prueba preferentemente agua y solo se usará otro líquido si el fluído que manejará el sistema pudiera ser adversamente afectado por el agua, ó si existiera el peligro de congelamiento.

Si se usa un líquido inflamable su punto de flasheo no deberá ser menor de 120 °F.

Cuando se usa agua para realizar la prueba hidrostática, es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1.- La temperatura del agua deberá ser como máximo de 4.5 °C. Puede ser calentada con vapor si la prueba se fuera a realizar en clima frío.
- 2.- Esta prueba normalmente no se deberá realizar cuando la temperatura ambiente sea menor de 0 °C.
- 3.- Cuando la temperatura ambiente sea inferior al punto de congelación del agua deberá agregarse otro líquido como metanol ó glicerina con el fin de eliminar la posibilidad de congelación.

4.- Cuando el peligro de congelación sea grande se podrá usar otro fluido de prueba como gasóleo, querosina, metanol, ect.

Cuando se considere que la prueba hidrostática no es practicable, se deberá usar una prueba neumática, usando aire u otro gas inflamable.

La red de aire de instrumentos se probará con el propio aire seco para instrumentos o con nitrógeno.

En algunas ocasiones es conveniente llevar a cabo ambas pruebas realizando primero una prueba neumática para localizar más fácilmente posibles fugas, y posteriormente realizar la prueba hidrostática.

c).- Prueba hidrostática de presión interna de tubería.

La presión hidrostática mínima de prueba no deberá ser menor de 1 1/2 veces la presión de diseño.

Si la temperatura de diseño es mayor de 650 °F, la presión mínima de prueba deberá ser calculada por la siguiente ecuación.

$$P_p = \frac{1.5 P S_t}{S}$$

Donde:

$P_p$  = Presión mínima de prueba hidrostática (psig).

$P$  = Presión interna de diseño (psig.)

$S_t$  = Esfuerzo permisible a 650 °F (psig).

$S$  = Esfuerzo permisible a la temperatura de diseño (psig.)

La presión hidrostática máxima de prueba no deberá ser mayor que 1 1/2 veces la máxima presión permisible de trabajo.

La presión hidrostática máxima de prueba de un sistema, estará limitada por la presión máxima de prueba del componente débil de dicho sistema.

Cada uno de los circuitos de prueba se seleccionará de tal manera que incluya el máximo de tuberías y equipos que puedan ser probados a una misma presión.

Si las condiciones máximas de operación de la tubería conectada a un equipo son las mismas de éste, se deberá probar simultáneamente a la presión hidrostática de prueba del equipo.

La presión de prueba se deberá mantener durante 15 minutos antes de la inspección y deberá seguir por un lapso suficientemente largo para permitir la inspección completa del sistema a prueba. Este tiempo no deberá ser menor de 10 minutos.

d).- Prueba hidrostática de presión externa de tubería.

Las líneas de servicio deberán ser probadas a una mínima presión interna de 15 psig. excepto cuando el sistema esté diseñado a una presión menor.

En la líneas enchaquetadas, la chaqueta deberá ser probada de acuerdo a la prueba de presión interna de tuberías en base a la presión de chaqueta. La línea interna deberá probarse en base a la presión interna ó externa, la que sea más crítica.

Las líneas en servicio de presión externa deberán ser sujetas a una prueba de presión interna, a una presión no menor que la presión de diseño externa.

e).- Prueba Neumática.

Si la tubería es probada neumáticamente, la presión deberá ser de -- 110% de la presión de diseño.

Cualquier prueba neumática deberá incluir un chequeo preliminar a una presión no mayor de 25 psig. Esta presión deberá ser incrementada gradualmente dando suficiente tiempo para detección de fugas.

Todas las juntas bridadas, roscadas y soldadas de un circuito que se prueba neumáticamente se revisarán contra fugas utilizando una solución jabonosa.

f).- Drenado del líquido de Prueba.

Una vez que la prueba hidrostática se haya completado, la presión se desfogará de tal manera, que no constituya ningún peligro para el personal ni dañe el equipo.

Todos los venteos serán abiertos antes de drenar el fluido de prueba y deberán permanecer abiertos durante el drene, para prevenir la formación de bolsas de vacío en el sistema.

Se deberán elaborar y conservar reportes de pruebas de todos los sistemas, éstos reportes incluirán fecha de la prueba, identificación de la tubería probada de operación y pruebas, fluido de prueba y firmas de aprobación de la persona a cargo de la misma y del representante del cliente.



### 3.1.C.- Pasivado y limpieza de tanques y tuberías.

El proceso que hace inactiva a la superficie es llamado o conocido por pasivación.

La pasivación consiste en tratar las superficies de metal con ácido u otros productos químicos para formar una película de óxido en la superficie del metal. Este recubrimiento de óxido sobre una superficie pasivada actuará como pintura para prevenir la corrosión.

#### a).- Areas de limpieza y Pasivado.

Será necesario contar con una área que pueda ser conservada limpia y libre de combustibles para llevar a cabo la limpieza y pasivación del equipo. Esta área deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- 1.- Protección de polvo y tierra para prevenir la contaminación de las partes limpias.
- 2.- Contar con un suministro de agua adecuado y drenaje para eliminar las salpicaduras de ácido y peróxido de hidrógeno.
- 3.- Regaderas de seguridad para el personal.
- 4.- Buena ventilación para manejar solventes y humos de ácidos. Campanas con ventiladores de succión deberán ser instaladas donde sea posible.
- 5.- Deberán colocarse señales de seguridad y peligro donde puedan ser vistos.

6.- Un lugar accesible para el lavado de ojos.

7.- El personal, cuando maneje varias soluciones para el pasivado, deberá usar ropa adecuada para protegerse. La vestimenta mínima deberá consistir de un escudo o protector de cara ( o gafas ) guantes de hule ( resistentes al ácido ), botas de hule y su delantal.

8.- Se deberá contar con vasos con pico de polietileno de varios tamaños para tratar las partes pequeñas. Estos vasos son resistentes a todos los reactivos químicos usados en la limpieza y pasivado.

5].- Pasivado de tuberías de Acero.

Básicamente el pasivado se realizará en tuberías, y accesorios de acero al carbón y acero aleación, en donde la formación de herrumbre y escamas es fuerte.

En tubería y accesorios de acero inoxidable no es muy fuerte la formación de escamas, por lo que el pasivado no es indispensable. Para realizar el pasivado de tuberías, válvulas y partes pequeñas de acero se pueden seguir los siguientes pasos:

1.- Desensamblar las unidades en sus partes componentes excepto los insertos de plástico que pudieran maltratarse si se removieran.

2.- Desengrasar por agitación, en una solución detergente. Esta solución puede usarse fría o caliente dependiendo del producto que se use. Se bombeará dentro de la tubería o deberá agitarse mientras la solución permanezca dentro.

Si la parte está extremadamente grasosa, deberá desengrasarse primero - con algún producto como el tricloroetileno ó percloroetileno, dejando - que seque completamente y lavándolo después con detergente.

3.- Enjuagar con agua potable limpia inmediatamente después del lavado - con detergente.

4.- Sumergir ó llenar con una solución ácida durante algunas horas de - temperatura ambiente. Esta solución ácida puede ser de ácido sulfúrico - ácido nítrico ó ácido cítrico. Enjuagar completamente con agua destila - da.

5.- Acondicionar la parte con algún producto como agua oxigenada duran - te algunas horas, observando el grado de descomposición del producto -- usado.

6.- Si se observa descomposición, la parte debe removerse de la solu - ción, enjuagarse con agua fresca e inspeccionarse. Si se llega a encon - trar algún defecto, se volverá a sumergir en ácido.

7.- Las partes pequeñas que ha completado el período de acondicionamien - to se deben secar. Este secado se puede hacer con aire ó en horno. Si - se encuentran presentes insertos de plástico, las temperaturas del hor - no deberán mantenerse abajo del punto de fusión del plástico. Tener -- cuidado de evitar que el polvo esté en contacto con las partes durante - el secado.

c).- Empaque.

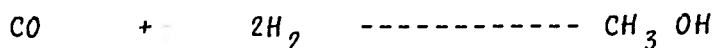
Todas las partes pasivadas que no van a usarse inmediatamente deben --

sellarse para protegerles del polvo y etiquetarse apropiadamente. Las partes pequeñas pueden almacenarse en bolsas de polietileno. Antes de sellar una bolsa o de proteger una parte grande debe de eliminarse todo el aire con nitrógeno para remover la humedad atmosférica.

### 3.2.- Secado de Tuberías y Equipo. ( con Metanol ).

El metanol alcohol metílico o de madera se obtuvo originalmente por la destilación destructiva de la madera. Entre los productos de este proceso figuran el carbón y el alquitrán vegetal y un líquido parduzco llamado ácido piroleñoso.

La destilación fraccionada de este líquido proporciona ácido acético, acetona y metanol. Una forma eficaz de fabricarlo es sintetizarlo a partir del CO y H<sub>2</sub>.



El metanol es el principal reaccionante empleado en la fabricación de muchos compuestos orgánicos importantes y también se utiliza como disolvente para lacas, barnices y pulidores.

Propiedades del Metanol. - Su concentración máxima permisible en aire es de 200 p.p.m.

Es un líquido inflamable, tóxico y un peligro de incendio.

Su ingestión o absorción causa trastornos al sistema nervioso central - particularmente en el nervio óptico. Causa degeneración en los riñones, hígado, corazón y otros órganos; que continúan sin importar el lugar de entrada al cuerpo.

Los síntomas de intoxicación con metanol pueden demorar de 9 a 36 hrs. tiempo en que el individuo puede continuar desarrollando su trabajo usual, cuando de repente se presentan debilidad, dolor de cabeza, náuseas, vómitos dolor abdominal, obscurecimiento de la visión y hasta un estado de inconciencia, de un coma prolongado puede ocurrir la muerte por falta de la respiración.

La rapidez es de gran importancia para primeros auxilios de quienes se han expuesto a este material. Inmediatamente llevarlo al aire fresco y lavarlo con agua y jabón. Si el material se ha ingerido, debe vaciarse el estómago lo más rápido posible; si los ojos se han dañado, deben ser lavados inmediatamente con agua durante 15 minutos y mantenerlos quietos mientras llega un médico.

El personal expuesto a esto, deberá usar gafas de seguridad y una careta para protección de la cara, además es recomendable la ropa de protección para evitar el contacto con la piel.

#### a).- Empleo del Metanol.

Uno de los pasos necesarios en la preparación del arranque, es el secado de tuberías y equipo, debido a que el agua forma hidratos con los hidrocarburos manejados, que pueden tapar equipo y válvulas de control. Para romper cualquier hidrato formado se recircula metanol que elimina la humedad existente.

El metanol necesario para realizar el secado será enviado en auto-tanques con capacidad de 35,000 litros; los cuales descargarán el metanol a 110 °F y 14.7 psia. Se les considera que será necesario descargar dos -

auto-tanques (70,000 litros) para hacer el secado de los sistemas de bombeo y de refrigeración de etileno y propileno.

Antes de realizar el secado será necesario quitar todas las válvulas de control (de nivel), de presión, de temperatura y en su lugar poner carretes; colocar bridas ciegas en los equipos, en las conexiones con aquellas tuberías que vayan a manejar exclusivamente vapores; bloquear todos los instrumentos, excepto los manómetros localizados en los tanques; y hacer todas las conexiones en el campo, necesarias para hacer el secado con metanol.

Inicialmente el metanol se recibirá en el sistema de bombeo, almacenándolo mientras se realiza el secado, en el tanque FA-100; por lo tanto se debe hacer lo siguiente:

- 1.- Se deberán cerrar todas las válvulas de este sistema.
- 2.- Se deberán cerrar las bombas GA-202 y GA-203 (abriendo las válvulas de bloqueo de la succión y las válvulas de purga de ambas bombas).
- 3.- Ajustar las bombas a su capacidad mínima.
- 4.- Abrir las válvulas necesarias que permitan llegar el metanol al tanque FA-100.
- 5.- Arrancar las bombas y estrangular con la válvula de bloqueo, hasta que el metanol substituya todo el gas (aire) que se encuentre en las tuberías.

Cuando se llene el cabezal, se ajustan las bombas a la capacidad deseada y se comprueba que el sistema esté a la presión de operación y que una vez que el metanol se encuentre en el tanque FA-100, se empezará a hacer el secado del sistema de bombeo, succionando el metanol por una línea de 4" de diámetro, hasta las bombas de recirculación y enviándolo a las líneas que forman el sistema de bombeo.

Se considera que será necesario un volúmen de 20,000 litros para efectuar el secado de este sistema.

Cuando hayan sido secadas todas las tuberías de este sistema será necesario mandar todo el metanol que sea posible al tanque FA-100; y el metanol que quede en las tuberías se drenará, cerrando las válvulas de bloqueo necesarias y abriendo gradualmente las válvulas de purga, para permitir que el metanol pase a un recipiente recolector.

Cuando las líneas estén libres de metanol cerrar las válvulas de purga. Una vez que el metanol se encuentre en el tanque FA-100, se procederá a bloquear todas las tuberías que ya se encuentran secas del sistema de bloqueo; dejando sin bloquear únicamente las líneas necesarias; para enviar el metanol hacia el sistema de refrigeración de propileno.

El envío de metanol al sistema de propileno se hará por medio de las líneas de nitrógeno, llevándolo a la estación de servicio #3, desde donde se alimentará al tanque FA-310.

El llenado de los cabezales del nitrógeno se hará estrangulando lentamente la válvula #766 hasta que el metanol substituya a todo el aire que se encuentra en las tuberías.

Para secar el sistema de propileno se considera necesario un volúmen aproximado de 50,500 litros.

Una vez que se haya secado el sistema de refrigeración de propileno, se mandará todo el metanol al tanque de almacenamiento FA-100.

Para secar todo el sistema de etileno se usarán también las líneas de nitrógeno, por donde se mandará el metanol hasta la estación de servicio #4 desde donde pasará al tanque FA-310. Se considera necesario un volúmen aproximado de 25,500 litros de metanol para secar este sistema.

Cuando este sistema se encuentre seco, todo el metanol que se encuentra en las tuberías y equipo se mandará de nuevo al tanque de almacenamiento FA-100 desde donde se recuperará enviándolo a tambores.

A pesar de que éste método de secado es caro, tiene la ventaja de que permite la detección de fugas en líneas y conexiones y también permite probar el funcionamiento de las bombas.

### 3.3.- Secado del Sistema de Bombeo.

3.3.A.- Sistema de Bombeo.- Una vez que el metanol se encuentre en el tanque FA-100, se empezará a hacer el secado del sistema de bombeo, -- succionando el metanol por las líneas de 4" de diámetro, manteniendo -- abiertas las válvulas que permitan que el metanol llegue a las bombas -- de recirculación GA-202 y GA-203.

El metanol descargará de las bombas; por las líneas de 2" de diámetro -- hasta llegar al cabezal de descarga de bombas, desde donde pasará -- hasta la línea de carga de barcos, dicha línea es de 12" de diámetro.

Este cabezal por un extremo llevará el metanol rumbo a los muelles -- hasta una válvula localizada fuera del límite de baterías; la cual -- deberá permanecer cerrada.



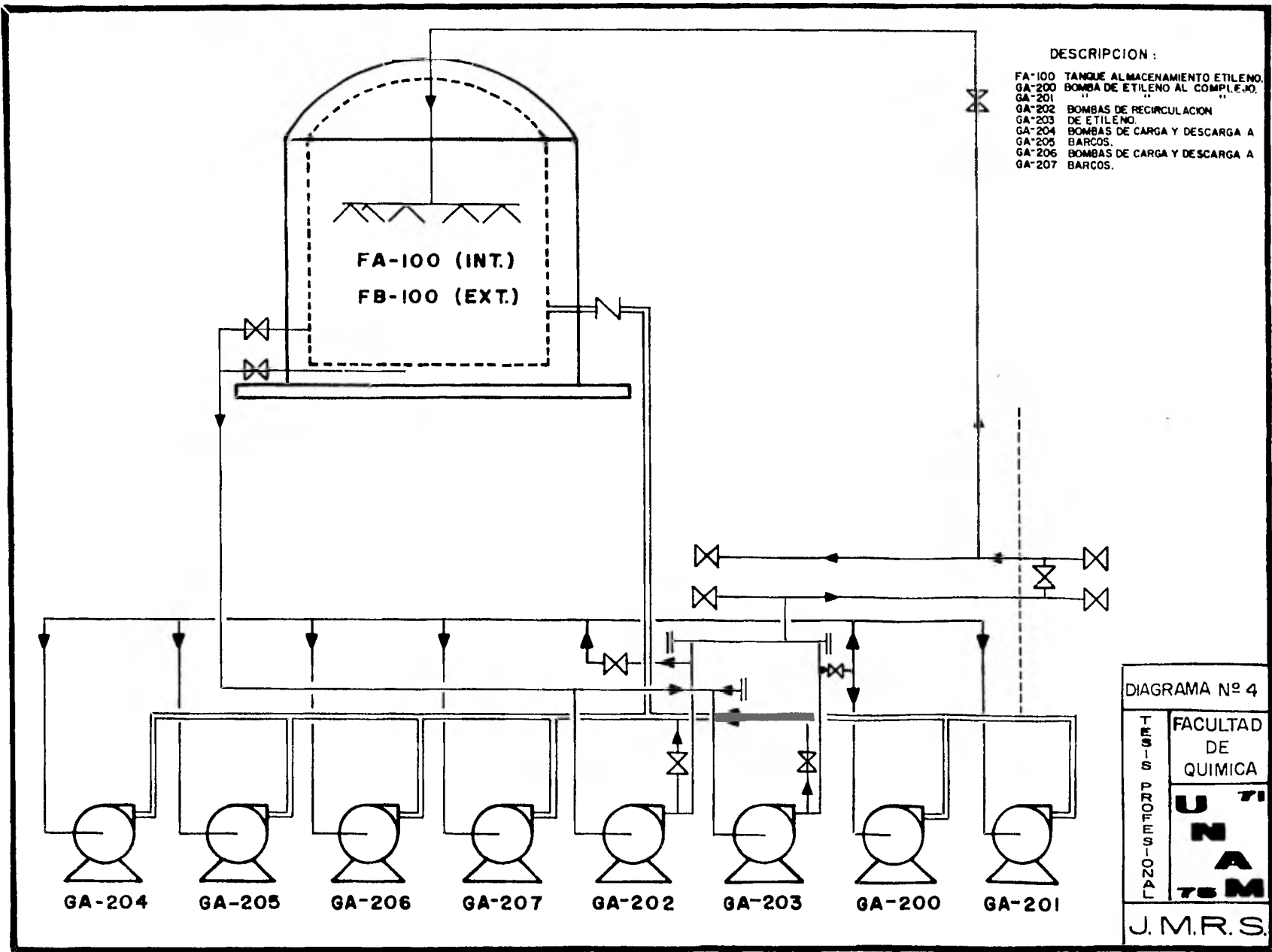
Por el otro extremo, se abrirá la válvula correspondiente para permitir que el metanol llegue hasta el anillo de aspersión localizado en el interior del tanque de almacenamiento.

Al abrir las válvulas localizadas en la descarga de las bombas GA-202 y GA-203, el metanol fluirá hacia el cabezal de 6" de diámetro que inundará todas las líneas de descarga de todas las demás bombas; desde este mismo cabezal el metanol fluirá hasta llegar al tanque principal de almacenamiento (FA-100).

Luego por una línea de 2" de diámetro que sale del tanque de almacenamiento fluirá el metanol hasta inundar todas las líneas de succión de todas las bombas; por el otro extremo de la línea de 24" de diámetro, el metanol pasará a un cabezal de 12" de diámetro que inundará todas las líneas de descarga de las bombas de carga a barcos.

Y por otra parte llegará al tanque de almacenamiento. Una vez que todo el sistema esté inundado, se recirculará el metanol durante aproximadamente 3 días para tener un buen secado.

NOTA: ( Ver diagrama #4 ).



DESCRIPCION :

- FA-100 TANQUE ALMACENAMIENTO ETILENO.
- GA-200 BOMBA DE ETILENO AL COMPLEJO.
- GA-201 " " " " " "
- GA-202 BOMBAS DE RECIRCULACION DE ETILENO.
- GA-203 BOMBAS DE CARGA Y DESCARGA A BARCOS.
- GA-204 BOMBAS DE CARGA Y DESCARGA A BARCOS.
- GA-205 BOMBAS DE CARGA Y DESCARGA A BARCOS.
- GA-206 BOMBAS DE CARGA Y DESCARGA A BARCOS.
- GA-207 BOMBAS DE CARGA Y DESCARGA A BARCOS.

DIAGRAMA N° 4

LAB. S. AEROSOL-S-0241	FACULTAD DE QUIMICA
	J. M. R. S.

Descripción del equipo usado en el diagrama #4.

- FA-100      Tanque de almacenamiento de etileno con capacidad de -  
8,000 toneladas métricas.
- GA-204      Bombas de carga y descarga de etileno a barcos con capa  
GA-205      cidad de 925 GPM. y 51.5 psig. c/u.  
GA-206  
GA-207
- GA202      Bombas de recirculación de etileno con capacidad de -  
GA-203      40 GPM. y 85 psig. c/u.
- GA-200      Bombas de etileno al complejo don capacidad de 125 GPM.  
GA-201      y 85 psig. c/u.

### 3.4.- Secado del Sistema de Etileno.

El metanol necesario para hacer el secado del sistema de etileno se tomará desde la estación de servicio #4; por la línea de nitrógeno de 3/4" de diámetro, haciendo una conexión en el campo hacia el tanque FA-300.

Se hará otra conexión en el campo entre los tanques HA-300 y HA-301, en las válvulas para servicio; además se cerrarán todas las conexiones de las líneas de vapor con bridas ciegas, así como las demás boquillas de cada uno de los equipos, de manera que quede solamente las líneas de alimentación del líquido por lo que se tendrán abiertas todas las válvulas que se interconecten un equipo con otro.

Al empezar a llenarse el tanque FA-300 se inundará la línea de 4" de diámetro que llega al tanque HA-302.

Al llenarse el tanque FA-300, la presión subirá; por lo que habrá que ventear, usando la válvula de venteo que está en la parte del tanque.

El metanol seguirá subiendo por la línea de 4" de diámetro, hasta que empiece a caer en el tanque HA-302.

Inmediatamente que el metanol empiece a caer en este tanque, inundará la línea de 4" de diámetro que llega al cambiador EA-302 y al tanque HA-301.

Al caer el metanol en el tanque HA-301, se llenará la línea de 1 1/2" de diámetro, que llega al cambiador EA-304 y se empezará a llenar di-

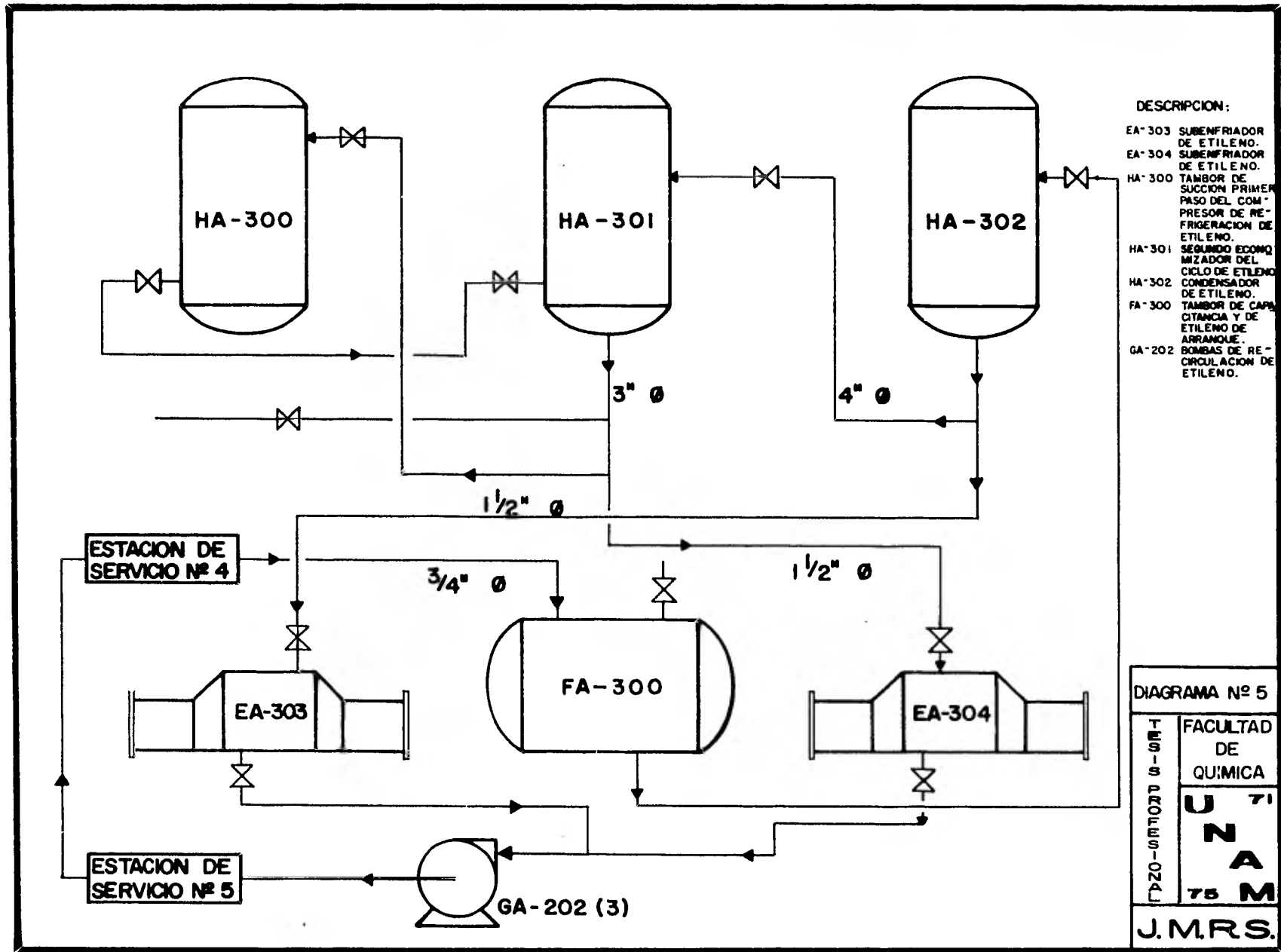
-cho cambiador y cuando se llene empezará a subir el nivel en la línea de 3" de diámetro y en el tanque HA-301 hasta la boquilla para servicio; y de esta manera seguirá subiendo el nivel hasta llenar los tanques HA-300 y HA-301, los cuales se llenarán al mismo tiempo.

En el momento que estén llenos todos los equipos y las líneas de este sistema se deberán abrir las válvulas de drenaje de los cambiadores -- EA-304, que mandarán el metanol hasta el cabezal de succión de las bombas GA-202 y GA-203, estas bombas descargarán el metanol hasta la estación de servicio #5; desde donde fluirá hasta la estación de servicio #4, estableciendo de esta manera la recirculación.

Se deberá tener cuidado de mantener una presión de 10 psig. en todos los equipos, de ésta manera siempre se tendrá la presión de descarga constante. NOTA: (ver diagrama #5).

#### Descripción de equipo del diagrama #5.

FA-300	Tambor de capacitancia y de etileno de arranque con capacidad de 9,261 litros.
HA-302	Primer economizador del ciclo de etileno con capacidad de 4,030 litros.
HA-301	Segundo economizador del ciclo de etileno con capacidad de 3,078 litros.
HA-300	Tambor de succión primer paso del compresor de etileno (refrigeración) con capacidad de 3,319 litros.
EA-303	Subenfriador de etileno con capacidad de 1,925 litros.
EA-304	Subenfriador de etileno con capacidad de 2,201 litros.



DESCRIPCION:

- EA-303 SUBENFRIADOR DE ETILENO.
- EA-304 SUBENFRIADOR DE ETILENO.
- HA-300 TAMBOR DE SUCCION PRIMERA PASO DEL COMPRESOR DE REFRIGERACION DE ETILENO.
- HA-301 SEGUNDO ECONOMIZADOR DEL CICLO DE ETILENO CONDENSADOR DE ETILENO.
- HA-302 TAMBOR DE CAPACITANCIA Y DE ETILENO DE ARRANQUE.
- FA-300 BOMBAS DE RECIRCULACION DE ETILENO.

DIAGRAMA Nº 5

L-101-5-0244	FACULTAD DE QUIMICA
	U 71
	N A
	75 M

J.M.R.S.

### 3.5.- Secado del sistema de Propileno.

La alimentación de metanol al sistema de refrigeración de propileno se efectuará por medio de las bombas de recirculación y enfriamiento GA-202 y GA-203, succionando 40 GPM c/u del tanque FA-100 por una línea de 4" de diámetro; de las descargas de las bombas de recirculación el metanol pasará a la estación de servicio #5; desde donde pasará a la estación de servicio #3 y de ahí a través de una conexión hecha en el campo el metanol pasará al tanque FA-310.

Al empezar a llenarse el tanque FA-310, empezará poco a poco a aumentar la presión, dejándola a que suba hasta 15 psig. en ese momento se abrirá la válvula de venteo, y se mantendrá esta presión hasta que se llene el tanque y una vez lleno se cerrará la válvula; entonces se abre la válvula de la línea de 8" de diámetro, permitiendo que el metanol caiga en el tanque HA-307.

Al llegar el metanol al tanque HA-307 se inundará la línea de 6" de diámetro que llega al tanque HA-306; en cuanto empieza a caer el metanol en este recipiente, se inunda de inmediato la línea de 6" de diámetro que llega al cambiador EA-306 y EA-301 como también al recipiente HA-305.

Al empezarse a llenar el tanque HA-307 comenzará a subir la presión y al llegar a 12.5 psig. será necesario ventear por medio de la válvula de venteo para mantener esa presión.

Manteniendo esa presión se llenará el tanque HA-306, hasta que la presión llegue a 10 psig. en ese momento se empieza a ventear para mantener la presión.

Al mismo tiempo se seguirá llenando el tanque HA-307.

Entonces se abrirá la válvula de drenaje del HA-306 para mandar el metanol al cabezal de succión de las bombas GA-202 y GA-203;

Una vez llenos los tanques HA-306 y HA-307, se abrirán las válvulas de succión de las bombas GA-202 y GA-203.

Estableciendo de esta manera la recirculación.

Una vez secos estos equipos, se abrirán las válvulas de entrada a los cambiadores EA-306 y EA-301 y una vez llenos estos cambiadores se cerrará la válvula de drenaje del tanque HA-306 y se abrirán las válvulas de drenaje de los cambiadores EA-301 y EA-306 que llevarán el metanol a la succión de las bombas GA-202 y GA-203 estableciendo así la recirculación.

Previamente se deberá tener una conexión hecha en el campo que una al tanque HA-307 y HA-305 y otra conexión entre la válvula de drenaje del HA-305 y la línea del drenaje del cambiador EA-306. Una vez secos los cambiadores se mandará el metanol del tanque HA-307 y HA-305.

Y al empezar a caer el metanol en el tanque HA-305 se inundará la línea de 6" de diámetro que va al cambiador EA-307 y EA-302.

Al irse llenando el tanque HA-305 aumentará la presión, y cuando llegue a 12.5 psig. se abrirá la válvula de venteo para mantener la presión.

Cuando se llene el tanque HA-305 se cerrarán las válvulas de drenaje de los cambiadores EA-301 y EA-306 y se abrirá la válvula de drenaje



del tanque HA-305 manteniéndose así la recirculación.

Cuando ya esté seco el tanque HA-305 se abrirán las válvulas de drenaje del tanque HA-307 para mantener por ahí la recirculación; se cerrará la válvula de servicio de este tanque y la válvula de drenaje del HA-305.

Se abrirá la válvula de entrada al cambiador EA-307, el cual se llenará con metanol que contiene el tanque HA-305 que pasará a este cambiador por gravedad.

Una vez lleno el cambiador EA-307; se abrirá la válvula de este cambiador y la válvula de servicio del tanque HA-307 y se cerrará la válvula del drenaje del HA-307; por lo que la circulación será drenado por el cambiador EA-307.

Cuando este cambiador esté seco; se abrirá la válvula de entrada del cambiador EA-302.

Cuando ya esté vacío el cambiador EA-307; el metanol se encontrará en el cambiador EA-302 por lo que se deberá abrir la válvula de drenaje de este cambiador (EA-302) y cerrar la válvula de drenaje del cambiador (EA-307); la recirculación se hará ahora por el drenado del cambiador EA-302.

Una vez que todos estos equipos han sido secados se deberá abrir la válvula de la conexión para nitrógeno de la estación #4 y cerrar la de la estación #3 para empezar a llenar el tanque FA-300.

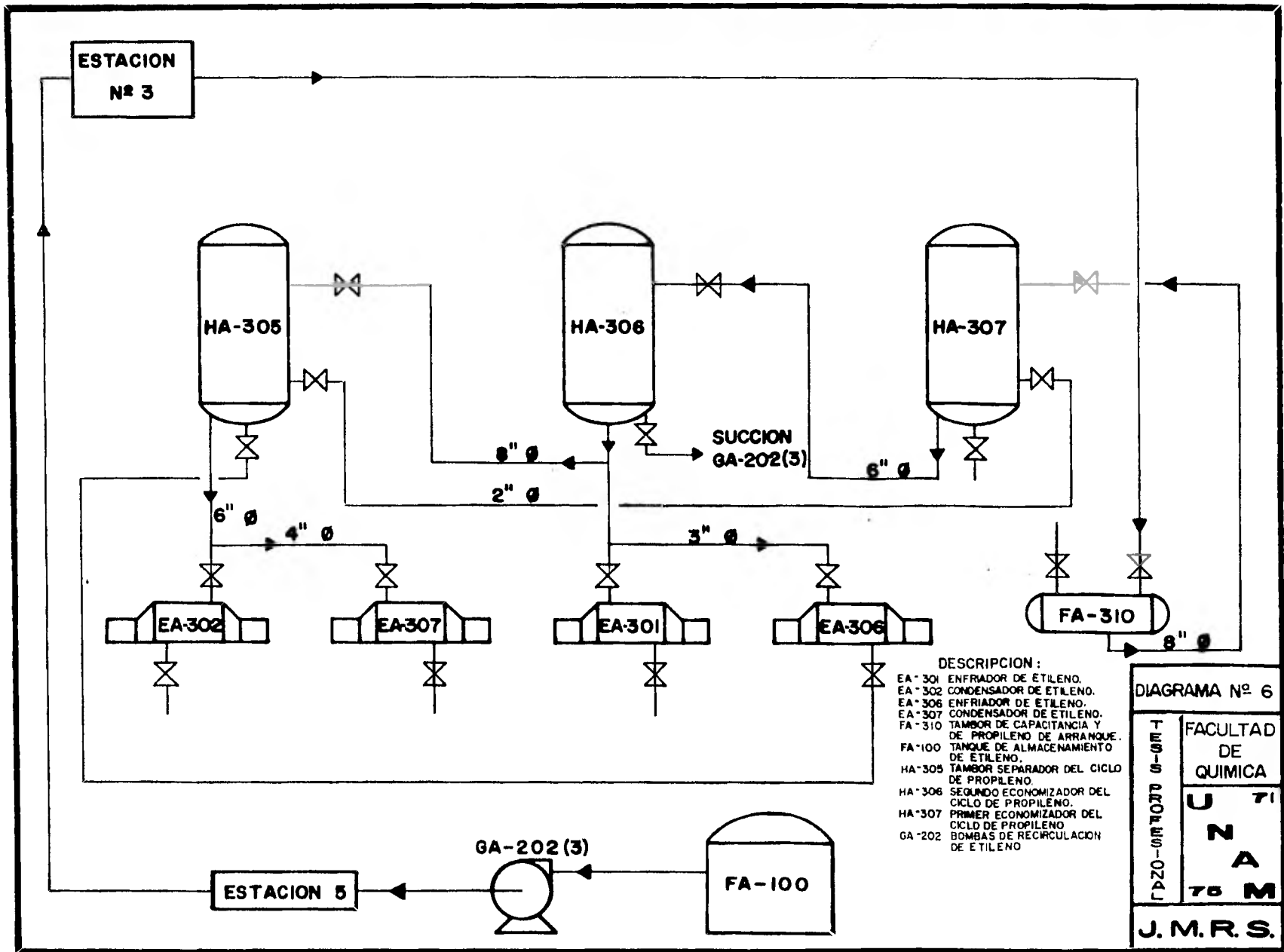
Se abrirán las válvulas de drenaje de los tanques FA-310 y HA-307 así como la del cambiador EA-302 debiendo tener aislados y secos a los - -

tanques HA-306, HA-305 y los cambiadores EA-307, EA-301 y EA-306.

NOTA: (Ver diagrama #6 ).

*Descripción de equipo usado en el diagrama #6.*

HA-305	<i>Tambor separador ciclo propileno.</i>
HA-306	<i>Segundo economizador del ciclo propileno.</i>
HA-307	<i>Primer economizador del ciclo propileno.</i>
EA-301	<i>Enfriador de etileno.</i>
EA-302	<i>Condensador de etileno.</i>
EA-306	<i>Enfriador de etileno.</i>
EA-307	<i>Condensador de etileno.</i>
FA-310	<i>Tambor de capacitancia y de propileno de arranque.</i>
GA-202	<i>Bombas de recirculación de etileno con capacidad</i>
GA-203	<i>de 40 GPM. y 85 psig. c/u.</i>
FA-100	<i>Tanque de almacenamiento de etileno con capacidad de 8,000</i>
	<i>toneladas métricas.</i>



### 3.6 Inertización de Equipo.

Los equipos y tuberías deben ser purgados con nitrógeno antes del arranque, para dejarlos libres de aire.

Para hacer el purgado de los sistemas de bombeo, de refrigeración de etileno y refrigeración de propileno, será necesario primeramente colocar todas las válvulas de control, quitar todas las bridas ciegas que se colocaron en los equipos, dejar listos todos los instrumentos para trabajar, quitar todas las conexiones que se hicieron en campo.

Una vez que se realizaron estas operaciones, se procederá a aislar el equipo que va a inertizar, cerrando todas las válvulas acceso a él, e introduciendo el nitrógeno por la parte inferior a una temperatura menor que a la que se encuentra el equipo, para que el aire pueda ser desplazado hacia arriba y desalojado por los venteos.

Para hacer la inertización de todo el equipo se consideró que cada pie cúbico de nitrógeno añadido desplaza a la atmósfera un pie cúbico de aire contenido momentáneamente en el sistema y que el nitrógeno se difunde instantáneamente en todo el sistema.

Se introducirá el nitrógeno hasta que la presión suba a un punto en el cual su valor sea menor, que el valor de la presión de diseño del equipo; al llegar a esta presión, especificada para cada equipo, se abrirá el venteo, purgando hasta obtener nuevamente la presión atmosférica (14.7 psia) Se realizan purgas sucesivas hasta obtener el porcentaje de oxígeno necesario para que no represente ningún peligro (0.47% en peso).

Para inertizar el sistema de bombeo, se usará la estación de servicio #6 por medio de la línea 1"-NG-3009-H01 que maneja un gasto de 500 lb/hr. a 100 °F y 142.7 psia. Serán necesarias 27 purgas para inertizar el tanque de almacenamiento FA-100 que se encuentra en este sistema.

En el sistema de refrigeración de etileno deberá inertizar todos los tanques y los cambiadores de calor. El nitrógeno necesario para realizar esta operación se tomará de la estación de servicio #4, la cuál maneja un gasto de 500 lb/hr.

En el sistema de refrigeración de propileno se inertizarán todos los tanques y cambiadores. Usando para ello, nitrógeno de la estación de servicio #3, que maneja un gasto de 500 lb/hr.

También será necesario purgar todas las líneas de interconexión de estos tres sistemas, a esta purga se realizará descargando a través de venteos y drenajes.

Los gastos aproximados de nitrógeno para la inertización de los equipos de estos sistemas son:

1).- Sistema de Bombeo:	187,000 lb
2).- Sistema de refrigeración de etileno	991 lb
3) Sistema de refrigeración de propileno	3,900 lb

CAPITULO IV

#### 4.1.- Procedimiento de Arranque.

El arranque de los sistemas de refrigeración no será simultáneo, se arrancará primero el sistema de refrigeración de propileno y cuando ya se encuentre estabilizado se empezará el arranque del sistema de refrigeración de etileno.

#### 4.2.- Sistema de Etileno.

El etileno necesario para el arranque llega desde el límite de baterías por la línea 3/4"-ER-1174-B01 como vapor sobrecalentado a 120 °F y 360 psia.

Este etileno llega a la línea 6"-ER-1131-B01, que es la línea de entrada por el lado de los tubos al cambiador EA-306, desde donde saldrá como líquido subenfriado a -25 °F y 360 psia. usando como líquido de enfriamiento, propileno.

Es importante mantener cerrada la válvula #182 para evitar el paso del etileno al cambiador EA-305 y bloquear también el paso al cambiador EA-307.

Previamente deberá hacerse en el campo una conexión entre la línea de salida del cambiador EA-306, 6"-ER-1132-B01 y el tanque acumulador FA-300. Esta conexión deberá hacerse en la parte superior del tanque.

Para calcular el gasto de etileno líquido que se tiene que alimentar para hacer el enfriamiento y los niveles en todo el sistema, es necesario primeramente calcular en cada equipo, la cantidad necesaria de calor que se tendrá que eliminar al metanol para enfriarlo desde 150 °F hasta la temperatura de operación.

Con ese calor se calculará también el volúmen de operación normal, y con este volúmen, la masa de etileno evaporado y en flasheo, se encontrará la masa total de etileno líquido que se deberá alimentar.

La secuencia de enfriamiento y la formación de niveles se hará de la siguiente manera:

Se alimentará un gasto constante de 1276 lb/hr. de etileno líquido al tanque FA-300, hasta que el nivel del líquido sea el normal de operación.

Para poder realizar esta operación, será necesario hacer el ajuste de la válvula PCV-238 para que abra a 340 psia. Este ajuste será solamente para el arranque, posteriormente se volverá a ajustar a su punto de ajuste normal.

Cuando este tanque ya se encuentre frío y con su nivel de operación, se abrirá la válvula #207 para que el etileno líquido del tanque a 340 psia. fluya por diferencia de presión por las líneas 4"-ER-1135-B01 y 6"-ER-1136-A21, permitiendo que la caída de presión en la válvula LCV-217 sólo sea de 210 psia, para que el etileno llegue al tanque HA-302 en dos fases (líquido y vapor) y a 130 psia.

La alimentación de etileno será constante y directamente al tanque FA-300.



Cuando la temperatura en el tanque HA-302 sea de  $-65^{\circ}\text{F}$  y su nivel sea el de operación normal, se abrirá la válvula #186, permitiendo que el etileno líquido llegue al cambiador EA-303 a través de las líneas - - - 4"-ER-1144-A21 y 1 1/2"-ER-1145-A21 en dos fases (líquido y vapor) a 45 psia.

Se seguirá alimentando etileno hasta que se tenga una temperatura de  $-114.2^{\circ}\text{F}$  y su nivel de operación normal.

Enseguida se abrirá la válvula #190 permitiendo que el etileno fluya a través de las líneas 3"-ER-1156-A21, 1 1/2"-ER-1157-A21 y 3"-ER-1150-A21 y llegue al cambiador EA-304 en dos fases y a 15.975 psia.

Se seguirá alimentando etileno hasta que el nivel sea el normal y la temperatura en el tanque sea de  $-151.3^{\circ}\text{F}$ .

Los vapores generados en éste cambiador junto con los generados en el tanque de almacenamiento FA-100 servirán para enfriar en el tanque HA-300, ya que éste tanque no deberá tener nivel de líquido.

Cuando ya estén todos los equipos fríos y con su nivel de operación normal, se arrancarán los compresores GB-300 (A/B).

#### 4.3.- Sistema de Propileno.

El propileno necesario para el arranque llega desde el límite de baterías directamente al tanque de capacitancia FA-310, a una temperatura de  $100^{\circ}\text{F}$  y a 290 psia.

Para calcular el gasto de propileno líquido que será necesario alimentar para realizar el enfriamiento y los niveles de operación normal de todo el sistema, será necesario calcular el calor que se tendrá que remover de la superficie metálica de cada equipo para enfriarlo hasta su temperatura de operación, posteriormente se calculará la masa de propileno que se va a evaporar y el volúmen de operación normal también para cada equipo.

Con el volúmen de operación normal, la masa de propileno evaporada y el flasheo, se calculará la masa total de propileno necesaria para todo el sistema.

La alimentación de propileno será constante al tanque FA-310 y como su temperatura de operación normal es de 100 °F no habrá necesidad de enfriarlo, así es que solamente se llenará hasta su nivel de operación normal.

Cuando ya tenga éste nivel, se abrirán las válvulas #277, 278, y 279 permitiendo que el propileno líquido fluya a través de las líneas -- 8"-PR-2000-B01 y 8"-PR-2001-A01 hasta el tanque HA-307 a 150 psia.

Se seguirá alimentando propileno hasta que la temperatura llegue a -- 70.5 °F y se haya llegado al nivel de operación normal.

En seguida se abrirán las válvulas #280 y 281 permitiendo que el propileno llegue al tanque HA-306 a través de la línea 6"-PR-2005-A01.

Este propileno llegará en dos fases y con una presión de 70 psig.

Cuando se haya alcanzado su nivel de operación normal se abrirán las válvulas #296 y 297 para que el propileno pase a través de las líneas 6"-PR-2006-A01, 3"-PR-2008-A01, 2"-PR-2009-A01 y 4"-PR-2052-A03 hasta el cambiador EA-306, enfriándolo hasta  $-38.6^{\circ}\text{F}$  y llenándolo hasta su nivel de operación normal.

Posteriormente se abrirán las válvulas #299 y 298 y se cerrarán las válvulas #296 y 297 para que el propileno fluya a través de las líneas 6"-PR-2008-A01, 3"-PR-2009-A01, 1 1/2"-PR-2010-A01 y 3"-PR-2053-A03 hasta el cambiador de calor EA-301.

Se seguirá alimentando propileno hasta que la temperatura de operación sea de  $-38.6^{\circ}\text{F}$  y se tenga el nivel de operación normal.

Todos los vapores generados en el enfriamiento de los cambiadores EA-306 y EA-301 pasarán directamente al tanque HA-305.

Al terminar de llenar el cambiador EA-301 se cerrarán las válvulas #298 y 299, para que el propileno fluya por la línea 6"-PR-2014-A01 en donde se abrirán las válvulas #300 y 301, dejando pasar el propileno por la línea 8"-PR-2015-A01 hasta el tanque HA-305.

El propileno llegará a este tanque en dos fases y con una presión de 21.1 psia.

Se seguirá alimentando propileno hasta que la temperatura sea de  $-38.6^{\circ}\text{F}$  y se tenga el nivel de operación normal.

En seguida se abrirán las válvulas #304 y 305 para permitir que el propileno fluya por las líneas 6"-PR-2017-A03 y 4"-PR-2018-A03 hasta el

cambiador EA-307, en donde deberá bajar la temperatura a  $-49.5^{\circ}\text{F}$  y llegar el nivel al punto de operación normal.

Una vez que éste cambiador esté lleno, se cerrarán las válvulas #304 y 305 y se abrirán las válvulas #306 y 307 para que ahora el propileno fluya con la línea 4"-PR-2019-A03 hasta el cambiador EA-307.

Se seguirá alimentando propileno hasta que la temperatura sea de  $-49.5^{\circ}\text{F}$  y se llegue al nivel de operación normal.

Todos los vapores generados en los cambiadores EA-302 y EA-307 pasarán directamente al tanque HA-304 ayudando a que se enfríe.

Una vez que todo el sistema está frío y con sus niveles de operación normal, se arrancará el compresor centrífugo GB-301 de acuerdo con el manual de operación proporcionado por el fabricante.

CAPITULO V

## CAPITULO V

### 5.1.- PROCEDIMIENTO DE PARO.

#### 5.1.A.- PARO PROGRAMADO.

*Sistema de Refrigeración de Etileno.- Este sistema será parado dejando el nivel normal de operación de líquido en todos los equipos.*

*Parar el compresor de acuerdo con las instrucciones de fabricante.*

*Cerrar todas las válvulas operadas por motor.*

*Cerrar las válvulas de control de nivel de los tanques de succión del segundo y tercer paso (HA-301 y HA-302 ).*

*Cerrar todas las válvulas de derivación de flujo mínimo.*

*Depresionar el compresor hacia el relevo seco.*

*Asegurarse que las líneas de alimentación de etileno refrigerante a los equipos que lo usan, estén bloqueadas. Estos equipos estarán protegidos por las válvulas de control de presión localizadas en sus tanques respectivos.*

*Las secciones que requieren mantenimiento pueden ser vaciadas por medio de los drenajes y depresionadas hacia el relevo seco por medio de sus respectivos tanques.*

*Sistema de refrigeración de Propileno.- El sistema de refrigeración de propileno se pondrá fuera de servicio en tal forma, que la mayor parte del refrigerante sea mandado fuera del límite de batería.*

El sistema será descargado como sigue:

Ajustar los controladores de nivel de los tanques HA-305, HA-306 y HA-307 para operar a un mínimo.

Empezar a vaciar los tanques HA-307, HA-306 y HA-305 abriendo un poco las válvulas localizadas en las líneas de drenaje.

Cuando el registrador de nivel del tanque acumulador FA-310 indique un nivel bajo, se deberá parar el compresor.

¶

Para llevar a cabo el paro de los compresores se deberá de proceder de acuerdo con las instrucciones de los proveedores.

Cerrar todas las válvulas operadas con motor.

Suspender el agua a los condensadores de refrigerante.

Depresionar el compresor al relevo seco.

Extraer el propileno de todos los equipos y tanques que lo manejan, abriendo completamente los drenajes para que el propileno llegue al tanque de relevo FA-209 y ahí sea mandado fuera del límite de baterías hacia el quemador.

Al estar vaciando es necesario depresionar todos los tanques al relevo seco por medio de las válvulas de control de presión.

La preparación de cualquier sección de la planta para mantenimiento se hará de acuerdo con la práctica usual de la planta.

### 5.2.- Paro de emergencia a Fallas.

El paro de emergencia se puede presentar debido a las siguientes - - - causas:

A).- Envío de etileno líquido a la planta por demanda de los usuarios .

Cuándo se requiere etileno líquido por los usuarios, se deberá arrancar alguna de las bombas GA-200 ó GA-201 que pueden manejar hasta 125 GPM - cada una con una presión de descarga de 376 psig.

Estas bombas succionan el etileno líquido del tanque de almacenamiento - por medio de la línea 18"-P-1029-A32, de donde pasa el cabezal - - - 6"-P-1029-A32 y de ahí directamente a la succión de las bombas.

La descarga de estas bombas se hará por la línea 3"-P-1068-B32 hasta el cabezal de etileno de la planta de la Cangrejera. Cuándo el nivel del - tanque de almacenamiento llegue a 5'-3" se cerrará la motoválvula - - MOV-158 que automáticamente parará estas bombas.

B).- Envío de vapores de etileno a la planta "La Cangrejera".

Cuándo no exista carga de etileno de Cangrejera, los compresores del - ciclo de refrigeración GB-300 A/B podrán seguir trabajando a su mínima - capacidad usando las recirculaciones en el ciclo de refrigeración.

Pero si la carga de Cangrejera se suspendiera por un tiempo relativamen - te largo se deberán parar los compresores del ciclo de refrigeración -- ( GB-300 A/B ) utilizándose entonces el compresor auxiliar de Holding -- cuyo objeto es el de extraer del tanque de almacenamiento, a través del tambor de succión HA-300, los vapores generados



La descarga del compresor GB-302 que se encuentra a 350 psia. y 233 °F se enfría hasta 120 °F en el enfriador EA-310 que opera con agua a 90 °F como medio de enfriamiento y de éste cambiador se envía a la planta de " Cangrejera " .

C).- Rompimiento de vacío en el tanque de almacenamiento.

Se puede formar vacío en el tanque de almacenamiento debido a las siguientes causas:

1.- Debido a cambios en la presión barométrica, ya que al cambiar ésta produce cambios en el volumen tanto en los vapores de nitrógeno como en los de etileno.

2.- En la operación de carga a barcos. Al estar succionando líquido del tanque aumentará el área que ocupa el vapor de etileno por lo que la presión disminuirá .

Si no se regresa suficiente vapor de etileno del barco para aumentar la presión, puede presentarse el vacío.

Para romper el vacío se cuenta con una válvula rompedora de vacío, la SV-160 que abrirá cuando la presión sea menor de 0.036 psig. (1 in. col. agua de presión.)

Esta válvula comunica el espacio anular con el tanque interior permitiendo que el nitrógeno que se encuentra en el espacio anular entre al tanque rompiendo el vacío.

D).- Falla de aire de Instrumentos.

El sistema de aire de instrumentos consiste de 2 compresores de aire, el GB-405 para el sistema de aire de planta y el GB-406 para el sistema de aire de instrumentos; los cuales succionan aire atmosférico, -- que ya pasó a través de los filtros FL-403 respectivamente.

El compresor GB-406 de aire de instrumentos descarga el aire a 190 °F y 114.7 psia. hacia un post-enfriador EA-408, en donde se enfría hasta 110 °F.

Este aire pasa a un tanque acumulador FA-400, desde donde se envía a la secadora de aire FA-413, para llevarlo posteriormente a los instrumentos.

El tanque acumulador FA-410, trabaja a 110 °F y 114.7 psia. pero si la presión aumenta, accionará un interruptor de presión PS-426 localizado en la línea de alimentación de este tanque, parando el motor del compresor de aire GB-406. Si la presión continúa alta al llegar al tanque acumulador, accionará la válvula de alivio SV-231 localizada en este tanque.

Si la presión es alta en la entrada de la secadora ( esto sucederá cuando la secadora se ensucie y se tape ) accionará el interruptor de presión PSH-427 mandando una señal a la válvula solenoide PVS-427 localizada en la línea 1 1/2"-PA-4023-H01 permitiendo el paso del aire directamente al post-filtro FL-412 de la secadora.

Una vez que la presión disminuya arrancará automáticamente la compresora. Pero si la presión continúa disminuyendo al llegar a 75 psia. - abrirá la válvula PCV-423 que comunica con el sistema de aire de planta, haciendo que el interruptor de presión PS-425 arranque el motor del compresor de aire de planta GB-405.

Si continúa la presión disminuyendo al llegar a 70 psia. sonará la alarma PAI-429 y el interruptor PSL-429 abrirá la válvula solenoide PVS-429 localizada en la línea de nitrógeno 1 1/2"-NG-3014-H01 permitiendo que pase el nitrógeno y aumente la presión.

En el caso de una falla total en el aire de instrumentos, las válvulas de control se cerrarán completamente ó abrirán según la posición que se haya considerado como más segura en el diseño de la planta. Aunque todas las válvulas de control toman la posición de máxima seguridad, deberán tomarse inmediatamente medidas para controlar manualmente algunos flujos, completando el paro de la planta.

Será necesario que todo el personal de operación conozca bien la acción de las válvulas de control de una falla de aire.

Las válvulas de control que cierran automáticamente son las siguientes:

1).- Sistema de Bombeo.

Clave	Servicio
PCV-112	Etileno a espreas FA-100
PCV-113A	Etileno líquido del EA-304 al FA-100
PCV-113B	Etileno líquido del EA-304 al FA-100
PCV-231	Etileno a FA-100
HCV-190	Envío etileno a planta 111

2).- Sistema de Refrigeración de Etileno.

<i>Clave</i>	<i>Servicio.</i>
LCV-211	Nivel en HA-300
LCV-214	Nivel en HA-301
LCV-217	Nivel en HA-302
LCV-221	Nivel en EA-303
LCV-223	Nivel en EA-304
PCV-232	Presión en HA-300
PCV-233	Presión en HA-301
PCV-234	Presión en HA-302
PCV-235	Recirculación primer paso GB-300 A/B.
PCV-236	Recirculación Segundo paso GB-300 A/B.
PCV-237	Recirculación tercer paso GB-300 A/B.
PCV-238	Presión en FA-300
PCV-239	Etileno vapor de planta 111 "Cangrejera"
PCV-260	Succión primer paso GB-302
TCV-301	Succión primer paso GB-302
TCV-302	Succión primer paso GB-300 A/B.
TCV-303	Succión segundo paso GB-300 A/B.
TCV-304	Succión tercer paso GB-300 A/B.
HCV-395	Alivio descarga GB-300 A/B.
HCV-400	Alivio descarga a GB-302

3).- Sistema de Refrigeración de Propileno.

Clave	Servicio.
LCV-812	Nivel en HA-304
LCV-814	Nivel en HA-305
LCV-817	Nivel en HA-306
LCV-820	Nivel en HA-307
LCV-822	Nivel en EA-302
LCV-824	Nivel en EA-307
LCV-826	Nivel en EA-301
LCV-828	Nivel en EA-306
PCV-837	Presión en HA-304
PCV-838	Propileno vapor de HA-305 a HA-304
PCV-839	Presión en HA-305
PCV-840	Presión en HA-306
PCV-841	Presión en HA-307
PCV-842	Presión en FA-300
PCV-846	Succión primer paso GB-301
TCV-684	Propileno a JC-304
TCV-885	Propileno a JC-306
TCV-886	Propileno a JC-307
HCV-940	Alivio descarga a GB-301.

A falla de aire, las válvulas de control que quedarán abiertas son -  
las siguientes:

1).- Sistema de refrigeración de Propileno.

Clave	Servicio.
FCV-803	Succión tercer paso GB-301
FCV-804	Succión segundo paso GB-301
FCV-805	Succión primer paso GB-301.

E).- *Falla de Corriente Eléctrica.*

*El sistema de distribución de energía eléctrica consiste en dos alimentadores primarios de 13.8 KV independientes en la terminal que llegan a un tablero de alta tensión, el cuál aloja el equipo de protección y control de dichos alimentadores; desde este tablero se alimentan los transformadores principales que reducen el voltaje de 13.8 KV a 4.16 KV*

*Al tablero de 4.16 KV llegan los dos alimentadores provenientes de los transformadores principales. Este tablero aloja el equipo de protección y control de los alimentadores de 4.16 KV, un interruptor de enlace -- para dichos alimentadores y el equipo de protección y control de los motores síncronos y de los transformadores para el sistema de fuerza de 480 Volts. A su vez los transformadores de 4160/480 Volts, alimentan el centro de control de motores alojará el equipo de protección y control para el sistema de fuerza y alumbrado de baja tensión.*

*Normalmente el sistema operará con los interruptores de enlace de 4.16 KV y 480 Volts. abiertos y con los dos alimentadores conectados. Si alguno de los alimentadores primarios fallara por bajo voltaje la carga se transferirá automáticamente otro alimentador por medio del interruptor de enlace de 4.16 KV por lo que los transformadores principales tienen la capacidad suficiente para tomar cada uno la carga total del sistema. El tiempo de transferencia será mínimo para evitar-*

problema de operación en los equipos, principalmente en los motores síncronos. En el caso de que uno de los alimentadores fallara por sobrecalentamiento o corto circuito, el interruptor de enlace quedará bloqueado para evitar que la falla se transfiera al otro alimentador.

Las cargas que operan a un mismo equipo o a un grupo de equipos relacionados entre sí, quedarán conectados a un solo alimentador.

El interruptor de enlace del centro de control de motores de baja tensión será de operación manual y tendrá dispositivos de bloqueo con los interruptores principales a fin de evitar la operación en paralelo de ambos alimentadores.

Los transformadores para distribución de fuerza en baja tensión tendrán cada uno la capacidad suficiente para tomar toda la carga de baja tensión.

Todos los relevadores de protección tendrán indicadores visibles de operación para permitir localizar fácilmente cualquier tipo de falla. El sistema de diseño para permitir el arranque de cualquier motor (incluyendo el de 4000 HP) aún cuando todas las cargas estén conectadas, sin que por esto se afecte la operación de los otros motores.

F).- Falta en el sistema de Nitrógeno.

Este servicio lo suministrará PEMEX a 142.7 psia y 100 °F. El sistema de nitrógeno cuenta con una alarma de presión PAL-150 localizada en la línea 2"-NG-3007-H01 la cuál accionará cuando la presión de este cabezal baje y con un interruptor de presión localizado en la línea de alimentación al anillo de nitrógeno 8"-NG-3011-H01, --

-el cuál accionará la alarma PA-509 cuando exista alta ó baja presión.

G).- Falla en el sistema de agua de enfriamiento.

Una falla total del agua de enfriamiento, hace necesario un paro de emergencia total de la planta ya que no se dispone de agua para condensadores y enfriadores.

Existen dos bombas para el sistema de agua de enfriamiento la GA-401 y la GA-402 las cuales trabajarán una como relevo de la otra.

Si disminuye la presión de descarga de las bombas, sonará la alarma -- PAL-462 si está trabajando la bomba GA-401 ó la alarma PAL-463 si está trabajando la bomba GA-402.

Si existe bajo nivel en el bacín de la torre de enfriamiento, abrirá la válvula LCV-159 permitiendo el paso de agua de planta hasta que se restablezca el nivel.

H).- Paros Automáticos.

Los paros automáticos en la terminal de almacenamiento pueden ser debidos a las siguientes causas:

a).- Falla en los compresores de etileno de refrigeración.

Si falla el compresor de etileno de refrigeración, se reducirán bastante los flujos a varios subenfriadores de gas de proceso.



Esto puede tolerarse si las condiciones permiten el rápido arranque de la máquina, pero si la máquina se para por varias horas será necesario cerrar las válvulas de succión, de descarga y de recirculación, cuando la máquina esté parada; y depresionarla junto con su línea de descarga al relevo seco por medio de la válvula HCV-395.

Los compresores reciprocantes GB-300 A/B se pararán cuando:

- 1).- Existe alto nivel de líquido en los tanques de succión de cada paso.
  - 2).- Baja presión de succión en cada paso.
  - 3).- Alta temperatura de salida en cada paso.
  - 4).- Alta vibración en la flecha del motor.
  - 5).- Alto desplazamiento axial.
  - 6).- Baja presión del agua de enfriamiento.
  - 7).- Baja presión del aceite de lubricación.
  - 8).- Alta temperatura del aceite de lubricación.
  - 9).- Bajo nivel de aceite de sello.
  - 10).- Alta temperatura de agua de enfriamiento.
  - 11).- Alta temperatura en la barra de compresión.
  - 12).- Alta temperatura en los devanados del motor.
- b.- Falla en el compresor de propileno de refrigeración.
- Una falla del compresor de propileno de refrigeración, interrumpe el suministro a los subenfriadores de gas de proceso, que trabajan con propileno refrigerante; esta anomalía puede tolerarse si las condiciones del compresor permiten en un tiempo razonable el restableci----

miento del servicio de la máquina.

Cuando este compresor se para, cerrar las válvulas de succión y descarga operadas con motor y las válvulas de flujo mínimo en el sistema de refrigeración de propileno.

Depresionar el compresor hacia el relevo húmedo y suspender en el momento apropiado el flujo de aceite lubricante y de sellos:

El compresor centrífugo se parará debido a lo siguiente:

- 1).- Alto nivel de líquido en los tanques de succión de cada paso de compresión.
- 2).- Alta presión de succión en el primer paso de compresión.
- 3).- Alta temperatura de descarga en el tercer paso de compresión.
- 4).- Alta vibración en la flecha del motor.
- 5).- Alto desplazamiento axial del compresor.
- 6).- Baja presión de agua de enfriamiento.
- 7).- Baja presión de aceite de lubricación.
- 8).- Alta temperatura de aceite de lubricación.
- 9).- Alta temperatura en los devanados del motor.

c.- Falla en el compresor de Holding.

El compresor recíprocante de Holding GB-302 parará debido a lo siguiente:

- 1).- Alto nivel de líquido en el tanque de succión HA-300
- 2).- Baja presión de succión en cada paso.
- 3).- Alta temperatura de salida de cada paso.

- 4.- Alta vibración en la flecha del motor.
- 5.- Alto desplazamiento axial del compresor.
- 6.- Baja presión del agua de enfriamiento.
- 7.- Bajo nivel de aceite de sello.
- 8.- Alta temperatura de agua de enfriamiento.
- 9.- Alta temperatura de aceite de lubricación.
- 10.- Baja presión de aceite de lubricación.
- 11.- Alta temperatura en la barra de compresión.
- 12.- Alta temperatura en los devanados del motor.

d.- Las bombas de carga de etileno a barcos se pararán automáticamente por emergencia en los tanques del barco (ejemplo alto nivel) cerrando la motoválvula MOV-907 localizada en el muelle.

e.- Todas las bombas que manejan etileno en la terminal se pararán automáticamente por bajo nivel en el tanque de almacenamiento FA-100.

Con el nivel a 5'-3" se paran las bombas GA-201, GA-200, GA-204, GA-205, GA-206, GA-207 y con el nivel en el tanque a 3'-0" se paran las bombas GA-202 y GA-203.

f.- Las bombas del barco se paran automáticamente si la motoválvula MOV-156 está cerrada.

Esta motoválvula cerrará cuando el nivel en el tanque sea de 59'-8".

CAPITULO VI

CAPITULO VI

6.1.A.- SISTEMA DE CARGA DE BARCOS.

Esta operación se efectúa mediante cuatro bombas centrífugas verticales que son las GA-204, GA-205, GA-206 y GA-207, que se encuentran localizadas en el sistema de bombeo cerca del tanque de almacenamiento FA-100; las cuales pueden manejar hasta 925 GPM. a 51.5 psig. cada una.

Estas bombas lleva el etileno por la línea 12"-P-1078-A32, la cuál se interconecta en el límite de batería con la línea 12"-P-925-A6K perteneciente a la terminal de etileno de la planta "Pajaritos"

La línea 12"-P-925-A6K llega hasta el muelle, conectándose con la tubería del barco a través de garza para líquido PA-901.

Los vapores que se forman en el barco a 5 psig. y 119 °F, se regresarán a la terminal a través de la garza para vapor PA-902 por las líneas 6"-P-917-A6K localizada en el muelle y 6"-P-1081-A32 que llega hasta el tanque de almacenamiento FA-100.

Si se utilizan las cuatro bombas al mismo tiempo la operación de llenado de una barco como el "Emiliano Zapata" se llevaría a cabo en 5 - horas 25 minutos.

Las características de este barco son:

- a).- Número de tanques de almacenamiento: 2
- b).- Volúmen total de almacenamiento 3,460 M<sup>3</sup>
- c).- Volúmen útil. 97% del Vol. total.
- d).- Presión normal de operación de los tanques 1-4 psig.
- e).- Presión máxima de carga. 30 psig.
- f).- Temperatura normal de operación. -153 °F
- g).- El barco puede transportar etileno, propano ó amoníaco.
- h).- El barco tiene cuatro bombas de descarga de etileno de 750 GPM cada una.
- i).- La unidad refrigerante del barco está compuesta por tres unidades idénticas; dos de ellas funcionan constantemente y la tercera es una - unidad común de repuesto.

Para realizar la operación de carga a barcos primeramente se cerrarán - todas las válvulas que interconectan las líneas localizadas en el mue- - lle con las líneas de la terminal existentes de "Pajaritos".

En seguida se deberán conectar las garzas PA-901 para etileno líquido - y PA-902 para etileno vapor, inertizando garzas y líneas para eliminar - el aire que puedan contener.

Para llevar a cabo esta operación se cumple con una serie de líneas de nitrógeno localizadas cerca del muelle, estas líneas son las 2"-NG-902-H2A, 2"-NG-916-A6K, 1 1/2"-NG-917-A6K y 1 1/2"-NG-918-A6K, las cuales se conectan a las líneas 12"-P925-A6K, y 6"-P-917-A6K.

Una vez que se realizó el barrido de las tuberías se deberán abrir las motoválvulas necesarias para llevar a cabo la operación de carga a barcos.

Las bombas de carga al barco no se pueden arrancar si la motoválvula MOV-158 no está abierta y ésta motoválvula se cierra automáticamente cuando el nivel en el tanque llegue a 5'-3", antes a 6'-0" sonará la alarma por bajo nivel dando el tiempo suficiente para organizar el paro de las bombas.

También se cuenta con la motoválvula MOV-907 localizada cerca del muelle; ésta motoválvula tiene por objeto el poder controlar la operación al principio lentamente lograr que la garza PA-901 se enfríe.

Para poder cargar el barco, es necesario efectuar el desengrasado de las bombas de carga, cuando ésta operación se haya realizado, se arrancarán las bombas de carga a barcos GA-204, GA-205, GA-206 y GA-207.

El tiempo de carga de barcos es de 8 a 12 horas, dependiendo de que la cámara de almacenamiento del barco venga fría ó no. Para poder medir el flujo de etileno de la terminal, se cuenta con un transmisor de flujo FT-902 localizado en la línea 12"-P-925-A6K; éste transmisor envía su señal al selector manual HS-102 el cual manda una señal ya sea al registrador de flujo de la terminal existente de Pajaritos ó al registrador de flujo FR-102 localizado en el tablero principal de control de la terminal de almacenamiento de etileno de 8,000 toneladas.

Cuando la operación de carga a barcos se haya terminado, se mandará una señal desde el muelle, para que se realice el paro de las bombas de carga. En seguida se desconectarán las garzas PA-901 y PA-902 y se eliminará el etileno que se haya quedado en las garzas, enviándolo a un tambor de venteo (HA-901) localizado cerca del muelle. Desde este tambor se envían los vapores de etileno, que hayan alcanzado suficiente presión, a la terminal por la línea 12"-P-925\_A6K, ó a la laguna por la tubería de drenaje.

Al mismo tiempo que se carga ó descarga un barco es necesario enviarle Diesel, combustóleo y a veces agua, para llevar a cabo esta operación se cuenta con las bombas GA-961 y GA-962, de Diesel y combustóleo respectivamente y con las bombas GA-951 y GA-952 de agua existente en la terminal de almacenamiento de etileno de 4,000 toneladas.

#### 6.1.B.- Sistema de descarga a barcos.

La operación de descarga a barcos es similar a la de carga de barcos, se realiza conectando la tubería del barco mediante la garza PA-901, con la línea 12"-P-925-A6K existente para la terminal de "Pajaritos", que se interconecta a su vez en el límite de batería con la línea de carga y descarga a barcos 12"-P-1067-A32, llevando el etileno al tanque a través de la línea 12"-P-1067-A32.

Los vapores que se formen en el barco regresarán a la terminal a través de la garza PA-902 por las líneas 6"-P-917-A6K localizada en el muelle y por la línea de retorno de vapores 6"-P-1081-A32 que llega hasta el tanque de almacenamiento.



Inicialmente se deberán cerrar todas las válvulas de interconexión de las líneas localizadas en el muelle con las líneas de la terminal existente de "Pajaritos" y conectar las garzas para líquido PA-901 y vapor PA-902. Cuando ya estén conectadas se inertizarán tanto éstas como las líneas para eliminarles el aire que puedan contener. Se abrirá la motoválvula MOV-156 para poder arrancar las bombas del barco, ya que éstas no arrancan si la motoválvula está cerrada y se procederá a descargar el barco.

Cuando el nivel en el tanque de almacenamiento FA-100 a 59'-8", se pararán las bombas de descarga. Normalmente el paro de éstas bombas se iniciará cuando el nivel alcance 58'-11" (alarma por alto nivel).

Para medir el flujo de etileno que descarga el barco se cuenta con el transmisor de flujo FT-902 localizado cerca del muelle, el cuál manda una señal a un selector HS-102, localizado en el tablero en donde se selecciona manualmente y mide el flujo hacia la terminal existente de "Pajaritos" ó hacia la terminal de almacenamiento de etileno de 8,000 toneladas.

Una vez que se descargó el barco, se deberán desconectar las garzas PA-901 y PA 902 y se procederá a eliminar el etileno que se haya quedado en las líneas y garzas, enviándolo al tambor de venteo HA-901.

LISTA DE EQUIPO.

- FA-100      Tanque de almacenamiento de etileno; con capacidad de 8,000 toneladas/métricas.
- GA-204      Bombas de carga y descarga de etileno a barcos; de -  
GA-205      925 GPM. y 51.5 psig. cada una.
- GA-206
- GA-207
- GA-202      Bombas de recirculación de etileno con capacidad de -  
GA-203      40 GPM. y 85 psig. cada una.
- GA-200      Bombas de etileno al complejo, con capacidad de 125 -  
GA-201      GPM. y 376 psig. cada una.
- EA-301      Enfriador de etileno con cap. de 667213 BTU/Hra
- HA-300      Tambor de succión primer paso del compresor de refri-  
geración de etileno.
- EA-302      Condensador de etileno 460,025 BTU/hr.
- EA-303      Subenfriador de etileno 579666 BTU/Hr.
- HA-301      Segundo economizador del ciclo de etileno.
- EA-304      Subenfriador de etileno 673975 BTU/Hr.
- EA-307      Condensador de etileno 6173295 BTU/Hr.
- HA-302      Primer economizador del ciclo de etileno.
- EA-306      Enfriador de etileno 1530597 BTU/Hr.
- FA-300      Tambor de capacitancia y de etileno de arranque.

- EA-305           Enfriador de etileno 960444 BTU/Hr.
- HA-304           Tambor de succión del primer paso del compresor  
de refrigeración de propileno.
- HA-305           Tambor separador del ciclo de propileno.
- HA-306           segundo economizador del ciclo de propileno.
- FA-310           Tambor de capacitancia y de propileno de arranque.
- HA-307           Primer economizador del ciclo de propileno.
- 
- EA-308A          Condensador de Propileno 22464053
- EA-308B                 "                                 "
- EA-308C                 "                                 "
- EA-308D                 "                                 "
- 
- TE-400           Torre de enfriamiento; capacidad 2000 GPM.
- EA-404           Post-enfriador del aire de instrumentos.
- 
- EA-407           Post-enfriador de aire de planta.
- GB-406           Compresor de aire de instrumentos Cap. 100 CFM.
- GB-405           Compresor de aire de planta Cap. 100 CFM.
- 
- FA-305           Enfriador de aceite.
- 
- GB-300A          Compresor de etileno, capacidad normal en lb/hr.
- GB-300B          10749.28 en el primer paso; 14623.42 en el segundo -  
paso; 19748.81 en el tercer paso.
- 
- GB-302           Compresor de etileno (Holding) capacidad normal en -  
lb/hr. 10624.61 en el primer paso; 10624.61 en el se-  
gundo paso.

- GA-401      Bomba de agua de enfriamiento; cap. de 2894 GPM.
- GA-402      Bomba de agua de enfriamiento capacidad 2894 GPM.
- EA-310      Enfriador de etileno.
- FA-409      Tanque acumulador para aire de planta.
- FA-410      Tanque acumulador para aire de instrumentos.
- FL-411      Prefiltro de secadora de aire; capacidad 100 CFM.
- FL-412      Post-filtro de secadora de aire; capacidad 100 CFM.
- PA-413      Secadora de aire; capacidad 100 CFM.
- FL-403      Filtro de aire para compresor de aire de planta capacidad 100 CFM.

CAPITULO VII

## CAPITULO VII

### CONDICIONES DE SEGURIDAD.

7.1.- Reglas básicas de seguridad para el manejo de etileno. Las reglas de seguridad que se describen en este manual, son una recopilación de la experiencia obtenida al manejar etileno en varias industrias. En forma particular, esta substancia química no tiene propiedades tóxicas; podemos afirmar que de respetarse las reglas de seguridad generales -- aplicables a los gases licuados del petróleo y algunas otras recomendaciones, no se correrán riesgos innecesarios.

#### 7.2.- Características principales.

El etileno a presión y temperatura normales, es un gas incoloro y de olor débil agradable (dulzón), menos pesado que el aire ya que su densidad es de 0.9852 (aire=1), por lo cual, al escapar a la atmósfera tiende a elevarse. Es inflamable y los límites de explosividad de sus vapores, en mezcla con el aire, tienen un amplio rango (del 3.1 al 32%); la temperatura de autoignición es de 450 °C (842 °F). No produce efectos tóxicos, pero en alta concentración es anestésico, pudiendo causar asfixia por la ausencia de oxígeno. Por sus propiedades físicas, la única forma por la que puede penetrar al organismo es por la vía respiratoria el síntoma de una exposición prolongada en un ambiente con etileno, es la somnolencia causada por el efecto anestésico.

En las plantas, el etileno se maneja en estado líquido o gaseoso; pero se almacena generalmente licuado, presentándose en este caso la siguiente alternativa:

A).- Cuando se licúa a alta presión (alrededor de  $40 \text{ kg/cm}^2$  y a temperatura ambiente) las fugas que llegan a presentarse se evaporan rápidamente al escapar de los equipos, tendiendo a elevarse el gas, en vista de su baja densidad; es muy importante por ello evitar los peligros de explosión y proteger adecuadamente los ojos y las vías respiratorias.

B).- Cuando se maneja licuado a baja temperatura ( $-102.67 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $0.105 \text{ kg/cm}^2$ ) como es el caso de ciertos tanques de almacenamiento y en los buque-tanques, ( $-103.7 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $0.281 \text{ Kg/cm}^2$ ) a las precauciones anteriormente señaladas, deberá agregarse el hecho de que si se produce una fuga, el gas licuado escapará en forma líquida pudiendo encharcar momentáneamente la superficie donde se acumule mientras se evapora. En estas circunstancias, deberá tenerse cuidado con las quemaduras por congelamiento que se producen al entrar en contacto con la piel.

Por lo tanto, en las labores de reparación de equipo en que se maneje etileno líquido, deberá usarse equipo completo de ropa de material plástico ó neopreno, además de la máscara con bote químico (cánister) para vapores orgánicos y protección a los ojos.

### 7.3.- Primeros Auxilios.

En caso de que alguna persona presente síntomas de contaminación por inhalar etileno, se le deberá retirar inmediatamente del sitio contaminado y el tratamiento dependerá de la cantidad inhalada. Si el paciente sólo sintió somnolencia, bastará que respire aire no contaminado, para que se recupere;

si el grado de intoxicación fue mayor, debe procederse a darle respiración artificial o administrarle oxígeno.

a).- Contacto Cutáneo.

Si se ocasiona una salpicadura o contacto del producto líquido con la piel, debe lavarse con agua abundante la parte afectada; en estos casos, si la ropa se impregna con etileno líquido, la persona deberá -- despojarse de ella inmediatamente.

En todos los casos, después de los primeros auxilios debe mantenerse al paciente abrigado y caliente mientras se le traslada al servicio médico o enfermería, o llega un médico al lugar para prestarle atención.

7.4.- Equipo de Protección Personal.

El equipo de protección personal no debe ser sustituto de las condiciones adecuadas de trabajo, de un mantenimiento programado para las instalaciones y sobre todo de la conducta correcta que deben observar los trabajadores.

El equipo de protección personal, deberá seleccionarse de acuerdo con la naturaleza del trabajo.

Cuando exista posibilidad de que ocurran derrames del producto líquido, pueden usarse los siguientes artículos de protección personal:



Botas de neopreno o plástico.

Guantes de neopreno o plástico.

Monogafas o pantallas de protección a la cara.

Chamarra de neopreno o plástico.

Pantalón de neopreno o plástico.

Sueter de neopreno o plástico,

Cuando el ambiente esté con etileno, según la concentración del producto en la atmósfera deberá usarse alguno de los siguientes artículos de protección:

Respirador con cartucho químico para vapores orgánicos.

Máscara con cánister para vapores orgánicos.

Máscara o capuchón con suministro de aire forzado.

a).- Protección a los ojos.

La protección a los ojos para casos de salpicaduras, se puede proporcionar mediante monogafas o pantallas faciales, en algunos casos las máscaras de protección respiratoria protegen también los ojos.

b).- Protección del aparato respiratorio.

Cuando la concentración de etileno en el ambiente sea pequeña (menor del 2% en volumen) y la de oxígeno sea mayor del 16%, podrán utilizarse máscaras con bote químico (cánister) aprobado para vapores orgánicos; los botes o cartuchos deben ser reemplazados después de un uso razonable o tan pronto como los sentidos detecten la presencia del o de los productos contaminantes.

Siempre que se use una máscara de este tipo, deberá anotarse claramente el tiempo de vida que tiene el bote químico, a fin de reponerlo por uno nuevo cuando sea necesario. Si al estar usando este equipo se percibe el olor del etileno, será necesario revisar la correcta colocación de la máscara y la vida útil del bote químico, que puede ya estar agotado. Es necesario, en caso de usar máscara con bote químico (cá--nister), desprender el sello colocado en la parte inferior de éste, antes de empezar a usarla, y colocárselo nuevamente al terminar su uso.

Cuando se observe que la concentración de etileno en el aire es mayor del 2%, o la del oxígeno menor al 16%, o ambas, deberá usarse máscara o capuchón con suministro de aire forzado. En el caso de que la concentración de etileno sea mayor de 3%, deberá extremarse las precauciones a fin de evitar una posible explosión debida al rango tan amplio de explosividad del etileno (del 3.1% al 32%).

c).- Protección a la piel.

Siempre que se efectúen reparaciones en equipos en que se opere con etileno a muy baja temperatura, deberá evitarse las salpicaduras que pueden producir quemaduras por congelamiento; en estos casos deberá usarse equipo completo de neopreno o plástico, o sea; botas, pantalón, chamarra, guantes, pantalla facial y suesta, además del equipo de protección respiratoria.

En general, bastará el uso de guantes de cuero y la ropa de trabajo con la camisa totalmente abotonada y las mangas bajas.

### 7.5.- LIMPIEZA DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL.

Todo el equipo de protección personal debe mantenerse constantemente limpio y probado, con instrucciones precisas para uso adecuado y debidamente acomodados en los lugares destinados para ello.

Cuando el equipo de neopreno o plástico sufra salpicaduras, deberá lavarse con agua en abundancia.

Si la ropa normal de trabajo se contamina, será necesario despojarse de ella para evitar el contacto del líquido frío con la piel, dejándola secar al aire libre antes de volver a usarla.

Es necesario efectuar revisiones periódicas a todo el equipo de protección personal, a fin de que cuando se necesite usarlo, se encuentre en perfectas condiciones.

### 7.6.- TIPOS MAS COMUNES DE TRABAJO CON ETILENO.

#### 7.6.-A.- Carga y descarga de carros tanques y embarcaciones.

Cada unidad debe tener un reglamento específico para este tipo de trabajos, que debe respetarse íntegramente.

1.- Debe prohibirse durante las maniobras de carga y descarga fumar y tener fuegos abiertos. Es recomendable usar herramientas antichispa y se colocarán letreros que indiquen la maniobra que se está realizando, así como la naturaleza del etileno (Inflamable).

Del mismo modo y en forma muy visible se colocarán letreros indicando la prohibición de fumar.

2.- Debe excluirse de los sitios de carga y descarga todo equipo que pueda propiciar un incendio, tales como: locomotoras, equipo automotriz, etc; por lo que se colocarán desviadores tanto en las vías de los carros tanque como en las de vehículos, procurando evitar también el paso de transeúntes.

3.- Cuando un carro tanque conteniendo etileno llegue al sitio donde será descargado, deberá aplicarse los frenos, tomando todas las precauciones para evitar choques o movimientos.

En el caso de las embarcaciones, éstas deben permanecer amarradas al muelle durante la maniobra.

En todos los casos se cumplirá el reglamento específico según el equipo de que se trate, y en el caso de carros tanque habrá que observar las indicaciones anotadas en ellos.

4.- Cuando por cualquier motivo no puedan realizarse las maniobras de carga o descarga, se procederá a reinstalar los accesorios removidos y a continuación se dará aviso al encargado de las instalaciones. Si se está recibiendo etileno, deberá comunicarse la anomalía a la dependencia que hizo el embarque.

5.- La maniobra de carga o descarga la realizará el personal debidamente entrenado y supervisado, con el equipo de seguridad fijado para estos trabajos.

6.- Después de abrir el domo o los registros que contienen las conexiones, deberá realizarse una cuidadosa inspección para determinar si hay fugas. Si este fuera el caso, se manifestarán por la formación de hielo (hidratos en las conexiones).

Después de asegurarse de que las válvulas de las conexiones de descarga están cerradas, el hielo formado puede eliminarse mediante vapor de agua.

7.- Como la carga y descarga del etileno generalmente se realiza en estado líquido, es muy importante revisar que tanto el aislamiento - como los sistemas que mantienen el etileno a baja temperatura están en buenas condiciones.

8.- Ninguna válvula deberá ser abierta hasta que haya sido conectada correctamente la manguera o tubería para descargar y se haya comprobado que no ~~tiene~~ fugas.

9.- Nunca se introduzca aire a los equipos para efectuar los transvases en todo caso, de ser necesario, es recomendable inyectar vapores de etileno para facilitar el flujo.

10.- No deben efectuarse maniobras de carga o descarga durante tor-mentas eléctricas.

11.- Una vez descargados los equipos, deberán cerrarse perfectamente todas las válvulas y de preferencia se devolverán de inmediato a su lugar de origen.

12.- En forma invariable los carros tanque y embarcaciones, deben estar conectados a tierra, antes de iniciar las operaciones de vaciado.

13.- Al descargar un carro tanque, antes de hacer las conexiones deberá comprobarse el buen estdo de las válvulas de descarga.

Si se observa formación de hielo (hidratos) sobre la válvula, se deberá eliminar mediante el vapor de agua y sin quitar el tapón de la descarga se comprobará si la fuga se debió a que la válvula no estaba bien cerrada, lo cual se notará si gira un poco hacia la posición de cerrada; una vez logrado se quitará poco a poco el tapón de la - descarga, permitiendo que se desaloje la presión entrampada entre la válvula y el tapón de ésta; conseguido esto se removerá el tapón y - se hará la conexión.

14.- En todos los casos, una adecuada ventilación disminuirá considerablemente los peligros de incendio o explosión si se presenta una fuga. Es recomendable por lo tanto, que estas operaciones se realicen al aire libre.

15.- Si durante las operaciones de carga o descarga se produce una fuga, deberá suspenderse de inmediato la operación parando la bomba o compresor que se está usando, cerrando las válvulas de las líneas que entregan así como las del recipiente que recibe y solamente volverá a reanudarse la operación.

16.- En el caso de embarcaciones, se cuenta con un instructivo detallado que indica las maniobras que deben realizarse en caso de emergencia. Este reglamento debe cumplirse íntegramente.

17.- El cumplimiento fiel de las instrucciones sobre los procedimientos de operación, reducirán al mínimo las fugas de etileno y consecuentemente los riesgos que involucran.

7.6.B.- Carga y descarga de cilindros.

- 1.- Las capuchas protectoras de las válvulas de los cilindros, deberán estar siempre en su sitio, excepto cuando el cilindro esté en uso.
- 2.- Los cilindros deberán estibarse en posición vertical asegurándolos para evitar que puedan caerse accidentalmente. Se colocarán en sitios alejados del fuego.
- 3.- Los cilindros vacíos, deberán marcarse, cerrarse les sus válvulas y colocárseles la capucha protectora en su sitio. Siempre se considerarán llenos para evitar accidentes al manejarlos.
- 4.- Los cilindros no deberán dejarse caer ni golpearse unos con otros.
- 5.- Antes de efectuar las conexiones, deberá comprobarse que son del mismo tipo; las que no ajusten no deberán forzarse. No deberán emplearse manómetros u otros accesorios que hayan sido usados para oxígeno u otros productos incompatibles.
- 6.- Para descargas el cilindro se deberá abrir la válvula lentamente asegurándose que tanto empaques como conexiones estén debidamente instalados y que no haya fugas. No se deberá golpear el vástago o el volante de la válvula al tratar de abrirla o cerrarla.
- 7.- En caso de fugas, deberá cerrarse de inmediato la válvula de salida del cilindro. Si la fuga se presenta en el tapón fusible o cualquier otro dispositivo de seguridad, el cilindro deberá transportarse usando el equipo de protección, a un lugar bien ventilado y lejos de cualquier fuente de ignición.

La válvula del cilindro deberá abrirse dejando escapar el gas lentamente. Se colocará una etiqueta que indique que el cilindro presenta fugas.

8.- Los cilindros que contuvieron productos incompatibles con el etileno, deberán llenarse con éste.

9.- Los cilindros se almacenarán en locales bien ventilados y serán -- objeto de revisiones periódicas. Si se localizará alguno con fugas se -- procederá de acuerdo con el párrafo No. 7.

10.- Los cilindros vacíos deberán cerrarse perfectamente para evitar -- que penetre el aire, después se les colocará el capuchón metálico pro-- tector y finalmente se marcarán indicando que se ha vaciado.

11.- No deben usarse conexiones, tuberías y en general materiales que -- contengan cobre o sus aleaciones, pues generalmente se tiene como impu-- reza acetileno el cual en contacto con el cobre forma compuestos explo-- sivos.

#### 7.6.C.- Almacenamiento.

En las plantas de proceso, este producto se almacena en recipientes -- herméticos, de diseño adecuado. Generalmente, en grandes cantidades, se almacena en tanques dotados de aislamiento térmico para conservar la -- baja temperatura requerida.



En los barcos, el etileno se almacena en recipientes dotados de sistemas de enfriamiento muy eficaces, por lo que el etileno está a muy bajas temperaturas y casi a presión atmosférica. De ocurrir una fuga de etileno líquido, fluirá lentamente al exterior y formará charcos que se evaporarán, elevándose los vapores debido a su baja densidad.

Se debe tener especial cuidado cuando se ejecutan maniobras de pasar el etileno líquido que se encuentra a baja temperatura, a tuberías o recipientes que se encuentren a temperatura ambiente, por que ello causa la súbita evaporación del producto y la generación de presiones elevadas. Estos movimientos deben hacerse lentamente, procurando alcanzar un equilibrio térmico que haga segura esta operación.

Es frecuente que se forme hielo en las purgas cuando se realizan descargas a la atmósfera; en estos casos no es recomendable seguir abriendo la válvula, pues existe el peligro de que se destape súbitamente produciéndose una fuga fuerte, difícil de controlar. En estos casos es conveniente auxiliarse de una manguera de vapor para fundir el hielo (hidratos) que se haya formado.

Bajo ciertas condiciones, una purga de etileno puede incendiarse sin necesidad de que exista fuego abierto, sino simplemente por una descarga de electricidad estática. Por lo tanto, no deben purgarse las bombas, líneas y recipientes más allá de lo estrictamente indispensable y siempre se mantendrá vigilancia con un operador.

Al efectuar trabajos de reparación o cambios de alguna conexión, o pieza del equipo, hay que tener presente que los materiales empleados deben ser de los adecuados.

tomando en consideración las características propias del equipo el cual opera en la mayoría de los casos, a muy baja temperatura.

#### 7.7.- Peligro de Incendio.

La posibilidad de incendio o explosión es el mayor riesgo que se presenta al manipular etileno, la circunstancia de que se maneja líquido implica el hecho de que fugas de etileno representen grandes volúmenes de etileno gaseoso, y si consideramos el amplio rango de límites de explosividad que posee este producto, nos encontramos con que cualquier esfuerzo que se realice para evitar fugas está más que justificado.

Cuando se vacien recipientes que hayan contenido etileno, conviene, antes de abrirlos, expulsar el gas con vapor de agua, y aislarlos perfectamente.

Los incendios pueden iniciarse por fuegos abiertos, chispas producidas por equipos eléctricos que no son " a prueba de explosión ", descargas de electricidad estática, etc; por lo que es muy conveniente no descuidar todos los aspectos señalados en este boletín así como los que señalen los instructivos en cada caso.

Las instalaciones y equipo eléctrico " a prueba de explosión " que se utilicen, deben ser los apropiados para atmósferas de gases anestésicos y deben mantenerse siempre en buen estado, después de cualquier trabajo que se efectúe sobre estos equipos e instalaciones, se deben dejar en las mismas condiciones de hermeticidad que tenían antes de intervenir en ellos, por ejemplo,

colocar las tapas de los registros, eliminar las roturas de los tubos conductores de los cables, etc. Debe evitarse el uso de instalaciones eléctricas improvisadas o extensiones en los lugares donde se prevea la existencia de etileno en el ambiente.

De presentarse una fuga, lo primero que debe hacerse es evitar todas las posibles fuentes de ignición, en seguida se sacará de operación la bomba o compresora que se está usando, posteriormente se cerrarán las válvulas más próximas a la fuga, el siguiente paso será desalojar el gas escapado, recuérdese que por ser el etileno menos pesado que el aire, tiende a subir, así es que con una buena ventilación el peligro de incendio es mínimo.

En caso de incendio, lo recomendable es eliminar el flujo de combustible, enfriar con neblina de agua el equipo que pudiera calentarse, tratar de eliminar la fuga del producto o permitir que el fuego se extinga por sí solo al terminarse el combustible.

Los fuegos pequeños deben extinguirse con bióxido de carbono ( $CO_2$ ) o con polvo químico seco.

7.8.- Limpieza de recipientes donde se almacena o transporta el etileno.

1.- Todas las recomendaciones anteriormente señaladas deben tomarse en consideración cuando se realizan labores de limpieza en recipientes que almacenen o transporten etileno. En términos generales deberán tomarse todas las precauciones anotadas en el boletín de seguridad No. 1 "Recomendaciones para el personal que efectúa la limpieza de tanques de almacenamiento y acumuladores"

en el que se abarcan los problemas de atmósfera explosivas, falta de oxígeno, instalaciones eléctricas, etc.

2.- La explosividad del etileno puede medirse con un explosímetro de uso común.

3.- En el caso de embarcaciones, este tipo de trabajos deberán realizarse como lo indiquen los instructivos que al respecto se hayan emitido.

4.- Una vaporización completa, seguida de una adecuada ventilación elimina prácticamente cualquier concentración de etileno en la atmósfera del tanque.

7.9.- Cuidados de la salud en general.

En los capítulos anteriores se dan reglas generales para evitar al organismo entrar en contacto con el etileno, ya sea a través de las vías respiratorias o de la piel.

El equipo de protección personal aquí descrito, protege completamente contra los riesgos que puedan derivarse del manejo del etileno, por lo tanto, es indispensable se mantenga en buen estado y que los trabajadores conozcan su funcionamiento, así como sus limitaciones, para obtener una protección eficaz.

Para desarrollar eficientemente un trabajo, es necesario, tener buena salud. Las siguientes recomendaciones para cuando estén fuera de su trabajo, ayudarán a conservarla:

- a).- Comer a intervalos regulares siguiendo una dieta equilibrada.
- b).- No asistir al trabajo en ayunas, ni adoptar dietas extraordinarias, excepto aquellas que sean prescritas por el Médico.
- c).- Cuando un trabajador esté enfermo, informar a su jefe inmediato o al encargado del trabajo y consultará al médico.
- d).- Es conveniente beber agua en abundancia y procurar que el aparato digestivo funcione con toda regularidad. En caso de sudoración abundante, ingiérase, previa autorización médica, una o dos tabletas de sal al día.

#### 7.10.- CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EQUIPOS DE PROCESO.

Como es visto en el Diagrama General escrito anteriormente, es muy importante estar enterado de los equipos que desfogan vapores de Etileno a los quemadores como son: los economizadores de Etileno HA-301 y HA-302, el tambor de succión HA-300 y el acumulador FA-300.- Ya que la importancia de estos equipos mencionados es, depresionar para que no haya fractura en los tanques, estos vapores se envían a quemadores para no contaminar el medio ambiente. Al igual sucede en el sistema de refrigeración de Propileno, dichos vapores se envían a quemadores.

- C O N C L U S I O N E S -

Se terminó la instalación de esta unidad; en la Terminal Marítima y Terrestre; del Complejo Industrial de Pajaritos, porque el análisis de los factores de localización demostró lo siguiente:

La carga vendrá del Complejo de Pajaritos y del Complejo de la Can<sup>grej</sup>era, por medio de tuberías, hasta la unidad almacenadora de -- etileno; ya que ahí se cuenta con todas las facilidades para recibir o entregar etileno líquido a buquestanques.

Es muy importante hacer notar que la función principal de esta nueva unidad; consiste en el cambio de fase de etileno vapor a líquido para poderlo almacenar.

Otro de los puntos importantes por la cuál se instalará esta unidad en la Terminal Marítima y Terrestre; es porque la mano de obra será de la región y por la existencia de otras instalaciones.

Se aprovechará la experiencia generada en muchos años de práctica, más aún cuando este personal se encuentra adaptado al tipo de clima característico de esta región.

BIBLIOGRAFIA

1.- *Seguridad Industrial*

ROLAND P. BLAKE

ED. DIANA (1975)

2.- *Manuales de operación de ampliación de Etileno de Pajaritos, Ver.-*

3.- *Manuales de la Cía de Proyectos y Construcción de la Terminal de ampliación de Etileno de Pajaritos, Ver.-*

4.- *Introducción a la Ing. Química.*

BADGEN & BANCHERO

ED. Mc. GRAW-HILL (1977)

5.- *Química Orgánica :*

ROBERT THORTNTON MORRISON

ROBERT NEILSON BOYD

6.- *Folleto de Seguridad Industrial (PEMEX)*