



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

INFLUENCIA DEL MANTENIMIENTO, DISEÑO Y  
OPERACION EN LA PREVENCION DE ACCIDENTES

TESIS PROFESIONAL

Que para obtener el titulo de:

**INGENIERO QUIMICO**

P R E S E N T A :

**IGNACIO DELGADO SUAREZ**

México, D. F.

1 9 7 5



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.

CLAS. Tesis  
ADQ. 1978  
FECHA 17  
PROC. 85



QUIMICA

Revisado  
14 Enero 75  
~~Ignacio Suarez~~

Revisado  
Francisco / 15 / 75  
Juan / 15 / 75

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

FACULTAD DE QUIMICA.

"INFLUENCIA DEL MANTENIMIENTO, DISEÑO Y OPERACION EN LA PRE-  
VENCIÓN DE ACCIDENTES".

IGNACIO DELGADO SUAREZ.

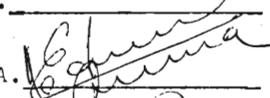
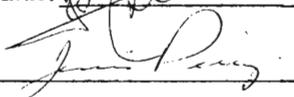
INGENIERIA QUIMICA.

1975.

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE.

PRESIDENTE: RAMON VILCHIS ZIMBRON.  
VOCAL: VLADIMIR ESTIVILL RIERA.  
SECRETARIO: CARLOS DOORMAN MONTERO.  
1er. SUPLENTE: JORGE MENCARINE PENICHE.  
2do. SUPLENTE: GUTBERTO RAMIREZ CASTILLO.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: BIBLIOTECA DE PETROLEOS  
MEXICANOS.  
MARINA NACIONAL No. 329.  
MEXICO 17, D.F.

SUSTENTANTE: IGNACIO DELGADO SUAREZ.   
ASESOR: VLADIMIR ESTIVILL RIERA.   
ASESOR TECNICO: JESUS PEREZ VALDEZ. 

A mis Padres.

Sr. Ignacio Delgado Urbina.  
Sra. Josefina Suárez Murillo.

Con todo Cariño y Eterno Agradecimiento como los  
verdaderos realizadores de este trabajo y de mi vida.

A mis Hermanas.

Beatriz y Carmen.

Por su Cariño y Afecto.

A mis Tías.

Srita. María Delgado Urbina.  
Srita. Rosa Delgado Urbina.  
Srita. Lucina Suárez Murillo.

A mis Amigos.

Sra. Rosa María Martínez de Lopez.  
Sr. Alfonso Pérez Lino.  
Sra. Rosario Rodríguez V. de Picazo.

Por sus Consejos y Apoyo.

A mis Maestros.

Ing. Alberto Bremontz.  
Ing. Alberto Camberos.  
Ing. Pablo Hope. (y Equipo).  
Ing. Pascual La Raza.

Por las Enseñanzas Recibidas.

Al Honorable Jurado.

Integrado por: Dr. Ramón Vilchiz Zimarrón.  
Ing. Vladimir Estivill Riera.  
Ing. Carlos Doorman Montero.  
Ing. Jorge Mercarine Peniche.  
Ing. Cutberto Ramirez Castillo.

A Petroleos Mexicanos.

Por las facilidades que me otorgó para la realización de este trabajo.

A la Facultad de Química.

Almácigo de Enseñanza, recuerdo de Ilusiones en un movimiento espontáneo de Cariño y Esperanza.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Por la oportunidad que me dió.

## TEMARIO.

### INTRODUCCION.

#### CAPITULO I.- DESCRIPCION DE LOS PROCESOS.

- 1).- Planta de Dodecil Benceno. (MU).
- 2).- Planta de Gasolinas de Alto Octano. (MR).
- 3).- Sistemas Auxiliares.
  - A).- Sistema de Aire para Instrumentos.
  - B).- Sistema de Enfriamiento de Agua.
  - C).- Sistema de Alivio de Relevos.
  - D).- Sistema de Almacenamiento de Acido.
  - E).- Sistema de Calentamiento de Gasoleo.
  - F).- Sistema de Purga Mediante Gas Vaporizado.
  - G).- Sistema de Tratamiento Cáustico.
  - H).- Sistema de Refrigeración.

#### CAPITULO II.- CARACTERISTICAS DEL ACIDO FLUORHIDRICO. (HF).

- 1).- Propiedades Físicas, Químicas y Tóxicas.
- 2).- Selección de Materiales para el manejo del (HF).

#### CAPITULO III.- SEGURIDAD INDUSTRIAL.

- 1).- Importancia y Fines de la Seguridad Industrial.
- 2).- Normas de Seguridad para el Manejo del (HF).
  - A).- Etiquetas Letreros y Advertencias.
  - B).- Llenado y Descarga de Recipientes y Enva.
  - C).- Almacenamiento.
  - D).- Manejo.
- 3).- Recomendaciones Generales.
  - A).- Equipo de Protección Personal.
  - B).- Materiales.
  - C).- Trabajos de Mantenimiento y Operación en zona de Acido.
  - D).- Recomendaciones y Limpieza de Tanques.
  - E).- Disposición de Desechos.
  - F).- Equipo de Neutralización.
  - G).- Atención Médica.

CAPITULO IV.- CRONOLOGIA DE SUCESOS EN EL AREA ACIDA DE CD. MADERO

1).- Accidentes y datos Estadísticos.

2).- Inovaciones.

A).- Eliminación de Azufre.

B).- Eliminación de Humedad.

C).- Eliminación de Fluoruros.

D).- Eliminación de Fugas.

E).- Eliminación de Fugas, Sección de Neutralli  
zación.

CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

ANEXO. (22 Gráficas).

BIBLIOGRAFIA.

## INTRODUCCION.

En toda industria de proceso o mezclado, se presenta un determinado grado de peligrosidad, en función de las propiedades físicas y químicas de los reactivos, así como de los productos que se manejan.

El presente trabajo tiene como finalidad, demostrar --- que la Seguridad Industrial aunada con el Mantenimiento, Diseño, y Operación, no se limita a crear normas y secuencias de seguridad, sino que apoyandose en éstas, propone modificaciones al proceso que dan por resultado una mejor operación.

Se describe la operación de el área ácida de la Refi---neria de Cd. Madero, donde se producen las bases para la elaboración de detergentes y gasolinas de alto octano, las normas que son requeridas para el manejo del catalizador (HF), donde se considera desde el uso del equipo de protección personal, transvase de ácido, reglamentación etc. y algunos datos de utilidad, (A---NEXO) sobre las propiedades del catalizador.

Al seguir las Normas y Conocer los materiales se obtiene la disminución de accidentes.

## CAPITULO - I.

### DESCRIPCION DE LOS PROCESOS.

#### Introducción.

Dentro del perímetro que corresponde a la denominación de área ácida de la Refinería de Cd. Madero se localizan:

La Planta productora de dodecíl benceno, que se designa con las siglas "MU" y la Planta productora de bases para gasolinas de alto octano, que se señala con las siglas "MR". En ambas Plantas se usa como catalizador, el ácido fluorhídrico que debido a sus características, presenta grandes riesgos para el personal.

El manejo del catalizador debe hacerse por personal capacitado que tenga el conocimiento de las reglas de seguridad ya establecidas, así como de las técnicas de primeros auxilios.

#### 1).- Planta de Dodecíl Benceno. (MR).

Este proceso se divide en dos secciones, "A" y "B", de acuerdo con el diagrama correspondiente de la página (Nº 11').

Sección "A".- En esta sección, entran las cargas de tetrámero y benceno fresco que se denomina carga de hidrocarburos por los puntos (1) y (2), respectivamente, esta carga es bombeada por los juegos de bombas (3) y (4), a la batería de secadores (9), de bauxita con el fin de eliminar el agua de la carga de hidrocarburos frescos.

Ahora bien, la carga de hidrocarburos ya seca se une con la carga de benceno recuperado y forma la carga de hidrocarburos al reactor (15).

### Reactor (15).-

La carga de hidrocarburos entra a través de dos boquillas, por una tercera que se encuentra en la parte superior, entra el ácido fluorhídrico de recirculación y - mediante agitación en el reactor, se forma el alquil benceno y - demás productos, manteniéndose éste a temperatura constante me-- diante un sistema de refrigeración, en la parte posterior del -- reactor se localizan dos boquillas para la descarga de éste, pa-- sando al asentador (18).

### Tanque asentador (18).-

En este tanque, el ácido y los hidrocarburos se seperan formando dos fases, una infe-- rior, que corresponde al ácido, el cual se descarga por medio de una pierna del tanque y mediante el juego de bombas (17), se manda una fracción a regeneración por medio de la salida (12), don-- de se separa el HF de los aceites solubles y una segunda frac-- ción se recircula al reactor (15), la fase superior que corres-- ponde a los hidrocarburos pasa al cambiador de calor (20), aumentando su temperatura mediante el calor sensible del benceno de - recirculación, después, pasa a un calentador de vapor (25), y de aquí, se carga a la torre de benceno (26).

Esta sección cuenta con un sistema de recupe-- ración para los secadores de bauxita, con un sistema de enfria-- miento de propano, para el reactor, así como un sistema para la recuperación del ácido fluorhídrico.

Sección "B".- En esta sección se seperan los productos de la sección anterior.

### Torre de benceno (26).-

Esta torre tiene como finalidad separar el benceno que no reaccionó, en el reactor --- (15), la cual cuenta con el siguiente equipo:

- 1.- Condensador de vapor (32);
- 2.- Tanque acumulador de benceno (31);
- 3.- Juego de bombas de recirculación de benceno (29);
- 4.- Recalentador de fondos (30); y
- 5.- Juego de bombas de fondos reflujo y carga (28);

Los vapores de la parte superior de la torre (benceno), pasan al condensador (32), y de aquí al tanque acumulador (31), donde por medio de las bombas -- (29), una fracción forma el reflujo de la parte superior, la --- otra fracción pasa al cambiador de calor (20), formando después con los hidrocarburos secos la carga del reactor (15).

Los fondos de la torre mediante el juego de las bombas (28), pasan una fracción al re- calentador (30), que mantiene la temperatura en el fondo de la - torre y la otra fracción se alimenta a una batería de tratadores de bauxita (33), formando la carga de la torre de alquilado li- ligero (35), ya libres de residuos de ácido fluorhídrico.

### Torre de alquilado ligero (35).-

Esta torre ---- tiene como finalidad separar los alquilados ligeros producto de la reacción del reactor (15), cuenta con el siguiente equipo:

- 1.- Condensador de vapor (39);
- 2.- Tanque acumulador de alquilado ligero (38);

- 3.- Eyector de vapor (40);
- 4.- Juego de bombas de recirculación y carga (37);
- 5.- Calentador de fondos (34);
- 6.- Juego de bombas de fondos reflujo y carga (36);

Los vapores de

la parte superior de la torre (alquilado ligero), pasan al condensador (39), y de aquí al tanque acumulador (38), donde se recircula por medio de las bombas (37), a la misma torre y otra fracción se manda al tanque tratador de alquilados ligeros (42), para la destilación correcta de esta torre es necesario operar a bajas temperaturas, por lo que el tanque acumulador (38), se mantiene a bajas presiones absolutas, por medio de un eyector de vapor (40), y un condensador barométrico, del tanque tratador de alquilados ligeros (42), pasa a un tanque de almacenamiento de alquilados ligeros (57), y por medio de la bomba (53), es descargado para su almacenamiento por la terminal (52); mediante el juego de bombas (36), se manejan los fondos de la torre (35), donde una fracción pasa al recalentador (34), que es alimentado con gasoleo, formando el reflujo que mantiene a temperatura constante el fondo de la torre, la otra fracción de los fondos, se alimenta en la parte media de la torre de alquil benceno (49).

#### Torre de alquil benceno (49).-

Esta torre tiene como finalidad separar el dodecil benceno del alquilado pesado producto del reactor (15), la cual cuenta con el siguiente equipo:

- 1.- Condensador de vapor (47);

- 2.- Tanque acumulador (45);
- 3.- Eyector de vapor (46);
- 4.- Juego de bombas de recirculación y carga (43);
- 5.- Juego de bombas de fondos, reflujo y carga (44);
- 6.- Calentador de gasoleo (59);

Los vapores de la parte superior de la torre (alquil benceno), dodecil benceno pasan al condensador (47), y de aquí al tanque acumulador (45), de donde se descarga para su almacenamiento y por medio de las bombas (43), se forma el reflujo de la torre (49), para la destilación correcta de esta torre es necesario operar a bajas temperaturas, por lo cual el tanque acumulador (33), se mantiene a bajas presiones absolutas, por medio de un eyector de vapor (46), y un condensador barométrico, mediante el juego de bombas (44), se manejan los fondos de la torre (49), donde una fracción pasa al recalentador (59), calentado por gasoleo, produciendose el reflujo que mantiene una temperatura constante en el fondo de la torre (49), una segunda fracción que pasa al enfriador (56), luego a un tanque de almacenamiento de alquilado pesado (53), y por medio de la bomba (55), se descarga por la terminal (54), para su almacenamiento; la tercera fracción de salida de las bombas (44), pasa al tanque tratador de alquilado pesado (50), y es descargado para su almacenamiento, por la terminal (51).

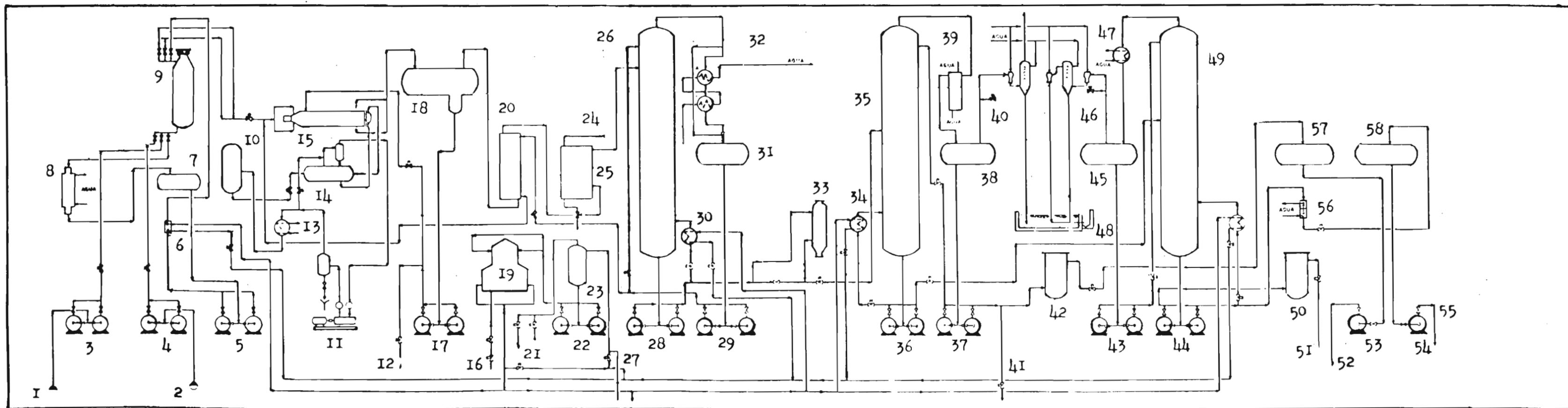
Enumeración del equipo de proceso.

- 1.- Carga de tetrámero;
- 2.- Carga de benceno;
- 3.- Juego de bombas para tetrámero;
- 4.- Juego de bombas para benceno;
- 5.- Juego de bombas para regeneración de secadores;
- 6.- Calentador de la regeneración de secadores;
- 7.- Acumulador de benceno para regeneración de secadores;
- 8.- Condensador de la regeneración de secadores;
- 9.- Secadores de bauxita;
- 10.- Acumulador de propano;
- 11.- Compresora de propano;
- 12.- Salida de ácido a regeneración;
- 13.- Condensador de propano;
- 14.- Asentador de propano;
- 15.- Reactor;
- 16.- Entrada de gas combustible;
- 17.- Bombas para la recirculación de ácido;
- 18.- Asentador de ácido;
- 19.- Calentador de gasoleo;
- 20.- Cambiador de calor alimentado con benceno recuperado;
- 21.- Terminales de purga del tanque de gasoleo;
- 22.- Juego de bombas para la recuperación de gasoleo;
- 23.- Tanque de gasoleo;
- 24.- Entrada de vapor;
- 25.- Calentador de carga de la torre de benceno;
- 26.- Torre de benceno;
- 27.- Entrada de gasoleo;

- 28.- Juego de bombas del fondo de la torre de benceno;
- 29.- Juego de bombas del reflujo de la torre de benceno;
- 30.- Recalentador de la torre de benceno;
- 31.- Acumulador de la torre de benceno;
- 32.- Condensador de la torre de benceno;
- 33.- Bateria de tratadores de bauxita;
- 34.- Recalentador de la torre de alquilados ligeros;
- 35.- Torre de alquilados ligeros;
- 36.- Juego de bombas de la torre de alquilados ligeros;
- 37.- Juego de bombas de recirculación y carga;
- 38.- Tanque acumulador de alquilado ligero;
- 39.- Condensador de vapor;
- 40.- Eyector de vapor;
- 41.- Salida de aceite de los sellos de bombas;
- 42.- Tanque tratador de alquilados ligeros;
- 43.- Juego de bombas de dodecil benceno;
- 44.- Juego de bombas de alquilado pesado;
- 45.- Acumulador de la torre de alquil benceno;
- 46.- Eyector de vapor;
- 47.- Condensador de alquil benceno;
- 48.- Pozo;
- 49.- Torre de alquil benceno;
- 50.- Tanque tratador de alquilados pesados;
- 51.- Salida de alquil benceno para almacenamiento;
- 52.- Salida de alquilado ligero para almacenamiento;
- 53.- Bomba de alquilado ligero para descarga;
- 54.- Bomba de alquilado pesado para descarga;
- 55.- Salida de alquilado pesado para almacenamiento;

- 56.- Enfriador de alquilado pesado;
- 57.- Tambor de almacenamiento de alquilado ligero; y
- 58.- Tambor de almacenamiento de alquilado pesado.

DIAGRAMA DE PROCESO DE LA PLANTA  
DE DODECILBENCENO.



## 2).- Planta de Gasolinas de Alto Octano. (MR).

Esta Planta tiene como finalidad la producción de las bases para gasolinas de alto octano.

Las bases se obtienen mediante un proceso de alquilación, donde intervienen butanobutileno e isobutano como materias primas usando ácido fluorhídrico como catalizador, produciéndose con ello el alquilado pesado y como subproductos propano, butano alquilados ligeros y aceites solubles en ácido, de acuerdo con el diagrama correspondiente de la pág. (Nº 18').

Por los puntos ① se carga butanobutileno e isobutano, por medio de las bombas (1) y (2), la carga llega al secador de corriente (3), y la corriente ya seca se une al isobutano de recuperación entrando al tanque asentador (8).

### Tanque asentador (8).-

Este tanque cuenta con dos entradas de hidrocarburos secos, una de ácido fluorhídrico que proviene del sistema de recuperación o bien fresco y que entra mezclado con propano, así como dos descargas, una de productos en la parte superior, y la otra en la parte inferior, la cual alimenta a dos enfriadores (10) y (11), los cuales tienen dos descargas una superior de hidrocarburos que se recircula al tanque asentador, y la de la parte inferior, que se manda al sistema de recuperación de ácido fluorhídrico. A la descarga de la parte superior se une una fracción de propano pasando al recalentador de gasoleo (13), la cual entra a la torre de isobutanizadora (13).

### Torre de isobutanizadora (13).-

Esta torre tiene por finalidad separar el isobutano que no reaccionó, la cual cuenta con el siguiente equipo:

- 1.- Condensador de vapor (19);
- 2.- Tanque asentador (20);
- 3.- Recalentador de fondos (22);
- 4.- Bomba de fondos para reflujo y carga (24);
- 5.- Bomba de recirculación de isobutano (21);
- 6.- Bomba de carga (23).

Los vapores de la parte superior de la torre (deisobutanizadora) propano e isobutano pasan al condensador (19), de aquí al tanque acumulador (20), el cual tiene dos descargas, por medio de la bomba (21), una descarga se recircula a la alimentación del tanque asentador, y por medio de la bomba (23), se descarga el tanque acumulador (20), y se carga la torre depropanizadora (25).

Torre debutanizadora (25).-

Esta torre tiene como finalidad separar el butano que no reaccionó, del alquilado pesado y el alquilado ligero, en el tanque asentador (8), la cual cuenta con el siguiente equipo:

- 1.- Condensador (26);
- 2.- Bomba de recirculación y descarga (27);
- 3.- Enfriador de propano (28);
- 4.- Tratador caústico (29);
- 5.- Recalentador de fondos (31);
- 6.- Bomba de fondos para reflujo y carga (30);

Los vapores de la parte -- superior de la torre (debutanizadora) butano pasan al condensa-- dor (26), y de aquí por medio de la bomba (27), una fracción for-- ma el reflujo de la parte alta de la torre, la segunda pasa al -- enfriador (28), después a un tanque tratador caústico (29), y se descarga por la terminal (30),

Los fondos de la torre, -- por medio de la bomba (30), una fracción pasa al recalentador -- (31), manteniéndose la temperatura en el fondo de la torre, la -- segunda se alimenta a la torre de alquilado ligero (43).

#### Torre depropanizadora (33).-

Esta torre tiene como fi-- nalidad separar el propano del isobutano, productos de la rec--- ción, cuenta con el siguiente equipo:

- 1.- Precalentador de carga (32);
- 2.- Condensador de vapor (34);
- 3.- Tanque de almacenamiento de propano (35);
- 4.- Bomba de descarga de propano (36);
- 5.- Agotador de ácido (37);
- 6.- Enfriador de propano (38);
- 7.- Tanque tratador caústico (39);
- 8.- Bomba de fondos (51);
- 9.- Recalentador de fondos (50);
- 10.- Enfriador de fondos (47);

Los vapores de la parte - superior de la torre (depropanizadora) propano pasa al condensa-- dor (34), y de aquí al tanque acumulador (35), el cual tiene dos

descargas, por medio de la bomba (36), una fracción forma el reflujo de la parte alta de la torre, la segunda pasa al egotador de ácido (37), luego al enfriador (33), y de éste, al tratador cáustico (39), descargándose por la terminal (40), la segunda -- descarga del tanque asentador (35), cuenta con una pierna, y --- ésta descarga se recircula a la carga de hidrocarburos producto de la reacción del tanque asentador (8), así como a la carga de ácido fluorhídrico (9).

Los fondos de la torre -- (33), mediante la bomba (51), una fracción pasa al recalentador (50), que mantiene la temperatura del fondo de la torre, y la -- otra pasa por el enfriador (49), recirculándose a la alimenta--- ción del tanque asentador (8).

#### Torre de alquilado ligero (43).-

Esta torre tiene como finalidad separar el alquilado ligero del alquilado pesado, producto de la reacción, cuenta con el siguiente equipo:

- 1.- Condensador de vapor (44);
- 2.- Bomba de descarga y reflujo (45);
- 3.- Enfriador de alquilado ligero (46);
- 4.- Tanque tratador cáustico (47);
- 5.- Bomba de fondos (41);
- 6.- Recalentador de fondos (42);

Los vapores de la par te superior de la torre (alquilado ligero) alquilado ligero pa-- san al condensador (44), y por medio de la bomba (45), una frac-- ción forma el reflujo de la parte alta de la torre, y la otra -- pasa a un enfriador (46), de aquí a un tanque tratador cáustico

(47), descargandose por la terminal (48).

Los fondos de la torre mediante la bomba (41), una fracción pasa al recalentador (42), que mantiene la temperatura en el fondo de la torre, y la otra pasa al enfriador (52), descargandose por la terminal (53).

Enumeración del equipo de proceso, Planta "MR".

- 0.- Carga de butanobutileno;
- 0.- Carga de isobutano;
- 1.- Bomba de carga de butanobutileno;
- 2.- Bomba de carga de isobutano;
- 3.- Secador de hidrocarburos;
- 4.- Condensador de propano;
- 5.- Tanque acumulador de propano;
- 6.- Bomba del sistema de recuperación del secador;
- 7.- Calentador de propano;
- 8.- Tanque asentador;
- 9.- Carga de H<sub>2</sub> fresco al sistema de recuperación;
- 10.- Enfriador de fondos;
- 11.- Enfriador de fondos;
- 12.- Descarga del H<sub>2</sub> al sistema de recuperación;
- 13.- Recalentador de hidrocarburos;
- 14.- Enfriador de isobutano;
- 15.- Calentador de gasoleo;
- 16.- Tanque acumulador de gasoleo;
- 17.- Bomba de gasoleo;
- 17.- Entrada de gasoleo;

- 18.- Torre deisobutanizadora;
- 19.- Condensador de isobutano;
- 20.- Tanque asentador;
- 21.- Bomba de recirculación de isobutano;
- 22.- Recalentador de fondos de la torre deisobutanizadora;
- 23.- Bomba de carga de la torre depropanizadora;
- 24.- Bomba de carga de la torre debutanizadora;
- 25.- Torre debutanizadora;
- 26.- Condensador de butano;
- 27.- Bomba de reflujo de butano;
- 28.- Enfriador de butano;
- 29.- Tratador caústico de butano;
- 30.- Bomba de carga de la torre de alquilado ligero;
- 30.- Descarga de butano;
- 31.- Recalentador de fondos de la torre debutanizadora;
- 32.- Recalentador de carga de la torre depropanizadora;
- 33.- Torre depropanizadora;
- 34.- Condensador de propano;
- 35.- Tanque acumulador de propano;
- 36.- Bomba de reflujo de propano;
- 37.- Recalentador de propano;
- 38.- Enfriador de propano;
- 39.- Tratador caústico de propano;
- 40.- Descarga de propano;
- 41.- Bomba de reflujo de fondos de la torre (43);
- 42.- Recalentador de fondos de la torre de alquilado ligero;
- 43.- Torre de alquilado ligero;
- 44.- Condensador de alquilado ligero;

- 45.- Bomba de reflujo de alquilado ligero;
- 46.- Enfriador de alquilado ligero;
- 47.- Tratador caústico de alquilado ligero;
- 48.- Descarga de alquilado ligero;
- 49.- Enfriador de fondos de la torre depropanizadora;
- 50.- Recalentador de fondos de la torre depropanizadora;
- 51.- Bomba de fondos de la torre depropanizadora;
- 52.- Enfriador de alquilado pesado; y
- 53.- Descarga de alquilado pesado.

### 3).- Sistemas Auxiliares.

En las Plantas anteriores se requiere el servicio de los siguientes sistemas auxiliares, para el funcionamiento de las mismas, las cuales se mencionan brevemente a continuación.

#### A).- Sistema de Aire para instrumentos.-

El aire es suministrado por una compresora a una presión de 50 psig, enfriado a la temperatura atmosférica, purificado por medio de filtros y secado por mediante separadores de ciclón.

#### B).- Sistema de enfriamiento de agua.-

El agua que proviene de la torre de enfriamiento, enfría y condensa todos los flujos de vapor de los sistemas de alquilación, mediante el control del pH del sistema se determinan las fugas de ácido las cuales se controlan mediante una solución neutralizadora de carbonato de sodio (soda ASH), hasta la localización de la fuga.

#### C).- Sistema de alivio (Relevo).

##### a).- Alivio de ácido.-

Los recipientes que contengan HF, o mezclas de éste con hidrocarburos, están conectados a un tanque colector de alivio, donde una fracción pasa a un tanque neutralizador caústico de alivio, cuando el volumen es muy grande el tanque colector de alivio se bombea al reactor y al sedimentador de ácido.

##### b).- Alivio de hidrocarburos.-

Todos los equipos en los cuales no interviene el HF, se consideran libres de éste por lo cual el sistema de alivio no requiere de neutralización, acumulándose en un tanque colector de alivio.

D).- Sistema de almacenamiento de ácido.-

El ácido es almacenado en grandes tanques, en los cuales se mantiene un registro del gasto del sistema, el tanque de almacenamiento de ácido de alivio sirve normalmente para contener los productos del neutralizador de alivios, pero durante paros de la unidad para cambios e inspecciones, sirve para almacenamiento de ácido gastado.

E).- Sistema de calentamiento de gasoleo.-

La mayor parte de los servicios de calentamiento de la unidad son a base de gasoleo, el calentador es controlado en forma manual manteniendo la temperatura de salida constante, pasando a varios cambiadores de calor y regresando al calentador, el consumo de gasoleo circulante es bajo.

F).- Sistema de purga mediante gas vaporizado.-

Para todos los recipientes donde la operación de levantar presión y purgar es necesaria, se usa gas propano, el cual es proporcionado por un tanque vaporizador de gas para purga, el cual tiene que ser seco y libre de HF, controlando su nivel en forma manual

G).- Sistema de tratamiento cáustico.-

El sistema de neutralización cáustica se usa para neutralizar todo tipo de -- productos o bien descargas, mediante una solución de sosa cáustica (NaOH) al 5% en peso, ya que ésta es la concentración máxima que puede ser usada para neutralizar el HF, sin problemas de formación de lodos en los diferentes lavados cáusticos.

H).- Sistema de refrigeración de propano o enfria---  
miento de agua.-

Mediante este sistema de enfriamiento se controla la temperatura tanto en condensadores o enfriadores, reactor o donde sea necesario la disminución de la temperatura, donde; - se registra el pH del agua para la localización de fugas en el equipo.

## CAPITULO II.

### CARACTERISTICAS DEL ACIDO FLUORHIDRICO (HF).

#### 1).- Propiedades Físicas, Químicas y Tóxicas.-

El ácido fluor---  
hídrico anhidro (fluoruro de hidrógeno) es un líquido poco viscoso, fumante y corrosivo, de apariencia semejante al agua, que se evapora rápidamente a  $19.44^{\circ}\text{C}$  ( $67.0^{\circ}\text{F}$ ), a la presión atmosférica normal, produciendo vapores blancos, de olor acre e irritante, más ligeros que el aire, ya que la densidad de los mismos es de  $0.9218$  gr/lt a  $0^{\circ}\text{C}$  ( $32^{\circ}\text{F}$ ) y una atmósfera de presión ( $14.7$  lbs/pulg<sup>2</sup>). La densidad relativa del líquido con respecto al agua es muy cercana a 1, a  $4^{\circ}\text{C}$  ( $39^{\circ}\text{F}$ ); el ácido es bastante soluble en agua. A  $37.8^{\circ}\text{C}$  ( $100^{\circ}\text{F}$ ) tiene una presión de vapor de  $1,390$  mm de Hg ( $26.9$  lbs/pulg<sup>2</sup>). El ácido fluorhídrico anhidro ataca al vidrio, al concreto, al hule natural, al cuero a muchos materiales orgánicos y a ciertas aleaciones metálicas, especialmente aquellas que contienen sílice. Sus soluciones acuosas son más corrosivas que el producto anhidro. Con el isobutano, éste último forma un azeótropo que tiene una temperatura de ebullición de  $64^{\circ}\text{C}$  ( $148^{\circ}\text{F}$ ) y contiene 23% de ácido, en peso, a  $13.75$  Kg/cm<sup>2</sup> ( $195$  lbs/pulg<sup>2</sup>). El ácido fluorhídrico no es inflamable, pero existe el peligro de que reaccione con los metales presentes, desprendiendo hidrógeno, el cual puede causar explosiones es presencia de aire.

Este ácido, ya sea en estado líquido o gaseoso, es un irritante muy severo pa-

ra la piel, las membranas mucosas y los ojos. Tiene una acción -  
deshidratante, que unida a su carácter fuertemente ácido y a la  
toxicidad propia del ión fluoruro, le dan el efecto destructivo  
sobre los tejidos. Las concentraciones de 50 p.p.m, en la atmós-  
fera son peligrosas aun en breves exposiciones. Cuando está en -  
contacto con cualquier parte del cuerpo causa quemaduras que se  
vuelven severas y dolorosas si no son atendidas. Los ojos y las  
**partes superiores** del sistema respiratorio son especialmente ---  
susceptibles a los efectos irritantes de atmósferas que contenen--  
gan ácido fluorhídrico anhidro. La máxima concentración de esta  
sustancia permitida en diversos países para jornadas de trabajo  
de ocho horas, varía entre 0.3 y 3.0 p.p.m, o sea 0.5 y 2 mg/m<sup>3</sup>.

El ácido fluorhídrico -  
anhidro, por sus características físicas, químicas y tóxicas, es  
necesario manejarlo envasarlo y almacenarlo, siguiendo estricta-  
mente las indicaciones establecidas y que en el siguiente capítu-  
lo se describen.

## 2).- Selección de Materiales para el Manejo del (HF).-

No hay ---  
forma específica para determinar, el mejor material de construc-  
ción para cada una de las operaciones donde se involucra el áci-  
do fluorhídrico.

Las si----  
guientes listas, representan la experiencia que se ha tenido con  
varios materiales de construcción, pero ellas son únicamente ge-  
neralizaciones que no deben ser tomadas como una garantía para  
un determinado material que sea útil en todas sus aplicaciones.

Estas son meramente medios que sirven como guías para escoger - lo más apropiado en materiales que sean más satisfactorios para realizar un determinado trabajo, no obstante pruebas de la posible corrosión, en condiciones de operación simuladas donde se - tengan como variables a :

- a).- La agitación.
- b).- Flujo y/o Turbulencia.
- c).- Aereación.
- d).- Temperatura y Presión.
- e).- Erosión que remueva la película protectora.
- f).- Fluctuaciones en cualquiera de las anteriores.
- g).- Impurezas orgánicas e inorgánicas.

deberán ser realizadas antes de la selección final de cualquier **material para el manejo del ácido fluorhídrico.**

Clase I Acido fuerte (más de 70%).

A Satisfactorio.

Cobre. #

Monel. ##

Inconel.

Acero de bajo contenido de carbón. (15000).

Hastelloy alloys B, C, y D.

Niquel.

Ni-resist.

Carpenter 20.

Durimet 20.

Magnesio.

Chlorimet. 2 y 3.

Karbate. (70%).

Polietileno.

Cloro polivinil no plastificado.

Saran. Tuberías de acero lineal (para 70% y menos de 120°F).

Fluorocarbons (TFE, CFE y PEP).

Platino.

Molibdeno. ##

B: Insatisfactorios.

Bronce amarillo.

Plomo.

Aleaciones de fierro con alto contenido de silicio.

Fierro fundido.

Aluminio.

Acero pulido.

Tantalo.

Titanio.

Circonio.

Aleaciones de bronce con bajo contenido de plata.

Hule natural y sintético.

Vidrio y cerámicas.

Epoxies.

Asbestos.

Clase II Acido diluido. (menos del 70%).

A Satisfactorio.

Monel. ##

Cobre. #

Bronce amarillo. #

Niquel (más del 10%, menos de 212 °F).

Plomo. (grado químico menos del 60%, para p.b.).

Plata.

Carpenter 20.

Aleaciones Niquel-Cobre 70-30.

Magnesio. (menos de 135 °F).

Hastelloy aleaciones B, C y D.

Karbate.

Neopreno. (menos de 50%, menos de 140 °F).

Cloruro de polivinilo no plastificado.

Hule de tuberías de acero (menor de 60%, menos de 180 °F).

Hule a base de butileno en tuberías de acero. (menos de 60%, me  
nos de 180 °F).

GR-S (menos de 60%, menos de 180 °F).

Carbon relleno cementado con azufre.

Saran para líneas de tubos.

Polipropileno.

Fluoruros vílidenos.

Fluorocarbons. (TFE, CFE, y FEP).

Platino.

B Insatisfactorios.

Acero.

Acero pulido.

Ni- resist.

Fierro fundido.

Aleaciones de fierro con alto contenido de silicio.

Vidrio y cerámica.

Aluminio.

Inconel (menos de 10%, menos de 170 °F).

Madera.

Tantalo.

Titanio.

Circonio.

Asbestos.

# SO<sub>2</sub> libre de aire.

## puede ser insatisfactorio bajo condiciones de aireación.

## CAPITULO - III.

### SEGURIDAD INDUSTRIAL.

#### 1.- Importancia y Fines de la Seguridad Industrial.

La rama de la Ingeniería, Higiene y Seguridad Industrial que estudia y elabora toda clase de medidas o disposiciones que juzga necesarias para evitar accidentes y enfermedades - va mucho más allá de la simple invención de medidas tendientes a la preservación de accidentes, sino que educa al elemento humano para que éste piense y actúe siempre en términos de seguridad.

La Seguridad Industrial, establece recomendaciones basadas en la experiencia; en la industria del petróleo se lucha día a día por conocer más los materiales y hacer más seguros todos los procesos, especialmente donde existe manejo del ácido fluorhídrico y ha elaborado Normas y Recomendaciones Generales para:

#### A).- Etiquetas Letreros y Advertencias.-

Identificación de los recipientes que contengan ácido fluorhídrico, por medio de etiquetas y letreros para recipientes portátiles, Autos tanque y Carros tanque.

a).- Precauciones Generales con Respecto a los Recipientes Vacíos.

Drenado, Capucha protectora, Etiquetas, Revisión de buen estado.

#### B).- Llenado y Descarga de los Recipientes y Enva--

ses.-

Características de los sistemas de descarga del (HF).

a).- Recipientes Portátiles.

a').- Precauciones.-

Reglamentación para el manejo, Devolución, Usos, Accesorios, Almacenamiento.

b').- Descarga al Interior de Tanques o Recipientes Cerrados.

Reglamentación para el manejo, Vaciado, Descarga por calentamiento, Gases inertes, Método de descarga.

c').- Transferencia Directa del Acido desde un Cilindro hacia una Unidad Vaporizadora en el interior del Proceso.

Método de descarga, Temperatura, Válvulas y Conexiones

b).- Carros Tanque.

a').- Precauciones.-

Reglamentación de Descarga, Norma de Seguridad de Pemex, Personal especializado, Letreros, Herramientas.

b').- Descarga Usando Aire a Presión.

Características del aire, Límites de Presión, Precauciones, Método, Area de descarga, Precauciones e indicaciones -- para después de la descarga.

c).- Autos Tanque..

Indicaciones similares a las de carro tanque, Reglamentación de descarga, Norma de Seguridad de Pemex DIV-3, Descarga por medio de aire a presión, Descarga con bomba.

d).- Máximo Nivel de Llenado.

Límites de Seguridad, Temperatura, Expansión, Límites experimentales, Recomendaciones para fugas en tránsito.

C).- Almacenamiento.

a).- Precauciones.

Características de los almacenes, Deacuerdo con la -- temperatura, Humedad, Ventilación, Piso, Instalaciones eléctricas

b).- Condiciones de Almacenamiento.-

Requisitos para conexiones de equipo, Almacenamiento.

D).- Manejo.

a).- Precauciones.-

Tipos de sistemas, Limpieza de pisos, indicaciones -- para descarga por fugas y drenado.

b).- Fugas en Tránsito.-

Medidas de seguridad, en la descarga.

c).- Educación y adiestramiento de los trabajado res.-

Requisitos para el personal, Conocimiento del equipo de Primeros Auxilios, Propiedades del HF, Medidas de seguridad.

3).- Recomendaciones Generales.

A).- Equipo de Protección Personal.-

Diferentes tipos de equipo para cada maniobra.

B).- Materiales.-

Utilidad de éstos de acuerdo con la concentración del HF que se maneja, Restricciones para el uso de materiales, Código de colores de acuerdo con el estado de limpieza, Neutralización del equipo, Reglamentación para cambios de equipo.

C).- Trabajos de mantenimiento y Reparación en la zona ácida.

D).- Reparaciones y Limpieza de Tanques.-

Métodos de limpieza de Tanques, Requisitos, Precauciones, Norma de Seguridad de Pemex D

E).- Disposiciones de los Desechos.-

Restricciones para fosas, Drenajes Industriales, Desfogues ácidos, Recipientes de Neutralización.

F).- Equipos de Neutralización para equipo de Proceso Barriles con solución neutralizadora para herramientas Guantes y Equipo.

G).- Equipo de Neutralización para Personal.-

Tinas, Baños para neutralización, Botiquines y Gabinetes de Primeros Auxilios.

H).- Atención Médica.-

a).- Generalidades.-

Tipos de lesiones, Concentración de ácido permisible

b).- Intoxicación Aguda.

Características de ésta, Lesiones por ingestión, Respiración y Contacto.

c).- Intoxicación Crónica.

Características de ésta.

d).- Prevención.

Recomendaciones en caso de accidente.

e).- Exámen Médico.

Características y Regularidad de éstos.

f).- Primeros Auxilios.

Métodos, Tratamiento para ingestión, Respiración y --  
contacto en la piel y ojos.

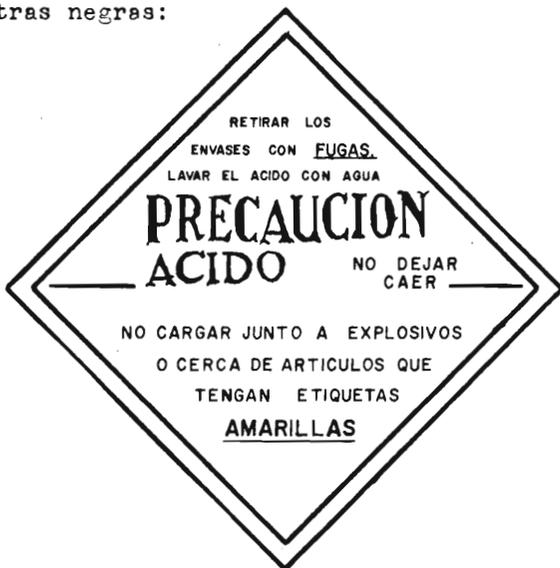
2).- Normas de Seguridad para el Manejo del (HF).

A).- Etiquetas, Letreros y Advertencias.

1).- Todo recipiente que contenga ácido fluor--hidrico anhidro, incluyendo recipientes portátiles, cajas de --empaque, autos tanque y carros tanque, deben llevar visible, --una etiqueta o cartel donde se haga constar que el producto es un líquido corrosivo. Igual cosa debe hacerse en el caso de los carros caja de ferrocarril que transporten el producto envasado.

2).- En caso de manejar este producto en reci--pientes portátiles empacados en cajas de madera, dichas cajas --deberán llevar en las tapas la indicación: ESTE LADO HACIA ----ARRIBA, para asegurar la posición correcta de los envases.

3).- En el caso de manejar este producto en re--cipientes portátiles y cajas de empaque, las características de la etiqueta y su contenido, deberán ser las siguientes: etique--ta cuadrada de color blanco de 10 cm por 10 cm (4 pulg por 4 --pulg) con letras negras:



4).- En caso de enviar este producto por avión, la etiqueta deberá llevar el siguiente letrero con letras negras sobre fondo blanco:



5).- En caso de manejar este producto en carros tanque, las características del cartel deberán ser las siguientes: cartel de cartón blanco de 27.3 cm por 27.3 cm (10, 3/4 pulg por 10, 3/4 pulg) con el siguiente texto escrito diagonalmente en el anverso:



Los letreros se imprimirán con tinta negra, excepto -  
la palabra "PELIGROSO", que debe destacar claramente en letras -  
rojas. El reverso de este cartón estará dividido en dos partes -  
iguales, la de la derecha, será de color negro y la de la iz---  
quierda, blanca conteniendo los siguientes letreros impresos ---  
diagonalmente sobre su superficie con letras negras:



6).- Los carros tanque deben portar cuatro car--  
teles mostrando el lado anterior del texto citado en el párrafo  
5 cuando se encuentren llenos de este producto. Una vez vacíos,  
mostrarán el lado posterior de los carteles.

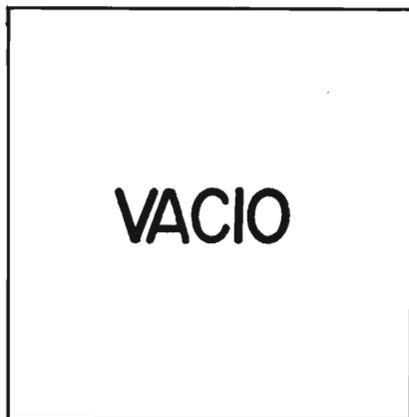
7).- Los autos tanque empleados para el transpor-  
te del ácido fluorhídrico anhidro mientras estén asignados a es-  
te servicio, deberán llevar letreros adelante, atrás y en ambos  
lados, con el siguiente texto: CORROSIVO, escrito con letras a--  
zules sobre fondo blanco, de por lo menos 10 cm (4 pulg) de altu-  
ra.

8).- Los autos tanque empleados para el transporte de

este producto, deberán llevar a continuación de los letreros del párrafo 7, la siguiente leyenda: EN CASO DE FUEGO EVITE USAR --- AGUA, en letras de por lo menos 5 cm (2pulg) de altura.

a).- Precauciones Generales con Respecto a los Recipientes Vacíos.

1).- Todos los recipientes retornables, antes de devolverlos, deben drenarse perfectamente, cerrarse las válvulas firmemente, colocarles su tapón y su capucha protectora. La etiqueta que se colocó indicando el contenido del recipiente, debe ser substituida o cubierta por una etiqueta blanca de 15.24 cm por 15.24 cm (6 pulg por 6 pulg) cuando menos, con la leyenda -- "VACIO" en letras negras y con una altura no menor de 2.54 cm -- (1 pulg).



2).- Para verificar el buen estado de los cilindros de aluminio utilizados para manejar muestras de ácido, deben probarse hidrostáticamente por lo menos cada 5 años.

3).- Para verificar el buen estado de los cilindros de acero utilizados para manejar este producto, deben pro--

barse hidrostáticamente, o revisarse visualmente, en la forma --- descrita en la Norma de Seguridad Pemex DIV-2 "Reglamento para -- el manejo, transporte y almacenamiento de cilindros metálicos pa-- ra gases comprimidos". Los cilindros de especificación ICC-3A, - 3AA, 3B, 4A ó 4BA por lo menos cada 5 años; los de especificación ICC-4 por lo menos cada 10 años y los de especificación ICC-3, -- 3E ó 4C no requieren prueba periódica.

4).- Para verificar su buen estado los tanques - portátiles de acero, especificación ICC-5L destinados al manejo de ácido fluorhídrico anhidro, deben probarse hidrostáticamente - por lo menos cada 5 años.

5).- Para verificar el buen estado de los carros- tanque y autos tanque empleados para transportar este producto, - deberá realizarse una prueba del tanque a intervalos adecuados. -

Los autos tanque especificación ICC-MC3I2, - deberán de inspeccionarse visualmente por lo menos cada 2 años, probándose neumáticamente o hidrostáticamente por lo menos cada - 5 años, después de cada reparación de importancia en el tonel y cuando se desee ponerlos en servicio después de 1 año de inacti-- vidad o más. La revisión de las válvulas de seguridad o de los -- discos de ruptura, se llevará a cabo cuando menos cada 5 años. - En caso de que los carros tanque sean construidos de acuerdo con la especificación ICC-IO 6A500-X, la prueba hidrostática deberá - realizarse después de efectuar reparaciones de importancia en el tonel y por lo menos cada 5 años; para los de especificación --- ICC-IO5A300-W ó II2A400-W cada 10 años y la revisión de la válvu- la de seguridad cada 5 años.

6).- Tan pronto como los carros tanque quedan com

pletamente vacíos, deben cerrarse perfectamente todas las válvulas, quitar las conexiones de descarga y ajustarles perfectamente las tapas. Las etiquetas que fueron colocadas a los lados y extremos del carro tanque al ser llenado, deben voltearse, presentando el lado que tiene media etiqueta de color negro y la otra mitad en letras mayores "PELIGROSO" "VACIO", y se devolverá lo más pronto posible al destinatario.

Si durante los trabajos de descarga se observan fugas, ya sea en válvulas, empaques, conexiones o cualquier otro sitio del recipiente, deberán repararse inmediatamente; en caso de no ser posible, deben reportarse en el lugar señalado para ello, con el fin de que al llegar al sitio de carga se realicen las reparaciones del equipo.

B).- Llenado y Descarga de los Recipientes y Envases.

Debido a las propiedades irritantes y corrosivas del ácido ----- Fluorhídrico anhídrico, al cargarlo o descargarlo debe evitarse - toda clase de fugas.

a).- Recipientes Portátiles.

a').- Precauciones.-

1).- Los cilindros deben descargarse cuidadosamente para evitar fugas y no deben dejarse caer ni golpear.

2).- Para levantar los cilindros, deben utilizarse garruchas o grúas sujetándolos adecuadamente; nunca se - deben utilizar cadenas o dispositivos magnéticos. No deberán tan poco levantarse nunca usando la capucha protectora como único -- punto de sujeción.

3).- Antes de devolver al embarcador los -- cilindros que hayan contenido ácido fluorhídrico deben ser vaciados completamente, cerrarse fuertemente las válvulas, colocarles su capucha protectora y la etiqueta con la palabra "VACIO".

4).- Las capuchas protectoras de las válvulas de los cilindros deben quitarse cuando el cilindro vaya a -- usarse.

5).- No deben introducirse otros productos al recipiente, excepto gases no reactivos, como aire bien seco o nitrógeno para levantar la presión.

6).- Los cilindros destinados para el manejo del ácido fluorhídrico anhídrico no deben utilizarse para otro fin, por ningún motivo.

7).- Las válvulas de los cilindros deben --

abrirse lentamente y con llaves del tipo no ajustable. Al tratar de abrir o cerrar la válvula, no deberá golperase el vástago, el volante ni la llave.

8).- Se deberá tener cuidado de que la cuerda de salida de la válvula del cilindro sea igual a la del otro equipo al que se intente conectar. Las conexiones que no se ajusten no deberán forzarse, sino que se utilizarán los adaptadores apropiados. Utilícese una pasta de aceite con grafito sólo en -- roscas exteriores.

9).- No deberán conectarse al cilindro manómetros ni otros accesorios provenientes de cilindros que hayan contenido otros productos.

10).- Las válvulas dañadas sólo deben repararse por personal competente y enterado de las propiedades de este ácido.

11).- Los cilindros vacíos deben almacenarse separados de los llenos, para evitar confusiones.

12).- Las válvulas de descarga del cilindro no deben usarse para controlar el flujo, sino que la línea de -- descarga debe contar con una válvula de aguja, para este fin.

13).- Los cilindros que hayan contenido ácido fluorhídrico anhidro, antes de usarse para otro servicio, deberán ser perfectamente lavados, vaporizados y secados. Las válvulas y conexiones usadas durante el manejo del ácido, deben ser desarmadas y limpiadas perfectamente antes de usarlas para el manejo de otros productos. Los pequeños cilindros empleados para manejar muestras de ácido, deben ser inutilizadas cuando sean dados de baja para el servicio, de tal modo, que no puedan ser em-

pleados con otro producto.

b').- Descarga al Interior de Tanques o Recipientes Cerrados.

1).- El vaciado del ácido fluorhídrico anhidro, de los cilindros a otro recipiente, siempre deberá hacerse mediante un sistema cerrado y nunca hacia recipientes abiertos.

2).- Nunca debe aplicarse calor directo al cilindro, para acelerar la vaporización o vaciado total.

3).- Cuando se desee mezclar ácido fluorhídrico con otros líquidos, el tubo conductor no debe introducirse bajo la superficie del líquido, a menos que exista un dispositivo que impida el flujo inverso o la formación de vacío en la línea. Esta precaución es indispensable, ya que la presión en el interior del cilindro, es relativamente baja, pudiendo presentarse fácilmente un efecto de sifón, e introducirse líquido al cilindro, generandose presión en su interior o dando origen a corrosión en éste.

4).- Los cilindros utilizados para manejar ácido fluorhídrico anhidro están diseñados y construidos para usarse como recipientes seguros para el transporte y almacenamiento; no deben emplearse como parte del equipo del proceso, en ninguna forma.

5).- Cuando el consumo de ácido es lento, se recomienda que los cilindros se vacíen usando la presión interior existente a temperaturas entre 19.44 °C (67 °F) y 51.6 °C (125 °F). Nunca debe aplicarse fuego directo al cilindro.

6).- Cuando sea necesario vaciar los cilindros con mayor rapidez, se incrementará la presión interna inyectando aire seco o un gas inerte. Para evitar que el ácido fluya hacia la línea de inyección, el cilindro deberá enfriarse por abajo de  $19.44^{\circ}\text{C}$  ( $67^{\circ}\text{F}$ ) antes de admitir aire seco o gas inerte o bien se determinará con toda exactitud la presión de vapor dentro del cilindro, para que la presión de inyección del gas sea por lo menos  $0.352\text{ kg/cm}^2$  ( $5\text{ lbs/pulg}^2$ ) mayor a la determinada - pero nunca mayor a  $2.81\text{ kg/cm}^2$  ( $41\text{ lbs/pulg}^2$ ). Una vez admitido gas inerte al interior del cilindro, la válvula de éste debe cerrarse; y no debe reabrirse si antes no se ha cerrado completamente la línea de alimentación de aire o gas.

7).- Es necesario que el aire o gas inerte utilizado para dar presión a los cilindros, esté completamente seco, ya que aún pequeñas cantidades de humedad, pueden ocasionar una reacción peligrosa o dar origen a corrosión interior.

8).- Cuando la presión interna del cilindro sirve para traspasar el ácido del cilindro al interior del tanque de almacenamiento o equipo de proceso, debe vigilarse que la presión en el equipo no sea mayor a la del cilindro.

9).- Para vaciar líquido del cilindro, debe invertirse éste y asegurarse fuertemente antes de conectarlo al tanque de almacenamiento o unidad de proceso. El cilindro debe permanecer en esta posición hasta que se vacíe completamente y su válvula sea cerrada.

10).- Para pasar ácido del cilindro a un tanque de almacenamiento, debe comprobarse que la presión de éste no aumente hasta hacerse mayor que la del cilindro, y si es necesario

sario, el contenido del tanque deberá enfriarse a una temperatura menor que la de ebullición del ácido (19.44 °C), para evitar que la presión generada detenga el flujo del ácido. Para disminuir la presión del tanque, puede abrirse la válvula de la línea de venteo, estando cerradas todas las otras válvulas. La conexión de salida del cilindro, debe conectarse a la de la línea de llenado del tanque; a continuación, la válvula de la línea de llenado del tanque, debe abrirse y, finalmente, la del cilindro para transferir el ácido al tanque de almacenamiento. Una vez terminada esta operación, las válvulas deben cerrarse en el siguiente orden: 1. La válvula del cilindro, 2. La válvula de la línea de llenado y 3, La válvula de la línea de venteo, si se abrió, entonces podrá ser desconectado el cilindro.

c').- Transferencia Directa del Acido desde un Cilindro hacia una Unidad Vaporizadora en el Interior del Proceso.

Para transportar el ácido del cilindro a una vaporizadora, el calentador de ésta debe tenerse a una temperatura menor a la de ebullición del ácido, para que la presión acumulada no evite el flujo de ácido hacia el exterior del cilindro. La válvula de la línea de venteo del calentador, puede abrirse si es necesario, estando cerradas todas las otras válvulas. La conexión de salida del cilindro debe conectarse a la línea de alimentación del calentador, a continuación se abren las válvulas del calentador y del cilindro, para transferir una cantidad tal que el nivel en el calentador sólo suba a la mitad de éste; deben encontrarse cerradas la válvula de venteo si se a--

brió; la de la línea de alimentación al calentador y la del cilindro y se abrirá la válvula de estrangulamiento de la línea de proceso elevando la temperatura del contenido del calentador --- hasta no más de 61 °C (142 °F). El flujo de gas del calentador - puede controlarse mediante la válvula, de estrangulamiento.

Cuando el calentador se encuentre vacío se cerrará la válvula de estrangulamiento de la línea de proceso repitiendo las operaciones antes mencionadas. Antes de desconectar el cilindro, debe tomarse la precaución de ver que la válvula del mismo se encuentre bien cerrada.

El calentador y sus tuberías de entrada y salida deben ser de materiales y construcción apropiados y estar equipado el sistema con un control termostático.

b).- Carros Tanque.

a').- Precauciones.-

1).- Cuando se descargan carros tanque que contengan ácido fluorhídrico anhidro, deben atenderse los siguientes puntos:

(a').- Las recomendaciones de la Norma de Seguridad Pemex DIV-I, para carga y descarga de carros tanque en general;

(b').- Se respetarán las instrucciones colocadas a los lados del carro tanque procurando que el personal que intervenga en estos trabajos esté familiarizado con ellos y que sea dirigido por personas que conozcan perfectamente los procedimientos de carga y descarga, así como los riesgos del producto;

2).- El lugar de descarga debe ser abierto y con circulación de aire fresco, a fin de facilitar la dispersión de los vapores del ácido en caso de fuga.

3).- Se comprobará que el carro tanque se sitúe en el lugar correcto para efectuar la descarga, así como que se encuentre colocado a nivel, y que se hayan, aplicado los frenos y sujetado las ruedas.

4).- Deben colocarse los avisos o indicaciones de seguridad usuales de estas maniobras ( descritos en la regla ICC-sección 174.561). Las señales deberán ser metálicas y de 30.5 cm por 38.1 cm (12 pulg por 15 pulg) como mínimo, llevarán una leyenda que diga: "ALTO, CARRO TANQUE CONECTADO" o "ALTO - HOMBRES TRABAJANDO", las letras de la palabra "ALTO" tendrán una altura no menor de 10 cm (4 pulg) y las demás de 5 cm (2 pulg) - por lo menos, las letras deberán ser blancas sobre fondo azul;

5).- Deben colocarse desviadores a uno o -- ambos lados del lugar de descarga, a una distancia aproximada de un carro tanque, salvo que exista una puerta cerrada o una barra aseguradora;

6).- Los carros tanque que contengan ácido fluorhídrico sólo deben descargarse durante el día o, en todo -- caso, contando con suficiente alumbrado;

7).- Todas las herramientas que se usen para las maniobras de carga, deben estar libres de aceite, grasa o mugre. Nunca se golpearán las conexiones del tanque; ni se usará martillo o cincel para aflojar las conexiones del domo, ni para conectar o desconectar el carro tanque en las líneas de la planta o para abrir las válvulas necesarias para llenado o inyectado

del gas inerte;

8).- Los carros tanque de ácido fluorhídrico se descargarán através del domo, ya sea usando aire seco o -- gas inerte para elevar su presión, o mediante una bomba;

9).- Tan pronto se encuentre vacío el carro tanque, o bien, cuando sea necesario interrumpir la descarga por alguna razón, deben cerrarse todas las válvulas y desconectarse las líneas;

10).- En el lugar de la descarga se deberá disponer de agua en abundancia;

11).- Bajo ninguna circunstancia deben hacerse alteraciones a las válvulas y accesorios del carro tanque;

12).- Antes de descargar los carros tanque de ácido fluorhídrico, se comprobará el producto contenido, para evitar contaminaciones;

b').- Descarga Usando Aire a Presión.-

1).- El aire utilizado deberá ser seco y totalmente libre de aceite. Para asegurar esta condición, debe instalarse un secador a la línea de aire, y el aire que alimenta al secador se tomará de la parte superior del recipiente que lo contiene, el cual se drenará regularmente;

2).- No es recomendable utilizar gases inflamables como substitutos del aire seco; pero en caso de hacerlo, antes de mover el carro tanque deberán desalojarse de su interior por medio de un gas inerte. Mover los carros tanque cuando contienen gases inflamables, es peligroso, ya que puede escapar gas o ácido;

3).- La presión aplicada al carro tanque no

debe ser mayor a  $2/3$  de la de relevo de los dispositivos de alivio del carro tanque, y en general, debe procurarse que sea lo más baja posible;

4).- Con el fin de obtener buenos resultados antes de iniciar las operaciones de vaciado, el tanque de almacenamiento debe ser venteado y las líneas de aire purgadas a la atmósfera;

5).- Para conectar el carro tanque a las líneas de vaciado, debe levantarse la cubierta del domo, comprobar que todas las válvulas se encuentran herméticamente cerradas y quitar los tapones que se encuentran en la salida de las válvulas para entrada de aire seco (algunos carros solamente tienen una). No deben tocarse, por ningún motivo, ni las válvulas de alivio ni los tapones sólidos que algunos carros tanque tienen para obturar perforaciones de la tapa de registro, empleadas para el llenado. Si no se observan fugas de ácido, la línea de aire seco, una vez soplada, debe conectarse a la válvula de admisión de aire seco al carro tanque y la de descarga a la válvula de descarga. En caso de observarse fugas de consideración, no deberán quitarse los tapones hasta que el carro haya sido revisado por persona autorizada para ordenar su vaciado en esas condiciones;

6).- Las instalaciones en las áreas receptoras de ácido fluorhídrico, ya sea de almacenamiento o de proceso, deben estar diseñadas y construidas especialmente para ese uso, conforme a las normas existentes;

7).- Debe tenerse cuidado de que la presión en el interior del tanque de almacenamiento no sea nunca mayor

que la presión existente en el tonel del carro tanque de ácido. Cuando sea necesario, deberán igualarse estas presiones, a través de las líneas de venteo, temporalmente abiertas;

8).- La válvula de aire seco de alimenta---ción debe regularse para mantener el flujo deseado. La presión en el carro tanque no debe ser más de  $1.75 \text{ Kg/cm}^2$  ( $25 \text{ lbs/pulg}^2$ ) superior a la del tanque de almacenamiento;

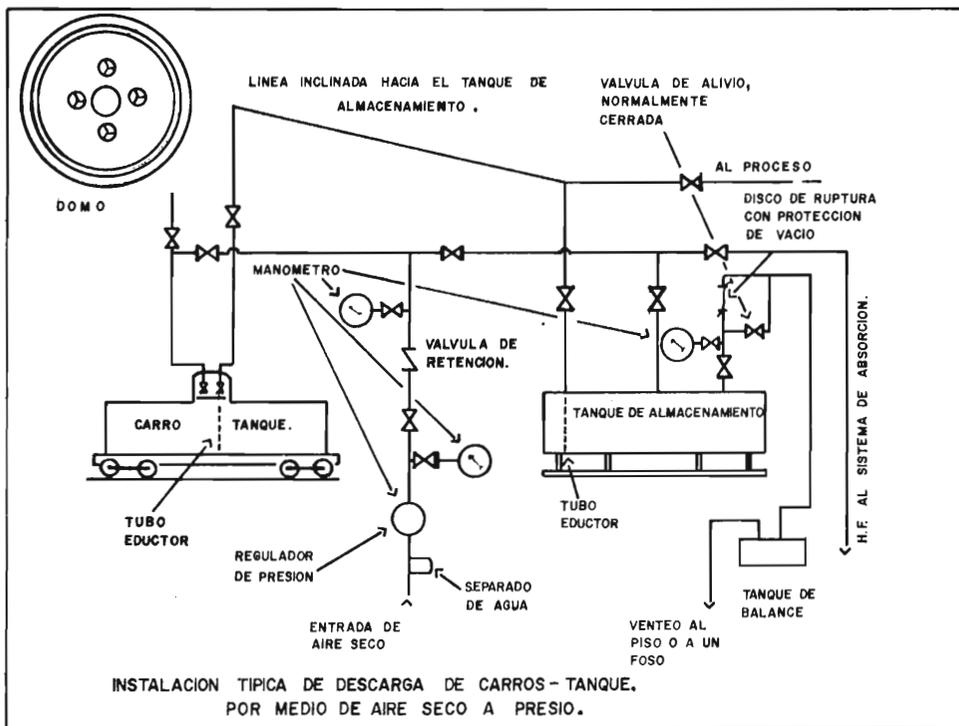
9).- Una indicación de que la operación de vaciado ha terminado, la da el hecho de que el tanque de almacenamiento comiencen a llegar burbujas de aire; los manómetros acusar una brusca caída de presión y las líneas se enfrían temporalmente.

10).- Una vez que el carro tanque se ha vaciado, deben cerrarse primeramente las válvulas en la línea de entrada de líquido y en la de venteo del tanque de almacenamiento, a continuación la entrada de aire; después debe descargarse la presión de ambos recipientes; y finalmente debe cerrarse la línea de venteo y la línea de salida del carro tanque.

11).- Las líneas de aire y las líneas de ácido usadas para el vaciado deben soplar y ventearse en forma adecuada. Para esta operación es indispensable el equipo apropiado de protección personal y deben tomarse todas las medidas de precaución usuales en este tipo de operaciones.

12).- Se desconectarán y colocarán los tapones previamente lubricados que fueron quitados de las válvulas para hacer la descarga.

13).- Las líneas de purga de los tanques de almacenamiento y de los carros tanque, no deben llegar a reci--



plantes de los cuales puedan succionar líquido, ya que la entrada de éste al tanque puede ocasionar una explosión de graves -- consecuencias;

14).- Se cerrará la escotilla del domo del - carro tanque, colocandose la cubierta sellando el carro e indicando que ha quedado vacío.

c').- Descarga de los Carros Tanque por Medio de Bomba.-

Para descargar el ácido de los carros tanque, deben - efectuarse las siguientes operaciones:

1).- Después de levantar la cubierta del do mo del carro tanque, debe verse que las válvulas se encuentren herméticamente cerradas, quitando a continuación con cuidado, - el tapón de la válvula de descarga;

2).- Debe conectarse la tubería de succión de la bomba a la válvula de descarga;

3).- Abrirse después la válvula de descarga del carro tanque y la válvula de la línea de succión de la bomba, luego la válvula de la línea de descarga de la bomba, arran cando finalmente ésta última;

4).- Si después de transcurrir unos minutos la bomba no succione ácido, se igualarán las presiones de ambos recipientes, comunicandolos temporalmente a través de las lí---neas de purga. Si esta operación no da resultado, se consultará con los superiores para que se efectúe una revisión del sistema de descarga; en ocasiones, es necesario purgar un poco de ácido a la atmósfera, mediante una conexión adecuada en la línea de -

descarga de la bomba. Esta operación debe hacerse con todas las precauciones usuales en las maniobras de purga de ácido a la atmósfera; en tal caso, es indispensable el equipo de protección adecuado.

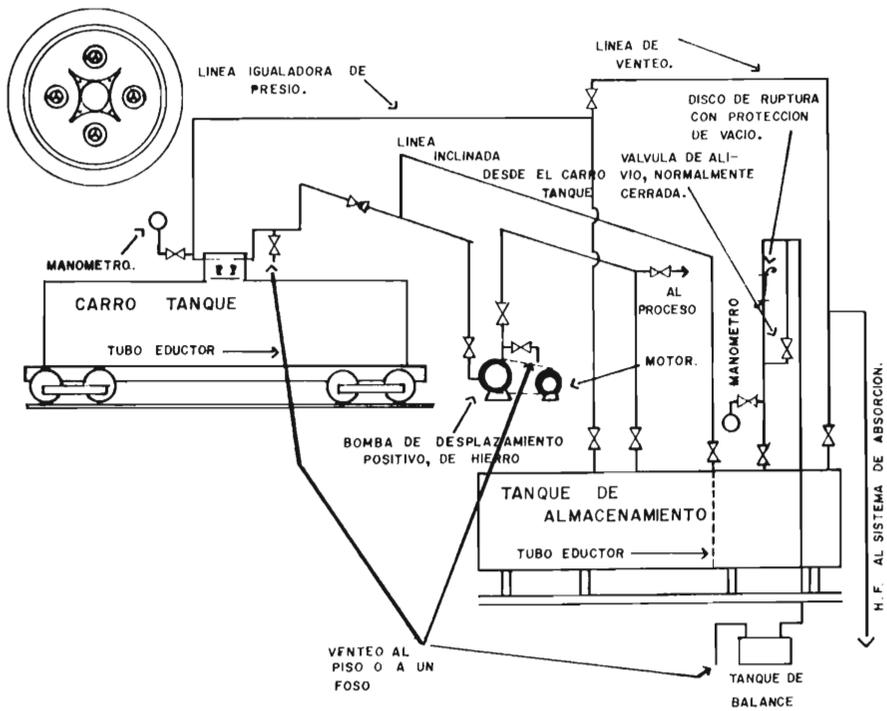
5).- Una vez que el carro tanque se encuentre vacío debe cerrarse la válvula de la descarga del carro tanque y la válvula de la línea de succión de la bomba dejando funcionar ésta durante algunos minutos con el fin de que se vacíe hasta donde sea posible la línea de descarga;

6).- Debe pararse la bomba y cerrarse la válvula de la descarga así como la entrada al tanque de almacenamiento;

7).- Debe abrirse la válvula de venteo en la línea de succión de la bomba para drenar la tubería antes de desconectarla soplándola y venteándola previamente. Esta operación debe hacerse con mucho cuidado y proveyéndose del equipo de protección personal correspondiente;

8).- También debe desconectarse la línea de succión de la descarga del carro tanque y de la succión de la bomba, colocando sus tapones, previamente lubricados.

9).- Finalmente debe cerrarse la escotilla del domo del carro tanque colocando e continuación la cubierta, sellando el carro y poniendo la indicación visible de que se encuentra vacío.



INSTALACION TIPICA DE DESCARGA DE CARROS TANQUE POR MEDIO DE BOMBA.

c).- Autos Tanque.-

1).- Al vaciar autos tanque con ácido fluor----hidrico anhidro, deben seguirse en general las recomendaciones - para llenado y vaciado de autos tanque (Norma de Seguridad Pemex DIV-3);

2).- Los autos tanque deben ser colocados a --- nivel en el sitio de carga o descarga, con el freno de mano ---- puesto y las ruedas calzadas, de tal manera que no puedan moverse y que no sea necesario hacerlo para realizar estas operaciones

3).- Debe apagarse el motor y no volverlo a --- poner en marcha hasta que se haya terminado la carga o descarga retirando las conexiones;

4).- La persona que vigile estas maniobras -- no debe alejarse del vehículo mientras se están realizando éstas

5).- Los autos tanque con ácido fluorhídrico - se vacian por la parte superior, bien inyectándoles aire fresco o gases inertes o bien, succionando el ácido con una bomba apropiada. En todo caso, la presión de diseño de los autos tanque - no deberá excederse al presionarlos con aire o gas inerte;

6).- En general, la operación de vaciar autos tanque cerrados con este ácido, se debe llevar a cabo con precauciones semejantes a las que se han indicado en los párrafos del 1 al 10 de la sección correspondiente a "CARROS TANQUE Y -- PRECAUCIONES" para el caso del vaciado de carros tanque, en --- cuanto son aplicables.

d).- Máximo Nivel de Llenado.-

1).- Los recipientes que se llenan de ácido - fluorhídrico anhidro no deben estar totalmente llenos ya que de be dejarse suficiente espacio interior vacío, para impedir sali das de ácido a través de los dispositivos de alivio o deforma-- ciones formadas en los recipientes debido a la expansión del -- contenido por el aumento de temperatura durante el tránsito;

2).- En los recipientes para los cuales no se indica una densidad de llenado especial, debe dejarse un espa-- cio tal, que el recipiente no se encuentre totalmente lleno a - 54.5 °C (130 °F);

3).- Nunca se debe intentar devolver ácido -- fluorhídrico de los tanques de almacenamiento, a los carros tan que, autos tanque o cilindros, pues existe el peligro de intro-- ducirles una cantidad por encima de la densidad de llenado ad-- mitida; y

4).- Las fugas de ácido, deben suspenderse -- cuanto antes; en caso de no poderlo lograr, el recipiente o lí-- nea afectado debe ser descargado o vaciado inmediatamente. No - deben despacharse carros tanque, autos tanque o cilindros que - fuguen ácido por empaques, conexiones o a través de perforacio-- nes o en su defecto desperfectos mecánicos, sino que deberán -- descargarse a los tanques de almacenamiento o dejarse vaciar en un sitio aislado, tomando todas las precauciones del caso, para proteger al personal. El ácido se disipa con facilidad.

C).- Almacenamiento.

a).- Precauciones.-

1).- Todos los recipientes portátiles que con tengan ácido fluorhídrico anhidro deben almacenarse lejos de los elevadores, escaleras u otros sitios donde puedan caer y dañarse. Es preferible almacenar estos recipientes en el exterior de los edificios, en locales techados, abiertos y bien ventilados; deberán protegerse de la humedad continua y de la acción directa de los rayos solares y de cualquier fuente externa de calor;

2).- Ninguna parte de los cilindros que almacena este producto deberá someterse a temperaturas mayores de 51.6 °C (125 °F), ni calentarse a fuego directo;

3).- No deben almacenarse recipientes que --- contengan ácido fluorhídrico anhidro, entre o cerca de otros -- que contengan sólidos inflamables o materiales oxidantes (eti-- queta amarilla), líquidos inflamables de baja temperatura de - inflamación como gasolinas y gases o líquidos venenosos (etique ta de gas venenoso), ni en sótanos o lugares subterráneos;

4).- En los locales que se usen permanente-- mente para almacenamiento de recipientes portátiles con ácido, el ladrillo que se use en la construcción del piso debe ser a prueba de ácido, o bien la superficie del acero, concreto o made ra, que se utilice debe recubrirse con materiales resistentes a la acción del ácido. Cualquier fuga puede impregnar el mate-- rial del piso, y por lo tanto, éste deberá ser lavado de inne-- diato con abundante agua.

5).- Los recipientes portátiles llenos deben almacenarse separados de los vacíos y de los parcialmente va-- cios.

b).- Condiciones de Almacenamiento.-

1).- Los tanques de almacenamiento del ácido fluorhídrico anhidro deben estar equipados, además de las conexiones normales necesarias, con una conexión para llenado, otra de venteo y manómetro indicador de la presión interior. El desfogue debe ser de tamaño suficiente para descargar los vapores y estar conectado a una torre neutralizadora. La línea de venteo debe ser construída de manera que impida que una reducción de presión dentro del tanque pueda succionar líquido y ocasionar aumentos de presión peligrosos. Los recipientes portátiles deben almacenarse en su posición normal, transportandose perfectamente asegurados y estibarse en sitios secos y con drenaje adecuado para evitar la acumulación del agua de lluvia o de lavado;

2).- En los sitios donde se almacena ácido fluorhídrico, las instalaciones eléctricas deberán ser herméticas (a prueba de vapores), para evitar que sufran corrosión por la entrada de vapores de ácido. En lugares cerrados, deberá considerarse la eventual presencia de hidrógeno y, por lo tanto, atenderse a lo que estipula la Norma de Seguridad Femex AVII-5.

#### D).- Manejo.

##### a).- Precauciones.-

1).- Debido a sus propiedades fuertemente irritantes y corrosivas, el ácido fluorhídrico anhidro debe manejarse exclusivamente en sistemas cerrados para evitar el personal cualquier contacto con el líquido o sus vapores; el penetrante olor acre y los humos blancos que desprende, denotan de inmediato su presencia en el aire. Antes de iniciar cualquier repara--

ción al equipo, bombas, líneas y válvulas, deben ser drenados -- perfectamente hasta la práctica eliminación del ácido, lavarse -- totalmente con agua y purgarse con aire seco. No se deben efec-- tuar reparaciones al equipo mientras se encuentre en operación -- y lleno de ácido. Si es necesario remover bridas, deben aflojar-- se primero los espárragos inferiores. Las purgas deben de prefe-- rencia orientarse de tal manera que se descarguen horizontalmen-- te y no hacia arriba ni al piso, con excepción de las que des--- cargan a las copas de drenaje ácido.

2).- El ácido fluorhídrico no es inflamable pero existe el peligro de que reaccione con los metales presen-- tes, desprendiendo hidrógeno, el cual puede formar mezclas explo-- sivas con el oxígeno del aire. Esta posibilidad debe tenerse en cuenta al abrir recipientes para penetrar a su interior o para -- realizar reparaciones en su cercanía que impliquen calentamiento o fuegos directos.

3).- Cualquier escape de ácido fluorhídrico se evapora rápidamente; pero debe lavarse el piso que pueda que-- dar impregnado de ácido, con abundantes cantidades de agua. En -- caso de derramarse cantidades excesivas de ácido disuelto en --- aceites solubles, antes de descargar los desechos hacia el dreña-- je, deberán neutralizarse con carbonato de sodio o cal apagada.

4).- Si un recipiente portátil que contiene ácido fluorhídrico presenta alguna fuga que no pueda suprimirse por los medios ordinarios, debe sacarse del área de almacenamien-- to y agotar su contenido en el sistema de absorción, trasversarlo a otro recipiente por los métodos adecuados, o bien descargarlo lentamente a la atmósfera. Estas operaciones deberán

realizarse contando con el equipo de protección personal adecuado.

b).- Fugas en Tránsito.

1).- Si ocurre una fuga de ácido fluorhídrico - anhídrido en el recipiente de algún vehículo cuando éste se encuentre en tránsito, es conveniente desplazar de inmediato el vehículo a un sitio donde el ácido contenido pueda desalojarse con seguridad, provisto el personal del equipo de protección necesario;

2).- Si un carro tanque o auto tanque sufre un accidente, tal como una colisión o volcadura en la cual haya -- roturas y fugas en los recipientes de ácido, debe tenerse mucho cuidado al manipular cualquier otra carga que pueda haber sido dañada; y las demás partes sobre las que se haya derramado el líquido deberán lavarse con agua en abundancia tan pronto como sea posible, usando en forma invariable el equipo de protección personal adecuado.

c).- Educación y Adiestramiento a los Trabajadores.

1).- El personal que maneje este producto debe estar familiarizado con sus propiedades, en particular la volatilidad del líquido y por lo tanto, la facilidad con que se evapora.

2).- Debe subrayarse a este personal el peligro que presenta el manejo inadecuado del ácido fluorhídrico anhídrido, así como la forma de proceder en caso de presentarse fugas del producto y la necesidad de impartir primeros auxilios inmediatamente a las personas que hayan sufrido quemaduras de cual-

quier gravedad.

3).- El personal debe conocer la localización, el uso y el mantenimiento del equipo de protección personal indicado para manejar este producto, y deberá adiestrarse para -- que sepan cuándo y cómo usarlo; del mismo modo deberá conocer -- la localización de las tinas de baño para neutralizar, de los botiquines permanentes, de las regaderas de seguridad, barriles para neutralizar herramientas, sistemas de inundación y de aire forzado en las áreas de ácido, lavajos, bebederos, etc; y

4).- Todo personal que efectúe trabajos de limpieza, reparación, pintura, etc., en las áreas de ácido de las plantas de alquilación, deberá conocer la naturaleza del ácido fluorhídrico y deberá consultar invariablemente, sobre cualquier duda que surja respecto a los materiales adecuados para ejecutar el trabajo encomendado, la forma de realizarlo y el equipo de protección que necesite usar.

### 3).- Recomendaciones Generales.

#### A).- Equipo de Protección Personal.-

1).- El uso del equipo de protección personal no elimina la necesidad ni la obligación de respetar las reglas de seguridad que han sido mencionadas, al manejar el ácido fluorhídrico anhidro. Un trabajador que porte el equipo adecuado se encuentra protegido, pero puede exponer a otras personas que estén en áreas cercanas. En todos los casos, el equipo de protección debe ser seleccionado con pleno conocimiento de las condiciones existentes y del riesgo probable. El uso correcto del equipo de protección requiere el adiestramiento previo de las personas que deberán utilizarlo;

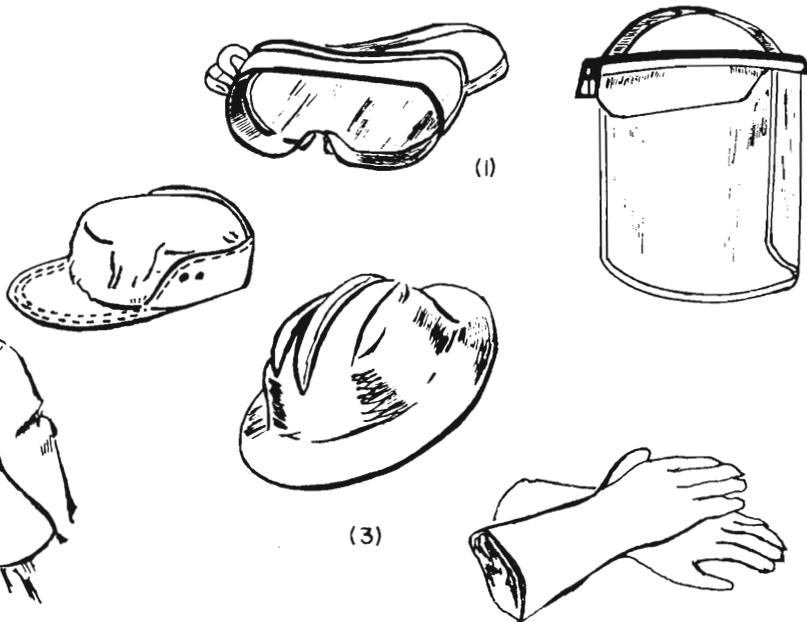
2).- Para que el personal esté protegido durante las operaciones en que se maneja el ácido, es indispensable y obligatorio el uso de cierto equipo de protección personal, cuya naturaleza depende del trabajo que se realiza. Existen cinco clases de equipo de protección (A, B, C, D y E); cada uno de ellos adecuado para ejecutar ciertos trabajos. En caso de duda, debe usarse el equipo más completo que se juzgue necesario;

3).- El equipo denominado Clase "A" consiste de: (1) monogafas o pantalla para la cara, (2) guantes de hule sintético resistente al ácido y (3) casco contra impactos, cachucha; debiendo usarse en la lectura de instrumentos y en la inspección visual del área de ácido, cuando la operación es normal y no se presentan fugas. Con esta clase de equipo, no deben manejarse - válvulas, ni ninguna otra clase de equipo.

4).- El equipo de la "Clase B" consiste en: (1) monogafas o pantalla para la cara, (2) guantes de hule sintético --



EQUIPO CLASE "A"



(1)

(3)

(2)

resistentes al ácido, (3) saco de hule sintético resistente al ácido, (4) casco contra impactos y (5) respirador con cartucho químico para gases ácidos y vapores orgánicos, cuando sea conveniente su uso por la presencia de pequeñas fugas a la atmósfera y en la operación de inspección, al operar válvulas que aparentemente estén en buenas condiciones; en la conexión de equipo después de haber sido reparado; en el manejo de equipo de las áreas de ácido, que haya sido neutralizado, pero no totalmente desmantelado; y en la operación normal del equipo de esas áreas mientras se encuentre en buenas condiciones aparentes.

5).- El equipo Clase "C" consiste en: (1) pantalla para la cara (con o sin nogafas), (2) guantes de hule sintético resistente al ácido, (3) saco y pantalón de hule sintético o plástico resistente al ácido, si el área está húmeda o el trabajo se hace cerca de la superficie de la tierra, (4) botas de hule sintético resistentes al ácido, (5) respirador con cartucho químico y (6) casco contra impactos para cuando sea conveniente.

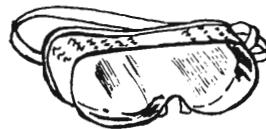
Debe usarse por todos los operarios al arrancar o parar la planta y por el personal de mantenimiento en operaciones menores; en la observación de fugas de composición dudosa, pero que aparentemente no sean muy peligrosas, de fugas en los empaques de las bombas y de las válvulas; en el arranque y parada de las bombas, cuando esta operación consista simplemente en cerrar el interruptor y abrir o cerrar válvulas. Cuando solo deba operarse el interruptor y no sea necesario abrir o cerrar válvulas y además no se aprecie ninguna fuga, esta operación puede ejecutarse con el equipo "Clase B". El equipo "Clase C" debe usarse también en la operación de válvulas que tengan pequeñas fugas,



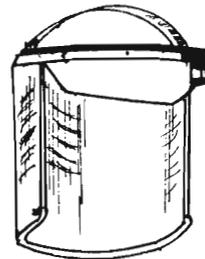
EQUIPO   
CLASE "B"



(3)



(1)



(2)



(4)



(5)

excepción hecha de las "hipreseal"; en la ejecución de trabajos por los mecánicos de bombas, por ejemplo, haciendo pequeñas labores de mantenimiento ordinario o reempacando las bombas; en trabajos menores en válvulas que no operen con facilidad; en el engrasado de válvulas, en el muestreo de ácido o aceites solubles, y en la descarga de cilindros, carros y autos tanque;

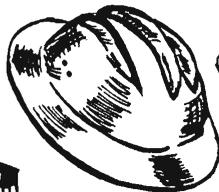
6).- El equipo "Clase D" consiste en: (1) equipo con suministro externo de aire; (2) saco de hule sintético o plástico, resistente al ácido, (3) pantalón de hule sintético o plástico resistente al ácido, (4) guantes de hule sintético resistente al ácido, (5) botas de hule sintético resistentes al ácido.

Esta clase de equipo debe usarse siempre que haya una concentración importante de ácido, o cuando pueda presentarse una fuga y no haya manera de retirarse rápidamente; o en general, cuando las condiciones se juzgen peligrosas. Se recomienda que el trabajador que ejecute un trabajo estando dotado de esta clase de equipo, sea auxiliado por otro trabajador dotado del equipo "Clase C", cuya principal misión será que no le falte al primero, el suministro de aire.

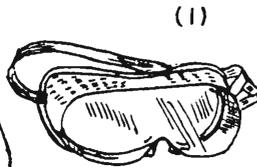
El equipo "Clase D" debe usarse también al ejecutar trabajos, si existe contaminación apreciable del ambiente con ácido: en la investigación sobre fugas mayores; cuando se trabaja sobre una válvula "hipreseal" que tenga fugas en la parte superior; o al empacar el vástago existiendo fugas; al desconectar líneas en las que haya duda acerca de si toda la presión o el ácido han sido eliminados; para entrar a revisar el interior de cualquier recipiente; a menos que haya sido vaporizado y lavado. (esto no se aplica a tratadores de bauxita).



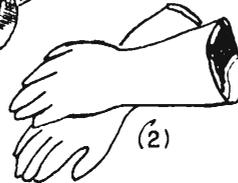
(1)



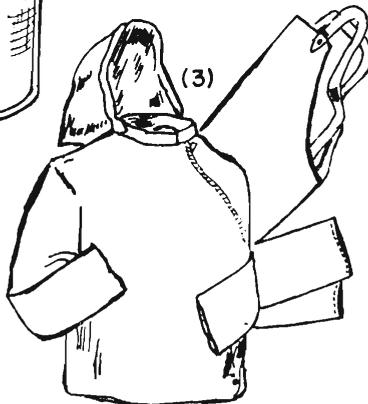
(6)



(1)



(2)



(3)

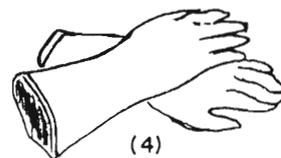


(5)



(4)

EQUIPO CLASE "C"



EQUIPO CLASE "D"



EQUIPO CLASE " E "

7).- El equipo "Clase E" consiste en : equipo integral completo de hule sintético resistente al ácido, con suministro exterior de aire. Las botas y los guantes pueden no estar integrados al equipo. Este equipo se usa en las áreas en que haya una concentración de ácido desconocida, pero que pueda aumentar seriamente; en estos casos se recomienda que los trabajos sean ejecutados por dos trabajadores provistos de este equipo y que sean auxiliados por uno o más trabajadores dotados del equipo "Clase D".

#### B).- Materiales.

1).- El ácido fluorhídrico es indispensable manejarlo en tuberías, recipientes, y en general en aparatos de los materiales adecuados, para evitar accidentes ocasionados por fugas. El acero al carbón es el material indicado para la mayor parte de los usos, siempre que el ácido se encuentre con concentraciones superiores al 85%. El ácido ataca las superficies de acero al carbón por lo que se les debe recubrir con una película protectora que impida el avance de la corrosión. El material de esta película es un agente cementante muy firme, por lo cual las conexiones roscadas, y las superficies deslizantes de las válvulas, bombas, aparatos de control, etc., se adhieren con mucha firmeza cuando están en contacto con el ácido fluorhídrico anhidro. Por esta razón y para estos usos es necesario emplear otros materiales distintos del acero al carbón. Los más indicados son las aleaciones de níquel, del tipo del metal monel.

Las soluciones acuosas con menos de 85% de ácido fluorhídrico atacan rápidamente al acero al carbón y aunque

con mucha lentitud también corroen al metal monel. En general, deberán atenderse las recomendaciones siguientes para ejecutar trabajos de reparación o mantenimiento en equipo que maneja ácido fluorhídrico anhidro o diluido;

2).- Nunca debe substituirse una pieza del equipo -- destinado al manejo de ácido fluorhídrico, por otra parte de material distinto al originalmente indicado en el diseño de la -- planta. Cualquier cambio de material debe ser aprobado por el -- departamento de seguridad correspondiente y deberá estar basado en experiencias comprobadas ampliamente;

3).- El acero al carbón suele fragilizarse en contacto con el ácido fluorhídrico diluido. Por lo tanto, deben eliminarse inmediatamente todas las fugas que se observen, para evitar la formación de ácido diluido durante la lluvia o como consecuencia de la humedad del ambiente. Nunca debe tratarse de -- desarmar una conexión de tubería que ha fugado, ni tampoco debe intentarse desarmar válvulas, bombas o instrumentos de control que se hayan adherido por la corrosión ácida, sin desmontarlas previamente, y neutralizarlas;

4).- Deben usarse señales de colores (verde y amarillo) para designar estados o condiciones en el equipo en servicio de ácido y para guardar la seguridad del personal que se -- encuentra trabajando en ese lugar o en un lugar cercano.

a).- Señales Verdes.- Todo el equipo en servicio de ácido incluyendo tuberías, válvulas, bombas, etc., el cual deba ser movido del área de la unidad para ser llevado a talleres de reparación, debe ser neutralizado en las tinas de neutralización para equipo, de la unidad. Después de esta neutralización

deberá ser marcado con pintura verde; o si no amarilla.

5).- La pequeña cantidad de ácido contenida en el interior de manómetros, nipples cortos, aparatos de control o de medición, bombas, cajas de empaque o faroles de las mismas, es suficiente para ocasionar una quemadura muy peligrosa. Por lo tanto estas piezas de equipo y cualesquiera otras semejantes, solo deben desarmarse por operarios provistos del equipo de protección completo y que tengan a la mano abundante solución alcalina para neutralizar ácido;

6).- Los empaques de las juntas y de los estoperos de las flechas, han sido causa de una buena parte de los accidentes ocurridos en el manejo de ácido fluorhídrico anhidro. El aluminio, el cobre, el teflón, el metal monel y otras aleaciones semejantes son materiales más adecuados para usarse como empaques con este propósito. Cada empaque construido con estos materiales tiene una aplicación específica. Por lo tanto nunca debe substituirse el material de empaques para un servicio, empleando otro material, aunque este último se juzgue resistente a la corrosión del ácido. Los empaques deben resistir la acción del ácido y además impedir las fugas en las condiciones particulares del caso. El hecho de que un material funcione adecuadamente en cierto servicio, no implica forzosamente que deberá comportarse bien en otro servicio distinto, aunque los dos servicios corresponden al manejo del ácido fluorhídrico anhidro. En virtud de esta consideración, los centros de trabajo en que se maneja ácido fluorhídrico anhidro, deberán atender las disposiciones reglamentarias que se mencionan a continuación:

a).- Por ningún motivo se cambiará el tipo de unión -

que se emplee en las tuberías, cuando sea necesario efectuar mo  
dificaciones o reparaciones. Las bridas se sustituirán siempre  
con bridas, las conexiones soldadas con conexiones soldadas y -  
las juntas de anillos invariablemente con juntas de anillos, --  
etc.

El material de los anillos por ningún motivo será ---  
cambiado tampoco, sin consultar al respecto al departamento de  
seguridad;

b).- Deberá existir una instrucción precisa, de la  
cual estarán informados los operadores de la planta, con res---  
pecto al tipo de empaque necesario en los estoperos de las bom-  
bas, flechas del sistema de agitación, y cualquiera otra cone--  
xión empacada en reactores o piezas del equipo. El personal de  
mantenimiento informará invariablemente al personal de opera---  
ción sobre los materiales utilizados al empaçar los estoperos;

c).- Cuando un estopero presente fuga de ácido fluor  
hídrico que no pueda suspenderse ajustando la cantidad inyecta-  
da como material de sello, deberá suspenderse inmediatamente la  
operación del equipo, para evitar corrosión exterior del prensa  
estopa y la posible aparición de una fuga considerable. El per-  
sonal de operación sólo revisará ajustes a la cantidad de mate-  
rial de sello pero no tratará de reempacar los estoperos que --  
presenten fugas. En el caso de los sellos mecánicos, se suspen-  
derá la operación del equipo inmediatamente que se observen fu-  
gas de consideración;

d).- Las soluciones acuosas de ácido fluorhídrico --  
con menos de 35% de concentración son mucho más corrosivas que  
el ácido concentrado. Por lo tanto, en las plantas de alquila--

ción, donde se manejan estas soluciones se utilizan ampliamente el material monel y otras aleaciones semejantes de níquel.

Estos materiales tampoco deben ser substituidos por ningún motivo sin un estudio cuidadoso de las velocidades de corrosión y sin el establecimiento de un programa de inspección que permita substituir las piezas antes de que fallen en servicio. Donde se utilice material con elevada velocidad de corosión, deberán establecerse límites de retiro adecuado y llevarse a cabo calibraciones frecuentes, para retirar las piezas invariablemente antes de que lleguen a dañar espesores menores que los límites de retiro.

C).- Trabajos de Mantenimiento y Operación en la Zona de Acido.

1).- En las plantas donde se maneja ácido fluorhídrico anhidro o diluido, se delimitará una zona, a la cual se llamará zona de ácido, donde en la cual quedará comprendido todo el equipo que normalmente contiene o puede contener ácido fluorhídrico anhidro o diluido. Esta zona quedará marcada mediante una franja amarilla pintada hasta un metro de altura en todas las columnas y muros. Las guarniciones de poca altura se pintarán totalmente de este color dentro de los límites del área;

2).- La "zona de ácido" es una zona de acceso restringido, a la cual sólo deben entrar operarios especialmente autorizados para ello. Toda persona que realice un trabajo dentro de la zona de ácido, deberá solicitar autorización escrita del personal de elaboración que trabaje en la planta correspondiente. El responsable del cumplimiento de estas disposiciones es -

el encargado de la Planta en turno, o en caso de ausencia de --- éste, el operador que lo substituya. Toda persona que no sea supervisor de la Planta, antes de entrar al área de ácido, deberá dirigirse al cuarto de control para recabar el permiso del en--- cargado de la Planta o del operdor que lo substituye;

3).- Al autorizar el acceso de entrada de cualquier - persona al área de ácido, el encargado de la Planta o el opera-- dor de la misma, especificará por escrito el equipo de protección que deberá utilizar las personas autorizadas para ejecutar el trabajo y dará las instrucciones necesarias para que el trabajo pueda ejecutarse sin riesgo;

4).- Las personas autorizadas para la ejecución de un trabajo dentro del área de ácido, obtendrán previamente el equipo de protección y lo portarán todo el tiempo que se encuentren en - el interior del área de ácido. Toda persona que permanezca en el área de ácido deberá ser vigilada por el personal de la Planta, ya que por inadvertencia o desconocimiento del equipo puede oca-- sionar trastornos en la operación o fugas innecesarias de ácido. Cuando el encargado de la Planta o el operador que lo substituye juzgue que el trabajo que se va a ejecutar representa un riesgo especial, designará una o más personas que permanezcan constantemente junto a los operarios encargados de ejecutar el trabajo, - para protegerlos y asistirlos en caso de accidente. Estas personas deberán portar el equipo de protección que se juzgue necesario;

5).- En las áreas de ácido, todos los trabajos se --- procurarán realizar situándose los operarios en la dirección de el viento y cuando ello sea posible, se usarán ventiladores.

o extractores para alejar el ácido del área de trabajo;

6).- Los operadores que ejecuten sus labores normalmente dentro del área de ácido y los operarios a quienes se les encargue la ejecución de algún trabajo de mantenimiento o reparación dentro de la mencionada área, deberán conocer perfectamente la disposición de las tinas de neutralización, sistemas de inundación y aire forzado, regaderas de seguridad, lavajos y botiquines que se encuentran en las cercanías del sitio donde laboran. También deberán estar familiarizados con el uso de los equipos de protección personal de todos tipos con que se cuenta para todos los trabajos;

7).- Todo operario u operador que sospeche haber respirado cantidad apreciable de ácido, o cuya ropa esté contaminada con este producto, debe hacer uso de las regaderas de seguridad, tinas de neutralización o del material de los botiquines, según sea el caso, y reportarse en seguida al servicio médico - más próximo para ser examinado y atendido si es necesario;

8).- El equipo de protección, materiales y herramientas que se halle dentro del área de ácido debe neutralizarse -- invariablemente antes de salir de esta zona.

9).- Toda persona que haya sido autorizada para entrar a ejecutar trabajos de reparación o mantenimiento al área de ácido deberá informar al encargado de la Planta o al operador que lo substituya cuando se retire de ella, bien por haber terminado o bien porque se vió obligado a suspenderla por alguna razón.

D).- Reparación y Limpieza de Tanques.

1).- Cuando se pretenda limpiar, revisar o reparar recipientes que hayan contenido ácido fluorhídrico anhidro o -- solución abusiva, deberán tomarse invariablemente las siguientes precauciones: vaciarlos y lavarlos con agua abundante; colocar en todas sus líneas y conexiones, juntas ciegas, de manera que queden aislados del resto de las instalaciones; obtener, previamente a toda labor ejecutada sobre el tanque o recipiente, un permiso por escrito del supervisor de seguridad, la naturaleza del trabajo y el tiempo que se supone estarán los trabajadores en su interior. Durante el curso de los trabajos debe verificarse que no haya diferencia de oxígeno ni existan gases o vapores peligrosos. En general se deberán atender rigurosamente las recomendaciones del reglamento para limpieza de tanques de almacenamiento (Norma de Seguridad Pemex DI-1);

2).- La dependencia de seguridad que autorice la entrada a un tanque, debe determinar, previamente si ha sido lavado suficientemente. Deben colocarse señales indicando que se encuentra personal trabajando en su interior, y asegurarse de que en caso necesario el personal podrá abandonar fácilmente el recipiente por el registro de entrada original. Asimismo, las personas que ejecuten trabajos en estas condiciones deberán llevar el equipo de protección adecuado y un cable de seguridad a cuyo extremo debe encontrarse siempre otro trabajador vigilando desde afuera. Dos trabajadores como mínimo deben estar preparados para prestar auxilio;

3).- Deberá contarse con suficiente equipo de protección personal, a un lado del registro de entrada, para casos de emergencia;

4).- Durante el tiempo que dure la limpieza, reparación o inspección del tanque, debe proporcionarse una ventilación adecuada para remover el aire y se deberá determinar las condiciones de la atmósfera en el interior del tanque;

5).- Cuando los trabajos de reparación o limpieza se interrumpan, antes de reanudarlos deberán determinarse nuevamente las condiciones de la atmósfera en el interior del tanque, y deberá solicitarse una nueva autorización para continuar el trabajo;

6).- Todo el equipo eléctrico que se introduzca al tanque debe estar en perfectas condiciones, conectarse a tierra y en las áreas peligrosas, ser del tipo a prueba de explosión, mientras existan sedimentos o residuos que puedan desprender gases inflamables;

7).- Además de cumplir con las recomendaciones de seguridad antes mencionadas, deben tenerse las siguientes precauciones:

a).- El tanque o equipo debe estar completamente vacío de cualquier líquido;

b).- Los gases remanentes deberán desfogarse hacia el sistema de absorción, antes de abrir el tanque y cuando ya todas las líneas que lleguen o salgan del mismo estén drenadas, desconectadas y obturadas mediante juntas ciegas:

c).- El tanque debe llenarse con agua y vaciarse, el número de veces necesario. A continuación deberá purgarse con aire y efectuarse las pruebas para determinar las condiciones de la atmósfera en el interior del tanque. Si es necesario, agregar soda o cal en cantidad, suficiente para neutralizar

los residuos de ácido manteniendo ventilado el interior del tanque y después lavarlo y drenarlo. Una vez hecho esto, se estará en condiciones de entrar al tanque, con las debidas precauciones y el equipo de protección adecuado.

E).- Disposición de los Desechos.-

Las cantidades pequeñas de solución de ácido fluorhídrico que no pueda recuperarse, podrán ser desechadas en fosas localizadas en lugares aislados y no frecuentados por empleados y público en general. Estos depósitos deben tener una capacidad diez veces mayor a la cantidad de ácido que vayan a contener. Después de echar el ácido a la fosa, deben agregarse suficiente bicarbonato de sodio con el fin de neutralizarlo. A continuación deberá llenarse y pisonearse la fosa con tierra;

1).- Las pequeñas cantidades de ácido anhidro que no sea conveniente o práctico recuperar, pueden verterse a los drenajes industriales para ácido, utilizando después agua abundante con el fin de diluir los restos que no se evaporen. Una vez terminada esta operación las alcantarillas y drenajes deben neutralizarse con lechada de cal o solución de sosa, para evitar el deterioro de las losetas o metales;

Esta operación debe realizarse en locales abiertos. En caso de que se haga en locales cerrados, deberá llevarse a cabo muy lentamente, se deberá contar con muy buena ventilación natural o bien con un sistema de ventilación forzada;

2).- Las cantidades de consideración de ácido fluorhídrico anhidro, como por ejemplo el gas proveniente de los des

fuegos de los tanques de almacenamiento o del equipo de proceso deben conducirse al sistema de absorción o neutralización con - con el fin de evitar la contaminación de la atmósfera. La absorción de los vapores de ácido fluorhídrico anhidro debe ser total, por lo que la torre de absorción a la que se conduzca debe ser del tamaño apropiado y dentro de ella circulará una solución en cantidad suficiente, con el fin de completar la absorción. Debe tenerse especial cuidado de no agotar la alcalinidad de la solución, para evitar el manejo de soluciones ácidas, que son fuertemente corrosivas;

F).- En las Areas en que se Maneja Acido Fluorhídrico Anhidro con el fin de Neutralizar las Herramientas y Equipo debe Existir lo Siguiete:

a).- Barriles para Neutralizar Herramientas.-

En distintos lugares del área deben colocarse barriles que contengan solución de bicarbonato de sodio al 5%, pintados de color rojo y con una leyenda explicativa. Deben utilizarse con el fin de neutralizar frecuentemente las herramientas durante el trabajo y antes de devolverlas a sus cajas. Las herramientas no deben neutralizarse en otros baños que no sean estos. Los barriles contendrán una canasta para colocar las herramientas, de modo que puedan sumergirse depositadas en ella;

b).- Barriles para Neutralizar Guantes.-

También QUIM.O.

se localizarán en distintos lugares del área, se pintarán de color amarillo y contendrán solución de bicarbonato de sodio al 5% y una leyenda explicativa. Deben utilizarse para neutralizar

frecuentemente los guantes durante las labores y antes de aban  
nar el área. No deben utilizarse para otros fines, por ninguna  
razón;

c).- Tanques para Neutralizar Equipo antes de --  
ser Retirado del Area.-

Dentro del área debe haber un tanque que  
contenga solución de bicarbonato de sodio y utilizarse para neu  
tralizar válvulas, controles de nivel, válvulas de control y --  
cualquier otro equipo, antes de retirarlo del área. Este tanque  
nunca debe utilizarse con otros propósitos.

G).- Equipo de Neutralización para el Personal.

a).- Tinas o Baños para Neutralizar al Personal.  
Deben localizarse en varios puntos de la unidad y cubrirse me--  
diante tapas ligeras, contener solución de bicarbonato de sodio  
al 5% y usarse para lavados rápidos o inmersión completa de las  
personas que hayan sido bañadas totalmente o parcialmente con -  
ácido; estas tinas deben contar con un sistema de calentamiento  
controlado por un termostato, con el fin de que la solución se  
encuentre a la temperatura adecuada. Estas tinas se pintarán de  
color rojo y llevarán una leyenda explicativa;

b).- Botiquines o Gabinetes de Primeros Auxilios  
Deben localizarse en lugares adyacentes a las tinas de baño, --  
contener una botella con solución de bicarbonato al 2% para la-  
vado de ojos, con la leyenda "USESE SOLAMENTE PARA LOS OJOS",  
una copa lavaojos, algodón en forma de torundas y una botella -  
con amoniaco al 3%, para neutralizar quemaduras de la piel, con  
la leyenda "USESE UNICAMENTE PARA LA PIEL O INHALACIONES", una

crema protectora que deberá untarse en la cara, cuello y partes que queden expuestas, con el fin de formar una barrera física - entre la atmósfera ácida y la piel evitando así la irritación - de la misma; y pomada de óxido de magnesio con la siguiente --- composición: óxido de magnesio de 20% a 33% y glicerina c.b.p. para 100 gr, también se puede hacer esta pasta con polvo de --- óxido de magnesio 1350 grs. (16.6%), aceite mineral 1800 grs.-- (22.1%), y vaselina blanca 5000grs. (61.3%). La mayoría de los autores prefieren como vehículo la glicerina a la vaselina y al aceite mineral. Estos botiquines deben pintarse de blanco con una cruz roja;

c).- Regaderas de Seguridad.-

Deben encontrarse - distribuidas en varios puntos del área y junto a ellas postes - de color rojo, con el fin de localizarlas fácilmente. Deben utilizarse para el lavado rápido de las ropas que tengan ácido; -- también pueden utilizarse para lavar los trajes de protección - del personal que este contaminado con ácido, antes de quitárse- los para evitar quemaduras posteriores; y

d).- Fuentes para el Lavado de Ojos.-

Deben localizarse en los lugares adecuados de la unidad y usarse únicamente en caso necesario y para este fin deben encontrarse en buenas -- condiciones de operación y con agua potable en abundancia.

H).- Atención Médica.

a).- Generalidades.-

1).- Tanto el líquido como el vapor del ácido-- fluorhídrico anhídrido son peligrosos en contacto con los ojos y

la piel, por la inhalación o cuando el líquido es ingerido, lo que sería excepcional en la industria. Lo mismo el líquido que el vapor en contacto con cualquier parte del cuerpo, pueden ---- causar inmediatamente graves quemaduras no extremadamente dolorosas. Las bajas concentraciones de vapor pueden lesionar el aparato respiratorio o el gastrointestinal si se respiran o ingieren.

El líquido y el vapor del ácido fluorhídrico anhidro son especialmente peligrosos para los ojos;

2).- La concentración máxima posible, suele considerarse de 0.8 a 3 p.p.m., para una exposición de 3 horas.

#### b).- Intoxicación Aguda.-

El vapor del ácido ---- fluorhídrico es extremadamente irritante para todas las partes del tracto respiratorio. Las exposiciones severas ocasionan rápidamente inflamación y congestión de los pulmones. La concentración de gas que produce efectos agudos varía con la duración de la exposición; las concentraciones de 50 p.p.m. pueden ser fatales cuando se respiran por 30 ó 60 minutos.

Si se ingiere ácido --- fluorhídrico anhidro, puede causar inmediatamente irritación severa y quemaduras en la boca, faringe, esófago y estómago; al mismo tiempo puede ocurrir irritación severa del tracto respiratorio. El contacto del líquido o vapor con los ojos, causa inmediatamente una irritación severa y lesiona a los ojos y párpados. Si el ácido no es removido rápidamente con agua, puede causar trastornos visuales prolongados o permanentes, la pérdida -

total de la vista y aún la destrucción de los ojos. Las quemaduras de la piel difieren gradualmente de acuerdo con la concentración del ácido fluorhídrico. Cuando el contacto es con bajas concentraciones (20% o menos), las quemaduras no se manifiestan sino después de algunas horas. Los contactos con altas concentraciones se descubren por lo común, en un lapso mucho menor.

c).- Intoxicación Crónica.-

1).- No se ha encontrado efectos crónicos generales producidos por esta substancia. Sin embargo, todas las personas que manipulan ácido fluorhídrico deben sujetarse a exámenes médicos de admisión que determinen sus aptitudes generales para trabajar en áreas donde se maneje este producto.

d).- Prevención.-

1).- Los trabajadores deben ser instruidos constantemente para evitar el contacto con el ácido o el vapor de ácido fluorhídrico anhidro. En los casos en que exista posibilidad de un contacto inevitable, debe usarse el equipo de protección personal adecuado. Debe subrayarse la importancia del baño de emergencia y el cambio rápido e inmediato de ropa después del contacto con líquido o concentraciones de vapores. En las áreas donde se maneja este producto deben existir regaderas de seguridad, fácilmente accesibles y en buenas condiciones de operación. También deben existir fuentes para lavado de los ojos con agua potable abundante, mantenidas en buenas condiciones de funcionamiento.

Los trabajadores deben avisar rápidamente de cualquier sospecha de quemaduras o exposiciones, o de cual-

quier irritación en los ojos, nariz o garganta.

e).- Exámenes Médicos.-

1).- El personal que trabaja en procesos en que se maneja ácido fluorhídrico anhidro, debe pasar por un cuidadoso examen médico debiendo excluirse de estas labores a las personas que presenten las siguientes condiciones:

a).- Enfermedades respiratorias crónicas como asma, bronquiectasia, bronquitis y enfisema;

b).- Defectos graves de la vista en uno o am--bos ojos;

c).- Cualquiera afección cardíaca;

2).- Todas las personas que trabajan constantemente con ácido fluorhídrico deben someterse a exámenes médicos periódicos, de acuerdo con el Servicio Médico.

f).- Primeros Auxilios.-

En caso de accidente, deben impartirse primeros auxilios a toda persona que haya estado en contacto con ácido; se le debe retirar inmediatamente del ---área contaminada y llamar a un médico tan pronto como sea posi--ble, explicándole la naturaleza del caso y la exposición que su--frío el paciente;

1).- Las personas que hayan tenido contacto con ácido fluorhídrico anhidro en la piel deben ser inmersidas en --las tinas ~~de~~ solución de bicarbonato de sodio inmediatamente. A continuación deben ser colocadas debajo de las ~~resaca~~ resacas de segu--ridad y lavadas con grandes cantidades de agua; se les debe qui--tar la ropa lo más rápidamente posible, mientras permanecen bajo

la regadera. Es indispensable que el área expuesta sea lavada -- con grandes cantidades de agua durante un período de tiempo suficiente para eliminar todo el ácido de la piel. Todas las áreas - de piel expuestas deben neutralizarse con una solución acuosa de amoniaco del 2% al 3% y en seguida lavar otra vez con agua fresca y abundante.

No debe ponerse solución amoniacal en los - ojos y debe evitarse que caiga por accidente sobre ellos.

No deben cubrirse las quemadas con aceites o grasas, excepto por prescripción de un médico;

2).- Si ha entrado ácido en estado líquido a los ojos o estos han estado expuestos a altas concentraciones de vapores de este producto, deben neutralizarse y lavarse con agua - limpia en abundancia durante 15 minutos cuando menos; Los párpados deben mantenerse separados durante la irrigación, para asegurar el contacto del agua con los tejidos de la superficie de los ojos y de los propios párpados.

Debe llamarse a un médico especialista en - ojos para atender al paciente lo más pronto posible. Si no se -- puede contar con el médico de inmediato, instílese una o dos gotas de solución de pantocaina al 0.5%, o algún anestésico local semejante y hágase una segunda irrigación durante 15 minutos. No deben instilarse aceites o unguentos grasosos que no sean recomendados por un médico. La neutralización del ácido en los ojos debe hacerse con una solución diluida de bicarbonato de sodio, - que se deje caer sobre el ojo abierto, y después con la misma solución en un lavaojos;

3).- La ingestión de este producto se presenta -

muy raras veces; causa severas quemaduras de la mucosa de la boca, garganta, esófago y estómago. En este caso no es factible -- una copiosa irrigación y no debe pasarse una sonda al estómago -- más que por un médico. Si el paciente permanece conciente se le debe hacer beber inmediatamente una gran cantidad de agua. Después que el ácido se ha diluido con agua, debe administrarse al paciente leche, agua de cal o leche de magnesia, por sus efectos calmantes;

4).- El trabajador del que se sospeche haya sufrido una severa exposición a los gases del ácido fluorhídrico -- anhidro, debe llevarse inmediatamente a una atmósfera no contaminada. Aún en ausencia de síntomas, no se permitirá al trabajador regresar a sus labores por un período de 24 horas después de una severa exposición, por el peligro potencial del desarrollo de un congestionamiento pulmonar. Se deberá llamar de inmediato al médico; si hay paro respiratorio, se dará respiración artificial -- al paciente, o si se dispone de aparato inhalador de oxígeno se debe administrar éste siempre que la aplicación la haga una persona familiarizada con la operación del aparato. (Cuando simplemente hay molestias en la garganta, éstas desaparecen habitualmente chupando una o dos pastillas de gluconato de calcio).

Durante todo este tiempo al paciente debe -- mantenerse abrigado, pero no sobre calentado, y en reposo completo. En ninguna circunstancia debe permitirse al paciente, retornar a su casa o al trabajo mientras no sea examinado y dado de -- alta por un médico conocedor de la naturaleza de la exposición; que sufrió;

5).- Las quemaduras de la piel, una vez lavadas

neutralizadas deben cubrirse, mientras el paciente se transla-  
al servicio médico, con una pomada de óxido de magnesio; y

6).- El tratamiento de las quemaduras debe esta-  
cerlo el médico, a quien se informará claramente que se tra--  
de quemaduras causadas por el ácido fluorhídrico. Se emplean  
tualmente dos sistemas: infiltración de una sal soluble de cal  
o por ejemplo, gluconato, y la aplicación de solución de hyami  
, bien fría.

#### CAPITULO IV.

CRONOLOGIA DE SUCESOS DENTRO DEL AREA DE ACIDO, DE LA REFINERIA CUIDAD MADERO.

1).- Características de los Accidentes y Datos Estadísticos.-

En el año de 1965 se arrancan las dos plantas "MU" y "MR" las cuales al poco tiempo, presentaron las siguientes irregularidades:

Gran desgaste ocasionado por la corrosión en el interior del equipo de proceso y tuberías, dando lugar a fugas debido a corrosión en sellos de bombas, deterioro en asientos de valvulas, estoperos, así como en soldaduras de unión.

Este tipo de averías provocó peros constantes de las plantas y la intervención del personal de mantenimiento, que actuaba por emergencia o apeyándose a un programa de prevención, - ahora bien las intervenciones del personal de mantenimiento, se realizaban con desventaja pues ésta era la primera vez que el personal ejecutaba labores en equipo que maneja este tipo de do.

TABLA DE FRECUENCIA APROXIMADA DE ACCIDENTES.

ANO	TOTAL DE ACCIDENTES	FRECUENCIA APROXIMADA .
1968	94	DOS ACCIDENTES CADA SEMANA .
1969	101	
1970	50	I CADA SEMANA .

los accidentes alcanzaron un máximo los años de 1968-1969.

Clasificando los accidentes de las plantas en función de su similitud se originó la siguiente tabla.

TABLA No. 1

Causa.	Agente y tipo de accidente.	Porcentaje de los accidentes ocurridos.
FUGAS.	1.- Quemaduras y/o inhalación de ácido fluorhídrico durante labores de mantenimiento principalmente al colocar juntas ciegas, al reponer válvulas, al reparar bombas o al ejecutar trabajos diversos y ser alcanzados -- por fugas de ácido.	25.80 %
	2.- Quemaduras y/o inhalación de ácido fluorhídrico al manipular equipo con fugas principalmente en bombas y válvulas.	5.30 %
	3.- Quemaduras y/o inhalación de ácido fluorhídrico al ejecutar labores de operación, principalmente al purgar equipo.	2.00 %
EQUIPO CONTAMINADO	4.- Quemaduras durante la manipulación de partes de equipo de proceso y herramientas contaminadas con ácido fluorhídrico.	19.70 %
	5.- Quemaduras con ácido fluorhídrico al manipular o usar equipo de protección personal contaminado.	9.70 %
OTROS	6.- Otros tipos de accidentes, principalmente: golpes por o contra partes de equipo o durante trabajos con herramientas de mano, lesiones a los ojos por desprendimiento de rebabas o cuerpos extraños, cortaduras por objetos cortantes o punzo cortantes, quemaduras con substancias al manipular partes de piezas en general.	37.50 %
TOTAL		100.00 %

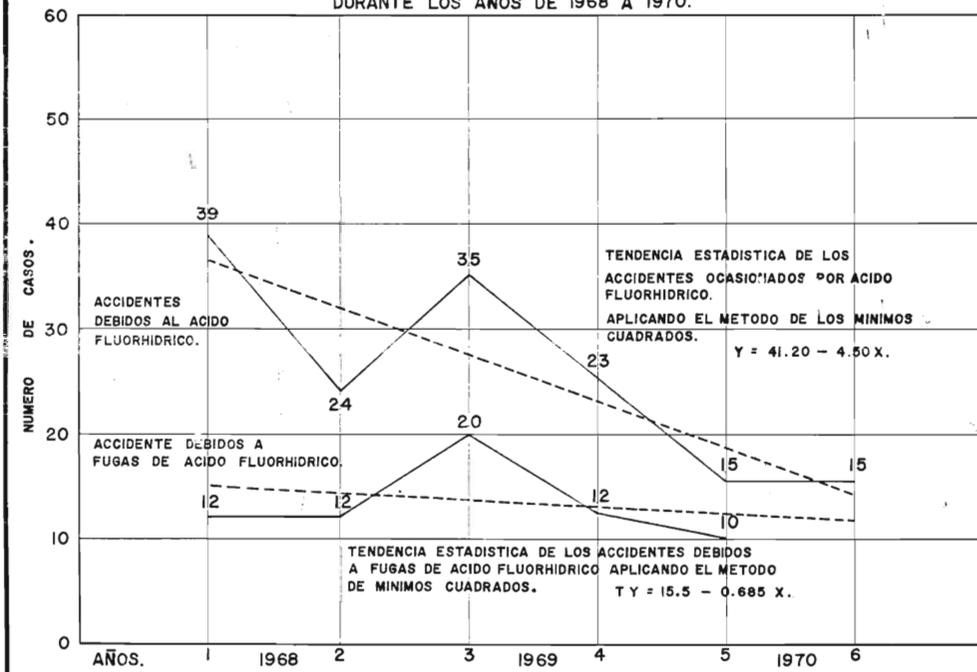
Por medio de la tabla N°. 1 se puede apreciar, que - el mayor porcentaje de accidentes, corresponde a los ocasionados por las fugas de ácido y se tiene, que los grupos 1, 2 y 3 suman un total del 33% aproximadamente.

Ahora bien, este tipo de accidentes puede ser la causa de incidentes de mayores consecuencias, dado que generalmente las fugas de ácido son acompañadas de hidrocarburos y por lo tanto, dependiendo de la frecuencia con que éstos casos ocurren, resulta mayor o menor la posibilidad de que se presente un incendio, una explosión o una intoxicación masiva.

Si por una parte se hace una consideración de orden estadístico se obtiene la gráfica N°. 1 (hoja N°. 91) . En la parte superior se muestra la tendencia de los accidentes debidos al ácido fluorhídrico y la parte inferior la tendencia de los accidentes debidos a las fugas exclusivamente.

Como se puede notar, la tendencia a la disminución de estos últimos accidentes era muy leve y por lo tanto, saltaba la necesidad de abatirlos a fin de lograr una reducción similar a la que se estaba obteniendo en los otros grupos de accidentes, - puesto que se trataba del grupo más importante ya que directa o indirectamente eran los contribuyentes más próximos del acontecimiento de accidentes graves, o bien, formaban parte de la más severa manifestación de los problemas de corrosión a que estaban sujetos los equipos; ahora bien a la fecha, se han estudiado y - puesto en práctica algunas innovaciones en lo referente al mantenimiento, operación, diseño y seguridad en las plantas, logrando así, bajo una acertada coordinación de los Departamentos correspondientes, la disminución de accidentes al máximo posible.

TOTAL DE LOS ACCIDENTES DEBIDOS AL ACIDO FLUORHIDRICO  
 EN EL AREA DE ACIDO DE REFINERIA MADERO  
 DURANTE LOS AÑOS DE 1968 A 1970.

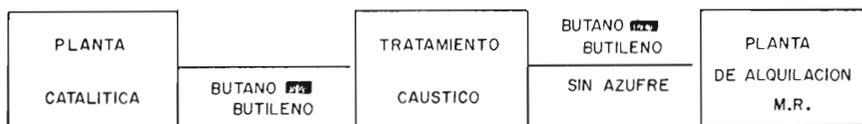


2).- Inovaciones.

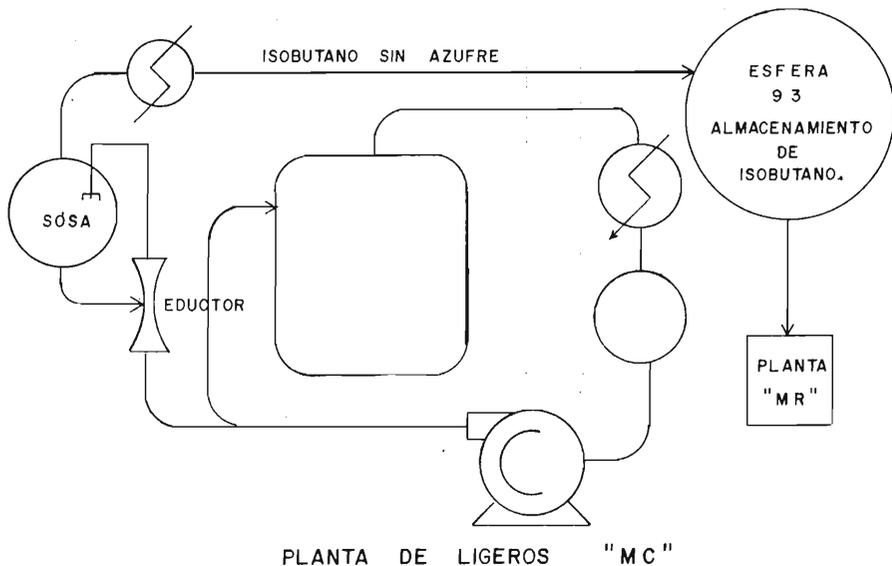
A).- Eliminación de Azufre en las Corrientes de Carga

La presencia de azufre en las corrientes de carga incrementa la formación de aceites solubles en ácido fluorhídrico, -- que son sumamente corrosivos y cuando este incremento alcanza -- valores superiores a la capacidad del sistema de regeneración, -- los aceites solubles se diversifican a todo el sistema causando fuerte corrosión.

Para fines de 1968 se terminó el reacondicionamiento del sistema de tratamiento cáustico del Butano Etileno que se produce en la Planta Catalítica "MP" y se destina a la Planta de Alquilación "MR" como carga.



Además, el isobuteno producido en la Planta de Ligero -- "MC" es sometido también a un tratamiento cáustico antes de ser enviado como carga a la Planta de alquilación "MR".



B).- Eliminación de la Humedad en las Corrientes de Carga.-

Como ya se mencionó el ácido fluorhídrico anhidro, se utiliza como catalizador en estas Plantas y consecuentemente por ningún motivo debe existir humedad en el proceso, ya que al mezclarse con el ácido se presenta una fuerte corrosión en los equipos. Es por ello que están instaladas torres empacadas con bauxita para atrapar la humedad contenida en las corrientes de carga y desde luego su sistema de regeneración.

En el año de 1969, se revisó, el procedimiento de secado y regeneración en la Planta "MR" y se llegó a la conclusión, de que era necesario, tal como se hizo, instalar una esfera además de la existente, para almacenar isobutano y permitir de esta ma-

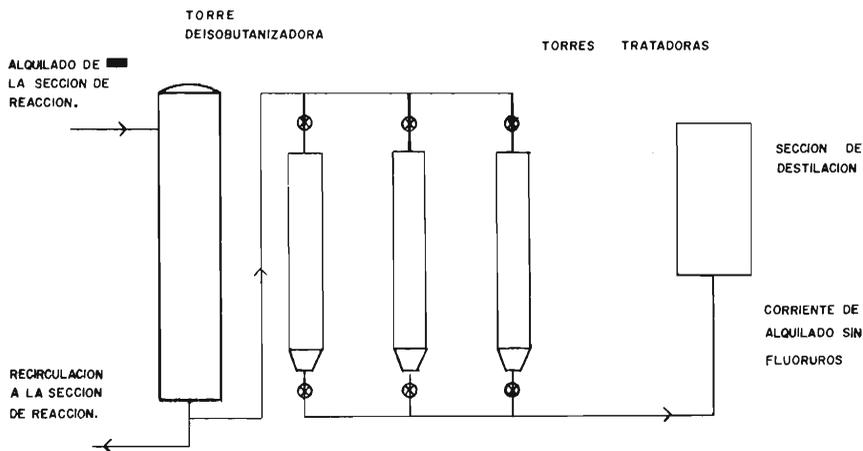
nera un mayor tiempo de residencia del producto y por lo tanto, una mejor separación y eliminación de la humedad antes de ser enviado como carga a la Planta "MR".

Al ser revisado este procedimiento de secado y regeneración, fue establecida una reglamentación que mejoró la eficiencia de esta operación.

### C).- Eliminación de Fluoruros.-

La inspección y calibración de los equipos y circuitos de tubería en la sección de destilación reportaba un desgaste excesivo atribuido al arrastre de fluoruros orgánicos.

Para fines de 1970 se instalaron 3 torres empacadas con alúmina activada para dar tratamiento a la corriente de salida de la torre deisobutanizadora antes de enviarse a la sección de destilación, logrando con éxito la disminución de la corrosión debida a la presencia de los fluoruros y como consecuencia un número reducido de fugas por este motivo.



#### D).- Eliminación de Fugas en Equipo Mecánico.-

Uno de los más serios problemas lo eran las fugas frecuentes por fallas en los sellos de las bombas y en general en todos aquellos equipos que requerían empaquetaduras.

Originalmente los empaques de las bombas eran a base de asbesto, que no cumplían su cometido. Durante los años de 1966 y 1967 se intentaron una serie de pruebas con materiales distintos, en busca de la solución adecuada y así fue como se utilizó empaquetaduras de aluminio y teflón con sello hidráulico a base de líquido, producto de la misma planta.

Con el teflón se tubo bastante éxito pero no se eliminó el problema en forma definitiva. Fue hasta el año de 1963 cuando al intentar el empaque de carbón (grafito) armado con teflón se obtuvieron muy buenos resultados. Por otra parte, los recubrimientos de materiales de aleación aplicados en la zona de fricción de las flechas, contribuyó también a la eliminación de las fugas de las bombas -

#### E).- Eliminación de Fallas en Soldaduras.-

Al observar y estudiar las frecuentes fallas que venían presentándose en las soldaduras, para fines del año de 1969 se estableció, que invariablemente cualquier soldadura como resultado de una reparación de circuitos que manejan ácido, fuera relevada de esfuerzos ya que la causa de esas fallas se debía al fenómeno de corrosión -- por esfuerzo "stress corrosion".

Con esta medi

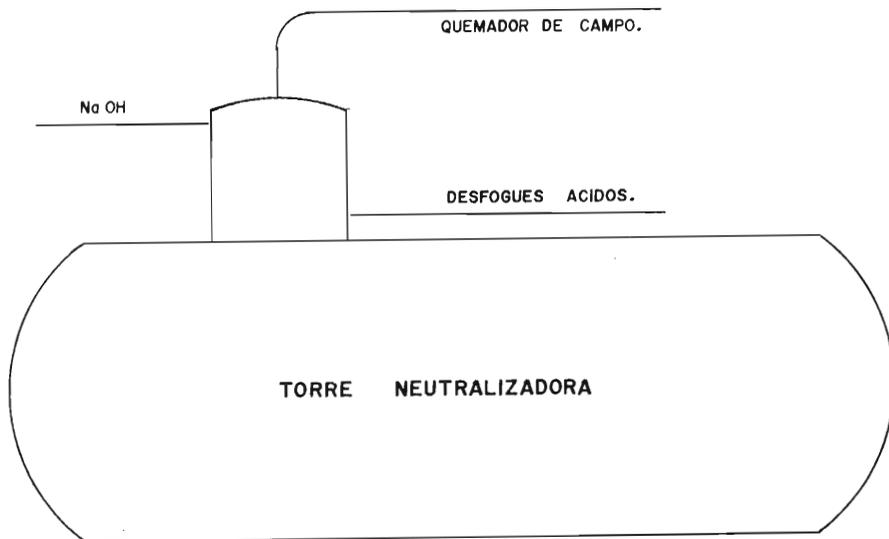
da fué encontrada una solución satisfactoria para este problema

F).- Eliminación de Fugas en la Sección de Neutralización de Desfogues Acidos.-

Los desfogues de las secciones ácidas de las Plantas, antes de ser enviados al quemador de campo, son tratados en la sección de neutralización empleando para ello sosa cáustica.

El problema que se tenía era la formación de fluoruros de sodio que formaban sedimentos relativamente duros y que se depositaban en las paredes del equipo, provocando una fuerte corrosión localizada principalmente, en la sección inferior de la torre neutralizadora.

Para fines del año de 1972 se redujo la concentración de la sosa evitando de esta manera la formación de ese sedimento, solucionando al fin el problema de corrosión y evitando por lo tanto las fugas.



A groso modo, se puede decir que los -- accidentes se han reducido desde un máximo de 101 hasta 13, de a cuerdo con la siguiente tabla.

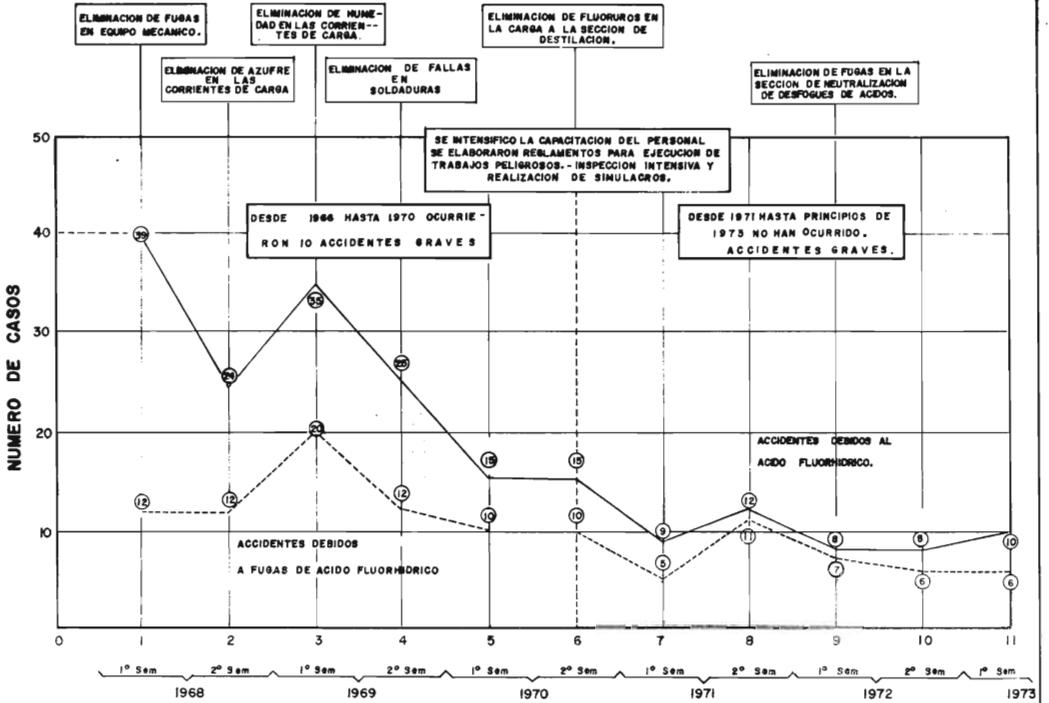
AÑO	TOTAL DE ACCIDENTES	ACCIDENTES DEBIDOS A FUGAS
1968	94	24
1969	101	32
1970	50	20
1971	25	16
1972	31	13
1973	13	6

Durante el primer semestre de 1973; por lo que se refiere al, renglón importante que es el de accidentes debidos a fugas, se han reducido de un máximo de 32 hasta 6 durante el primer semestre de 1973.

Si estos datos los mostramos gráfica--- mente en forma comparativa con la relación cronológica de actividades, se puede apreciar en la gráfica N°. 2 (de la pagina N° 98) la influencia que ha tenido el conjunto de actividades en los -- campos del diseño, mantenimiento, operación y seguridad en la -- disminución de los accidentes.

Desde el inicio de la operación de estas Plantas hasta el año de 1970 ocurrieron un total de 10 accidentes graves, y de esta última fecha hasta el presente, no se -- ha tenido que lamentar pérdidas humanas ni daños serios a las -- instalaciones.

# ACCIDENTES OCURRIDOS EN EL AREA DE ACIDO DE LA REFINERIA CIUDAD MADERO Y CRONOLOGICO DE ACTIVIDADES CON QUE SE LOGRO ABATIRLOS.



## CAPITULO V.

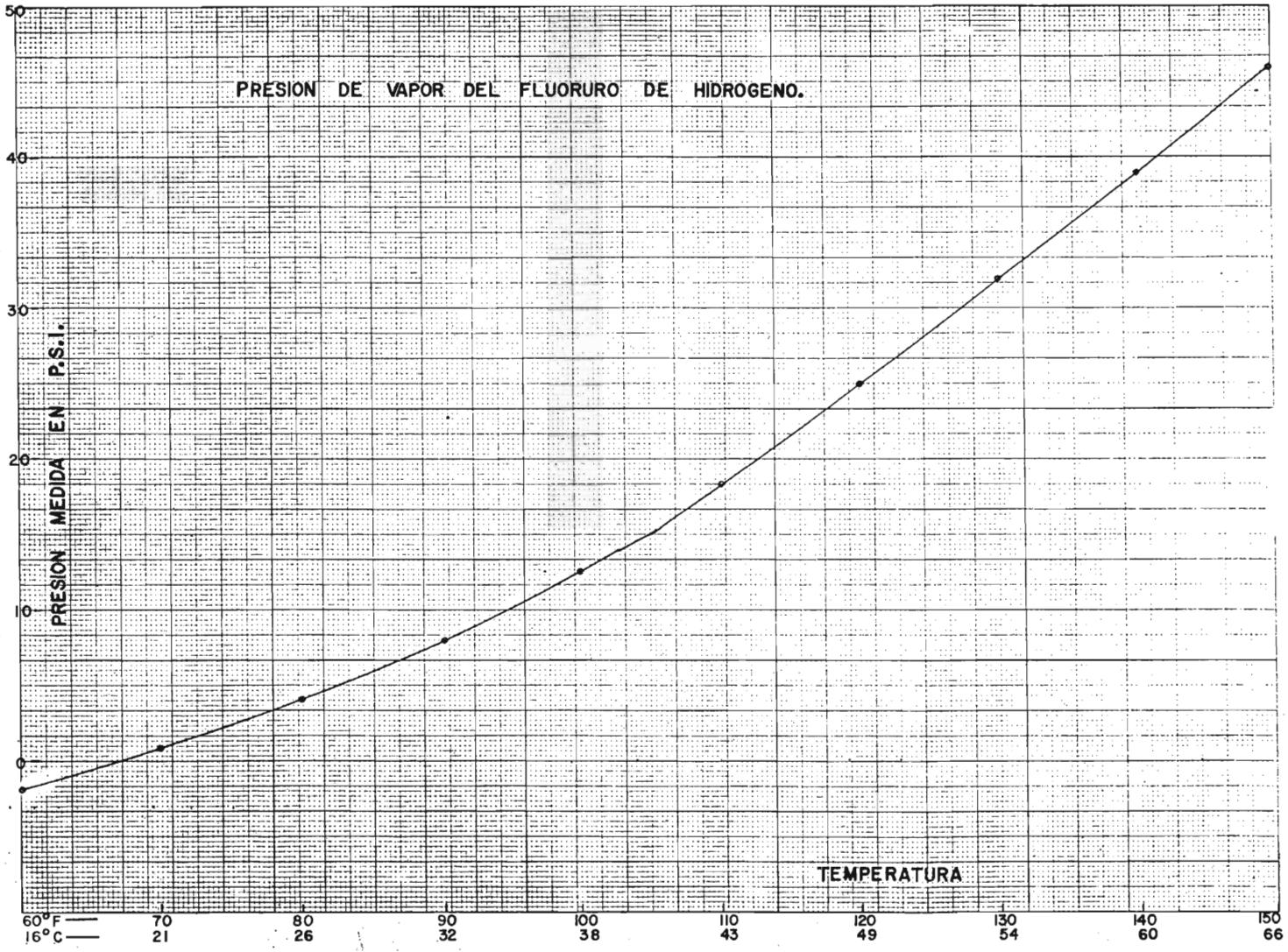
### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las Normas de Seguridad mencionadas específica y detalladamente en este trabajo, establecen la acción coordinada de Diseño, Operación y Mantenimiento mejorando el proceso en sí y logrando substancialmente la reducción de accidentes.

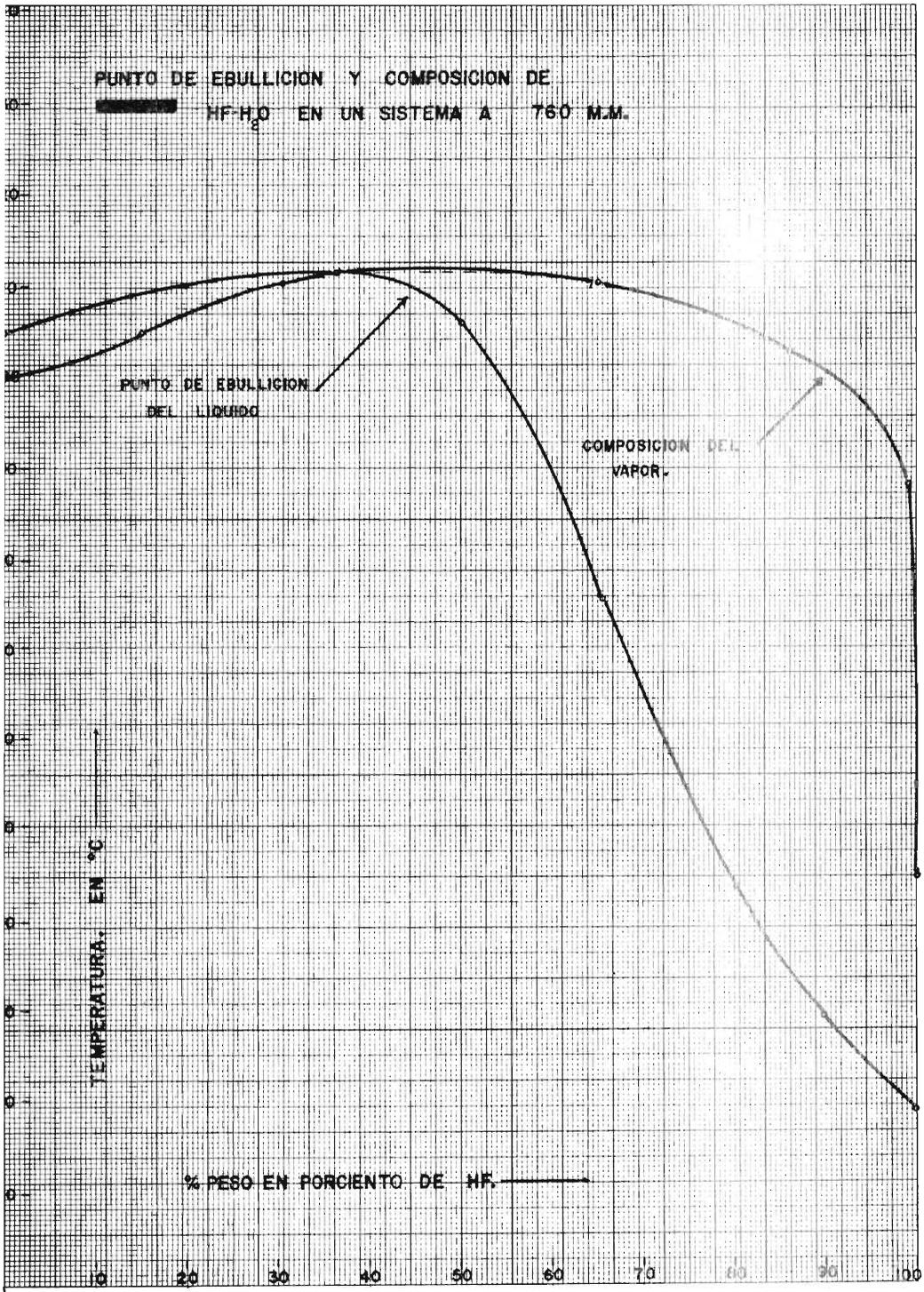
Se recomienda de acuerdo con el número de accidentes que han ocurrido hasta la fecha, lo siguiente:

- 1º).- Aumentar la capacitación del Personal mediante pléticas técnicas desarrolladas por el personal ya experimentado;
- 2º).- Ejecución de simulacros de accidentes;
- 3º).- Cumplimiento estricto de las normas y secuencias de seguridad, en maniobras donde se hayan identificado mayor número de accidentes;
- 4º).- Inspección rigurosa del equipo y productos mediante calibración periódica y análisis; y
- 5º).- Revisión periódica mediante seminarios de la descripción y aplicación de las normas aquí descritas.

PRESION DE VAPOR DEL FLUORURO DE HIDROGENO.



PUNTO DE EBULLICION Y COMPOSICION DE  
HF-H<sub>2</sub>O EN UN SISTEMA A 760 M.M.

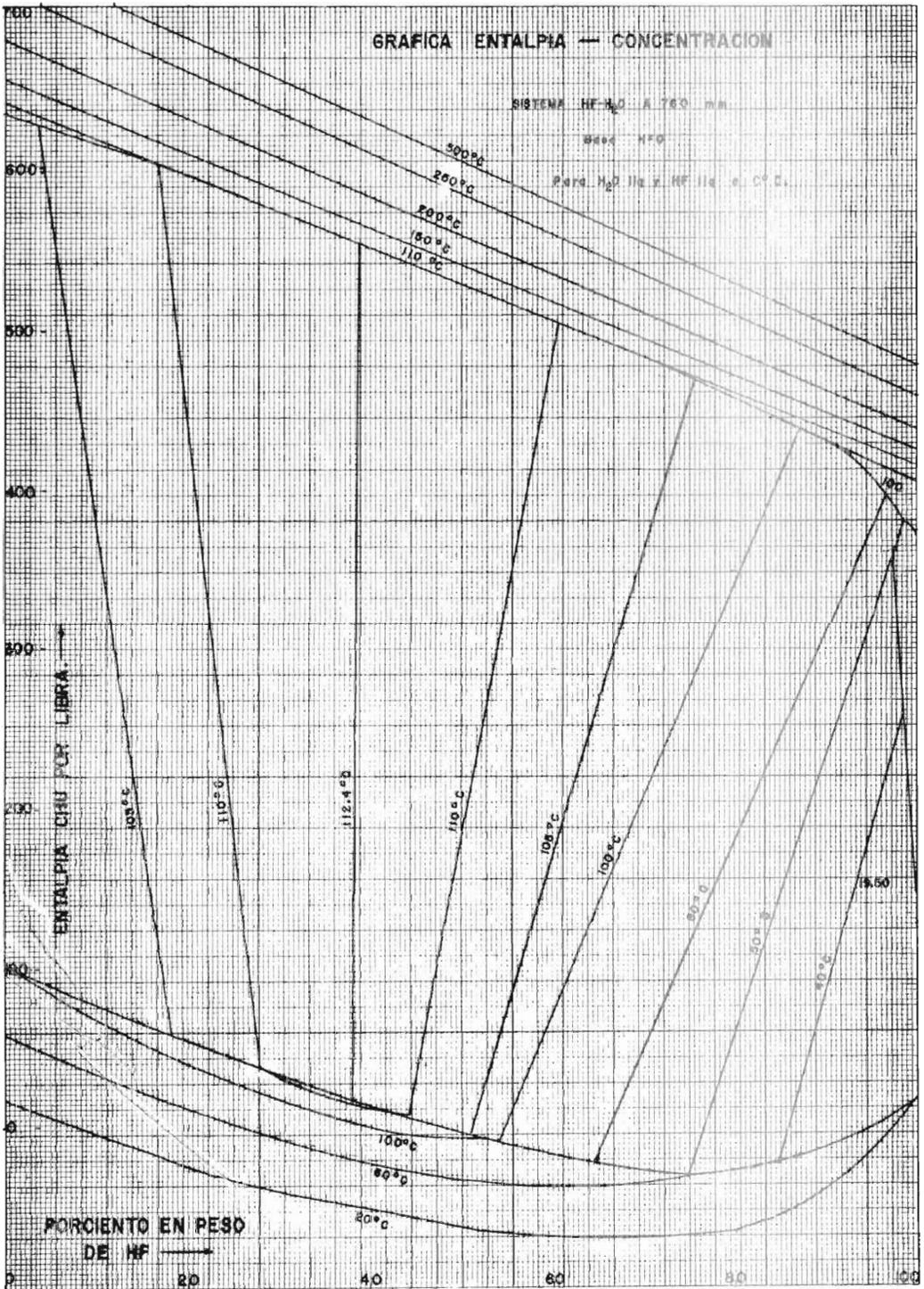


# GRAFICA ENTALPIA — CONCENTRACION

SISTEMA HF-H<sub>2</sub>O A 760 mm

Base: H<sub>2</sub>O

Perd. H<sub>2</sub>O liq. y HF liq. a. C° C.



GRAFICA C.

ISOTERMAS DE LA PRESION PARCIAL  
DE SOLUCIONES DE FLUORURO DE  
HIDROGENO

PRESION DE VAPOR EN  
M.M. Hg.  
DEL HF

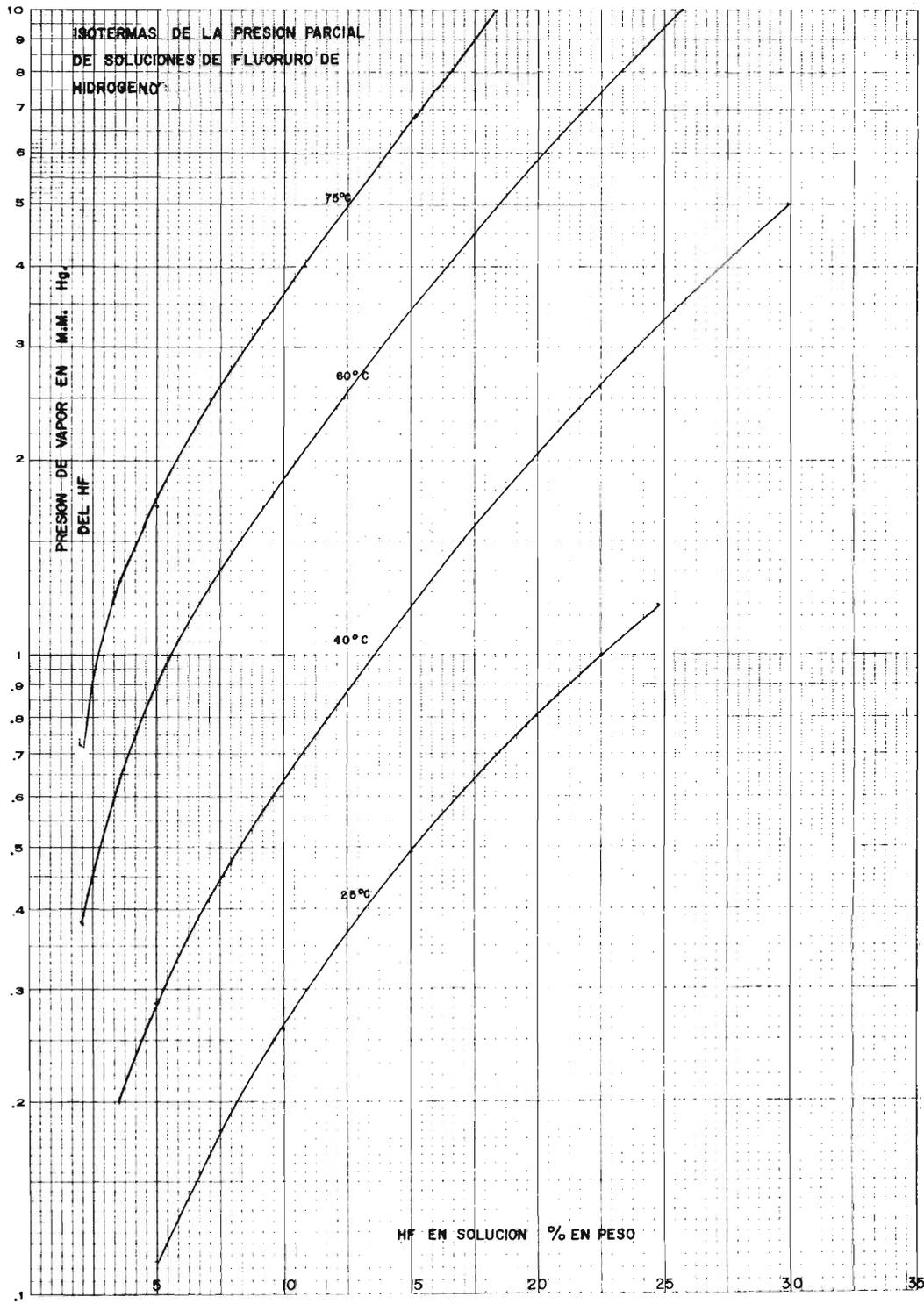
75°C

60°C

40°C

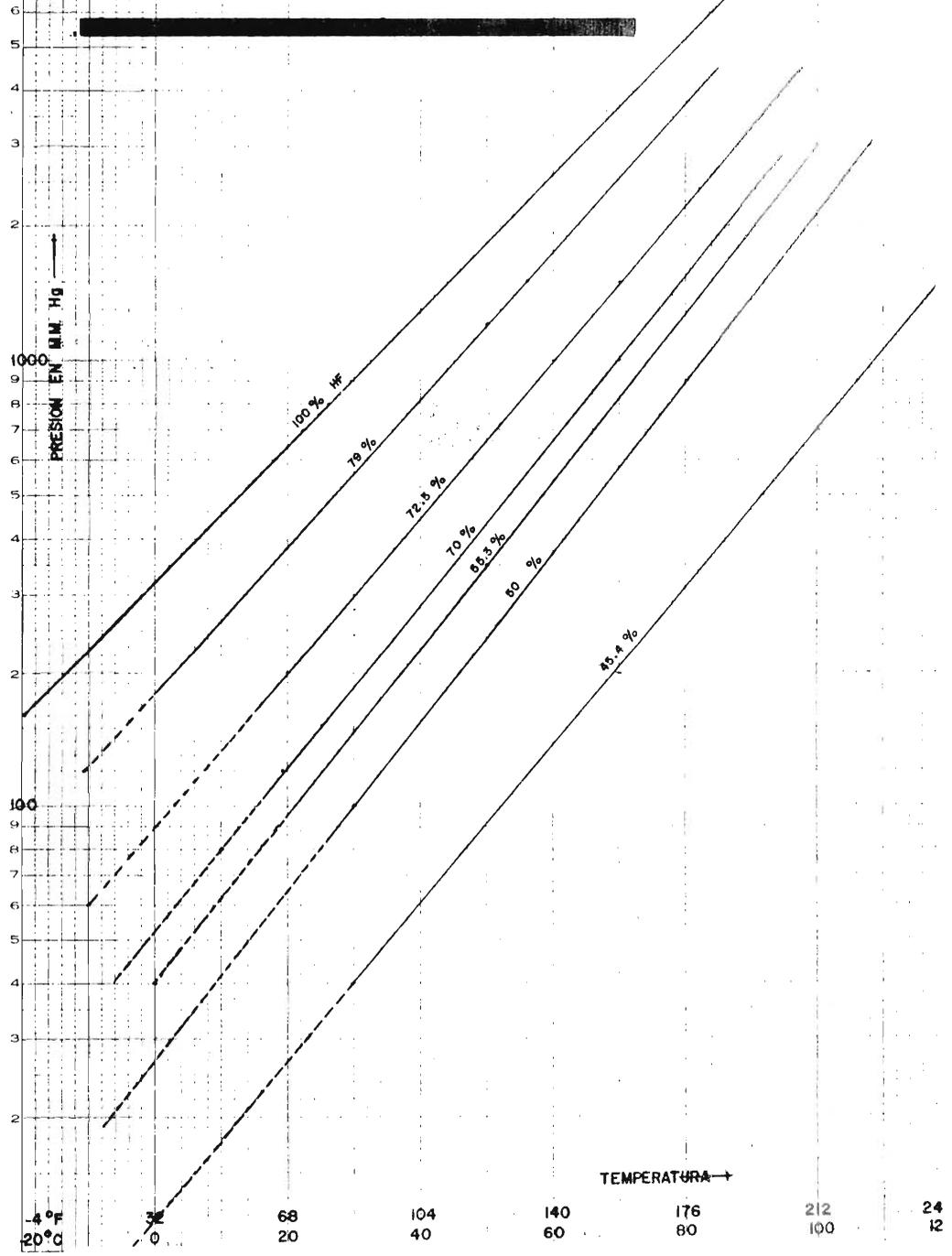
25°C

HF EN SOLUCION % EN PESO



10000

# PRESION DE VAPOR DE HF ANHIDRO Y SOLUCIONES.



PRESION EN MM. Hg. ↑

TEMPERATURA →

-4 °F  
-20 °C

32  
0

68  
20

104  
40

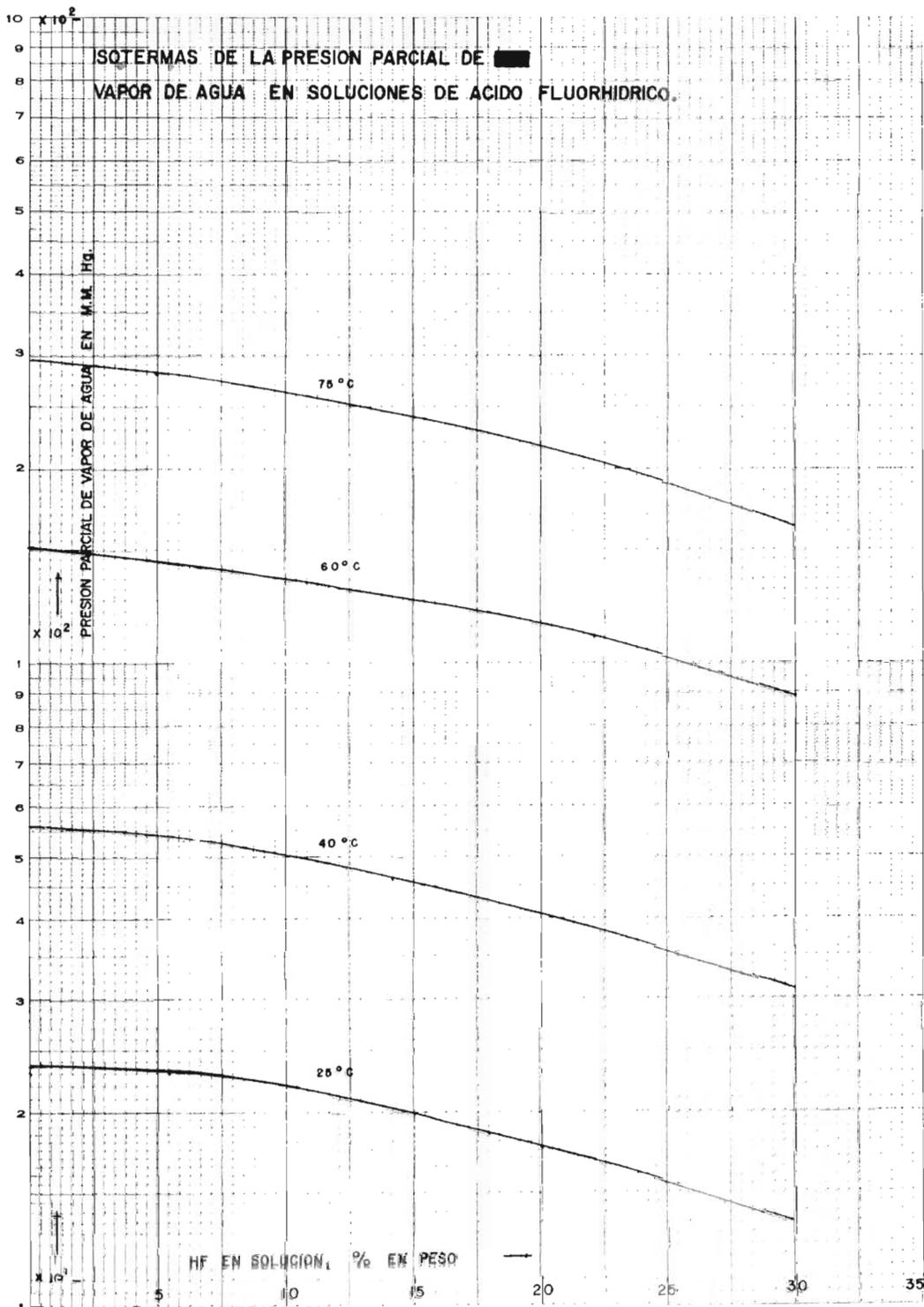
140  
60

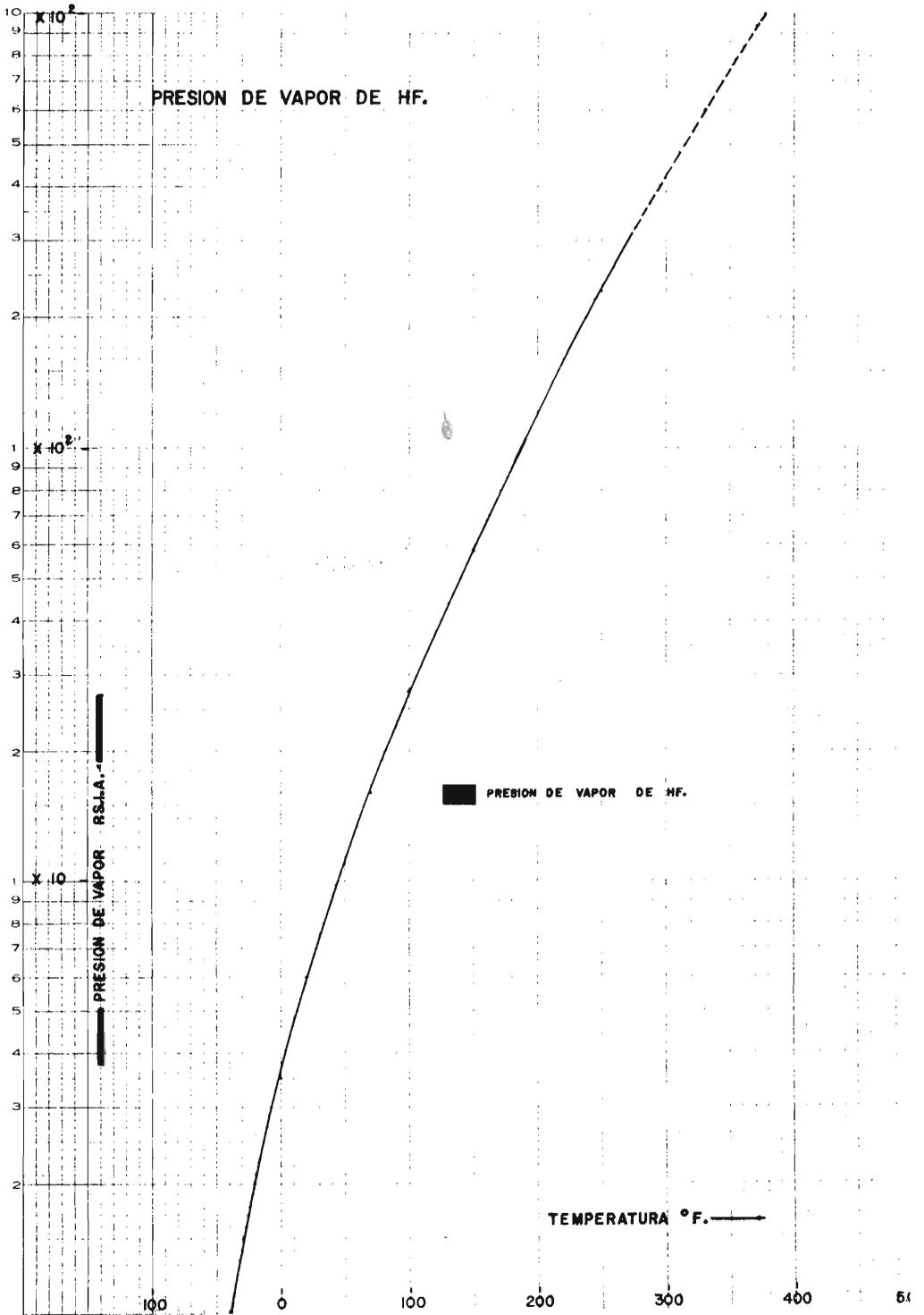
176  
80

212  
100

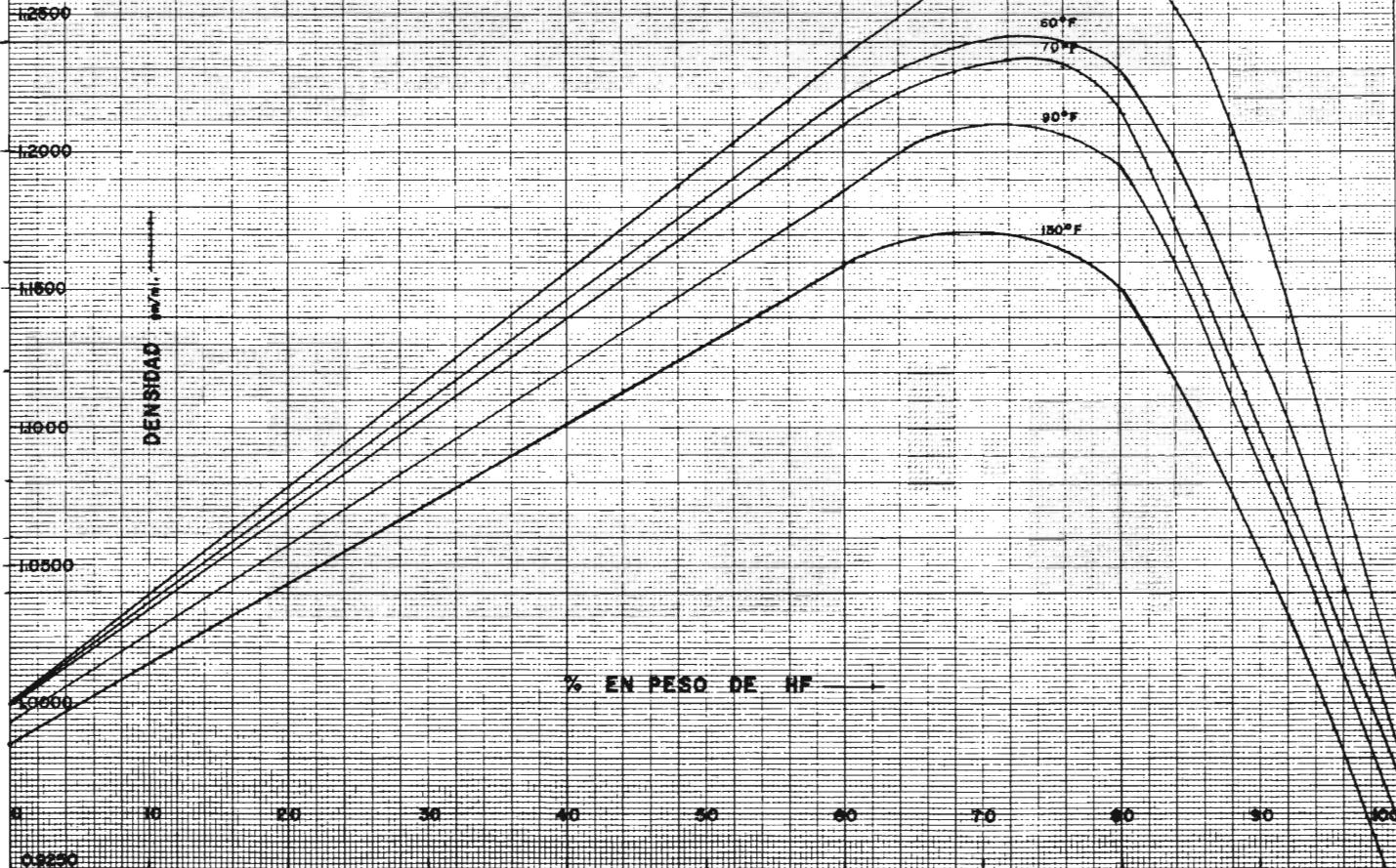
248  
120

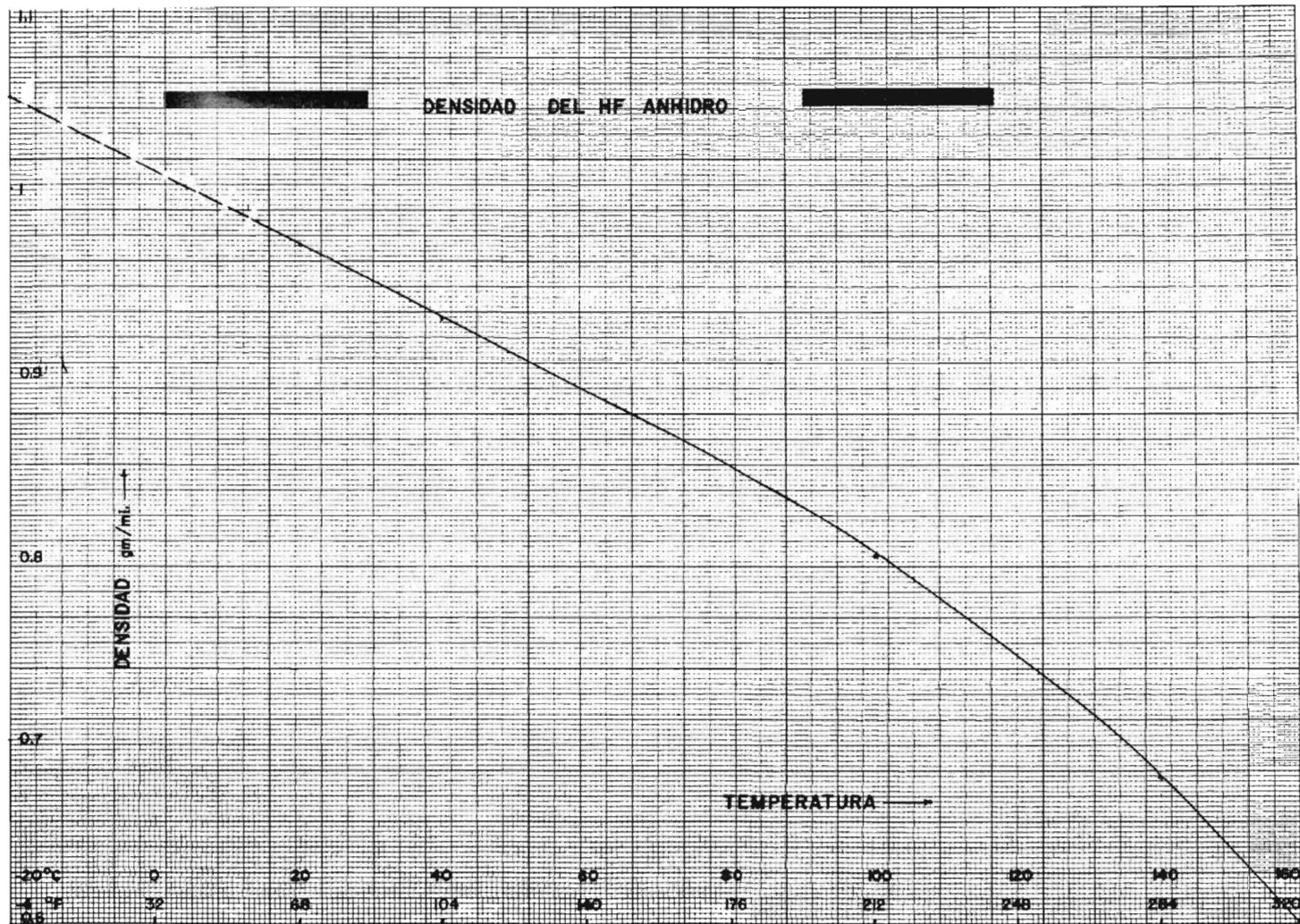
ISOTERMAS DE LA PRESION PARCIAL DE  
 VAPOR DE AGUA EN SOLUCIONES DE ACIDO FLUORHIDRICO.

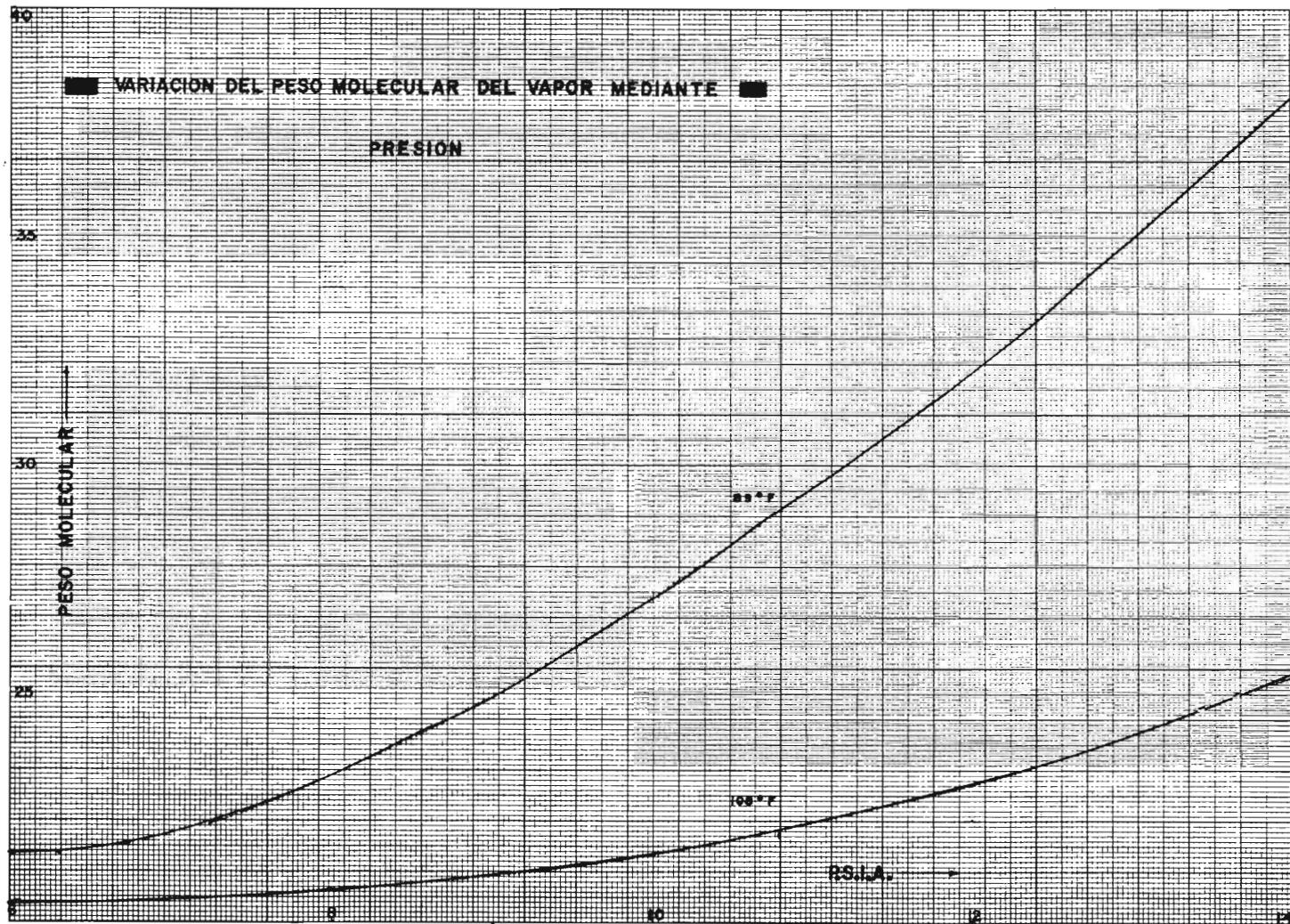


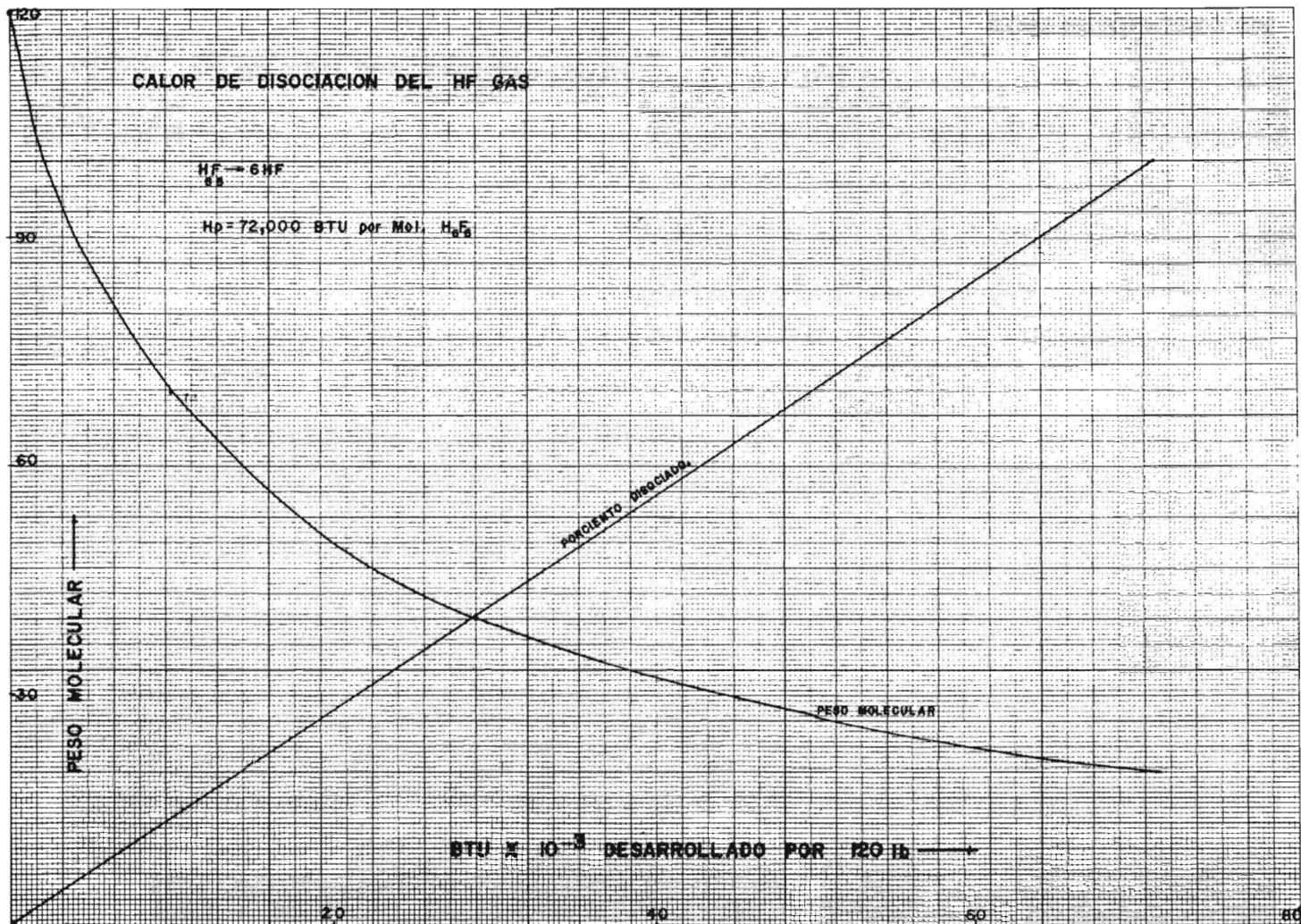


DENSIDAD DE SOLUCIONES HF-H<sub>2</sub>O



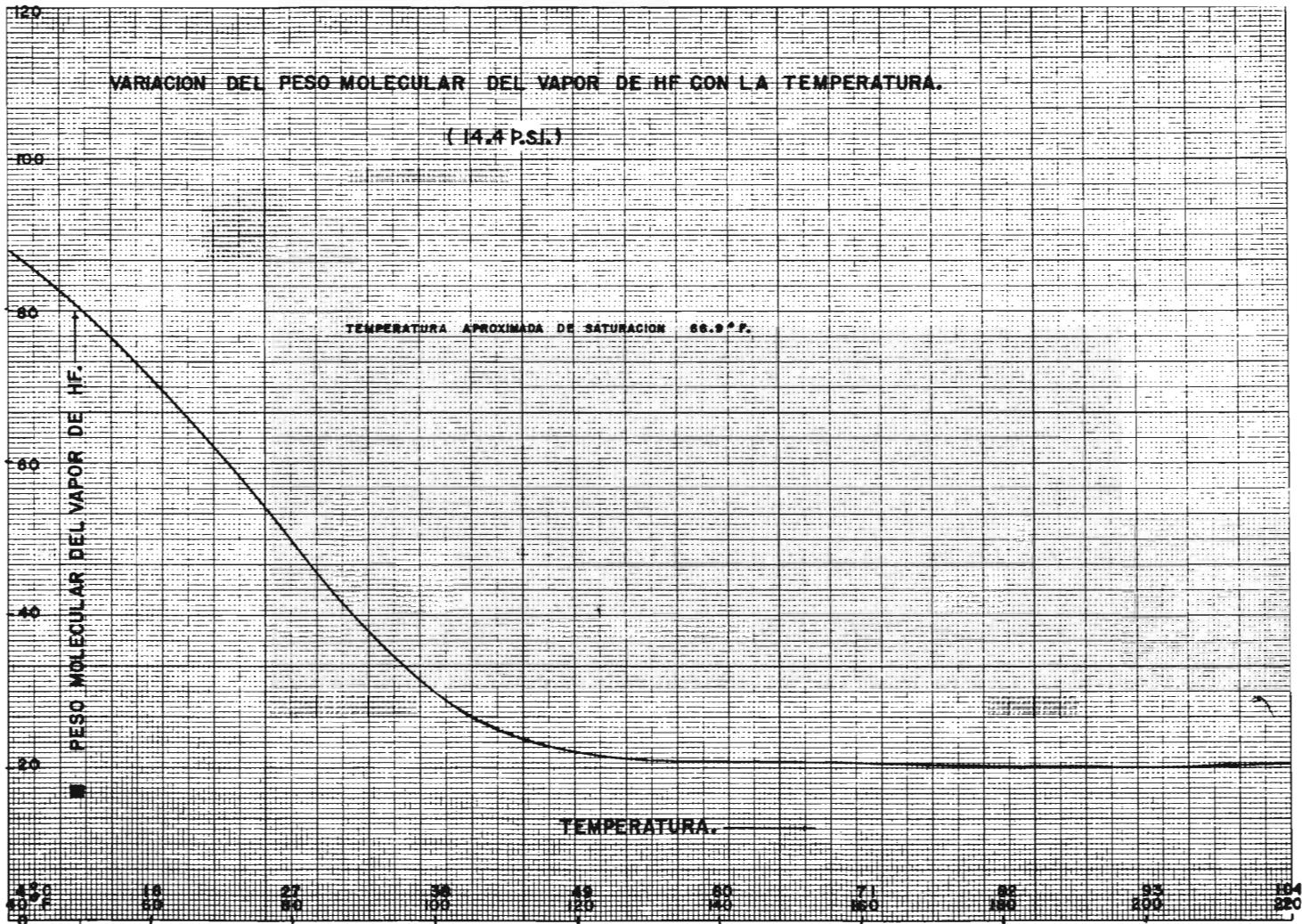




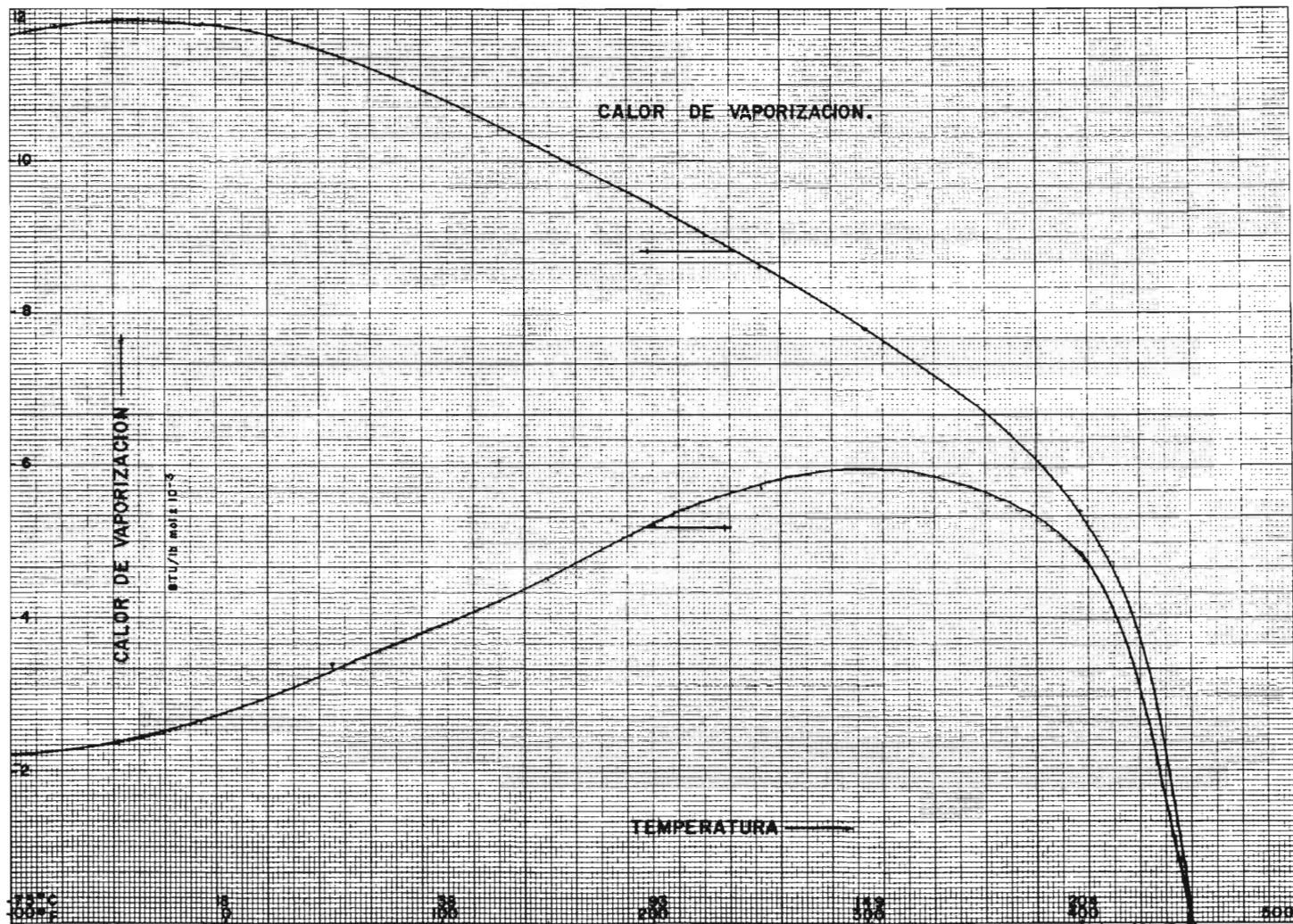


VARIACION DEL PESO MOLECULAR DEL VAPOR DE HF CON LA TEMPERATURA.

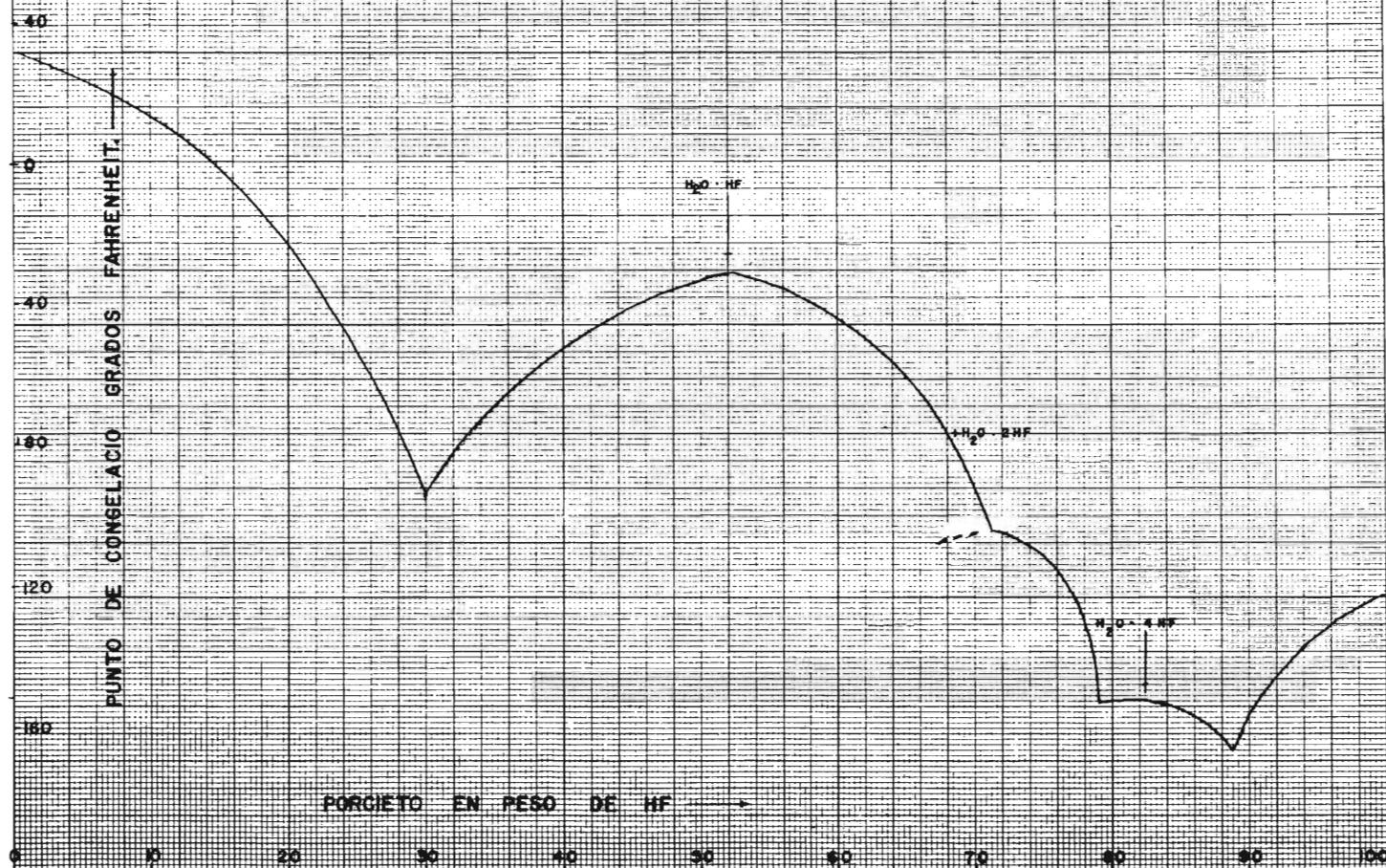
(14.4 P.S.J.)

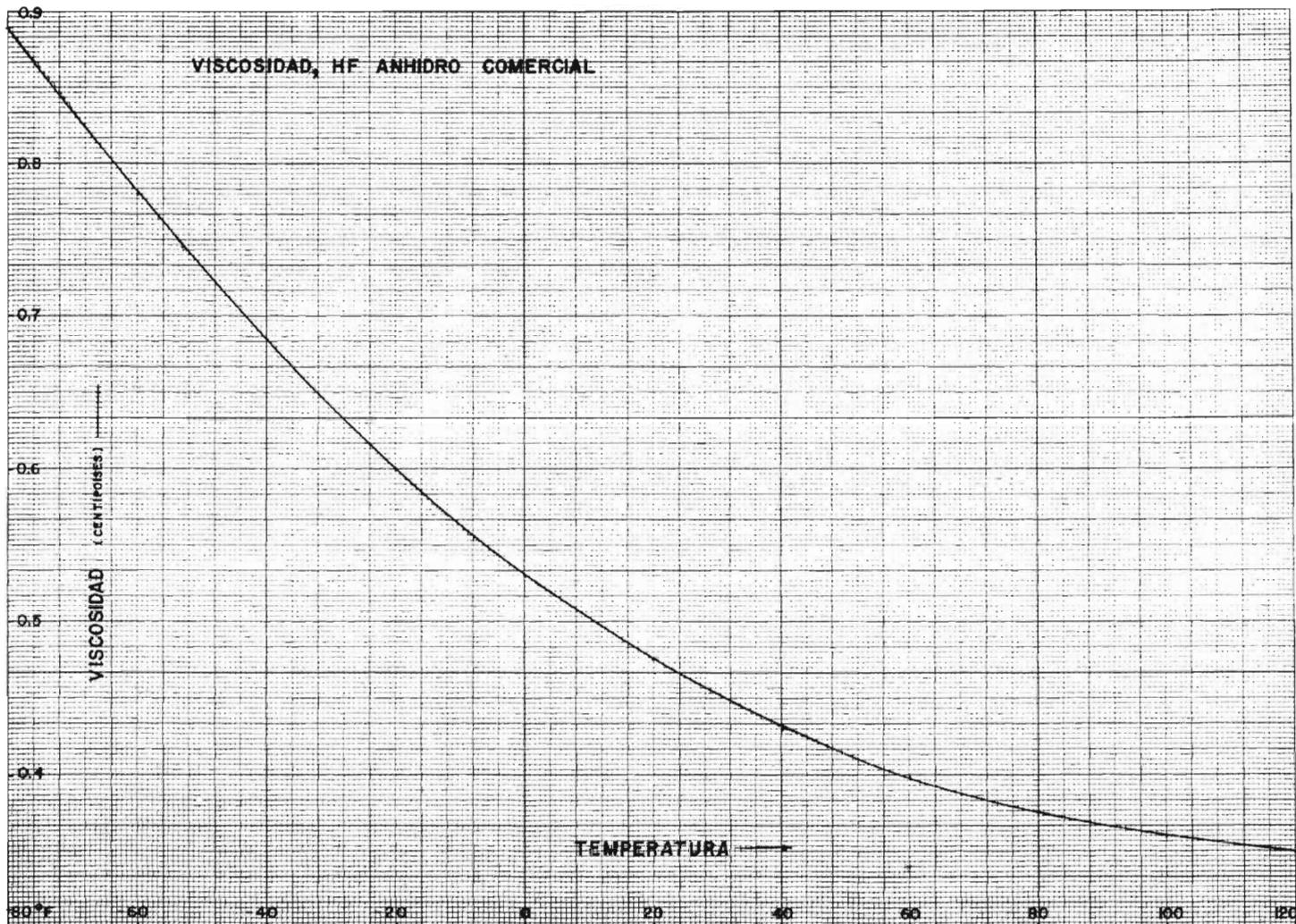


43 50 60 70 80 90 104  
0 50 100 150 200 250



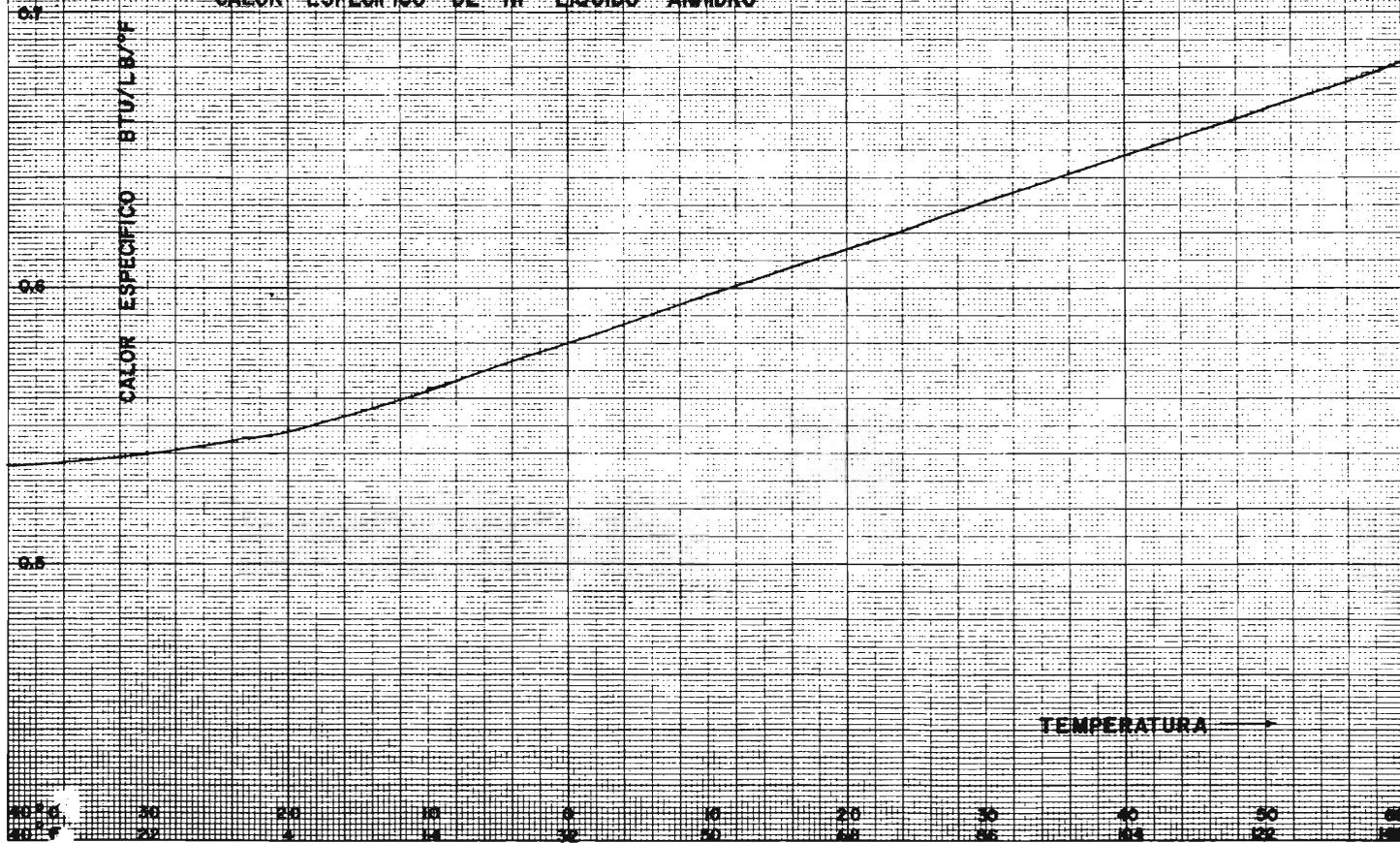
# PUNTO DE CONGELACION DE HF ACUOSO



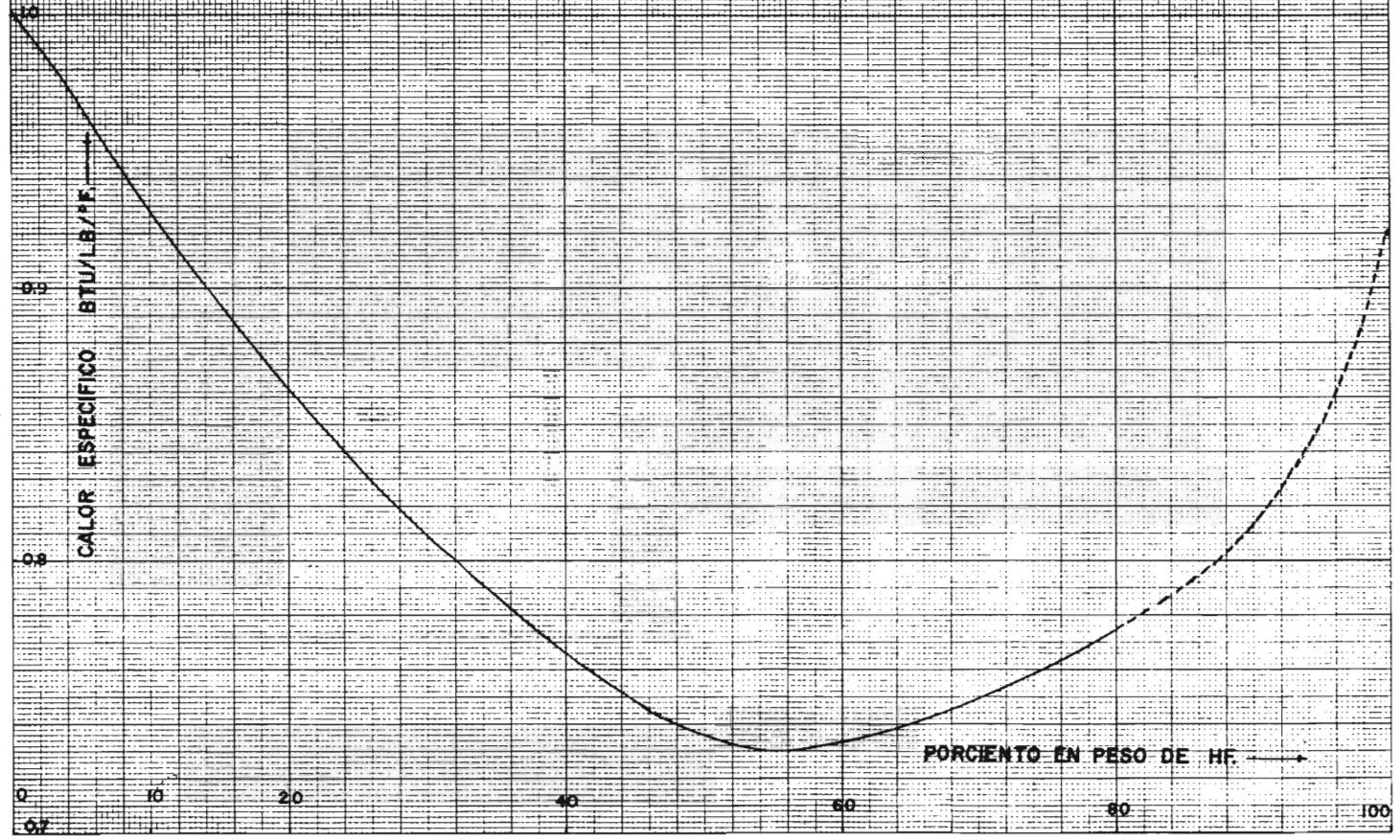


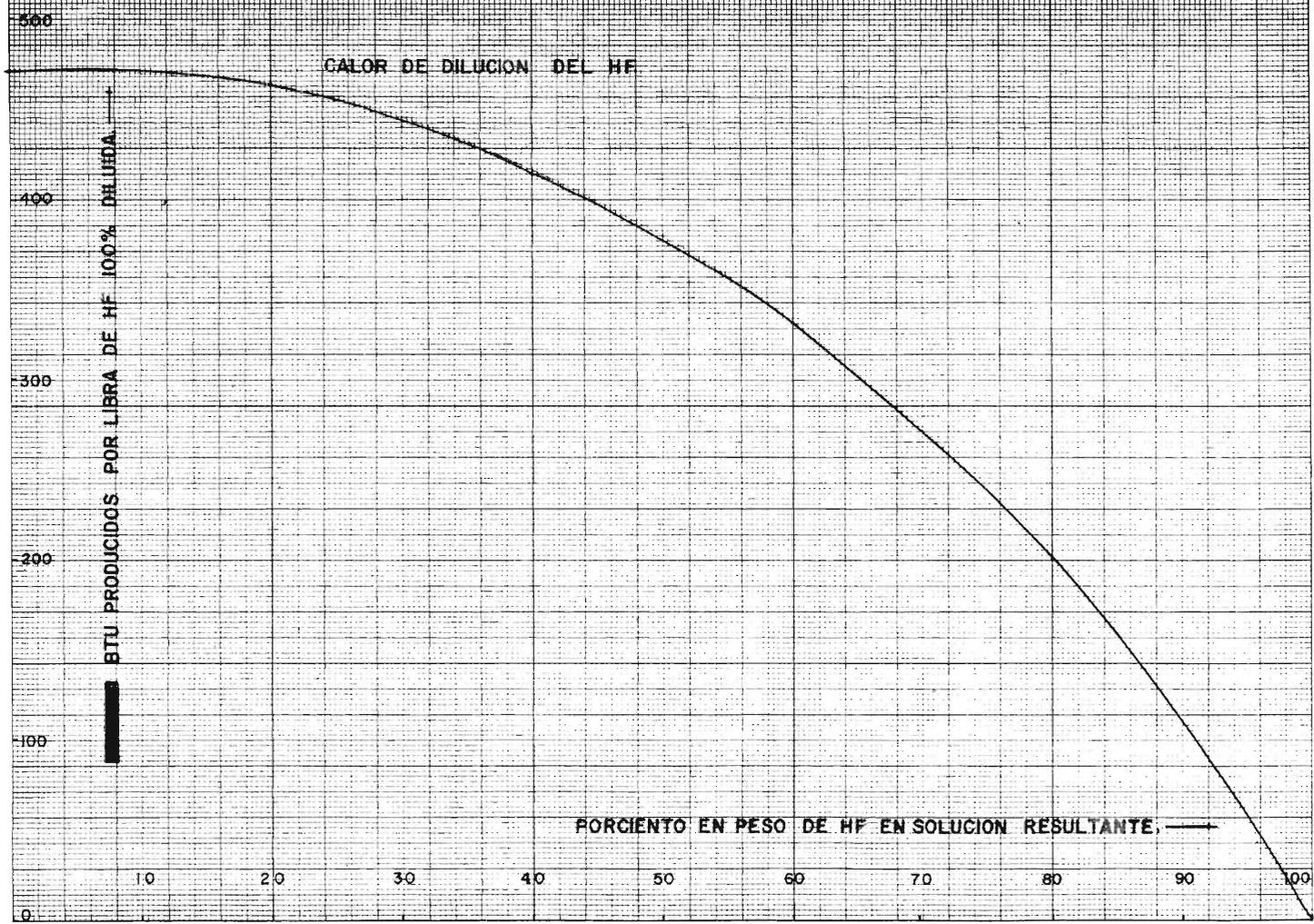


# CALOR ESPECIFICO DE HF LIQUIDO ANHIDRO



CALOR ESPECIFICO DE HF AGUOSO A 80°F





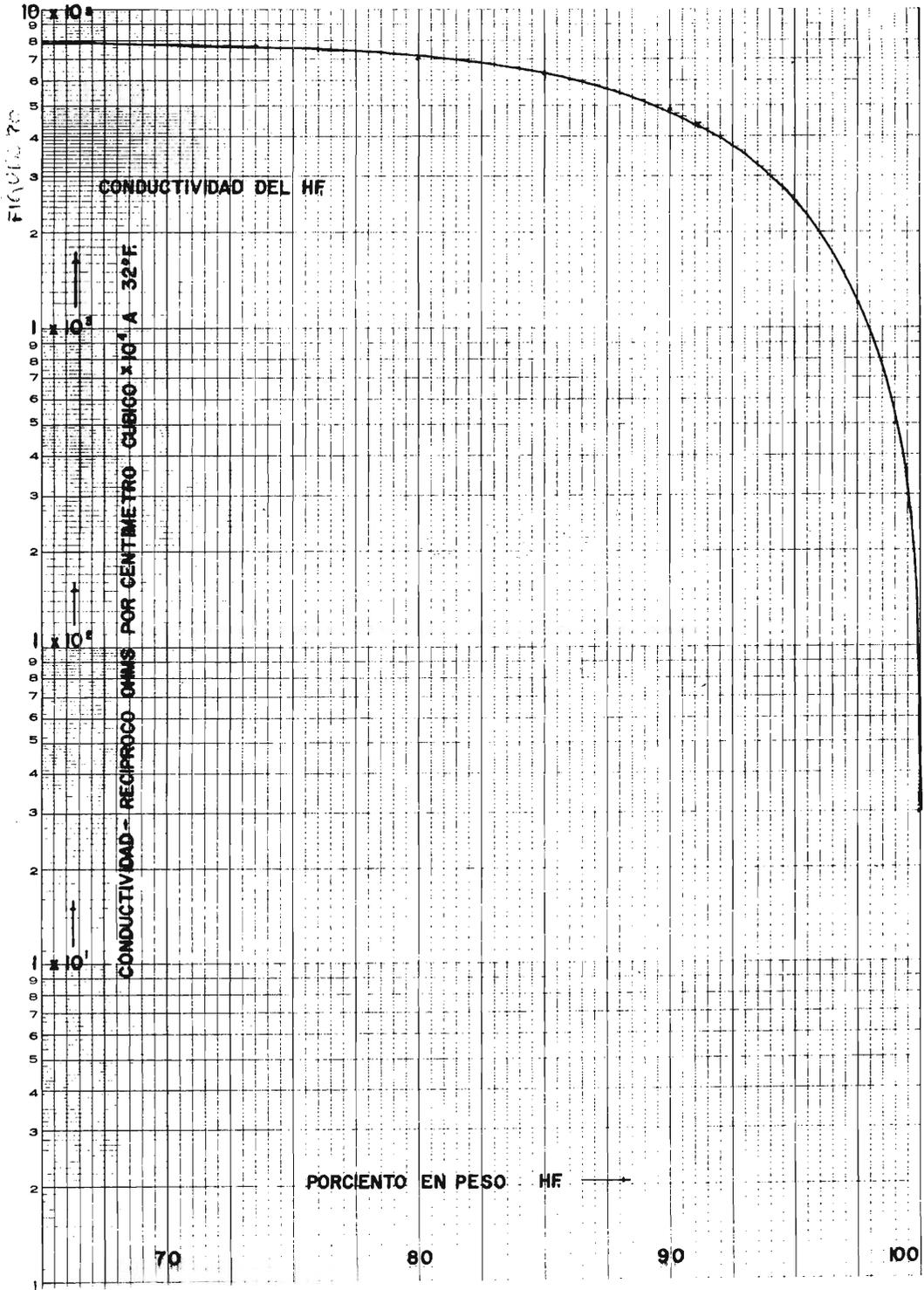


FIGURA 70

CONDUCTIVIDAD DEL HF

CONDUCTIVIDAD - RECÍPROCO OHMS POR CENTÍMETRO CUBICO x 10<sup>1</sup> A 32°F

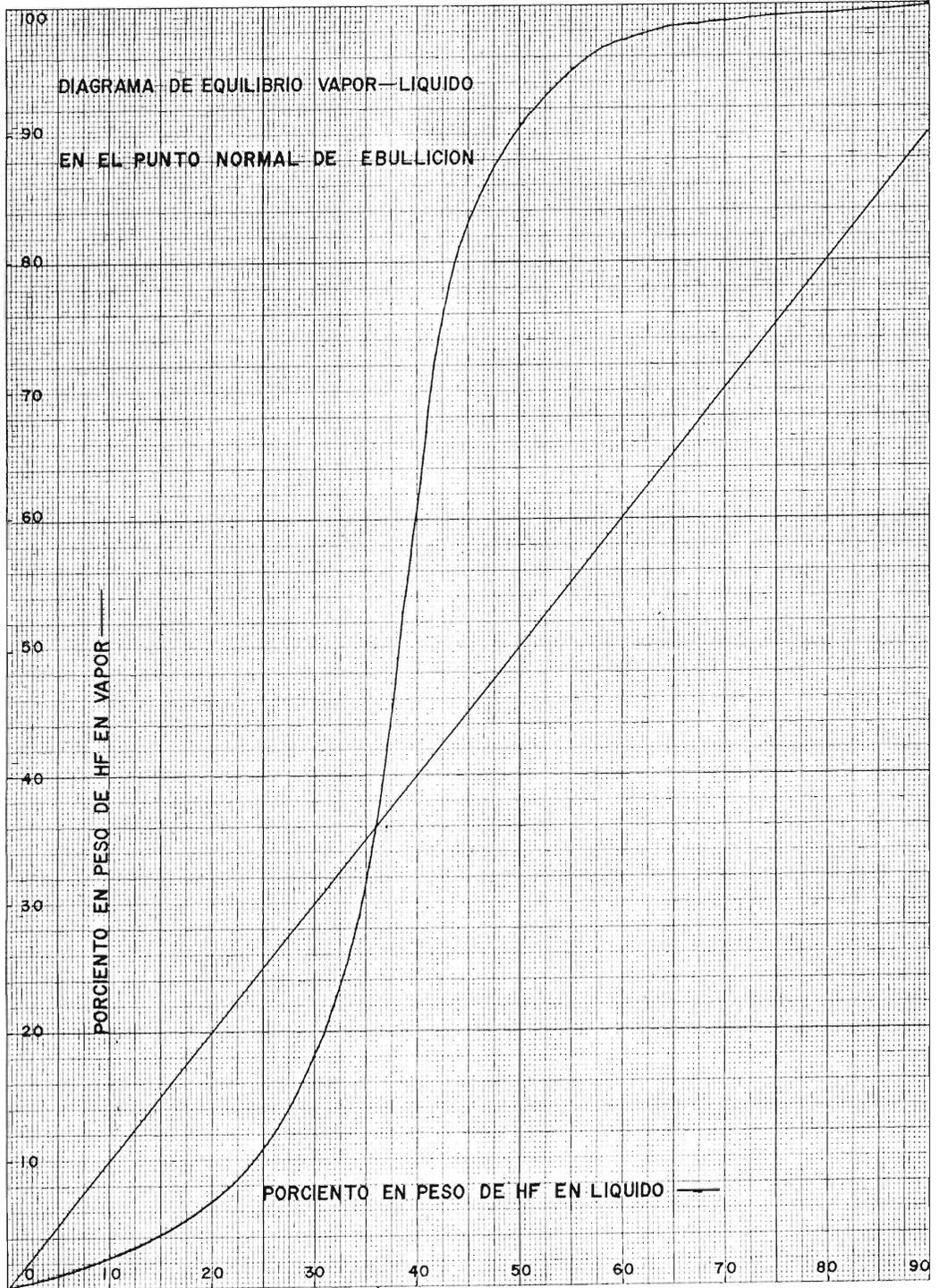
PORCIENTO EN PESO HF →

70

80

90

100





## BIBLIOGRAFIA.

- 1).- BARRAGAN, M.B.  
Previsión y Seguridad.  
Cia. Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S.A.  
Monterrey, Méx. (1938-1942)
- 2).- LAZO CERDA, H.  
Higiene y Seguridad Industrial.  
3a. Edición.  
Instituto Politécnico Nacional.  
México. (1956)
- 3).- PERRY, J.H.  
Chemical Engineers' Handbook.  
Fourth Edition.  
McGraw-Hill.  
Tokyo, Japan. (1972).
- 4).- ROJAS DOSAL, R.J.  
Seguridad en el manejo del Acido Fluorhídrico en las  
Plantas de Alkil-Benceno.  
(tesis) U.N.A.M. Facultad de Química.  
México. (1972)

## REPORTES TECNICOS.

- 5).- Manufacturing Chemists Association. Chemical Safety Data  
Sheet. SD-25. Washington, D.C (1970).
- 6).- México, Petróleos Mexicanos. Boletín de Seguridad Indus---  
trial N° 42. (1970)
- 7).- México, Petróleos Mexicanos. Manual de Normas de Seguridad  
Norma DIII-20. (1968)
- 8).- México, Petróleos Mexicanos. Manual de Operación de la ---  
"Planta de Alquilación RH-AR". Refinería 18 de Marzo-----  
(1968)
- 9).- México, Instituto Mexicano del Petróleo. 1er. Seminario de  
la Industria Química Aplicada, a la Industria Petrolera.  
México. 21-23 de Agosto (1968).
- 10).- Stauffer Chemical Company, (Houston). Handling Safety and  
Sample Analysis of Hydrofluoric Acid.