

201 29

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



"PAQUETE DE INGENIERIA BASICA PARA  
TRANSPORTE DE AMONIACO ANHIDRO".

## **TESIS MANCOMUNADA**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A N :  
SERGIO FLORES ORTEGA  
RAFAEL GARCIA GUTIERREZ

Cd. Universitaria



1988

EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE GENERAL

### CAPITULO I GENERALIDADES

- 1.1. Introducción
- 1.2. Propiedades físico-químicas del amoniaco anhidro y en solución.
  - 1.2.1 Propiedades del amoniaco anhidro.
  - 1.2.2 Propiedades del amoniaco en solución.
- 1.3 Aplicaciones del amoniaco.
  - 1.3.1 Fertilizantes.
  - 1.3.2 Explosivos.
  - 1.3.3 Industria Química.
  - 1.3.4 Refrigeración.
  - 1.3.5 Tinta para impresión.
  - 1.3.6 Resinas sintéticas.
  - 1.3.7 Refinación del petróleo.
  - 1.3.8 Agente limpiador.
  - 1.3.9 Industria textil
- 1.4 Normas para manejo y almacenamiento de amoniaco anhidro.
  - 1.4.1 Amoniaco anhidro.
  - 1.4.2 Amoniaco en solución.

### CAPITULO II DESCRIPCION DE SISTEMAS PARA MANEJO DE AMONIACO

- 2.1 Almacenamiento de amoniaco anhiro.
  - 2.1.1 Almacenamiento refrigerado y presión atmosférica.
  - 2.1.2 Almacenamiento a presión refrigeración

- 2.1.3 Almacenamiento a temperatura ambiente.
- 2.2 Sistema de transporte de amoniaco anhidro.
  - 2.2.1 Auto-tanques y corro-tanques.
  - 2.2.2 Transporte marítimo.
  - 2.2.3 Líneas de conducción.
- 2.3 Sistema de preparación de solución amoniacal.
  - 2.3.1 Objetivo.
  - 2.3.2 Preparación de solución amoniacal.
  - 2.3.3 Acondicionamiento de la solución amoniacal.

### CAPITULO III INGENIERIA BASICA

- 3.1 Bases de diseño.
  - 3.1.0 Generalidades.
  - 3.1.1 Localización.
  - 3.1.2 Disponibilidad de servicio.
  - 3.1.3 Capacidad, rendimiento, flexibilidad.
  - 3.1.4 Especificación de las alimentaciones.
  - 3.1.5 Especificación de los productos.
  - 3.1.6 Protección contra incendio.
  - 3.1.7 Sistema de desfuegos.
  - 3.1.8 Condiciones ambientales.
- 3.2 Descripción del proceso.
  - 3.2.1 Descripción de las instalaciones.
  - 3.2.2 Sistema de envío de amoniaco - anhidro.
  - 3.2.3 Sistema de recibo de amoniaco anhidro.

- 3.2.4 Sistema de preparación de solución amoniacal.
- 3.2.5 Sistema de llenaderas de amoniaco anhidro y en solución.
- 3.3 Diagrama de flujo.
- 3.4 Lista de equipo.
- 3.5 Hojas de datos.
- 3.6 Criterios de diseño.
  - 2.6.1 Ciudad Madero
    - 3.6.1.1 Proceso
    - 3.6.1.2 Equipos
  - 3.6.2 Línea de conducción.
  - 3.6.3 San Fernando
    - 3.6.3.1 Proceso
    - 3.6.3.2 Equipo
- 3.7 Filosofía básica de operación.
  - 3.7.1 Bombeo de amoniaco anhidro.
  - 3.7.2 Línea de envío.
  - 3.7.3 Recibo y almacenamiento de amoniaco anhidro.
- 3.8 Requerimientos de servicios auxiliares.
  - 3.8.1 Ciudad Madero.
  - 3.8.2 San Fernando.
- 3.9 Diagramas de tuberías e instrumentación.
- 3.10 Arreglo general de Equipo (Lay-out).
- 3.11 Especificaciones de tuberías.
- 3.12 Índice de Líneas.
- 3.13 Índice de Instrumentos.
- 3.14 Diagrama unifilar básico.

CAPITULO IV ESTIMADO DE INVERSION

- 4.1 Introducción.
  - 4.1.1 Antecedentes
  - 4.1.2 Objetivo.
- 4.2 Resumen.
  - 4.2.1 Estimado de inversión.
  - 4.2.2 Programa de desembolsos.
- 4.3 Estudio comparativo de costos de transporte de amoniaco.
  - 4.3.1 Transporte con autotanque.
  - 4.3.2 Línea de conducción.
  - 4.3.3 Resumen y conclusiones.
- 4.4 Sumario de costos.
- 4.5 Sumario de costos de equipos.
- 4.6. Programa de Ejecución del proyecto.

CAPITULO V CONCLUSIONES

CAPITULO VI BIBLIOGRAFIA

CAPITULO VII APENDICES

- A.- Determinación de la capacidad del amoniaco ducto.
- B.- Memorias de cálculo.
  - 1.- Balance de materia y energía.
  - 2.- Dimensionamiento tanques de almacenamiento de amoniaco anhidro.
  - 3.- Cálculo del sistema de desfogue.
  - 4.- Cálculo de una bomba.
- C.- Cálculo de la línea de conducción.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1 INTRODUCCION

El presente estudio tiene como finalidad el desarrollo de un paquete de Ingeniería Básica, para un sistema de transporte de amoniaco anhidro a través de líneas de conducción, incluyendo su recibo y almacenamiento.

Se ha tomado como base para ilustrar la integración del paquete, el diseño del sistema de envío de amoniaco anhidro de Cd. Madero hasta San Fernando, Tamps., y una planta de preparación de solución amoniacal que permita manejar más facilmente este producto.

La capacidad del sistema de envío se determinó en función de las necesidades de la zona de influencia de San Fernando para las áreas de cultivo. El estimado se encuentra ilustrado en el apéndice.

El alcance cubierto en este estudio incluye una breve descripción de las propiedades del amoniaco, y las normas de seguridad que se deben seguir para su manejo, transporte y almacenamiento. EL paquete de Ingeniería Básica incluye un Diagrama de Balance, Diagramas de Tubería e Instrumentación, especificaciones básicas de los equipos, descripción del proceso y la filosofía de operación. Se ha excluido lo relativo a servicios auxiliares, ya que se ha considerado que corresponde a la Ingeniería de Detalle.

Se incluye también un estimado del monto de la inversión de las instalaciones, y se hace un análisis comparativo del costo que representaría utilizar auto-tanques como medio de transporte del

amoniaco, contra el costo que representa transportarlo por líneas de conducción.

El objetivo principal de transportar amoniaco anhidro a través de líneas de conducción, es hacer llegar a bajo costo este producto a zonas agrícolas para que lo utilicen como fertilizante líquido, incrementando de esta forma el rendimiento de las tierras de cultivo.

Debido a que existe a nivel nacional una gran deficiencia en la producción de alimentos básicos, este paquete de Ingeniería Básica, resulta de gran interés.

Entre los factores que han influido en aumentar la deficiencia en la producción de alimentos están los siguientes:

- a) Desproporción entre el aumento de la producción agropecuaria.
- b) Un interés limitado por invertir en esta área, debido a la ausencia de incentivos económicos.
- c) Infraestructura limitada en algunas zonas del país como: falta de transporte, malos servicios y encarecimiento de éstos.
- d) Insumos básicos insuficientes o de mala calidad.

Las grandes distancias geográficas de nuestro país, han sido un factor limitante para un proceso de integración, ya que tanto las materias primas como los fertilizantes, tienen una baja densidad económica y los costos de transporte inciden muy sensiblemente en el valor de los productos entregados en los destinos finales.



Esperamos que el presente trabajo, ayude en las decisiones de inversión del sector privado y del estado en esta área, para lograr el crecimiento agrícola que se requiere en la actualidad.

## 1.2 PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL AMONIACO ANHIDRO Y EN SOLUCION.

### 1.2.1 Propiedades del amoniaco anhidro.

Bajo condiciones normales de temperatura y presión, el amoniaco es un gas alcalino, incoloro, de olor irritante y penetrante.

Los vapores del amoniaco son altamente solubles al agua. A condiciones standard se puede tener una solución saturada de amoniaco de 42.8% en peso. También es muy soluble en metanol y etanol.

Debido a que la presión de vapor del amoniaco se incrementa rápidamente con la temperatura, su solubilidad en el agua decrece con el incremento de ésta.

Aún cuando el amoniaco no representa un serio peligro de incendio, las mezclas de amoniaco y aire, desde 15% a 28% de concentración en volúmen, pueden inflamarse si se exponen a chispas o temperaturas que excedan los 1200° F; debido a esto, las flamas y chispas no se deben permitir en áreas donde se maneje amoniaco.

El amoniaco anhidro en estado líquido es incoloro, su punto de ebullición es -28° F a la presión atmosférica, y se congela a -107.9° F convirtiéndose en un sólido de color blanco.

El amoniaco líquido es un buen disolvente de muchos compuestos orgánicos, metales alcalinos, metales alcalinotérreos, fósforo, azufre, y de muchas clases de compuestos orgánicos, como los alifáticos, aromáticos y heterocíclicos.

En la tabla No. 1 se presenta un resumen de las principales propiedades fisicoquímicas del amoniaco anhidro. Sus propiedades termodinámicas se muestran en la tabla No. 2.

Otras propiedades importantes del amoniaco se representan en - las gráficas 1 a la 4.

El amoniaco es altamente tóxico. Su olor penetrante ayuda a detectarlo rápidamente. Una persona puede exponerse en repetidas ocasiones a vapores de amoniaco con concentraciones hasta de - 50 ppm, sin sufrir efectos adversos. Sin embargo, concentraciones de 20 a 50 ppm son detectadas fácilmente.

Los efectos fisiológicos que causan los vapores de amoniaco a diferentes concentraciones, se describen a continuación:

- |             |   |
|-------------|---|
| A 20 ppm.   | Primer olor perceptible.  |
| A 40 ppm.   | Algunas personas pueden sufrir ligera irritación.   |
| A 100 ppm.  | Notable irritación de los ojos y vías nasales a los pocos minutos de exposición.                      |
| A 400 ppm.  | Severa irritación de la garganta, vías nasales, y vías respiratorias.                                 |
| A 700 ppm.  | Severa irritación de los ojos. El efecto no - permanece si la exposición se limita a menos de 30 min. |
| A 1700 ppm. | Se presenta tos, espasmos bronquiales; menos de 30 min. de exposición puede ser fatal.                |
| A 5000 ppm. | Edema serio, asfixia; fatal casi inmediatamente.  |

La acción corrosiva del amoniaco a concentraciones superiores a 700 ppm, puede causar mucho daño en los ojos, como severas irritaciones, hemorragias, e inflamación de los párpados. Si estos efectos no se tratan inmediatamente, se corre el riesgo de perder la vista parcial o totalmente.

La capa mucosa de la boca, garganta, nariz y pulmones es particularmente sensitiva al ataque del amoniaco.

Una atmósfera de amoniaco puede causar daños en la piel, que van desde una irritación ligera, hasta una sensación picante con quemaduras químicas, las cuales se ampollan en pocos minutos.

#### 1.2.2 Propiedades del amoniaco en solución.

Las soluciones del amoniaco son incoloras con el mismo olor picante del amoniaco anhidro. El hierro y el acero bajo condiciones ordinarias no reaccionan con el amoniaco anhidro o en solución. Sin embargo otros metales como el cobre, plata, zinc y sus aleaciones, en presencia de humedad, son atacados por el amoniaco líquido o gaseoso.

La reacción del amoniaco con óxido de plata o mercurio, da como resultado la formación de compuestos explosivos. Por esta razón, no se deben utilizar manómetros o cualquier otro instrumento que contenga mercurio, para servicio de amoniaco.

En todos los equipos que se utilicen para manejo de amoniaco, se deben evitar los metales y sus aleaciones, que puedan ser atacados por el amoniaco.

EN la gráfica No. 5 se muestran valores de solubilidad del amoniaco en agua a 760 mm Hg., en función de la temperatura.

En la gráfica No. 6, se representa la densidad de soluciones de amoniaco, en función de la temperatura y el porcentaje en peso.

En las tablas Nos. 3 y 4, se indica el calor específico de las soluciones de amoniaco en función de la temperatura o el porcentaje en peso.

T-1 PROPIEDADES DEL AMONIACO ANHIDRO

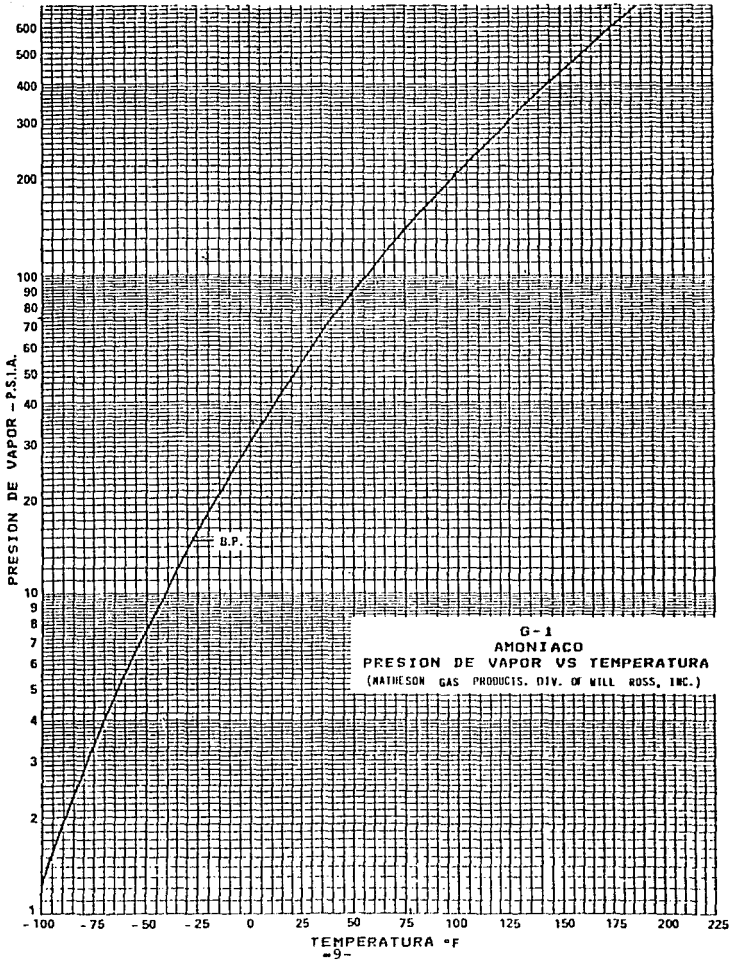
COLOR .....	PENETRANTE
COLOR .....	INCOLORO
PESO MOLECULAR .....	17.03
PUNTO DE EBULLICION A 760 MM HG .....	-33.4°C
PUNTO DE CONGELACION A 760 MM HG .....	-77.7°C
DENSIDAD DEL LIQUIDO A T.E. Y 760 MM HG .....	142.6 LB/FT <sup>3</sup> 10.674 GR/CC
DENSIDAD DEL VAPOR A T.E. Y 760 MM HG .....	10.0555 LB/FT <sup>3</sup> 10.96089 GR/CC
TEMPERATURA CRITICA .....	132.4°C
PRESION CRITICA(ABSOLUTA) .....	111.5 ATM
VOLUMEN ESP. DEL VAP. SAT. A T.E. Y 760 MM HG .....	(138.00 FT <sup>3</sup> /LB)1.124 CC/GR
CALOR DE FUSION .....	1143 BTU/LB)75.5 CAL/GR
CALOR DE FORMACION,GAS,25°C .....	11171 BTU/LB)1650 CAL/GR
CALOR LATENTE DE VAP. A T.E. Y 760 MM HG .....	1589.3 BTU/LB)327.4 CAL/GR
GRAVEDAD ESP. DEL LIQUIDO A T.E. ....	0.6219
CALOR ESP. DEL VAPOR A 15°C Y 760 MM HG:	
CP .....	10.52 BTU/LB°F)10.32 CAL/GR°C
CV .....	10.39 BTU/LB°F)10.39 CAL/GR°C
CALOR ESP. DEL LIQUIDO A 15°C Y 760 MM HG:	
CP .....	11.08 BTU/LB°F)11.08 CAL/GR°C
CONTENIDO DE CALOR A 0°C Y 62.29 PSIA:	
LIQUIDO .....	77.7 BTU/LB
VAPOR .....	621.0 BTU/LB
CALOR DE SOLUCION:	
CONCENTRACION 0% .....	1358 BTU/LB)199 CAL/GR
CONCENTRACION 30% .....	1308.2 BTU/LB)171 CAL/GR
PRESION DE VAPOR(ABSOLUTA):	
-40 C .....	0.7083 ATM (10.41 PSIA)
-20 C .....	1.8774 ATM (27.55 PSIA)
0 C .....	4.2950 ATM (62.29 PSIA)
20 C .....	8.4585 ATM (124.3 PSIA)
40 C .....	15.3390 ATM (225.4 PSIA)
VISCOSIDAD ABSOLUTA:	
LIQUIDO A -33.4 C .....	0.266 CENTIPOISES
VAPOR A 0 C .....	0.0052 CENTIPOISES
CONDUCTIVIDAD TEPHICA:	
SAS A 32 C .....	0.0129 BTU/(HR)(FT <sup>2</sup> )(F/FT)
LIQUIDO A 5.66 C .....	0.290 BTU/(HR)(FT <sup>2</sup> )(F/FT)
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DEL LIQUIDO A:	
-33 C .....	61X105 OHM-1 CM-1
-79 C .....	13X105 OHM-1 CM-1

MATHESON GAS PRODUCTS.  
DIV. OF WILL ROSS, INC.

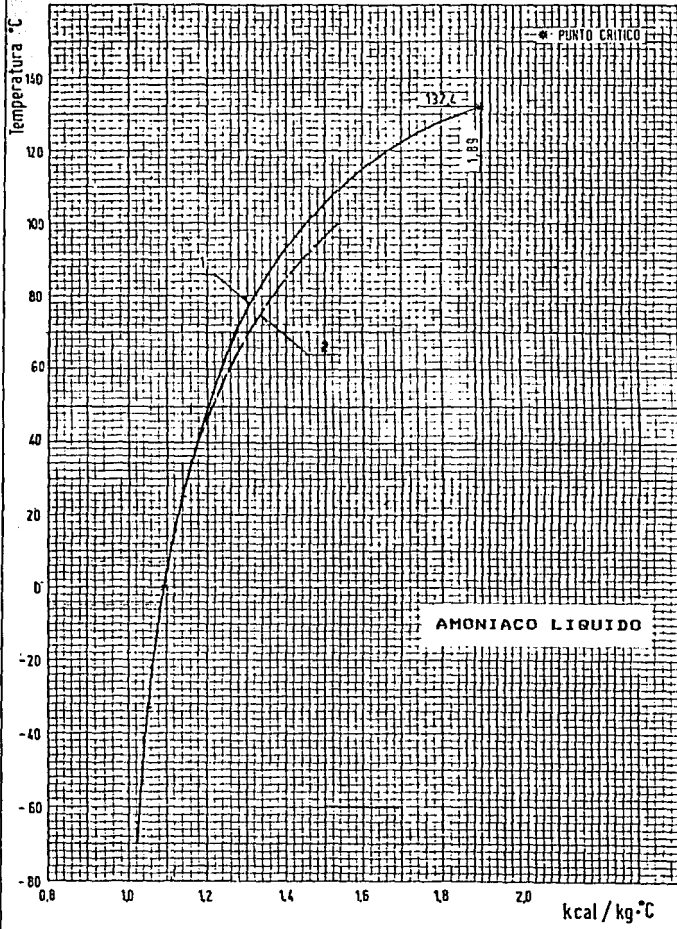
T-2 PROPIEDADES TERMODINAMICAS DEL AMONIACO SATURADO

TEMP. OF.	PRESION p.s.i.a.	VOLUMEN		ENTALPIA		CALOR		ENTROPIA		TEMP. OF.
		ESPEC. LIQUIDO cu. ft./lb.	ESPEC. VAPOR cu. ft./lb.	LIQUIDO BTU/lb.	VAPOR BTU/lb.	LATENTE BTU/lb.	LIQUIDO BTU/(lb.°R.)	VAPOR BTU/(lb.°R.)		
-60	5.55	0.02278	44.73	-21.2	589.6	610.8	-0.0517	1.4769	-60	
-50	7.67	0.02299	33.08	-10.6	593.7	604.3	-0.0256	1.4497	-50	
-40	10.41	0.02322	24.86	0.0	597.6	597.6	0.0000	1.4242	-40	
-30	13.90	0.02345	18.97	10.7	601.4	590.7	0.0250	1.4001	-30	
-20	18.30	0.02369	14.68	21.4	608.5	583.6	0.0497	1.3774	-20	
-10	23.74	0.02393	11.50	32.1	608.5	576.4	0.0738	1.3558	-10	
0	30.42	0.02419	9.116	42.9	611.8	568.9	0.0975	1.3352	0	
10	38.51	0.02446	7.304	53.8	614.9	561.1	0.1208	1.3157	10	
20	48.21	0.02474	5.910	64.7	617.8	553.1	0.1437	1.2969	20	
30	59.74	0.02503	4.825	75.7	620.5	544.8	0.1663	1.2790	30	
40	73.32	0.02533	3.971	86.8	623.0	536.2	0.1885	1.2618	40	
50	89.19	0.02564	3.294	97.9	625.2	527.3	0.2105	1.2453	50	
60	107.6	0.02597	2.751	109.2	627.3	518.1	0.2322	1.2294	60	
70	128.8	0.02632	2.312	120.5	629.1	509.6	0.2537	1.2140	70	
80	153.0	0.02668	1.955	132.0	630.7	498.7	0.2749	1.1991	80	
90	180.6	0.02707	1.651	143.5	632.0	488.5	0.2958	1.1846	90	
100	211.9	0.02747	1.419	155.2	633.0	477.8	0.3166	1.1705	100	
110	247.0	0.02790	1.217	167.0	633.7	466.7	0.3372	1.1566	110	
120	286.4	0.02836	1.047	179.0	634.0	455.0	0.3576	1.1427	120	
125	307.8	0.02860	0.973	185.1	634.0	448.9	0.3679	1.1358	125	

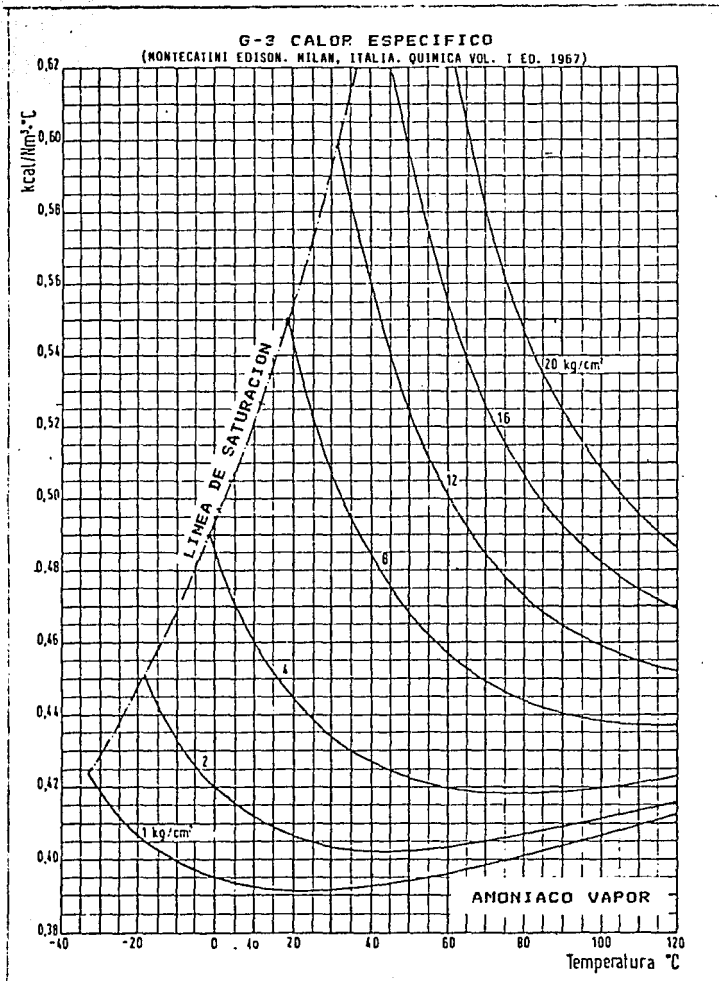
Matheson Gas Products,  
Div. of Will Ross, Inc.

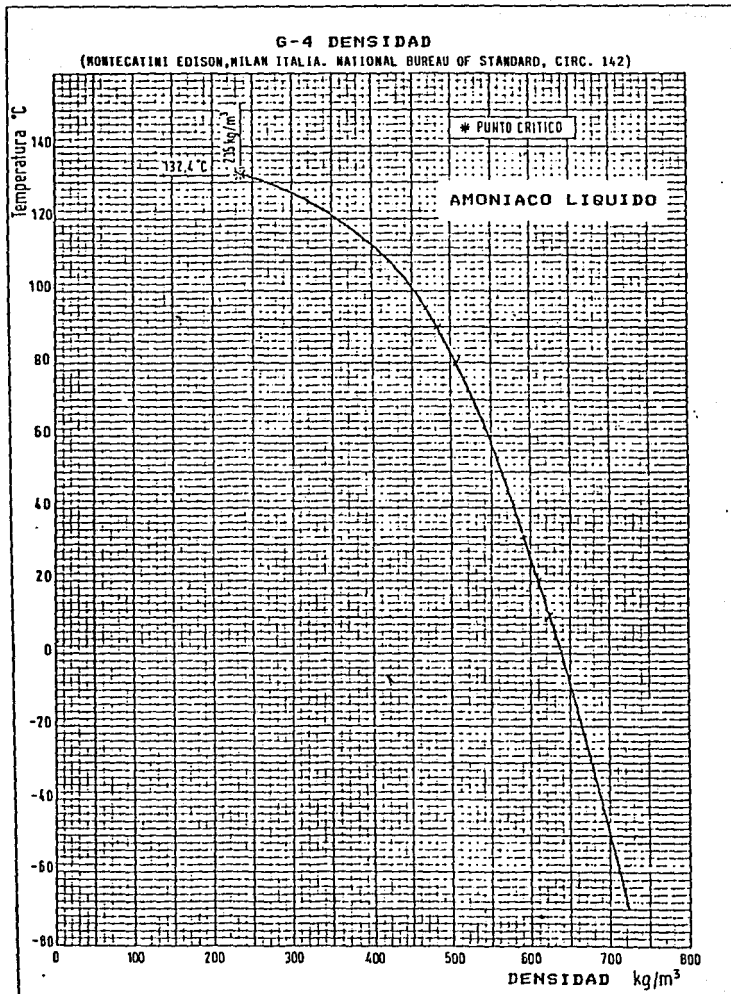


G-2 CALOR ESPECIFICO  
(MONTECATINI EDISON. MILAN, ITALIA. QUIMICA VOL. I ED. 1967)

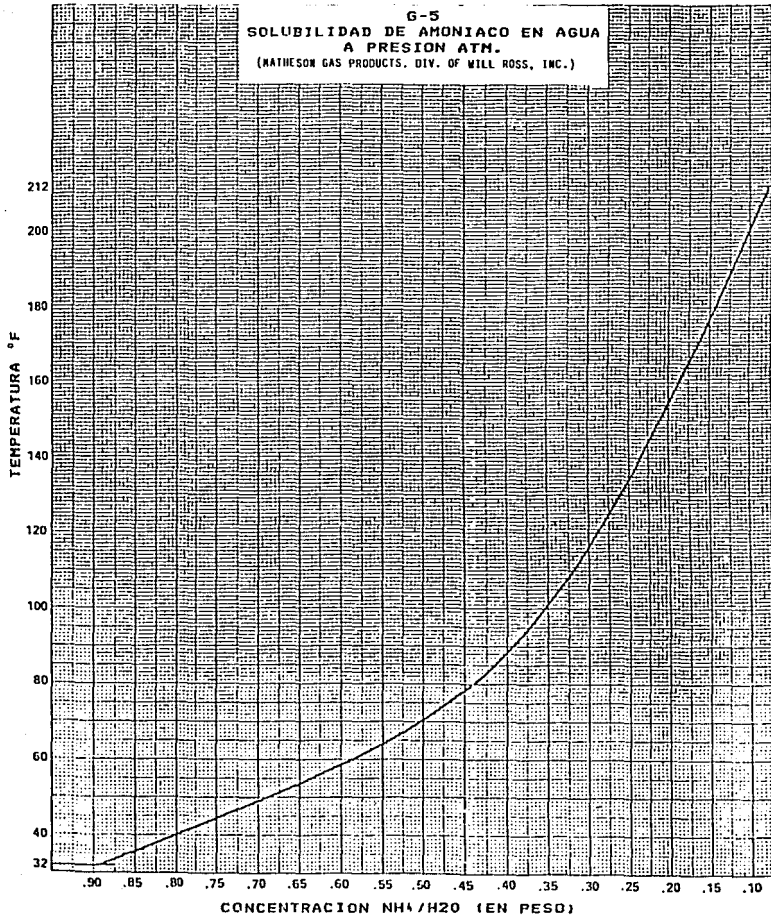




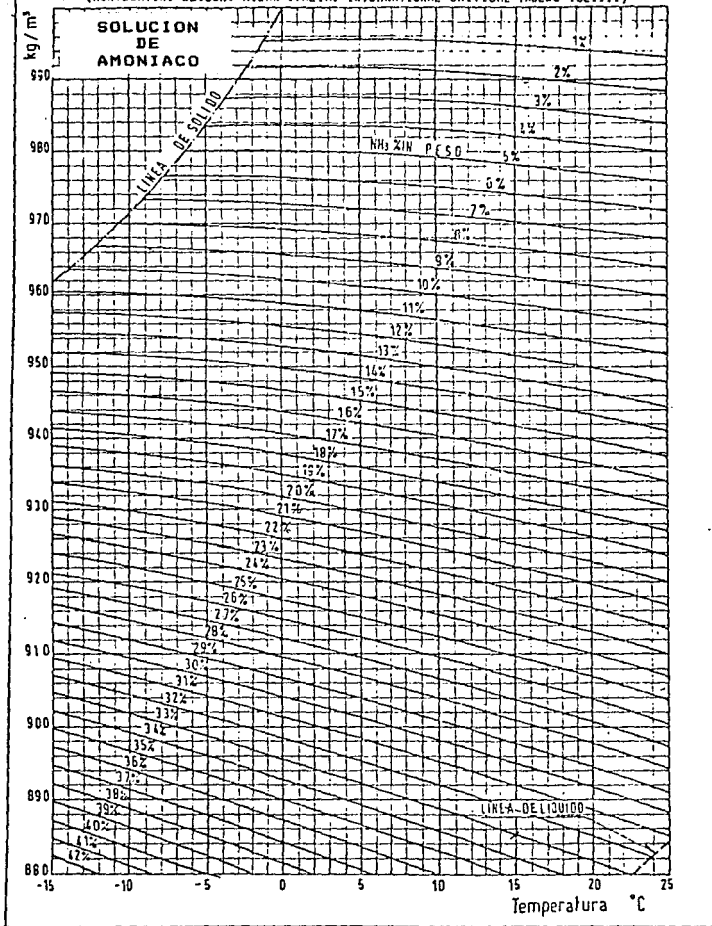




G-5  
SOLUBILIDAD DE AMONIACO EN AGUA  
A PRESION ATM.  
(MATHESON GAS PRODUCTS, DIV. OF MILL ROSS, INC.)



G-6 DENSIDAD  
 (MONTECATINI EDISON. MILAN ITALIA. INTERNATIONAL CRITICAL TABLES VOL.111)



**T-3 CALOR ESPECIFICO DE LA SOLUCION  
DE AMONIACO EN AGUA**

20,6°C		41,0°C		60,9°C	
NH <sub>3</sub> % en peso	Cal. especifico	NH <sub>3</sub> % en peso	Cal. especifico	NH <sub>3</sub> % en peso	Cal. especifico
32,30	1,0128	20,97	1,0274	12,26	1,0269
24,05	0,9988	14,78	1,0214	8,20	1,0176
15,07	0,9946	8,18	1,0109	2,87	1,0064
8,53	1,0005	3,58	1,0034		
4,02	1,0013	1,47	0,9993		
2,87	1,0011				
1,47	0,9880				

CALOR ESPECIFICO EN KCal/Kg°C

MONTECATINI EDISON. MILAN, ITALIA.  
"SINTESIS DEL AMONIACO", VANCINI  
ED. 1961, pag. 758.

**T-4 CALOR ESPECIFICO DE LA SOLUCION  
DE AMONIACO EN AGUA**

NH <sub>3</sub> % mol.	TEMPERATURA °C			
	2,4°C	20,6°C	41°C	61°C
0	1,01	1,0	0,995	1,0
10,5	0,98	0,995	1,06	1,02
20,9	0,96	0,99	1,03	—
31,2	0,956	1,0	—	—
41,4	0,985	—	—	—

CALOR ESPECIFICO EN KCal/Kg°C

MONTECATINI EDISON. MILAN, ITALIA.  
"CHEMICAL ENG. HANDBOOK", J.H. PERRY  
5a. ED. pag. 3-135.

### 1.3 APLICACIONES DEL AMONIACO

A través de los años se han desarrollado una gran variedad de usos del amoniaco. La versatilidad de este producto está demostrada por la amplia gama de aplicaciones que tiene.

A continuación se exponen los usos mas importantes que se le dan al amoniaco.

#### 1.3.1 Fertilizantes.

Probablemente el uso mas importante del amoniaco es en el campo de los fertilizantes industriales. La necesidad de nitrógeno en las tierras de cultivo para estimular el crecimiento de las plantas, es conocido desde la antigüedad.

Varias sales de amonio son usadas como fertilizantes comerciales. Entre estas están el sulfato de amonio, el fosfato de amonio, el fosfato diamónico, el superfosfato de amonio y el nitrato de amonio. También se usan como fertilizantes, el nitrato de calcio y el nitrato de potasio. Todas estas sales son fabricadas a partir del amoniaco, directa o indirectamente.

El uso mas reciente que se le está dando al amoniaco en el campo de la agricultura, es su aplicación directa en las tierras de cultivo para enriquecerlas en su contenido de nitrógeno.

La aplicación directa del amoniaco en las tierras de cultivo, da excelentes resultados a bajos costos, debido a que contiene un 82% de nitrógeno en peso, siendo el compuesto más rico en este elemento que se conoce.

#### 1.3.2 Explosivos.

Casi todos los explosivos pueden considerarse derivados del ácido

nítrico y un compuesto orgánico. El ácido nítrico se obtiene a su vez, a partir del amoníaco.

Entre los explosivos mas importantes, se cuentan a: la nitroglicerina, tetranitrato de pentaeritritol, trinitrotolueno (TNT), trinitrobenceno y nitrocelulosa.

### 1.3.3 Industria química.

La industria química depende del amoníaco directa o indirectamente , para la fabricación de una gran cantidad de compuestos químicos.

En el campo de la química orgánica, el amoníaco es utilizado en la fabricación de explosivos, anilina, nitritos, amidas, imidas, urea, amidas alifáticas y muchos otros compuestos.

EN el campo de la química inorgánica, el amoníaco es utilizado en la fabricación del ácido nítrico, sales de los ácidos muriáticos, sulfúrico y fosfórico, ácido sulfúrico (en forma indirecta en el método de cámaras de plomo), y otros más.

### 1.3.4 Refrigeración.

El amoníaco anhidro ha sido empleado desde hace mucho tiempo en los sistemas de refrigeración comercial. Su bajo punto de ebullición,  $-28^{\circ}\text{F}$  ( $-33^{\circ}\text{C}$ ) hace posible tener sistemas de refrigeración a temperaturas muy por abajo de los cero grados centígrados. Su alto calor latente de vaporización (565 BTU/LB a  $5^{\circ}\text{F}$ ) hace posible el uso de equipos de refrigeración, relativamente pequeños. Estas propiedades del amoníaco, aunadas a su estabilidad química, baja corrosividad, y su bajo costo lo hacen un excelente refrigerante industrial.

#### 1.3.5 Tintas para impresión.

En la manufactura de tintas para impresión, el amoniaco es utilizado como agente emulsificador, con el objeto de ayudar a la dispersión de los pigmentos. En las tintas a base de anilina, aumenta la rapidez del secado, las hace más fluidas y disminuye la tendencia a manchar.

Muchas sales del amonio, como los cromatos, sulfatos, estearatos, carbonatos y nitratos, son utilizadas también en la industria de las tintas para impresión.

#### 1.3.6 Resinas sintéticas.

El amoniaco se utiliza en diferentes formas en la industria de las resinas sintéticas. La síntesis de la urea y la melamina, se hace a partir del amoniaco, las cuales son usadas como materia prima para la fabricación de las resinas termofijas de urea-formaldehído, melamina-formaldehído y poliamídicas. En forma de hexametiltetramina, se utiliza como catalizador en la polimerización de estas resinas con formaldehído.

#### 1.3.7 Refinación del petróleo.

Uno de los usos más importantes del amoniaco anhidro, es como agente neutralizante de los constituyentes ácidos, que se generan durante la destilación del petróleo. Con el mismo fin se emplea en los tanques de almacenamiento de petróleo crudo, evitándose la corrosión que provocarían los vapores del ácido sulfídrico.

#### 1.3.8 Agente limpiador.

La solución de amoniaco anhidro de muy baja concentración, se



emplea en el hogar y en la industria como agente limpiador. Dependiendo de la presentación que se desea, las soluciones de amoniaco, se complementan con borax, ácido oleico, ácido esteárico o jabón comercial.

#### 1.3.9 Industria textil.

El amoniaco se emplea en la producción de una gran variedad de fibras textiles como el rayón, nylon, acrilán y otras más. Forma parte también de algunos productos químicos utilizados en esta industria, como los agentes suavizantes, emulsificadores, antioxidantes y colorantes.

#### 1.4 NORMAS PARA MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE AMONIACO.

Las normas para el manejo, transporte y almacenamiento del amoniac, ya sea anhidro o en soluci3n, tienen como objetivo establecer procedimientos y pr3cticas para evitar accidentes y reducir riesgos del personal encargado de la operaci3n y mantenimiento de las instalaciones.

Esta secci3n, es un resumen de las normas de Petr3leos Mexicanos para el "Manejo, Transporte y Almacenamiento de Amoniac", Norma D-111-9 y D-111-13. Si desean mas detalles se deben consultar dichas normas.

##### 1.4.1 Amoniac anhidro.

Debido a las propiedades ffsico-quimicas y t3xicas descritas en el punto 1.2 de este capitulo, el manejo y almacenamiento del amoniac anhidro deber3 ajustarse a las siguientes normas:

##### 1.4.1.1 Recipientes y envases para almacenamiento y manejo de amoniac anhidro.

S3lo ser3n permitidos cilindros met3licos, auto-tanques, carro-tanques y tanques port3tiles, dise1ados para contener gases licuados bajo presi3n y construidos con materiales que no sean atacados por el amoniac anhidro.

Todas las partes y accesorios de los recipientes deber3n ser de acero. No se permite el uso de cobre, plata o zinc y sus aleaciones.

Todo recipiente con capacidad mayor de 165 LB, o presi3n de servicio superior a 1800 PSIG, deber3 tener dispositivo de alivio.

Los carro-tanque y auto-tanque deber3n contar con v3lvulas de

alivio, válvulas contra exceso de flujo y válvulas de control en líneas de carga y descarga.

La presión de apertura de las válvulas de alivio, no debe exceder de 1.1 veces la presión de diseño, y deberá tener una capacidad de relevo suficiente, para evitar que la presión en el recipiente sea superior a 1.2 veces la presión de diseño, bajo condiciones de exposición al fuego.

#### 1.4.1.2 Llenado y descarga de los recipientes y envases.

El personal encargado de labores de carga y descarga de amoniaco, deberá portar todo el tiempo, monogafas y un respirador adecuado, para evitar el contacto y la inhalación de los vapores.

Los procedimientos de carga y descarga de amoniaco deberán ajustarse a las recomendaciones de las Normas de Seguridad de Petróleos Mexicanos DIV-1, DIV-2 y DIV-3.

La descarga de amoniaco anhidro, deberá realizarse controlando el nivel de líquido del tanque de almacenamiento.

#### 1.4.1.3 Densidad de llenado.

la densidad de llenado de un recipiente es la relación expresada en porcentaje, del peso de producto contenido, al peso del agua que el recipiente pueda contener a 60°F.

La máxima densidad de llenado permitida para los tanques salchicha de almacenamiento, será de 57%.

Para carro-tanques la máxima densidad de llenado permitida es de 57%, y 58.8% cuando la entrega del producto sea inmediata.

Para auto-tanques y tanques portátiles, la máxima densidad de llenado permitida será de 56%.

#### 1.4.1.4 Almacenamiento.

Los recipientes de almacenamiento deberán localizarse alejados de las tuberías de vapor o cualquier fuente de calentamiento o ignición. Debe haber buena ventilación natural.

Los recipientes deberán quedar situados por lo menos a 50 pies de cualquier construcción. La presencia de aceite o de otros materiales combustibles, incrementa el riesgo de incendio.

Los recipientes para almacenar amoniaco anhidro a temperatura ambiente, deberá diseñarse de acuerdo al Código ASME Sec. VIII, y deben ser de acero al carbón.

Los tanques de almacenamiento de amoniaco deberán revisarse y probarse hidrostáticamente por lo menos cada siete años.

Es necesario que los tanques de almacenamiento que contengan amoniaco, se encuentren confinados dentro de muros o diques de contención con capacidad para 150% de la capacidad de diseño de los tanques.

El amoniaco anhidro líquido nunca deberá purgarse a drenajes que descarguen a ríos, acequias, etc., para evitar contaminaciones.

Las áreas de almacenamiento deberán contar con un número suficiente de hidrantes, con tomas para mangueras contra incendio - localizados en lugares estratégicos.

#### 1.4.1.5 Procedimientos para cargar los tanques de almacenamiento.

Existe la posibilidad de que los acumuladores y tanques para almacenamiento de amoniaco anhidro líquido, al ser puestos en servicio, contengan durante cierto tiempo una atmósfera inflamable. Por lo tanto, al efectuar esta operación debiera evitarse las descargas de electricidad estática y todo tipo de fuentes de ignición.

Los acumuladores y tanques de pequeñas dimensiones deben ser llenados con agua totalmente antes de iniciar la inyección de amoniaco. El agua deberá desplazarse con gas inerte, hasta eliminarla totalmente del interior. A continuación, puede iniciarse la inyección de amoniaco gaseoso por la parte superior, dejando salir el gas inerte por la parte inferior hasta que el amniaco gaseoso llegue al fondo.

Los tanques de almacenamiento pueden llenarse por el procedimiento mencionado en el párrafo anterior, pero en general, es más práctico introducir gas inerte hasta que la presión interior llegue a los 1.05 ó 1.41 kg/cm<sup>2</sup> (15 ó 20 lb/pulg<sup>2</sup>), y luego purgar a la atmósfera hasta igualar presiones. Debe repetirse la operación un número suficiente de veces hasta que el contenido de oxígeno en el interior sea menor de 5 o 6%. A continuación puede iniciarse la carga del tanque con amoniaco anhidro líquido.

#### 1.4.1.6 Procedimiento para sacar de servicio tanques de almacenamiento y acumuladores.

Deberán observarse precauciones para evitar accidentes originados por la inflamabilidad del producto y su solubilidad en agua.

Nunca deberá inyectarse agua líquida en un tanque de almacenamiento o acumulador que contenga vapores de amoniaco, mientras el recipiente se encuentra cerrado, pues el vacío formado por la disolución del amoniaco en agua, puede producir el colapso del recipiente.

#### 1.4.2 Amoniaco en solución.

Las soluciones de amoniaco, deben manejarse con normas de seguridad similares a las del amoniaco anhidro, debido a que cualquier incremento de temperatura origina el desprendimiento de vapores de amoniaco. Las soluciones de amoniaco son más corrosivas que el amoniaco anhidro, y una solución saturada puede ser tan tóxica como éste.

##### 1.4.2.1 Recipientes y envases para almacenamiento y manejo de soluciones de amoniaco.

Los recipientes y envases usuales son los tambores metálicos, autos-tanque, carros-tanque, tanques de acero al carbón, garrafrones y botellas de vidrio.

En la fabricación de estos recipientes y envases no se permite el uso de metales tales como el aluminio, el cobre, la plata, el zinc y las aleaciones de éstos, ya que son atacados fuertemente por las soluciones de amoniaco.

Los autos-tanque y carros-tanque deberán llevar dispositivos de alivio y seguridad similares a los usados para amoniaco anhidro.

##### 1.4.2.2 Llenado y descarga de los recipientes y envases.

Deberán evitarse toda clase de fugas, ya que los vapores que se desprenden son sumamente irritantes, y dependiendo de la concen-

tracción, en contacto con la piel puede causar serias quemaduras.

Las maniobras de carga y descarga de este producto deben efectuarse lejos de cualquier fuente de ignición, y utilizando el equipo de protección personal adecuado.

#### 1.4.2.3 Precauciones para el almacenamiento.

La solución amoniacal deberá almacenarse en recipientes cerrados, ya que se volatiliza fácilmente a temperatura ambiente y - presión atmosférica. Los sitios donde se coloquen los recipientes deberán ser seleccionados lejos de las tuberías de vapor o de cualquier fuente de calentamiento o ignición.

Los recipientes que hayan almacenado hidróxido de amonio, no deberán usarse para otros productos sin haberse lavado perfectamente. El contacto directo con el mercurio debe evitarse ya que pueden formarse compuestos explosivos.

## CAPITULO II

### DESCRIPCION DE SISTEMAS PARA MANEJO DE AMONIACO

#### 2.1 ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ANHIDRO

El amoniaco anhidro, es un gas a la temperatura y presión ambiente, por lo cual se maneja como gas licuado.

Debido a lo anterior existen varias formas de almacenar el amoniaco que son:

- Refrigeración a temperatura inferior a  $-33^{\circ}\text{C}$  y presión atmosférica.
- A temperatura ambiente a presión.
- A temperaturas bajas a presión.

##### 2.1.1 Almacenamiento refrigerado y presión atmosférica.

Este sistema de almacenamiento es utilizado cuando se desea contener grandes cantidades de amoniaco.

Por lo general estos sistemas, se diseñan, para almacenar 20 000 toneladas métricas de amoniaco refrigerado y operar a presiones cercanas a la atmosférica y temperaturas inferiores a  $-33^{\circ}\text{C}$

Esta forma de almacenar es muy costosa y complicada, ya que requiere de grandes instalaciones y sistemas de protección muy especializados. Se requieren aceros especiales para la fabricación del tanque, ya que el acero al carbón a temperaturas inferiores a  $-28^{\circ}\text{C}$  ( $-20^{\circ}\text{F}$ ), presenta cambios en su cristalografía y se vuelve frágil. Estos tanques requieren de doble pared, y en el ángulo entre las paredes del tanque se llena generalmente con perlita expandida y aire con el fin de aislarlo y minimizar las ganancias de calor.



El tanque de almacenamiento deberá contar, como mínimo con los siguientes dispositivos de protección:

- Un sistema de calentamiento de los soportes del tanque que eviten daños en la cimentación originados por la baja temperatura.
- Un sistema de control de presión que actúe sobre el sistema de refrigeración y pueda bloquear las tuberías de carga y - descarga del tanque. Este sistema deberá evitar la formación de vacío, mediante la inyección de una corriente de amoníaco gaseoso. En caso de que el sistema no consiga mantener la - presión dentro de los límites fijados, deberá descargar amoníaco a la atmósfera o bien admitir aire.

Describiremos brevemente en que consisten los sistemas de protección:

a) Control de temperatura en la cimentación del tanque.

La temperatura dentro del tanque es de  $-33^{\circ}\text{C}$  y para poder - proteger la cimentación del tanque del congelamiento y evitar daños, se tiene un control de temperatura, mediante resistencias eléctricas entre la cimentación y el tanque.

b) Sistema de estabilización (Holding).

Este sistema tiene como objetivo, mantener el líquido en - equilibrio para tener el tanque en condiciones estables; ya que se encuentra almacenado como líquido saturado y cualquier calor que gane el tanque, es utilizado en vaporizar algo de - amoníaco, lo que ocasiona un incremento de presión dentro - del tanque.

Una disminución en la presión barométrica, tiene como efecto un incremento en la presión del tanque. Un aumento en la - presión barométrica, ocasiona una disminución de la presión del tanque.

Estos incrementos en la presión del tanque ocasionados, por la ganancia de calor o disminución en la presión barométrica, son manejados por un sistema de compresores llamados holding. El exceso de vapores es succionado del tanque por los compresores holding, donde el amoniaco es comprimido y posteriormente condensado para regresarlo de nuevo al tanque. Un aumento en la presión atmosférica, tiene un efecto, de disminución de la presión del tanque; por lo cual una pequeña parte es bombeado, a un calentador, donde es parcialmente vaporizado y retornado al tanque, para romper el vacío.

c) Sistema de regulación de llenado y descarga del tanque (Filling).

Este sistema tiene como objetivo, manejar todos los vapores desplazados durante el llenado del tanque y los retornados en la descarga del tanque. Este sistema es llamado también filling.

Generalmente el recibo de amoniaco es de líneas de conducción ó de barcos ya que son los medios más económicos para poder manejar grandes cantidades de amoniaco.

Para el caso de recibir el amoniaco mediante una línea de conducción, el amoniaco es despresurizado en un tanque flash, donde es enfriado, pues generalmente viene a temperatura ambiente, los vapores generados en el tanque flash son enviados a los compresores llamados filling, donde el amoniaco es comprimido y posteriormente condensado para enviarlo ya acondicionado al tanque. El líquido del tanque flash es enviado al tanque de almacenamiento. Debido a que el retorno del líquido del sistema filling no está a la temperatura de saturación de la presión del tanque, se generan más vapores, los cuales son succionados por los compresores de este sistema, hasta alcanzar el equilibrio.

En caso de recibir el amoniaco de barcos, existen varios factores que influyen en la generaci3n de vapores, durante el llenado, como son:

- Energfa de bombeo, la cual es transformada en calor.
- Ganancia de calor, a trav3s de la lnea del barco al tanque.
- Vapores desplazados en el tanque, por entrada del lquido.

Todos los vapores son manejados por el sistema filling, durante el llenado del tanque. Generalmente el amoniaco que se transporta en barcos viene en condiciones criog3nicas.

La descarga del tanque, generalmente es para el llenado de carro-tanques y auto-tanques. Debido a que este tipo de transporte, no est3 dise1ado para almacenar el amoniaco en condiciones criog3nicas, se requiere calentarlo.

Durante el llenado, al llegar al carro-tanque o auto-tanque el amoniaco se flashea y los vapores son retornados al tanque, los cuales son manejados por el sistema filling.

#### 2.1.2 Almacenamiento a presi3n, refrigerado.

Este sistema es utilizado cuando se desea almacenar grandes vol3menes, pero inferiores a los criog3nicos.

El rango de temperatura a la cual se almacena es de 0°C a 5°C por lo cual se requiere que el recipiente vaya aislado, para evitar ganancia de calor.

Generalmente se usan esferas para aprovechar al m3ximo el vol3men y economizar en el espesor de las placas.

La capacidad de almacenamiento de este sistema es del orden de 800 hasta 2000 tonenalas m3tricas, ya mayores resulta antieco-n3mico.

El uso de esfera de almacenamiento con sistema de refrigeración, resulta menos complicado que un sistema criogénico.

El sistema está formado por una esfera de almacenamiento de amoníaco líquido a una presión de 4.5 a 5.0 kg/cm<sup>2</sup> abs., un sistema de refrigeración usando el mismo amoníaco como refrigerante y sistemas de seguridad, para los casos de falla del sistema de refrigeración o de incendio.

El sistema de refrigeración mantiene la esfera a las condiciones de presión y temperatura requeridas. Esto lo logra, de la siguiente manera: el vapor generado en la esfera, es succionado por el sistema de refrigeración, dónde es comprimido, condensado y retornado a la esfera, donde se vaporiza, lográndose de esta forma el enfriamiento y los vapores generados retornan de nuevo al sistema de refrigeración, hasta alcanzar el equilibrio.

Presenta las ventajas de que no requiere de aceros especiales para la fabricación del recipiente, ya que la temperatura que se maneja no es criogénica y el acero al carbón es suficiente.

### 2.1.3 Almacenamiento a temperatura ambiente.

Esta forma es la más sencilla y versátil, ya que no requiere de sistemas externos para su operación.

La desventaja que ofrece es que no se puede almacenar grandes cantidades, ya que resulta muy costoso, por el espesor de placa requerido. Por norma no se debe almacenar mas del 56% en peso de agua, esto quiere decir que si se tiene un tanque de 10 000 litros la cantidad máxima que se puede almacenar son - 5 600 kg. de amoníaco anhidro.

La presión de diseño del tanque, dependerá, de la presión de vapor del amoníaco, a la temperatura máxima que se alcance en el lugar en que se instale, más un 10% indicado en el código ASME. Estos tanques requieren sistemas de alivio, con doble válvula de seguridad, para que en caso de mantenimiento, una quede como respaldo.

La construcción de estos tanques, deberá hacerse de acuerdo al código ASME Sección VIII Div. 1.

El desfogue de las válvulas de seguridad, deberá enviarse a un quemador o un venteo elevado.

El radiografiado de la soldadura, deberá ser al 100% por considerarse un fluido peligroso.

## 2.2 SISTEMA DE TRANSPORTE DE AMONIACO ANHIDRO

Existen varias formas de transportar el amoniaco anhidro; las principales son las siguientes:

- Transporte terrestre con auto-tanque y carro-tanque.
- Transporte marítimo en buques tanque.
- Líneas de conducción.

### 2.2.1 Auto-tanque y carro-tanque.

Los carro-tanques son los de ferrocarril y para poder transportar amoniaco anhidro, deberán ser construídos para operar a presión y cumplir con el "Code of Federal Regulations". Deberán estar equipados con válvulas para venteo durante la carga ó descarga, válvulas de alivio y válvulas contra exceso de flujo. Este tipo de transporte resulta económico, pero es necesario tener la infraestructura necesaria.

Los auto-tanques son las pipas, que deberán poder operar a presión y tener los mismos dispositivos que los carro-tanques.

Para distancias cortas y pequeñas cantidades, es el sistema más económico y sencillo.

En ambos casos el amoniaco se transporta en forma líquida y a temperatura ambiente.

### 2.2.2 Transporte marítimo.

Definitivamente el medio de transporte más económico para manejar el amoniaco es por buque tanque, ya que es posible manejar grandes cantidades.

En los buque tanque el amoniaco es transportado en forma líquida y a presión atmosférica. Las desventajas son las siguientes:

- Se requieren de instalaciones portuarias.
- Estaciones de almacenamiento en puerto.
- No es posible llevarlo tierra adentro.

La capacidad que tienen para transportar amoniaco oscila entre 7 500 a 20 000 toneladas; aunque la mayoría es del orden de las 10 000 toneladas, esto es debido a que se requieren de grandes compresores para mantenerlo en forma líquida y criogénico.

### 2.2.3 Línea de conducción:

También llamado amoniacoducto, es una forma de transporte que representa costos de operación muy bajos, para manejar grandes cantidades de amoniaco. Su inconveniente es que requiere de grandes inversiones. Se utilizan líneas de conducción principalmente para largas distancias.

Se requiere de una estación de bombeo, para envío y una estación de recibo. Para distancias muy largas, se requiere de estaciones de rebombeo. Es necesario para su operación, tener sistemas de protección por elevación de presión y por fugas.

Lo más común es llevar las líneas enterradas y tener protección contra la corrosión mediante un recubrimiento externo.

La tubería que se instale deberá ser API-5LX-52 como mínimo y cumplir adicionalmente con el ANSI B31.4 "Liquid Petroleum - Transportation piping systems".

El sistema deberá tener, una trampa de diablos, de envío y otra de recibo, para limpieza de la línea.

## 2.3 SISTEMA DE PREPARACION DE SOLUCION AMONIACAL

### 2.3.1 Objetivo.

El amoniaco es un fluido que a temperatura ambiente tiene una presión de vapor alta, por lo cual su manejo y almacenamiento requiere de tanques diseñados a presión y cuidados por su toxicidad.

Debido a lo anterior, para los agricultores resulta mas sencillo y menos peligroso usar solución amoniacal, para utilizarlo como fertilizante.

### 2.3.2 Preparación de solución amoniacal.

El amoniaco es altamente soluble en agua, por lo cual el sistema de preparación, consiste en mezclar el amoniaco con el agua.

La forma de llevar a cabo el mezclado del amoniaco con el agua, son las siguientes:

- a) En un tanque con agua, burbujear el amoniaco, que sería un proceso discontinuo, teniéndose posibilidades de pérdidas de amoniaco, debido a que la reacción es exotérmica y con el aumento de la temperatura, disminuye la solubilidad del amoniaco y se evaporará. Adicionalmente, de esta forma, sólo es posible preparar solución amoniacal pero en bajas concentraciones.
- b) Un proceso continuo, será utilizando una "T" de mezcla, mediante un control de agua y amoniaco a alimentarse, para poder controlar la concentración de la solución. Para homogeneizar la solución es recomendable utilizar un mezclador estático, después de la "T". Debido a que la reacción es - -



exotérmica, debido al calor de disolución, es necesario enfriar para poder almacenarla a presión atmosférica. Dependiendo de las condiciones que se tenga almacenado el amoniaco y de las concentraciones que se quieran preparar la solución, será función de los equipos necesarios.

### 2.3.3 Acondicionamiento de la solución amoniaca.

Para poder almacenar la solución amoniaca a presión atmosférica, es necesario enfriarla, por lo cual hay 2 posibilidades prácticas: con agua de enfriamiento y con enfriador atmosférico.

#### 2.3.3.1 Agua de enfriamiento.

Después de haber pasado la solución a través del mezclador estático, se circula por un cambiador de calor, por los tubos y el agua de enfriamiento por la coraza.

Este sistema de enfriamiento presenta ciertas ventajas, como es su costo inicial bajo. La desventaja es que requiere de equipos periféricos como: torre de enfriamiento y bomba, lo que resulta ser mas costoso. Es recomendable, siempre y cuando donde se vaya instalar la planta, ya existan dichos equipos y disponibilidad del servicio.

#### 2.3.3.2 Enfriador atmosférico.

Existen 2 tipos de sistemas: en seco llamado soloaire y en húmedo.

a) Soloaire, se selecciona este tipo de equipo, porque existe - deficiencia de agua o no hay las instalaciones necesarias - como una torre de enfriamiento. Este sistema presenta gran-

des ventajas, porque no requiere de bombeo de un líquido para enfriar, ni de un equipo adicional como la torre. Sus -  
desventajas son: el soloaire es mas costoso que un cambiador,  
requiere de consumo de energía por ventilador y tiene limitación para enfriar, dependiendo de la temperatura ambiente del aire.

- b) El húmedo, el enfriador atmosférico es muy versátil y económico para instalaciones pequeñas. Este equipo consiste en un enfriador tipo soloaire, donde se esprea el agua por la -  
parte superior y el enfriamiento se logra por el agua que -  
es evaporada. La desventaja que presente este tipo de enfriamiento, es que tiene limitación en cuanto a carga térmica y hay pérdida de agua por la evaporación.

## CAPITULO III

### INGENIERIA BASICA

#### 3.1 BASES DE DISEÑO

##### 3.1.0 Generalidades

###### 3.1.0.1 Función de la planta.

El sistema se diseñará para el envío, recibo y almacenamiento de amoniaco anhidro desde Ciudad Madero Tamaulipas hasta San Fernando Tamaulipas, para poder preparar solución amoniaca y expenderlo al público tanto en solución como anhidro.

###### 3.1.0.2 Tipo de proceso

El amoniaco anhidro en Ciudad Madero está almacenado criogénicamente en forma líquida, por la cual se debe bombear y acondicionar para el envío a San Fernando donde se recibirá y almacenará a presión y temperatura ambiente. De los tanques a presión se tomará el amoniaco anhidro para mezclarlo con agua y, como la reacción es exotérmica se enfriará la solución para su almacenamiento.

##### 3.1.1 Localización.

###### 3.1.1.1 Almacenamiento y bombeo de amoniaco anhidro.

El almacenamiento criogénico de amoniaco anhidro se encuentra localizado en la terminal marítima de Petróleos Mexicanos de Ciudad Madero Tamaulipas.

El tanque se encuentra instalado entre el muelle petroquímico - 1 y 2.

El sistema de envío de amoniaco se encontrará en el lado poniente del tanque criogénico, a un lado de las bombas de envío a - barcos.

3.1.1.2. Recibo, almacenamiento de amoniaco y preparación de - solución amoniacal.

La planta se localizará en San Fernando Tamaulipas.

La distancia que existe entre Ciudad Madero y San Fernando son 322 Km. San Fernando se localiza al norte de Tampico y está - ubicado en la latitud 24°52' y en la longitud 98°15'.  
(ver mapas No. 1 y 2).

### 3.1.2 Disponibilidad de servicios.

#### 3.1.2.1 Energía eléctrica.

En Ciudad Madero se dispone de energía eléctrica del tablero de distribución del tanque de Almacenamiento criogénico. La - tensión de alimentación que hay actualmente es en -4160 Volts, 3 fases, 60 hz. y en 440 Volts, 3 fases, 60 hz.

Para San Fernando la Comisión Federal de Electricidad suministra la energía eléctrica en 34 500 Volts. Dentro de la planta la tensión de alimentación a motores será:

- Menores de 1 H.P.                    110 Volts/ 1 fase/ 60 hz.
- De 1 H.P. hasta 200 H.P.        440 Volts/ 3 fases/ 60 hz.
- Mayores de 200 H.P.            4160 Volts/ 3 fases/ 60 hz.

### 3.1.2.2 Aire de instrumentos de planta.

Para Ciudad Madero, hay disponibilidad de aire a 90 Psig. tanto de planta como seco.

Para San Fernando no hay aire por lo cual se debe considerar un compresor, con su secador.

### 3.1.2.3 Agua de enfriamiento.

Hay disponibilidad en Ciudad Madero y las condiciones son las siguientes:

- Presión de suministro: 40 Psig. máxima
- Presión de retorno: 25 Psig. mínima
- Temperatura de suministro: 86 °F máxima
- Temperatura de retorno: 95 °F máxima

Para San Fernando no hay posibilidad.

### 3.1.2.4 Vapor.

En Ciudad Madero existe disponibilidad de vapor a las siguientes condiciones:

- Presión: 145 Psig. saturado
- Flujo disponible: 10 000 Lb/hr. (4.54 ton/hr.)

En San Fernando no se requiere vapor.

### 3.1.2.5 Aceite de calentamiento.

En Ciudad Madero se tiene un tanque de almacenamiento de aceite de calentamiento a una temperatura de 60°C (140°F).

### 3.1.3 Capacidad, rendimiento, flexibilidad.

#### 3.1.3.1 Rendimiento.

El factor de servicio que se considera para el amoniaco ducto es de 0.9, y su operación será por lotes.

Para la planta de preparación de solución amoniaca el factor de servicio, será 0.85 y operará por lotes.

#### 3.1.3.2 Capacidad.

El amoniaco ducto será diseñado para transportar 1000 ton/día - de amoniaco anhidro en operación normal, con 1100 ton/día de capacidad máxima y 800 ton/día de capacidad mínima. La capacidad de almacenamiento de amoniaco anhidro en San Fernando será de 8000 barriles, lo que equivale a tener 710 toneladas efectivas.

La capacidad de planta para preparar solución amoniaca será de 500 ton/día y 250 ton/día como mínimo.

La capacidad de almacenamiento de solución amoniaca será de 700 toneladas.

El número de llenaderas para auto-tanques y nodrizas será de cuatro.

#### 3.1.4.3 Flexibilidad.

El amoniaco ducto deberá tener facilidades para poder operar del 50% al 100% de capacidad.

En caso de falla de energía eléctrica o de vapor en Ciudad Madero el amoniaco ducto no operará.

En San Fernando la planta de preparación de solución amoniacal tendrá flexibilidad para poder obtener solución al 24% y al 18% en peso.

En caso de falla de energía eléctrica, suministro de agua o aire de instrumentos, la planta no operará.

En llenaderas se deberá tener flexibilidad para poder cargar amoniaco anhidro o solución, pero no ambas simultáneamente.

#### 3.1.3.4 Previsiones para instalaciones futuras.

Para el amoniaco ducto se deberá proveer desvíos futuros hacia otras terminales.

Para las instalaciones de Ciudad Madero no se prevén aumentos futuros de capacidad.

Para San Fernando se deberán proveer instalaciones futuras en el almacenamiento de amoniaco anhidro y área para poder preparar otro tipo de soluciones.

#### 3.1.4 Especificación de las alimentaciones.

##### 3.1.4.1 Amoniaco anhidro líquido.

En el tanque de almacenamiento criogénico la composición:

- Amoniaco: 99.5% en peso mínimo
- Agua: 0.5% en peso máximo
- Aceite: 10 ppm. máximo

- Presión: Atmosférica
- Temperatura: - 33°C (-28°F)

La capacidad de almacenamiento de amoniaco anhidro es de 20 000 toneladas en Ciudad Madero Tamaulipas.

Las condiciones de envío de amoniaco anhidro serán:

- Presión: 52.7 Kg/cm<sup>2</sup> (750 Psig.)
- Temperatura: 5°C (41°F)

### 3.1.5 Especificación de los productos.

#### 3.1.5.1 Amoniaco anhidro líquido.

Se recibirá el amoniaco anhidro líquido en la planta de San - Fernando a las condiciones siguientes:

- Presión de llegada: 20 Kg/cm<sup>2</sup> (284 Psig.) máxima.  
18 Kg/cm<sup>2</sup> (256 Psig.) normal.  
16 Kg/cm<sup>2</sup> (227 Psig.) mínima.
- Temperatura de llegada: 35°C (95°F) máxima.  
24°C (75°F) normal.  
10°C (50°F) mínima.

Las condiciones de almacenamiento del amoniaco anhidro en San Fernando serán:

- Capacidad de almacenamiento: 710 toneladas.
- Presión: 14.8 Kg/cm<sup>2</sup> (211 Psig.) máxima.  
10.1 Kg/cm<sup>2</sup> (144 Psig.) normal.  
5.27 Kg/cm<sup>2</sup> ( 75 Psig.) mínima.



Temperatura:                               \*40°C (104.0°F) máxima.  
  28°C (82°F)        normal.  
  10°C (50°F)        mínima.

\* Para el caso de que llegue la temperatura del amoniaco a 40°C se deberá enfriar mediante rociadores hasta 35°C.

La capacidad de llenaderas de auto-tanques con amoniaco anhidro será de 132 tons/hrs., y por cada llenadera de 33ton/hr.

### 3.1.5.2 Solución amoniacal.

Se podrá preparar solución al 24% y 18% en peso de amoniaco, la concentración dependerá de la estación, en verano será al 18% y en invierno al 24%

Las condiciones de almacenamiento de solución amoniacal será:

- Capacidad:           700 ton.
- Presión:             Atmosférica.
- Temperatura:        al 24% 30°C (86°F) máxima.  
                          al 18% 50°C (122°F) máxima.

Se tendrá un sólo tanque de almacenamiento para solución amoniacal. La capacidad de llenaderas de auto-tanques con solución será de 205 ton/hr., y por cada llenadera de 51.3 ton/hr.

### 3.1.6 Protección contra incendio.

Ciudad Madero:

Se utilizará la red existente que existe en la Terminal Marítima de Ciudad Madero y no requiere de ampliación.

Para la subestación eléctrica se requiere extinguidores de CO<sub>2</sub>.

San Fernando:

Se deberá diseñar una red contra incendio nueva que cubra toda la planta.

La capacidad de la bomba contra incendio será de  $340.6 \text{ m}^3/\text{hr}$ . (1500 GPM), y una presión de descarga de  $8 \text{ Kg/cm}^2$  (114 Psig.)

Se deberá contar además, con una bomba jockey para presionar - toda la red, con una capacidad de  $13 \text{ M}^3/\text{hr}$ . (57 GPM) y una presión de descarga de  $7 \text{ Kg/cm}^2$  (100 Psig.).

Todos los tanques salchicas deberán estar protegidos mediante - una red tendiéndose monitores espaciadores a cada 30 metros.

Adicionalmente en la misma red, se tendrán sistemas de rociadores para cada tanque salchicha como sistema de enfriamiento, - exclusivamente. Se deberá cubrir el área de llenaderas de auto-tanque tendiéndose al menos 2 monitores.

Para la subestación eléctrica y centro de control de motores se tendrán extinguidores de  $\text{CO}_2$ .

La red contra incendio deberá cubrir el área dónde se encuentre el transformador.

### 3.1.7 Sistema de desfogues.

Ciudad Madero:

Todas las válvulas de seguridad deberán estar conectadas al sistema existente en la terminal Marítima de Ciudad Madero.

San Fernando:

Se deberá diseñar un sistema de desfogues para todos los tanques salchicha que contienen amoníaco anhidro.

Su diseño deberá hacerse en base al API-520 y considerar exclusivamente dos tanques salchicha bajo condiciones de fuego, ya que los demás deberán estar protegidos por la red contra incendio.

Cada tanque salchicha tendrá válvulas de seguridad y relevarán a un cabezal de desfuegos, que estará conectado a un venteo - elevado.

Se deberá considerar un venteo elevado a una altura mínima de - 40m y que tenga la capacidad suficiente de absorber todos los desfuegos en la planta.

Su localización será al noroeste de la planta para evitar que los gases regresen a la planta.

La calibración de las válvulas de seguridad deberá hacerse a  $17.5 \text{ Kg/cm}^2$  (250 Psig.).

### 3.1.8 Condiciones ambientales.

#### 3.1.8.1. Ciudad Madero.

##### a) Temperaturas:

- máxima extrema:	39°C	(102.2°F)
- mínima extrema:	5°	(42°F)
- máxima promedio:	32°	(89.6°F)
- mínima promedio:	15°C	(59°F)
- promedio:	26°C	(28.8°F)
- promedio del mes mas caliente:	35°C	(95°F)
- promedio del mes frio.	10°C	(50°F)

- de bulbo húmedo promedio: 24°C (75.2°F)
- de bulbo húmedo de diseño: 27.5°C (81.4°F)

b) Condiciones climatológicas.

b.1 Elevación sobre el nivel del mar: 2m.

b.2 Condiciones atmosféricas:

- presión atmosférica: 760 mm. de Hg.
- atmósfera corrosiva: si
- contaminantes: ambiente salino

b.3 Humedad relativa:

- máxima promedio 90%

b.4 Viento.

- dirección de los vientos dominantes: de S.E. a N.O.
- dirección de los vientos reinantes: de S.E. a N.O.
- velocidad media: 15 Km/hr.
- velocidad máxima: 200 Km/hr.

b.5 Precipitación pluvial.

- horario máximo: 92 mm.
- anual medio: 1200 mm.

b.6 Zona sísmica: uno

3.1.8.2 San Fernando.

a) Temperaturas:

- máxima extrema: 44°C (111.2°F)
- mínima extrema: -7°C (19.4°F)
- máxima promedio: 24°C (93.2°F)
- mínima promedio: 8°C (46.4°F)
- promedio: 30°C (86°F)

- promedio del mes mas caliente:	37°C	(98.6°F)
- promedio del mes mas frío:	5°C	(41°F)
- de bulbo húmedo promedio:	23°C	(73.4°F)
- de bulbo húmedo de diseño:	28°C	(82.4°F)

b) Condiciones climatológicas.

b.1 Elevación sobre el nivel del mar: 42m.

b.2 Condiciones atmosféricas:

- presión atmosférica: 755 mm. de Hg.
- atmósfera corrosiva: no
- contaminantes: no

b.3 Humedad relativa:

- máxima promedio: 75% en verano.

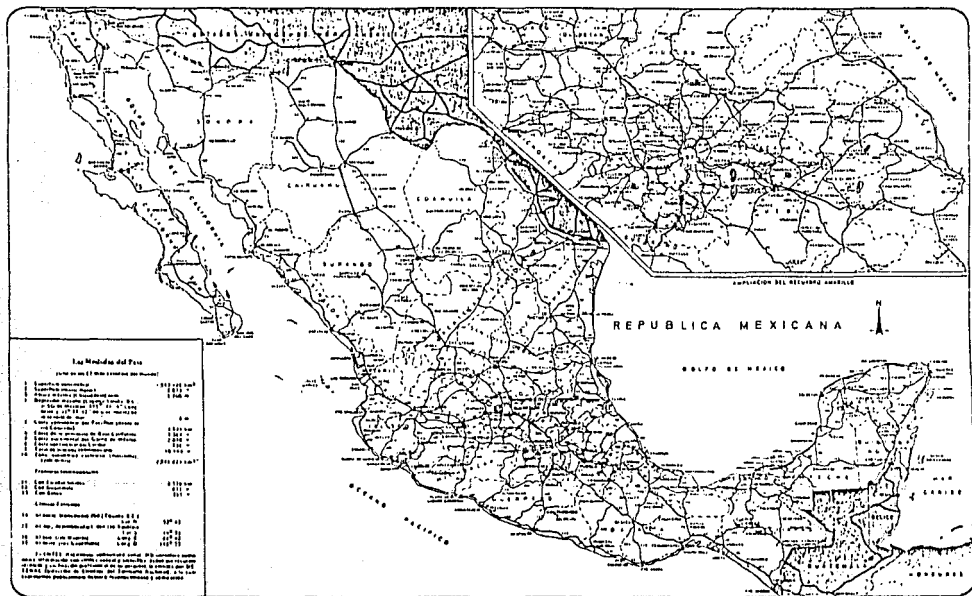
b.4 Viento:

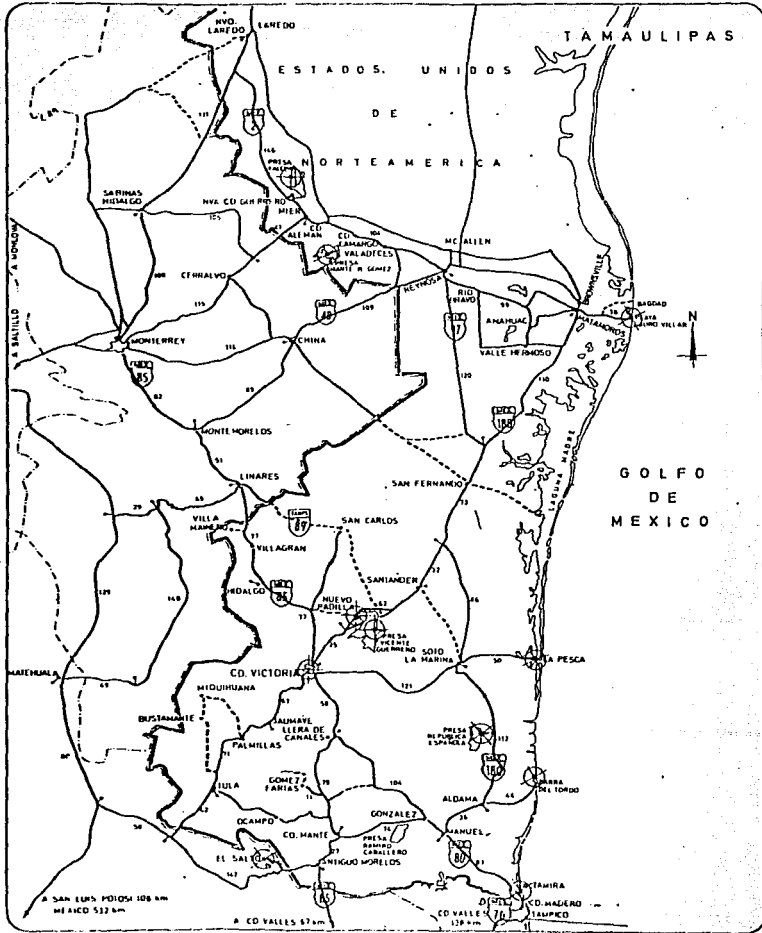
- dirección de los vientos dominantes: de S.E. a N.O.

b.5 Precipitación pluvial:

- horario máximo: 50 mm.
- anual media: 500 mm.

b.6 Zona sísmica: uno





### 3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

#### 3.2.1 Descripción de las instalaciones:

El proceso estará integrado por los siguientes sistemas:

- Sistema de envío de amoníaco anhidro.
- Sistema de recibo de amoníaco anhidro.
- Sistema de preparación de solución amoniacal.
- Sistema de llenaderas amoníaco anhidro y en solución.

#### 3.2.2 Sistema de envío de amoníaco anhidro.

El equipo que integra la sección de envío de amoníaco anhidro estará instalado en Ciudad Madero.

La bomba BA-1020 A o B, succiona amoníaco anhidro del tanque - criogénico FB-1001. Este tanque es existente y tiene una capacidad de almacenamiento de 20 000 toneladas, operando a  $-28^{\circ}\text{F}$  y presión atmosférica.

La bomba BA-1020 envía el amoníaco a los intercambiadores de calor CH-1000 A y B de tipo de coraza y tubos, para elevarle la temperatura de  $-28^{\circ}\text{F}$  a  $42^{\circ}\text{F}$  utilizando aceite como medio de calentamiento. La capacidad de las bombas es de 270 GPM descargando a una presión de 270 Psig. Opera normalmente una quedando la otra de respaldo.

El amoníaco provenientes de los intercambiadores de calor, es enviado a San Fernando, por medio de la bomba BA-1022 A ó B, que tienen una capacidad de 295 GPM con una presión de descarga de 750 Psig. Opera normalmente una, quedando la otra de respaldo.



Para el aceite de calentamiento se tiene un circuito cerrado, - formado por el tanque de almacenamiento existente FB-1002, las bombas BA-1021 A y B, los intercambiadores de calor para amoníaco-aceite, y los intercambiadores de calor CH-1001 A y B para - aceite vapor.

La capacidad del tanque FB-1002 es de 1000 barriles y opera a - presión atmosférica. La temperatura del aceite dentro del tanque es de 140°F. Las bombas BA-1021 succionan aceite de este tanque y tendrán una capacidad de 419 GPM con una presión de - descarga de 50 Psig., operando normalmente una y quedando la - otra de respaldo.

El aceite proviente de las bombas BA-1021, entra a los intercambiadores de calor CH-1000 a 140°F y sale a 48°F, cediendo el calor necesario al amoníaco para elevar su temperatura hasta 41°F, y así poder enviarlo por el amoníaco ducto a condiciones no criogénicas. Cada uno de los intercambiadores CH-1000 tiene la mitad de la capacidad térmica total, por lo que operan simultáneamente.

De los intercambiadores de calor CH-1000, el aceite pasa a los intercambiadores CH-1001 para ser recalentado por medio de vapor. En estos intercambiadores el aceite entra a 48°F y sale a 150°F. El vapor utilizado es saturado a 145 Psia. Cada uno de los intercambiadores CH-1001 tiene la mitad de la capacidad - térmica requerida por lo que operan simultáneamente.

De los intercambiadores CH-1001, el aceite pasa al tanque de almacenamiento FB-1002.

El amoníaco será enviado a San Fernando por una tubería de 8" - de diámetro y 322 Km. de longitud. Esta tubería va enterrada a 1m. de profundidad siguiendo la trayectoria del gasoducto que va a Reynosa. El amoníaco es enviado de Ciudad Madero a 750 Psig. y 41°F, y se recibe en San Fernando a una presión que va de 284

a 227 Psig. y a una temperatura que varía de 50°F y hasta 95°F dependiendo de la época del año.

### 3.2.3 Sistema de recibo de amoniaco anhidro.

El sistema de recibo está integrado por 8 tanques salchichas; del TH-101 al TH-108, de 1000 barriles cada uno. En la línea de llegada del amoniaco a San Fernando se tiene una válvula, controladora de presión, que reduce la presión de llegada hasta 210 Psig., o menos dependiendo de la presión de operación de los tanques salchicha.

Al alcanzarse el nivel máximo de operación en los tanques salchicha, una válvula de control de nivel cortará el flujo en forma automática.

Al detectarse la sobrepresión en el amoniaco originada por el cierre de la válvula de control de nivel, las bombas BA-1022 y BA-1020 se detendrán automáticamente.

Todos los tanques salchicha están interconectados por la parte inferior y superior para mantener el mismo nivel e igualar presiones.

Los tanques están conectados a un sistema de desfogues, el cual opera por sobrepresión en caso de incendio o un aumento en la temperatura que sobrepase la presión de diseño.

### 3.2.4 Sistema de preparación de solución amoniaca.

La preparación de solución amoniaca se hace en una "T" de mezcla. La corriente de amoniaco anhidro y agua que llegan a la "T" de mezcla son reguladas por válvulas de control, de acuerdo a la concentración de la solución que se quiera preparar.

La selección de la concentración que se desea preparar (18% o 24% en peso) se hace por medio de controladores de flujo desde el tablero de control. Los flujos de amoníaco anhidro y agua serán registrados en el tablero de control y se totalizará la cantidad de solución preparada.

Un mezclador estático después de la "T" de mezcla hace más homogénea la solución de amoníaco.

Después del mezclador estático, se pasa la solución por el enfriador tipo atmosférico CO-120, para eliminar el calor que se genera al disolver el amoníaco en el agua.

Finalmente la solución preparada, pasa al tanque de almacenamiento atmosférico TV-109 pasando antes por una válvula controladora de presión.

### 3.2.5 Sistema de llenaderas de amoníaco anhidro y en solución.

Para la venta y distribución final del amoníaco anhidro y de la solución al 18% o 24% en peso, se contará con un sistema de llenaderas.

Este sistema de llenaderas está formado por tres bombas centrifugas verticales BA-112 A, B y C y cuatro líneas de llenado - para autos-tanque y tambores.

La succión de las bombas estará conectada de tal forma, que permitirá bombear amoníaco anhidro directamente de los tanques salchicha, o solución amoniacal del tanque TV-109, hacia las - líneas de llenado.

También será posible el bombeo de amoníaco anhidro de un tanque salchicha hacia los demás (trasiego) para casos de mantenimiento.

Cuando se utilicen las líneas de llenado para amoníaco anhidro, será necesario igualar presiones entre los tanques salchicha y los auto-tanques que se estén llenando, y al mismo tiempo, regresar los vapores de amoníaco que se generen en el llenado.

Para esto se tiene un cabezal con conexiones de tipo golpe - "WECO" que conectarán a los auto-tanques con la parte superior de los tanques salchicha.

Se contará también con una báscula tipo celdas de carga para el pesaje de auto-tanques, y en función de peso de producto, cobrar al público.

### 3.3. DIAGRAMA DE FLUJO



### 3.4 LISTA DE EQUIPO


LISTA DE EQUIPO

NO. DE IDENTIFICACION	DESCRIPCION	SERVICIO	DATOS DE DISEÑO	CAN TIDAD	OBSERVACIONES
BA-1020 A, B	Bomba Centrifuga Vertical	Bombeo de amoniaco anhidro	AH = 270 PSI A = GPM a - 28°F	2	Servicio Criogénico
BA-1021 A, B	Bomba Centrifuga Horizontal	Bombeo de aceite de calentamiento	AH = 50 PSA Q = 418.7GPM 140°F	2	
BA-1022 A, B	Bomba Centrifuga Horizontal	Bombeo de amonfaco anhidro	AH = 490 PSI Q = 295 GPM a 41°F	2	
BA-112 A, B y C	Bomba Centrifuga Vertical	Bombeo de amonfaco anhidro y soln. - amonfacal	AH = 40/57 PSI A = 500GPM a 140°F	3	
BA-113 A, B	Bomba Centrifuga Horizontal	Bombeo de agua de hidrolización	AH = 80 PSI Q = 76GPM a 80°F	2	
CH-1000 A y B	Intercambiador de calor tipo coraza y tubos.	Calentamiento de amonfaco con aceite	q = 6'889883 BTU/HR W <sub>NH<sub>3</sub></sub> = 91777 LB/HR W <sub>AC</sub> = 152837	2	
CH-1001 A y B	Intercambiador de calor tipo coraza y tubos.	Calentamiento de aceite con vapor	q = 7'638793 BTU/HR W <sub>AC</sub> = 152837 LB/HR W <sub>VAP</sub> = 8821 LB/HR	2	
CO-120	Intercambiador de calor tipo solaire	Enfriamiento de solución amonfacal con aire.	q = 3'469133 BTU/HR W <sub>SOL</sub> = 45888 LB/HR W <sub>AIRE</sub> = 110313 SCFM	1	
FACULTAD DE QUIMICA U. N. A. M.		PROYECTO: AMONIACODUCTO CD. MADERO SAN. FERNANDO		ASESOR: ING. J. ANTONIO ORTIZ ELABORO: SFO/RGG HOJA. DE REV.	



NO. DE IDENTIFICACION	DESCRIPCION	SERVICIO	DATOS DE DISEÑO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
TH-101 A	Recipiente a presión tipo horizontal	Almacenamiento de amoníaco anhidro	$\phi = 12$ FT I.R. = 54 FT P.OPER. = 210 PSIG a 100°F	8	
TV-109	Tanque atmosférico API-650	Almacenamiento de sol. amoníaco al 24% y 18%	$\phi = 31$ FT H = 36 FT V = 5000 BLS.		
TV-110	Tanque atmosférico API-650	Almacenamiento de agua para hidrolización.	$\phi = 31$ FT H = 36 FT		
FA-119	Filtro tipo canasta Duplex	Filtración de solución amoníaco	Q = 1000 GPM APmax = 3PSI Filtración 149 micras.	1	
EM-121	Mezclador estático en línea	Mezclado de amoníaco y agua	$\phi = 6$ PULGADAS Q = 104 GPM P = 80 PSIG.		
FACULTAD DE QUIMICA U. N. A. M.		PROYECTO: AMONIACODUCTO CD. MADERO SN. FERNANDO		ASESOR: ING. J. ANTONIO ORTIZ ELABORADO: SRJ/RGG HOJA . DE . REV.	

### 3.5 HOJAS DE DATOS

 <b>BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL</b>		HOJA DE DATOS	
IDENTIFICACION No. BA-1020 A y B SERVICIO: BOMBEO DE ANHIDRO AMONIAO		No. Ep-1020 FECHA 230588 HOJA 66 DE	
CLIENTE: FACULTAD DE QUIMICA		CANT. REQ. 2 (dos)	
NOMBRE DEL PROYECTO: ANHIDRODUCTO CD. NADERO-SAN FERNANDO		FAB.	
No. DEL PROYECTO: T-100		MODELO.	
AREA: TERNAL DE ALMACENAMIENTO		TIPO. VERTICAL DE BARRIL	
LOCALIZACION: CD. NADERO TAMPS.			
DATOS DE OPERACION			
FLUIDO BOMBEO: NH <sub>3</sub> ANHIDRO SATURADO	CAPACIDAD NORMAL P.T.	270 G.P.M.	
TEMPERATURA DE BOMBEO: -33 °C -28 °F	CAPACIDAD MAXIMA DETERM.	300 G.P.M.	
GRAVEDAD ESPECIFICA PT. 0.68	PRECISION DE DESCARGA:	270 PSIG	
VISCOSIDAD PT. 0.266 CP	PRECISION DE SUCCION:	0 PSIG	
PRESION DE VAPOR: 14.7 PSIA	NPCN DISPONIBLE:	0 FT	
T.D.M.: 270 PSI: 91A FT			
ESPECIFICACIONES			
TAMANO: No. DE PASOS	H.P. HIDRAULICO:	67.3 HP	
TIPO: BARRIL R.P.M. MAX 1,800	EFIC. DE LA BOMBA:	80 % MIN.	
ROTACION:	POTENCIA AL TRECHO:	78.8 H.P.	
BRIDA DE SUCCION: 150# RF HORIZONTAL	H.P. EN EL EXT. DE LA CURVA:		
BRIDA DE DESCARGA: 300# RF HORIZONTAL	CURVA No.		
TAMANO DEL IMPULSOR PROPUESTO:	AGUA DE ENF.	°C	
TAMANO DEL IMPULSOR MAXIMO:	VALEROS	G.P.M.	
TAMANO DEL IMPULSOR MINIMO:	CAJA EMPAQUES:	G.P.M.	
VEL. EN OJO DEL IMPULSOR:	PEDESTALES	G.P.M.	
LONG. TOTAL DE LA COLUMNA:	LONG. TOTAL DE LA CUDETA:		
PROFUNDIDAD POZO APROX.	NIVEL ESTATICO:		
DIAMETRO ABEME:	NIVEL DINAMICO:		
MATERIALES			
TAZON: A-352-GR-LCB	CUBETA: A333CR1	CAJA DE VALEROS:	
CONROSION: 1716#	ESPESOR:	CAJA DE EMPAQUES:	
PRES. DE TRABAJO: 270 PSIG		HUSHING DEL ESTOPCHO:	
PRES. DE PRUEBA: 450 PSIG		ANILLO LINTERNA:	
IMPULSOR: A-352-GR-LCB		TORNILLOS DEL TAZON:	
ANILLOS DE DESGASTE DE IMP.		TORNILLOS DEL PRESNA ESTOPA:	
ANILLOS DE DESGASTE DEL TAZON:		TIPO DE VALERO RADIAL:	
CLARO ENTRE ANILLOS DE DESGASTE:		TIPO DE VALERO DE EMPUJE:	
FLECHA: A-350 GR LEI		LUBRICACION:	MISMO FLUIDO
PRESNA ESTOPA: VER NOTA 4		COPLA:	TIPO RIGIDO
CABEZAL Y COLUMNA:		BASE:	
FLECHA DE LINEA: TIPO ABERTIA		PESO DE BOMBA Y BASE:	
ACCIONAMIENTO			
MOTOR: ELECTRICO	CLAVE:	TURBINA:	CLAVE:
FABRICANTE:	TIPO: INDUCCION J.A.	FABRICANTE:	
H.P. 100	R.P.M. 1800 Max.	H.P.	R.P.M.
CORRIENTE 440 Volts 3 fases 60 Hertz.		VAPOR:	PSIG. ESCAPE: 151.
PERO:		CANTIDAD DE VAPOR:	
5.- SE DEBERA HACER PRUEBA "CHARPY" A LOS MATERIALES QUE ESTEN EN CONTACTO CON NH <sub>3</sub> A -50°F			
NOTAS: 1.- LUBRICACION CON EL MISMO FLUIDO. 2.- NO SE PERMITEN MATERIALES DE COBRE O ALEACIONES DE ESTE			
3.- SE DEBEN HACER PRUEBAS ATESIGUADAS DE COMPORTAMIENTO, HIDROSTATICA, DE TALLER.			
4.- SELLO MECANICO DOBLE, CON TANQUE PARA LIQUIDO DE SELLO CON METANOL			
REV.	01	02	03
FLCHA.			
POR/APR.			



# BOMBA CENTRIFUGA

# HOJA DE DATOS

FACULTAD DE QUIMICA		TAG	BA-1072 A. y B	CANTIDAD	2(DOS)					
LUGAR CD. MADRID TAMP.		UNIDAD								
SERVICIO BOMBA REFORZADA PARA AMOLADO		FABRICANTE								
UNIDAD MOTRIZ: MOTOR ELECTICO DE INDUCCION		TAMANO Y TIPO	HORIZONTAL MULTIPASOS							
TURBINA		SE DEBE SEGUIR EL ESTANDER API DIO								
CONDICIONES DE OPERACION DE CADA BOMBA			FUNCIONAMIENTO							
LIMPIO AMOLADO	U. S. GPM (7.6 LBS. POR MIN.)	302	SELECCION	325						
ANMIDRO	PRES. OPER. (PSIG)	750								
TEMP. BOMBA (°F)	PRES. SUCC. (PSI) (M)	260	SELECCION							
DEBS. REL. (C/D)	PRES. DISP. (PSI)	490								
PRES. VAPOR (PSI) (M)	COLUM. DISP. (PIES)	1797								
VISC. (C/D)	HP/M DISE. (PIES)	SUFICIENTE								
EDM./PRES. CAUSADO POR										
MATERIALES Y CONSTRUCCION			FUNCIONAMIENTO							
MONTAJE CARGA EL. CENTRO X	TIPO DE	Y	DIOPORTE	Y	VERTICAL					
DIVISION (SERIAL)	X	SHADWEL								
TIPO VOLUTA SENCILLA	X	DOBLE VOLUTA	X	IMPULSOR						
CONEX. INVENTO	X	HOYERAJE	X	IMANOMETRO						
BOQUILLAS: DIAMETRO	CLAVES	ANILLOS	CARRA	POSICION						
SUCCION	300 #	RF								
DESCARGA	600 #	RF								
DIAM. IMPULSOR, DISEÑO	MAR.	TIPO	CERRADO							
Nº DE FAB. DE BALENOS RADIAL		AXIAL								
COPLER Y BUNDA, FAB.	MITAD COPLER MOTOR MONTADO POR FAB. BOMBA									
EMPAQUE: FAB. Y TIPO	MANTEN. Y ANILLOS									
WELDED MECANICO, FAB. Y TIPO	CODIGO CLASE									
PARA BOMBA VERT. EMPUJE FLECHA HACIA ARRIBA/BAJA (ABAJOS)	LE									
ACERO ESTRUCTURAL CON UN MOTOR - BOMBA										
CLAVE M.T.S	CARRERA	PARTES INTERIORES			WELDED DE TALLER / RECURSIVA / TESTEADA					
I BIERRO FUNDIDO	CLAVE INTERIORES	I	B	B	C	S	COMPRESION OPER.		SI	
B BOMBE	IMPULSOR	I	B	B	C	S	NAPH		SI	
D ACERO	PORTE INT. CUERPO	I	B	B	C	S	INSPECCION		SI	
C NUBIA COPRO	MANGUILLAS/BOQUILLAS	CM	CM	AP	AP		HIPOSTATICA		SI	
A ALEACION	MANGA (SELLO)	C	C	CM	CM	S	HIPOSTATICA	1170	PSIG	30 MIN.
H ENDURECIDO	PANT. DE DESPASTE	I	B	B	C	S	MAX. PRES. DE TRAB. PERMIS.	PSIG		
P RECUBIERTO	FLECHA	B	B	S	S		PESOS: BOMBA		BASE	
	CHASIS	I	B	B	C	S	MOTOR		TUBERIA	
		I	B	B	C	S	DATOS FINALES DEL FABRICANTE			
MOTOR POR	FAB. BOMBA									
CLAVE	MONTADO POR	FAB	CLAVE	MONTADO POR			DIAMETRO ACTUAL DE IMP.			
HP	RPM	ANVASON	HP	RPM	MATL.		CURVA DE FUERA N°			
FAB.			FAB.				DIR. DISEÑAL N°			
TIPO INDUCCION	ANIL	HP/M	VAP. INT. (PSIG)		(TEMP) (F)		DIR. SECC. BOMBA N°			
ENCAPULADO	15CV	AUM. TEMP	CONEX. VAPOR		LBS/SH/HR		Nº SERIE BOMBA			
VOLTS/PASES	CICLOS	440/3/60	BALEROS		LUB.		TOLERANCIA ENTRE ANILLOS			
BALEROS	BOLAS	LUB. GRASA	BOQUILLAS	CM	CM	AP	CONEXION (SELLOS MECANICOS)			
ANPA A PLENA CARRA			TELERA				INSTALADOS			
OBSERVACIONES:	(1) LUBRICACION DE LOS SELLOS CON EL MISMO FLUIDO									
	(2) NO SE PERMITE MATERIALES DE COBRE O ALEACIONES DE ESTE									
	(3) SELLO MECANICO DOBLE.									
							PROY.	HOJA	REV.	
							TESIS		0	
Nº	FECHA	REVISIOLES								



# BOMBA CENTRIFUGA

## HOJA DE DATOS

FACULTAD DE QUIMICA      TAG      BA-1021 A Y B      CANTIDAD 2 (nos)

LUGAR      CD. MADRID - JARNS      UNIDAD      SERVICIO      BOMBO DE ACEITE DE CALENTAMIENTO      EFECICANTE      UNIDAD MOTRIZ: MOTOR      ELECTRICO DE INDUCCION      TAMAÑO Y TIPO      HORIZONTAL      SI OBEDECE EL ESTANDAR API 610      SI

TURBINA      EDICIONES DE OPERACION DE CADA BOMBA      FUNCIONAMIENTO

CONDICIONES DE OPERACION DE CADA BOMBA

LIQUIDO      ACEITE DE      U.S. GPM      418.7      SELECCION      460

CIRCULACION      PRES. DISE. (PSIG)      50

TEMP. BOMBO (°F)      150      PRES. SUCC. (PSIG)      0      SELECCION

DEBE. REL. (CY)      0.71      PRES. DIF. (PSI)      50

POS. VAPOR (CY/INP)      2.5      COLUM. SUP. (PIES)      158.2

VISC. (CP)      0.82      RPMH DISE. (PIES)      15

EDOS PEROS CAUSADO POR

MATERIALES Y CONSTRUCCION

MONTAJE CAVARCA IL. CENTRO X INP      MONTAJE INVERTICAL

DIVISION (SERIAL)      (SERIAL)      X

TIPO      INVOLUTA SENCILLA X      HOJUELA VOLUTA      MONTAJE

COLEX.      INVENTO X      MONTAJE X      MONTAJE

BOQUILLAS      DIAMETRO      CLASIF. API      CARRA      POSICION

SECCION      I      150 #      RF      HORIZONTAL

DESCRIPCION      I      #      RF      VERTICAL

CARRA      INP      DISE.      MAR.      TIPO      CERRADO

M. DE FAB. DE BALENOS RADIAL      AXIAL

COPL. Y BOMBA, FAB.      MONTAJE COPL. MOTOR MONTAJE POR FAB. BOMBA

EMPAQUE, FAB. Y TIPO      ASBESTO      TAM.      M. ANILLOS 5mln.

SELLO MECANICO, FAB. Y TIPO      CODIGO CLASE

PARR. BOMBA VERT. EMPUJE FLECHA SACTO ARRIBASIMACIA ARAJOJ      L6

PIST. MECRO ESTRUCTURAL COMUN PARA MOTOR Y BOMBA

CLAVE MAT. S      CARCET S      PARTES INTERIORES

A	PIEDRA FUNDIDA	CLAVE INTERIORES	I	B	S	C	A
B	BRONCE	IMPULSOR	I	(S)	A	C	A-48 Clase 30
B	ACERO	PORTE INT. CUERPO	I	I	X	C	A-48 Cl 30
C	INVERN. CPOMO	MANTENIMIENTO	I	CM	CM	AP	AP 1A-295 GR CA15
A	ALBERGON	MANTENIMIENTO	I	C	I	CM	CM
M	ENROSCADO	PART. DE DESPASTE	I	I	P	C	C 1A-576 GR
M	RECUBIERTO	FLECHA	S	I	D	P	1A-576 GR
S							1A-216 GR HCB

M. DE FAB. DE TALLER      SE GUERDIA      MONTAJE

CONFIRMACION OPER.      SI

RPMH      SI

HIESTROSTATICA      SI

HIESTROSTATICA 120      PRES. 30 MIN.

MAX. PRES. DE TRAB. PERMIS.      PRES. 10

PESOS BOMBA      BARE

MOTOR      TURBINA

MOTOR POR FAB. BOMBA      TURBINA POR

CLAVE MONTADO POR FAB.      CLAVE MONTADO POR

RPM 25 RPM      ARAJON      RPM      MATL.

FAB. Y TIPO      FAB. Y TIPO

TIPO INDUCCION      ATEL.      RPM

ENCAPULADO      TCCY      AUM.      TEMP.

VOLTAJE/PASOS/CICLOS      440/220/60

BALENO      BOLSAS      LUB.      GRASA

IMP.      P. PLANA      CARCA

BALENO      LUB.

SECCION      I

DESCRIPCION      I

ESCAPE      I

DATOS FINALES DEL FABRICANTE

DIAMETRO ACTUAL DE IMP.

CURVA DE PRUEBA N°

DIB. DIMENSIONAL N°

DIB. SECC. BOMBA N°

DIB. SECC. BELLO N°

M. SECC. BOMBA

TOLERANCIA ENTRE ANILLOS

(MONTAR SELLOS MECANICOS)

INSTALADOS      SEPARADOS

OBSERVACIONES

PROY.	HOJA	REV.
230587	67	0
FECHA	RESIDUOS	



DIVISION INGENIERIA

PLANTA	ANOTIACODUCTO CD. NADERO - SAN FERNANDO	HOJA	DE
LOCALIZACION	CD. NADERO, TARPS	REGIONACION	NR
CLAVE	CH-1000 Ay B	FECHA POR	SFO
NO. UNIDADES	2 (dos)	AMOBADA POR/AJDR	

**CAMBIADORES DE CALOR**  
HOJA DE ESPECIFICACIONES

1	SERVICIO DE LA UNIDAD	CALENTAMIENTO DE ANOTIACO CON ACEITE		
2	TAMARO	TIPO	NEW	POSICION
3	SUPERFICIE POR UNIDAD	675	F12	ENVELOPTE POR UNIDAD
4	SUPERFICIE POR ENVELOPTE	675	F12	AMREGLO DE LAS ENVELOPES
5	<b>CONDICIONES DE OPERACION POR UNIDAD</b>			
6		LADO DE LA ENVELOPTE	LADO DE LOS TUBOS	
7	FLUIDO ENROLADO	ANOTIACO ANILDRD		ACEITE
8	CANTIDAD TOTAL	LBS/HR	45880	
9		LBS/HR	ENTRADA	SALIDA
10	ENTIDAD RELATIVA	LBS/HR	45880	78410
11	CONDICION TÈRMICA	BTU/HR/FT <sup>2</sup>	0.68	0.64
12	CALOR ESPECIFICO	BTU/LB/°F	1.027	1.104
13	VISCOSIDAD	CP	0.28	0.14
14	RES MOLECULAR	BTU/LB		
15	CALOR LATENTE	LBS/HR		
16	RES MOLECULAR	BTU/HR/FT <sup>2</sup>		
17	CALOR ESPECIFICO	BTU/LB/°F		
18	VISCOSIDAD	CP		
19	DENSIDAD	LB/CUFT		
20	TEMPERATURA	°F	78	41
21	NUMEROS REYNOLDS	PSIA	270	250
22	NUMEROS REYNOLDS POR ENVELOPTE	PSIA		
23	VELOCIDAD	FT/SEG		
24	CALOR DE PRESION	BTU	-10	PERM
25	FRACCION DE ENSUCIAMIENTO	HR/FT <sup>2</sup> /RTU	0.001	0.002
26	CAIDA DE PRESION POR UNIDAD	PSIA/FT	3.144	3.12
27	CAIDA TOTAL DE TUBOS DE CALOR	PSIA/FT	4.47	4.47
28			04.78	LW/PIG
29				
30				
31	<b>CONSTRUCCION POR ENVELOPTE</b>			
32	PRESION DE DISEÑO	PSI	200	100
33	PRESION DE PRUEBA	PSI	400	150
34	TEMP. DE DISEÑO	°F	-50/150	200
35	TUBOS A 1 1/2" I.D.	NO. 172	D. EX. 3/4"	NO. 14
36	ENVELOPTE	A-313 Gr. 1	SR/ER	CHARPY
37	LONGITUD	20'	LONGITUD	20'
38	ANCHO	15 1/2"	ANCHO	15 1/2"
39	TAMAÑO DE LA ENVELOPTE	A-516-70	SR/ER	CHARPY
40	ESPESES	106 Gr. B	SR/ER	CHARPY
41	MATERIAL	A-516-70	SR/ER	CHARPY
42	NUMEROS DE TUBOS	20	NUMEROS DE TUBOS	20
43	NUMEROS DE TUBOS	20	NUMEROS DE TUBOS	20
44	TUBOS DE UNION	BRIDADA	TUBO	TUBOS A EFREZO
45	ENVELOPTE	ENVELOPTE	ENVELOPTE	ENVELOPTE
46	ENVELOPTE	ENVELOPTE	ENVELOPTE	ENVELOPTE
47	ENVELOPTE	ENVELOPTE	ENVELOPTE	ENVELOPTE
48	ENVELOPTE	ENVELOPTE	ENVELOPTE	ENVELOPTE
49	ENVELOPTE	ENVELOPTE	ENVELOPTE	ENVELOPTE
50	ENVELOPTE	ENVELOPTE	ENVELOPTE	ENVELOPTE
51	NOTAS:	1.- CONSIDERAR UN 10% DE SOBREDISEÑO EN FLUJO PARA EL DISEÑO TERMODINAMICO		
52		2.- PARA LOS MATERIALES QUE ESTEN EN CONTACTO CON EL ANOTIACO, SE DEBERA REALIZAR LA PRUEBA		
53		CHARPY A -50 °F		
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				

REVISION  
FECHA  
ING



DIVISION INGENIERIA

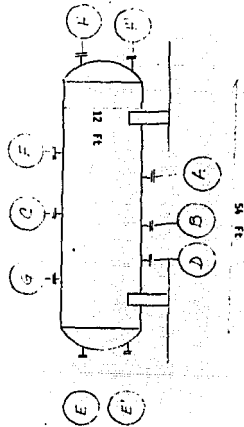
PLANTA: ANONACODUCO CO. MADRO-SAN FERNANDO	HOJA 77 DE
LOCALIZACION: CD. MADRO, TANFS	FECHA: 230587
CLAVE: CH-1001 AyB	MECHA POR SFD/RGG
NR UNIDADES: 2 (dos)	ARMADA POR JAOR.

CAMBIADORES DE CALOR  
HOJA DE ESPECIFICACIONES


1	SERVICIO DE LA UNIDAD	CALENTAMIENTO DE ACEITE CON VAPOR		POSICION: HORIZONTAL	
2	TAMAGO	TIPO	REN	URR	
3	SUPERFICIE POR UNIDAD	159	ENVELOPTE POR UNIDAD		URA
4	SUPERFICIE POR ENVELOPTE	159	ARMADO DE LAS ENVELOPENTES		
5	CONDICIONES DE OPERACION POR UNIDAD				
6			LADO DE LA ENVELOPTE		LADO DE LOS TUBOS
7	FLUJO CIRCULADO	VAPOR		ACEITE	
8	CANTIDAD TOTAL	LBS/HR	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA
9			4411	4411	76419
10	DENSIDAD RELATIVA				0.76
11	CONDUCTIVIDAD TERMICA	BTU/HR FT <sup>2</sup> F			0.088
12	CALOR ESPECIFICO	BTU/LB <sup>2</sup> F			0.49
13	VISCOSIDAD	CP			0.80
14	PESO MOLECULAR				
15	CALOR LATENTE	BTU/LB	866		
16	VAPOR	LBS/HR	4411		
17	PESO MOLECULAR		18		
18	CONDUCTIVIDAD TERMICA	BTU/HR FT <sup>2</sup> F			
19	CALOR ESPECIFICO	BTU/LB <sup>2</sup> F			
20	VISCOSIDAD	CP			
21	DENSIDAD	LB/CU FT			
22	TEMPERATURA	F	355.7	355.4	48
23	PRESION (ATM 14.7 PSIA)	PSIG	130.3		20
24	NUMEROS PASOS POR ENROV		3.0		UNO
25	VELOCIDAD	FT/SEC			8.7
26	CALOR DE PRESION	Btu	3 PERM	CALC	4 PERM
27	FACTOR DE ENSUCIAMIENTO	HR-FT <sup>2</sup> /BTU	3*819.397		1 M. L. I. (CONDENSADO)
28	COEF. DE INTERCAMBIO DE CALOR	BTU/HR <sup>2</sup> FT <sup>2</sup> F	102		280
29	COEF. TOTAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR	BTU/HR <sup>2</sup> FT <sup>2</sup> F			
30	CONSTRUCCION POR ENVELOPTE				
31	PRESION DE DISEÑO	PSI	200		100
32	PRESION DE PRUEBA	PSI	300		150
33	TEMP. DE DISEÑO	F	425		200
34	TUBOS	3/4" X 11.75"	3/4" BWR 14	LONGITUD	BT ARMADO 15/16" O.D.
35	ENVELOPTE	A. CARBON A-106 GR. B	3/4" BWR 14	DI.	BT 3/8"
36	TAPA DE LA ENVELOPTE	BR/BR		TAPA DE CAMEZAL FLUJANTE	BR/BR
37	CALCE	RENOVO #1 ESPESOR	3/8"	TAPA DE CAMEZAL	RENOVO #1 CARBON
38	TUBOS A ETREJO	ACERD. AL CARBON		TIPO	ACERD. AL CARBON
39	MANIFANGAS/SUPORTE TUBOS	A/CARBON	1/2"	% COEFTE	FLUJO
40	MANIFANGAS/SUPORTE TUBOS	A/CARBON	1/2"	% COEFTE	FLUJO
41	MANIFANGAS/SUPORTE TUBOS	A/CARBON	1/2"	% COEFTE	FLUJO
42	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
43	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
44	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
45	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
46	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
47	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
48	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
49	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
50	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
51	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
52	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
53	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
54	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
55	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
56	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
57	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
58	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
59	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
60	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
61	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
62	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	
63	TIPO DE UNIDAD ENROV	TUBO		TUBOS A ETREJO	


REVISION: \_\_\_\_\_  
FECHA: \_\_\_\_\_  
ING: \_\_\_\_\_

RECIPIENTES		HOJA DE DATOS					
IDENTIFICACION No. IH - 101 A IH - 108 SERVICIO: ALMACENAMIENTO DE ANODIACO ANHIDRO		No. FECHA 230587. 110J0161 DE					
CLIENTE: Facultad de Quimica NOMBRE DEL PROYECTO: ANODIADUCTO CO. WADERO - SAN FRANCISCO No. DEL PROYECTO: T-103 1-100		CANT. REQ. 8(080) FAB. MODELO.					
AREA: TERMINAL DE ALMACENAMIENTO LOCALIZACION: SAN FERNANDO TARPS. San - Fernando Tarps.		TIPO. HORIZONTAL A PRESION					
SERVICIO ALMACENAMIENTO A PRESION FLUIDO ANODIACO ANHIDRO		POSICION: VERTICAL DENSIDAD RELATIVA 0.5829					
CAPACIDAD 1000 BLS (5614.6 FT <sup>3</sup> ) 159 m <sup>3</sup> NIVEL: NORMAL 1830 mm. MAXIMO 3200 mm.		PRESION: OPERACION 192 Psig Kg/cm <sup>2</sup> max. DISEÑO 230 Psig. 16 Kg/cm <sup>2</sup> max.					
RELEVO 250 Psig. 17.5 Kg/cm <sup>2</sup> max. PRUEBA		TEMPERATURA: OPERACION 100°F °C DISEÑO 150 °F °C					
DIMENSIONES: TANG. A TANG. 54 FT mm. DIAMETRO 12 FT mm.							
OTROS							
TIPO DE TAPAS ELIPTICAS 2:1							
TIPO DE FONDO A - S15 - GR 70							
MATERIALES: CUERPO TAPAS							
SOPORTES A-36 EMPAQUES ASBESTO							
BOQUILLAS A-53-B PARTES INT.							
CORROSION PERM. CUERPO 1/8" TAPAS 1/8"							
ESPESOR: CUERPO 1 3/8" mm TAPAS 1 3/8" mm							
AISLAMIENTO TIPO ESPESOR mm							
PESO VACO Kg. LLENO DE AGUA Kg.							
VIENTO 100 Km/h Kg/m <sup>2</sup>							
FACTOR SISMICO ZONA UNO							
CODIGO API ASME SEC. VIII DIV. I							
RELEVADO DE ESFUERZOS. SI (NO) CODIGO							
RADIOGRAFIADO POR PUNTOS (TOTAL) NO							
LISTA DE BOQUILLAS							
CLAVE	CANT.	DIA M	TIPO	PRES.	SERVICIO		
A	1	8" 6"	RF	300#	ENTRADA NH <sub>2</sub>		
B	1	8" 6"	RF	300#	SALIDA NH <sub>2</sub>		
C	1	4" 2"	RF	300#	IGUALACION DE PRESION		
D	1	2"	NPT	300#	DRENAJE		
E	2	3/4"	NPT	300#	CONTROL DE NIVEL		
F	1	3/4"	NPT	300#	IND. DE PRESION		
G	1	1 1/2"	RF	300#	IND. DE TEMPERATURA		
H	2	1 1/2"	RF	300#	IND. DE NIVEL		
NOTAS:							
REV.	01	II	21	31	41	51	61
FECHA.	230587						
POR/APR.	SE0						





	MEZCLADOR ESTÁTICO	HOJA DE DATOS					
	IDENTIFICACION No. <u>ER-171</u>	No. <u>ER-171</u>	FECHA: <u>HOJA 1 DE 1</u>				
SERVICIO: <u>HOMOGENIZACION DE SOLUCION ANOMIACAL</u>	CLIENTE: <u>FACULTAD DE QUIMICA</u>	CANT. REQ. <u>UNO</u>					
NOMBRE DEL PROYECTO: <u>AROMATICACION CD. MADERO SAN FERNANDO</u>	No. DEL PROYECTO: <u>T-100</u>	FAB.					
AREA: <u>PREPARACION DE SOLUCION ANOMIACAL</u>	LOCALIZACION: <u>SAN FERNANDO TAMPS.</u>	MODELO.					
		TIPO: <u>HELICOIDAL EN LINEA</u>					
CONDICIONES DE OPERACION							
	1	2	3	MEZCLA			
F L U I D O	ANOMIACO ANOMIACO	AGUA		SOLUCION ANOMIACAL			
	29	70		100			
FLUJO ( GPM )	MIN.						
	38	76		104			
	MAX.						
	38	76		104			
SP. GR.	0.49	1		0.911			
VISCOSIDAD ( CP )	0.14	1		0.9			
<p>SON LOS COMPONENTES:      <input checked="" type="radio"/> SOLUBLES      <input type="radio"/> INSOLUBLES</p> <p>PRESION DE OP. <u>79.7</u> (PSIA)      TEMP. OP. <u>162</u> (°F)</p> <p>PATRON DE FLUJO:      <input checked="" type="radio"/> UNIFORME      <input type="radio"/> PULSANTE CON FACTOR DE PULSACION _____</p> <p>CAIDA DE PRESION MAXIMA PERMITIDA: <u>5</u> (PSI)</p> <p>DIAMETRO DE LA LINEA: <u>4"</u> (IN)</p> <p><b>DISEÑO</b></p> <p>ELEMENTOS DE MEZCLADO TIPO: <u>HELICOIDAL</u>      No. <u>6</u></p> <p>TUBO DE MEZCLADO DIAM: <u>4"</u> (IN)      TIPO UNION: <u>BRIDADA</u></p> <p>BRIDAS: <u>300 # R.F.</u></p> <p>PRESION DE DISEÑO: <u>100 psig</u>      TEMP. DISEÑO: <u>220°F</u></p> <p><b>MATERIAL DE CONSTRUCCION</b></p> <p>ELEMENTOS DE MEZCLADO: <u>ACERO INOXIDABLE TIPO 304</u></p> <p>TUBO DE MEZCLADO: <u>ACERO AL CARBON A-106 GR. B</u></p> <p>BRIDAS: <u>ACERO AL CARBON A-105</u></p> <p>NOTAS:</p>							
REV.	01	01	01	01	01	01	01
FECHA.							
POK/APR.							

	ENFRIADOR ATMOSFERICO		HOJA DE DATOS				
	IDENTIFICACION No. CO-120		No. IP-120				
SERVICIO: ENFRIAMIENTO DE SOLUCION ANONITACAL		FECHA 230587 HOJA 23 DE					
CLIENTE: FACULTAD DE QUIMICA		CANT. REQ. 1(UMG)					
NOMBRE DEL PROYECTO: ANONITACODUCTO CD. MADERO - SAN FERNANDO		FAB.					
No. DEL PROYECTO: 1-100		MODELO.					
AREA: PREPARACION DE SOLUCION		TIPO. DE TIRO FORZADO					
LOCALIZACION: SAN FERNANDO, TAMPOCO							
<b>CONDICIONES DE OPERACION POR UNIDAD</b>							
SERVICIO ENFRIAMIENTO DE SOLUCION ANONITACAL			TIPO DE TIRO FORZADO				
SUPERFICIE/UNIDAD EXTERNA *			SUPERFICIE/UNIDAD TIRO DESNUDO 934-5 FT <sup>2</sup>				
CALOR INTERCAMBIADO 3'489,133 BTU/Hr			LMTD EFECTIVA 37.1 °F				
VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA, LIMPIA *			VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA, SERVICIO 100 BTU/Hr-ft <sup>2</sup> -°F				
<b>LADO DE LOS TUBOS</b>							
FLUIDO CIRCULADO Solución NH <sub>4</sub> AL 24%		TEMPERATURA ENTRADA 162°F (142°F)					
TIPO DE FLUIDO Flujo a 2 fases		TEMPERATURA SALIDA 90°F (120°F)					
FLUIDO TOTAL DE ENTRADA 45888 LB/HR		VISCOSIDAD 0.8 CP					
VAPOR 1340 LB/HR		VISCOSIDAD 0.012 CP (VAPOR)					
LIQUIDO 45548 LB/HR		CALOR ESPECIFICO 1.05 BTU/Lb°F					
NO CONDENSABLES		CALOR LATENTE					
VAPOR CONDENSADO. LB/HR		DENSIDAD LIQUIDO 56.4Lb/ft <sup>3</sup>					
ENSUCIAMIENTO 0.003 Hr-ft <sup>2</sup> °F/BTU		P.M. VAPORES 17					
TEMP. DE FLUIDIZACION		PRESION DE ENTRADA 75 PSIG					
		P PERMITIDA 10 PSI P CALC.					
<b>LADO DEL AIRE</b>							
TEMP. ENTRADA 70°F (95°F)		TEMP. SALIDA 100°F (130°F)		TEMP. DISEÑO INVIERNO 28°F			
FLUJO AIRE/UNIDAD 110313		SCFM		FLUJO AIRE VENTILADOR * ACFM			
ALTITUD 42 M.S.N.M.		PRESION ESTATICA		W.C. VEL. CARA 595 Ft/Min.			
NOTAS: 1.- LOS DATOS ENTRE PARENTESIS DE TEMPERATURA CORRESPONDE A LAS CONDICIONES DE VERANO Y CUANDO SE PREPARA SOLUCION AL 18% EN PESO.							
REV.	01	02	03	04	05	06	
FECHA.							
PDR/APR.							

ENFRIADOR ATMOSFERICO				HOJA DE DATOS			
IDENTIFICACION No. CO-120				No. EP-120			
SERVICIO. ENFRIAMIENTO DE SOLUCION AROMIACAL				FECHA 23/05/82 HOJA 7A DE			
CONSTRUCCION							
PRESION DIS 105 PSIG				PRESION PRUEBA 160 PSIG			
HAZ				GABEZAL (HEADER)		TUBOS	
TAMAO	HILERAS 4			TIPO Horizontal, bridado		MATERIAL Acero al carbon sin costura	
Nº/BAHIA 2	BAHIAS/UNIDAD 2			MATERIAL Acero al carbon		O.D. 1"	1/4 BWC(AVG)(RIM)
ARREGLO HAZ Triangular				Nº DE PASOS Uno		Nº/HAZ	
ARREGLO BAHIA Paralelo				CORROSION PERMISIBLE 1/16"		PITCH 2 1/4"	ARREGLO Triangular
RECIRCULACION				BOQUILLA ENTR 4"	SALIDA 4"	MATERIAL ALETA ALUMINIO	
ESTRUCTURA Acero A-36				CLASIF. ANSI 150#	150#	O.D. ALETA 0.5	Nº/IN 10
LOCALIZACION Arriba del ventilador				CODIGOS REQUERIDOS TENA		TIPO Helicoidal	
EQUIPO MECANICO							
VENTILADOR				ACCIONADOR		REDUCTOR DE VIBRACION	
MODELO	MFG			TIPO MOTOR ELECTRICO		TIPO ENGRANES HELICOIDALES	
Nº/BAHIA UNO	BHP/VENTI 22			ENCAPSULADO T.C.C.V.		MFG	
DIAMETRO	RPM Max. 800			HP/MOTOR 30	Nº/BAHIA 1	POTENCIA 50 HP	RPM
MATERIAL ASPAS	Aluminio			VOLTS/FASES/CICLOS 440/3/60		RELACION	Nº/BAHIA 1
MATERIAL HASA	Aluminio			AISLAMIENTO Clase m"		FACTOR DE SERVICIO 2.0	
Periferica max. 12000 RPM				RODAMIENTOS	Bolas	LUBR. Grasa	TIPO ACOPLAMIENTO Rigido
ACCESORIOS							
ESCALERA si				PERSIANAS			
PLATAFORMAS si				AJUSTE PITCH VENTILADOR si			
GUARDAS VENTILADOR si				POSICIONADOR PERSIANAS			
BANDAS no				POSICIONADOR PITCH VENT. si			
ACOPLEMENTO si				INTERRUPTOR DE VIBRACION si			
NOTAS: 1.) NO SE ACEPTA NINGUN MATERIAL DE COBRE O SUS ALEACIONES.							
REV.	01	02	03	04	05	06	07
FECHA							
POR/APR.							

DIVISION INGENIERIA

PLANTA AMONIAODUCTO CD. MADRO SAN FERNANDO	CONTRATO No.	HOJA DE
LOCALIZACION SAN FERNANDO JAMES,	REQUISICION No.	FECHA
CLAVE TV-109	HECHA POR SFO/REG	APROBADA POR JAO
No. UNIDADES UNO - 1		
SERVICIO ALMACENAMIENTO DE SOLUCION AMONIAICAL		

HOJA DE DATOS TANQUES ATMOSFERICOS

CONDICIONES DE OPERACION	
FLUIDO Solución amoniacal	DENS. REL. 0.911
VOL. OP. 4912 Bls.	VISCOSIDAD 1 cp.
TEM. OP. 120/90 °F	
PRES. OP. ATM	

CONSTRUCCION	
CUERPO CILINDRICO	DIAM. INTERIOR 9652 mm
TAPA CONICA	
FONDO PLANO	
VOL. TOTAL 5043 Bls.	
AISLAMIENTO 80 ESP.	PINTURA PRIMER VINILA
TEMP. DISEÑO 200 °F	PRES. DISEÑO ATM
CODIGO EMPLEADO API 650	PRES. PRUEBA HIDROSTATICA
CORR. PERM. CUERPO 1/8"	RADIOGRAFIADO POR PUNTOS
RELEV. ESP. Na	CORR. PERM. TAPAS 1/8"
TRAT. SOLD.	
PESO VACIO 72,000 K g.	PESO LLENO AGUA 803,000 K g.
PESO OP. 800,000 K g.	PRUEBAS
VIENTO 150 Km/h	FACTOR SISMICO Tono I

MATERIALES	
CUERPO A-285 Gr. C	FONDO A-285 Gr. C
TAPA A-285 Gr. C	BRIDAS A-105
CUELLO B00, A-53 Gr. B	SOP. Y REF. INT. A-36
EMPRAQUES Asbesto caopri	TORN. Y TCAS. INT. A-307

LISTA DE BOQUILLAS				
M.C.A.	CANT.	SERVICIO	DIAM.	SERIE TIPO
A	1	Salida de solución	14"	150# R.F.
B	1	Recirculación	4"	150# R.F.
C	1	Indicador de temperatura	1 1/2"	150# R.F.
D	1	Escotillas de medición	20"	150# R.F.
E	1	Ventosa cuello de ganac	12"	150# R.F.
F	1	Entrada hombre	24"	150# R.F.
G	4	Control de nivel	1"	3000# NPT
H	4	Lozas de muestra	1 1/2"	150# R.F.
I	1	Drenaje	3"	150# R.F.
J	1	Entrada de solución	6"	150# R.F.
K	1	Recepción	6"	150# R.F.

OBSERVACIONES: Anticorrosión en mm

REVISION			
FECHA			
DEP. PROC.			

ORIENTACION DE BOQUILLAS  
FIGURA 2.15

PLANTA AMONIACOUSTO CD. NADERO SAN FERNANDO		CONTRATO No.	HOJA DE
LOCALIZACION SAN FERNANDO TAMPS.		REQUISICION No.	FECHA
CLAVE IV - 110	MECHA POR RGG/STF	APROBADA POR JAO	
No. UNIDADES UNO	SERVICIO ALMACENAMIENTO DE AGUA		

HOJA DE DATOS TANQUES ATMOSFERICOS

**PLANTA**

0°

ORIENTACION DE BOQUILLAS

FIGURA 2.15

CONDICIONES DE OPERACION			
FLUIDO	AGUA		
VOL. OP.	4912 BLS	DENS. REL.	1.0
TEM. OP.	30°C (86°F)	VISCOSIDAD	1.0 cp
PRES. OP.	ATM		

CONSTRUCCION	
CUERPO	CILINDRICO
TAPA	CONICA
FONDO	PLANO
VOL. TOTAL	4912 BLS
AISLAMIENTO NO ESP.	PINTURA PRIMER VITILICA
TEMP. DISEÑO	150 °F
CODIGO EMPLEADO	API 650
CORR. PERM. CUERPO	3/8"
RELEV. ESF.	NO
TRAT. SOLD.	
PESO VACIO	22000 Kg.
PESO OP.	80300 Kg.
VIENTO	150 Km/h

MATERIALES	
CUERPO	A-285 GR.C
TAPA	A-285 GR.C
CUELLO BOG.	A-53 GR.B
EMPAQUES	ASBESTO COMPRIM.

LISTA DE BOQUILLAS					
MCA.	CANT.	SERVICIO	DIAM.	SERIE	TIPO
A	1	SALIDA DE AGUA	4"	160#	S.O.
B	1	SALIDA AGUA VS. INCENSO	10"	150#	S.O.
C	2	INDICACION DE NIVEL	1 1/2"	3000#	NPT
D	1	INDICACION DE NIVEL	1"	3000#	NPT
E	2	CONTROL DE NIVEL	1"	3000#	NPT
F	1	DRENAJE	4"	150#	S.O.
G	1	ENTRADA DE AGUA	4"	150#	S.O.
H	1	REBUSADERO	6"	150#	S.O.
I	1	VERTICO	3"	150#	S.O.
J	1	ENTRADA HOMBRE	24"	150#	S.O.

OBSERVACIONES: Acertaciones en m.v.

REVISION	FECHA	D&P	PROC.



# BOMBA CENTRIFUGA

## HOJA DE DATOS

FACULTAD DE QUÍMICA

SN. FERNANDO TAMPS.

TAG BA 113-A y B CANTIDAD 2 (nos)

LUGAR

UNIDAD

SERVICIO

BOMBEO DE AGUA PARA HIDROLIZACION

FABRICANTE

UNIDAD MOTRIZ: MOTOR

ELECTRICO DE INDUCCION

TAMAÑO Y TIPO

HORIZONTAL

TURBINA

SE DEBE SEGUIR

EL ESTÁNDAR API 610 ANSI

## CONDICIONES DE OPERACION DE CADA BOMBA

## FUNCIONAMIENTO

LÍQUIDO	AGUA SUAVE	U.S. RPM	60	MOR.	76	SELECCION	8A
TEMP. BOMBEO (°F)	80	PRES. DEBE. (PSIG)	0	PRES. SUCC. (PSIG)	0	SELECCION	0
DEBE REL. (°N)	1.0	PRES. DEP. (PSIG)	0	PRES. DIF. (PSIG)	0	SELECCION	0
PESO VAPOR (LBS/PIE <sup>3</sup> )	0.5	COLUM. DEP. (PIES)	184.8	COLUM. DEP. (PIES)	184.8		
VISC. (CGS)	0.82	NPSH DISE. (PIES)					
CAUSAS CAUSADO POR							

## MATERIALES Y CONSTRUCCION

MONTAJE	CANCAJA IL CENTRO	HPIC	X	SOPORTE	VERTICAL	1
DIVISION	(SERIAL)	IRANAMEX	1			
TIPO	VOLUTA BENCILLA	X	DOBLE VOLUTA	IMPUSOR	1	
COLEX.	VENTED	X	HIDRONEJ	X	IRANOMETRO	1
BOQUILLAS	DIAMETRO		CLAVY	ANEL	CARA	POSICION
SECCION		150 #	RF			HORIZONTAL
DESCRIBA		150 #	RF			VERTICAL
DIAM. IMPULSOR	DISEÑO	MAR.				TIPO
						CERRADO
Nº DE FAB. DE BALERO RADIAL						
COLEX Y GUADA, TIE						
MITAD COPLI MOTOR MONTADO POR FAB. BOMBA						
EMPUJOS PAR. Y TIPO	ASBESTO	TAM.				Nº ANILLOS
						5, BIR.
SELLO MECANICO, FAB. Y TIPO						EDDIO CLAS
PARA BOMBAS VERT. EMPUJE FLECHA HACIA ARRIBA (HACIA ABAJO)						LM
MAT.	ACERO ESTRUCTURAL	COMUN	PARA MOTOR Y BOMBA			

CLAVE MATL	CARGATA	PIERTES INTERIORES				
1 PIEDRO FUNDIDO	CLAVE INTERIORES	I	B	S	C	1
2 BRONCE	IMPULSOR	I	B	S	C	B-143
3 ACERO	PARTE INT. CLAMP	I	I	S	C	
4 NIEL-CPHMO	WANGUENPAQUES	CH	CH	AP	AP	
5 ALIACION	WANGUENPAQUES	C	C	CM	CM	
6 INDUFUNDIDO	PART. DE DESGASTE	I	I	S	C	B-143-2R
7 RECUBIERTO	FLECHA	B	I	S	I	A-576 GR-1045
	CANCAJA	I	I	I	I	A-48 CI-30

Nº DE TALLE	REQUERIDA	RENTERADA
COMPROBACION OPER		SI
NAPH		
INSPECCION		SI
HIDROSTATICA		SI
HIDROSTATICA	165	PSIG
		30-BIR.
MAT. PREL. DE TRAS. PERMIS.		PSIG
PERD. BOMBA	BASE	
	MOTOR	TURBINA

MOTOR POR	FAB. BOMBA	#	TURBINA POR	CATOS FINALES DEL FABRICANTE
CLAVE	MONTADO POR	FAB	CLAVE	MONTADO POR
Nº	2.5	RPM	ARMADOR	
FAB.			FAB. Y TIPO	
TIPO	INDUCCION	MAR	VAP. ENT. (PSIG)	TEMP (°F)
ENCAPULADO	ICL	LUB. TEMP	ESCAPE (PSIG)	AGUA SERVICIO
VOLTAJE/FRECUENCIA	140/3/60		COND. VAPOR	LEBHP/2M
BALERO	LUB.	GRASA	SALTE ROS	LUB.
INJE. A FLERA CARB			BOQUILLAS	IMPULSOR
			ENTRADA	ESCAPE

OBSERVACIONES

PROY. HOJA REV.

230587

Nº FECHA REVISIONES

BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL		HOJA DE DATOS				
IDENTIFICACION No. BA-112 A, B y C		No. FP-112				
SERVICIO: BOMBEO DE ANONIAZO ANHIDRO Y EN SOLUCION		FECHA: 23-5-77 HOJA 66 DE				
CLIENTE: FACULTAD DE QUIMICA		CANT. REQ. 3 (TRES)				
NOMBRE DEL PROYECTO: ANONIAZOCUICUITO CO. MADRO-SAN FERNANDO		FAB.				
No. DEL PROYECTO: T-100		MODELO				
AREA: LLENADERAS, SAN FERNANDO, TAMPS		TIPO: VERTICAL DE BARRIL				
LOCALIZACION: SAN FERNANDO, TAMPS						
DATOS DE OPERACION						
FLUIDO LOMBEADO: NH. Y SOLUCION ANONIAZICA		CAPACIDAD NORMAL P.T. 500 G.P.M.				
TEMPERATURA DE HOMBEO: 37 °C 100 °F		CAPACIDAD MAXIMA DIFFRO: 550 G.P.M.				
GRAVEDAD ESPECIFICA PT 0.58 (NH.) 0.91 (SOLN)		PRESION DE DECARGA: 240 (NH.) 4.0 (SOLN) PSIG				
VISCOSIDAD PT 0.085 (NH.) 0.0 (SOLN) CP		PRESION DE SUCCION: 210 (NH.) 0 (SOLN) PSIG				
PRESION DE VAPOR: 212 (NH.) 10.6 (SOLN) PSIA		NPSH DISPONIBLE: 4 FT				
T.D.W. 40 PSI- 160 FT						
ESPECIFICACIONES						
TAMANO: No DE PASOS		H.P. HIDRAULICO: 18.3 H.P.				
TIPO: R.P.M. Rvs. 1,800		EFIC. DE LA BOMBA: 60 % MIN.				
ROTACION:		POTENCIA AL FRENO: 30.5 HP				
BRIDA DE SUCCION: 300# RF, HORIZONTAL		H.P. EN EL EXT. DE LA CURVA:				
BRIDA DE DECARGA: 200# RF, HORIZONTAL		CURVA No				
TAMANO DEL IMPULSOR PROPUESTO:		AGUA DE EMP: °C PSIG.				
TAMANO DEL IMPULSOR MAXIMO:		VALEROS: GPM.				
TAMANO DEL IMPULSOR MINIMO:		CAJA EMPAQUE: GPM.				
VEL. EN OJO DEL IMPULSOR:		PEDESTALES: GPM.				
LONG. TOTAL DE LA COLUMNA		LONG. TOTAL DE LA CUSETA:				
PROFUNDIDAD POZO APOC.		NIVEL ESTATICO:				
DIAMETRO ADEME:		NIVEL DINAMICO:				
MATERIALES						
TAPON: A-216 GR. WCB		CUSETA: A-106 GRD				
CORROSION: 1/16" ESPESOR:		CAJA DE VALEROS:				
PRES. DE TRABAJO: 250 PSIG		CAJA DE EMPAQUE:				
PRES. DE PRUEBA: 470 PSIG		BUSHING DEL ESTOPICO:				
IMPULSOR: A-216 Gr. WCB		ANILLO LINTERNA:				
ANILLOS DE DEGRABE DE EMP.		TORNILLOS DEL TAPON:				
ANILLOS DE DEGRABE DEL TAPON:		TORNILLOS DEL PUNTA ESTOPA:				
CLAND ENTRE ANILLO DE DEGRABE:		TIPO DE VALERO RADIAL:				
FLECHA: AISI 316		TIPO DE VALERO DE EMPUJE:				
PUNTA ESTOPA: Ver nota A		LUBRICACION: MISMO FLUIDO				
CABEZAL Y COLUMNA:		CONPL: TIPO RIGIDO				
FLECHA DE LINEA:		BASE:				
		PESO DE BOMBA Y BASE:				
ACCIONAMIENTO						
MOTOR: ELECTRICO		TURBINA:				
CLAVE:		CLAVE:				
FABRICANTE:		TIPO: INDUCCION JAUJA ARR.				
H.P.: 40		R.P.M.: 1800 Rvs.				
CORRIENTE: 440 Volts 1/3 fases / 60 Hz/ft.		H.P.:				
PESO:		VAPOR: PSIG. ESCAPE: °F.				
		CANTIDAD DE VAPOR:				
<p>1.-LUBRICACION CON EL MISMO FLUIDO</p> <p>2.-NO SE PERMITEN MATERIALES DE COBRE O ALEACIONES DE ESTE.</p> <p>NOTAS: 3.-SE DEBEN HACER PRUEBAS ATESTIGUADAS DE COMPORTAMIENTO HIDROSTATICA DE TALLER</p> <p>4.-SELLO MECANICO DOBLE, CON TANQUE DE METANOL PARA LIQUIDO DE SELLO.</p>						
REV.	01	02	03	04	05	06
FECHA:						
FOR/APR.						

FILTROS DE CARTUCHOS O CANASTA.		HOJA DE DATOS				
IDENTIFICACION No FA-119		No EP-119	FECHA 230587			
SERVICIO FILTRACION DE SOLUCION ANONICIAL		HOJA 5A DE				
CLIENTE	FACULTAD DE QUIMICA	CANT. REQ.	1 (UNO)			
NOMBRE DEL PROYECTO ANONICORUCIO CD. MADRO-SAN FERNANDO		FAB.				
No DEL PROYECTO	1-100	MODELO				
AREA LLENADERAS DE AUTO TANQUES		TIPO. CANASTA				
LOCALIZACION	SAN FERNANDO, TAMPS		DUPLIX			
<b>CONDICIONES DE OPERACION</b>						
Fluido Solucion anonicial al 18% y al 24% de anionico anhidro						
Gasto Operacion	1000 gpm/	Gasto De Diseño	1100 gpm/			
Filtracion Requerida	Particulas mayores a 150 micras					
Presion	270/40 psig	Temperatura	50-100 °F			
Gravedad Especifica	0.91/0.587	Viscosidad	1.0/0.19 cP			
pH						
Caída De Presión Permisible	5 psi					
Caída De Presión Para Limpieza	10 psi					
<b>CONSTRUCCION</b>						
Presion Diseño	300 psig	Temperatura	150 °F			
N° De Cartuchos o Canastas Por Filtro	1 (UNO)					
Sistema de Limpieza	Manual					
Malla o Micras Nominales De Cartuchos/Canastas	Nada a 100					
Area Filtración (AREA LIBRE)						
L p m/()		scfm/Cartucho				
<b>CONEXIONES</b>						
Servicio	Diametro (in)	Tipo	Rango	Cara	Notas	
Entrada	8"	brida	300#	RF		
Salida	8"	brida	300#	RF		
Venteo	1"	brida	300#	RF		
Drene	1"	brida	300#	RF		
<b>MATERIALES DE CONSTRUCCION</b>						
Cuerpo	Acero al carbon A-216 Gr WCB	Canasta	Acero Inoxidable tipo 304			
Conexiones	Acero al carbon A-105					
Empaques	Cesprimado blanco asbesto					
Tornillos y Tuercas	Exterior A-193-B7	Interior				
Accesorios Incluidos						
Códigos Aplicables ASME SECCVIII DIV 1.						
NOTAS 1.- LA DESCARGA Y EL VENTEO DEBERAN CONECTARSE A LA LINEA DE DESGASTE						
2.- SE DEBERIA SUMINISTRAR VALVULAS PARA OPERAR UNA U OTRA CANASTA						
REFERENCIAS						
NOTAS:						
REV.	01	02	03	04	05	06
FECHA.						
POR/APR.						



### 3.6 CRITERIOS DE DISEÑO

#### 3.6.1 Ciudad Madero.

##### 3.6.1.1. Proceso.

El tanque de amoníaco anhidro cuenta con los sistemas "filling" (regulación de llenado y descarga del tanque), y "holding" - (estabilización del tanque), para mantener el tanque en condiciones estables.

El amoníaco deberá calentarse antes de ser enviado a San Fernando. El calentamiento deberá hacerse por medio de aceite y no por vapor de agua, para evitar el congelamiento en tuberías en caso de falla.

El material de la tubería para manejar amoníaco a condiciones - criogénicas deberá ser acero de aleación A-333 o acero inoxidable. Se usará acero al carbón para manejar amoníaco a condiciones no criogénicas. Todas las líneas que manejen amoníaco anhidro deberán tener válvulas de seguridad por expansión térmica - calibradas a 250 Psig. Las descargas de las válvulas deberán - conectarse al cabezal de desfuegos existente.

Las líneas de succión de bombas que manejen amoníaco a condiciones de líquido saturado deberán dimensionarse con una velocidad máxima de 3.3 ft/seg. Por ninguna razón se permitirá en las tuberías, accesorios o instrumentos, que estén en contacto con el amoníaco, el uso de cobre, plata, zinc o sus aleaciones.

##### 3.6.1.2 Equipos.

Las bombas que succionan amoníaco del tanque criogénico deberán ser centrífugas verticales de tipo barril y tener sello mecánico

doble, con tanque de metanol como líquido de sello.

Las bombas de envío deberán ser del tipo centrífuga horizontal multietapas. Estas bombas deberán cumplir con el código API-610 y sobrediseñarse un 10% en flujo. Los cambiadores de calor deberán ser de espejos fijos tipo NEN, TEMA clase "R". Se deberán sobrediseñar un 10% en flujo.

### 3.6.2 Línea de conducción.

El material de la tubería deberá ser API-5LX-52 de acero al carbón.

Los tramos de tubería que crucen ríos deberán tener un espesor mínimo de 13 mm ( $\frac{1}{2}$ "), y ser protegidos mediante una camisa.

La profundidad mínima de la tubería deberá ser de 36 pulgadas y en áreas húmedas de 48 pultadas.

Todos los cordones de soldadura de la línea de conducción deberán radiografiarse al 100%. La presión de diseño será de 900 Psig. y la presión de prueba hidrostática será de 1350 Psig. Deberán instalarse válvulas de seccionamiento a cada 30 Kms., con válvulas check y válvulas de purga manual. Para los casos en que ocurra un rompimiento en la línea, las válvulas actuarán corriente abajo. Adicionalmente deberán instalarse detectores de ruptura de la tubería por cambios de presión. La línea deberá tener un recubrimiento de polietileno para evitar la corrosión externa.

### 3.6.3 San Fernando.

#### 3.6.3.1 Proceso.

El amoníaco anhidro se recibirá como líquido subenfriado. Para el dimensionamiento de las líneas de entrada a tanques salchicha se deberá considerar una velocidad máxima de 2.5 ft/seg. para evitar el oleaje, teniendo en cuenta que 3 tanques pueden estar fuera de servicio.

Debe considerarse un cabezal de igualación de presión para que todos los tanques, se llenen y vacíen al mismo tiempo.

La válvula controladora de nivel deberá ser de cierre y apertura lenta.

Deberán tenerse facilidades para preparar solución amoniaca al 24% y 18% en peso.

Con las llenaderas de auto-tanques se deberá manejar un solo producto, ya sea amoníaco anhidro o solución amoniaca.

Para el caso en que se cambie de servicio las líneas deberán ser purgadas.

Todas las líneas que manejen amoníaco anhidro deberán protegerse mediante válvulas de seguridad y enviar el desgogue a un venteo elevado.

El agua para preparaci3n de soluci3n amoniaca deber3 ser suavizada o con una dureza m3xima de 60 ppm de  $\text{CaCO}_3$ .

### 3.6.3.2 Equipos

Los tanques de almacenamiento de amoníaco anhidro, deber3n ser cilindros horizontales, y dise3narse para una presi3n de 250 Psig. El material de contruccion debe ser acero al carb3n A-515. No llevar3n aislamiento, y deber3n contar con un sistema manual de

rociadores para enfriamiento en caso de alta temperatura ambiental.

El tanque de almacenamiento de solución amoniacal deberá ser de acero al carbón tipo cilíndrico vertical atmosférico. Como - accesorio especial deberá tener una boquilla de 12"  $\phi$  en la parte superior, con separador de niebla y rociador de agua.

Se requiere un filtro duplex en la alimentación a llenaderas, - para filtrar la solución amoniacal de posible dureza precipitada en el tanque de almacenamiento.

Para enfriamiento de la solución amoniacal se deberá emplear un enfriador tipo atmosférico debido a que no hay disponibilidad de agua de enfriamiento. Deberá ser de 2 bahías con un sobrediseño del 10% en carga térmica.

Las bombas para manejo de amoníaco anhidro y de solución deberán ser del tipo centrífuga vertical de barril, y para el bombeo del agua de dilución se deberán emplear bombas centrífugas horizontales. El sobrediseño para las bombas será del 10% en flujo, - las verticales deberán cumplir con el código API-610, y las - horizontales con el código ANSI.

### 3.7 FILOSOFIA BASICA DE OPERACION

#### 3.7.1 Bombeo de amoniaco anhidro.

La secuencia de operación para enviar el amoniaco anhidro a San Fernando, es la siguiente:

Se pide telefónicamente a San Fernando que abran la válvula de corte para iniciar el envío de amoniaco anhidro. Se arrancan las bombas de aceite recirculándose al tanque a través de los cambiadores de calor. EL vapor necesario para el calentamiento del aceite, será suministrado a través de una válvula de control, de acuerdo a la temperatura que se detecte en la corriente de aceite, a la salida de los cambiadores de calor.

Se arranca la bomba vertical para amoniaco anhidro, la cual recirculará al tanque, por su protección por flujo mínimo. Después se arranca la bomba booster. Se tiene en la línea de descarga un interruptor de presión para detener la bomba booster y la bomba vertical, para el caso de que en San Fernando no se tenga desbloqueada la línea.

Se cuenta también con un interruptor a la salida de los calentadores de amoniaco, que manda parar las bombas por baja temperatura del amoniaco y manda indicación de alarma al tablero de control. El restablecimiento de la operación de bombeo deberá hacerse manualmente.

#### 3.7.2 Línea de envío

Para el arranque, la línea de envío primero deberá probarse hidrostáticamente y luego llenarse con nitrógeno gaseoso. El llenado con amoniaco se hace por tramos de 30 Kms. purgando el nitrógeno gaseoso.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

En caso de ruptura habrá detectores de presión a cada 30 Kms. con señalización en Ciudad Madero, deteniendo automáticamente la bomba vertical y la bomba booster.

### 3.7.3 Recibo y almacenamiento de amoniaco anhidro.

El amoniaco se recibirá en San Fernando y se acondicionará mediante una válvula controladora de presión auto-operada.

El llenado de los tanques será por lotes y únicamente cuando se requiera amoniaco se telefoneará a Ciudad Madero para que lo envíen. El llenado será simultáneo a los 8 tanques a un régimen máximo de 315 GPM y una presión de 230 Psig., lo cual requiere un tiempo de llenado de 17 horas cuando están totalmente vacíos.

El control para regular la alimentación a los tanques salchicha será con interruptores por alto y bajo nivel.

Cuando se detecte alto nivel en cualquiera de los tanques, se cerrará la válvula de control de nivel que está localizada en el cabezal principal, suspendiéndose el recibo de amoniaco.

Esto originará que por alta presión en el amoniacoducto, paren las bombas ubicadas en Ciudad Madero.

La descarga de amoniaco de los tanques salchicha, será simultánea en todos ellos. Cuando alguno indique bajo nivel, la válvula de corte abrirá automáticamente, y sonará una alarma en el cuarto de control.

Para llenar nuevamente las salchichas, el operador de San Fernando se comunicará telefónicamente a Ciudad Madero, siguiendo el procedimiento para inicio de envío de amoniaco que se indicó anteriormente.

En caso de que se quieran llenar los tanques salchichas cuando estos no tengan bajo nivel, la válvula de control de nivel, - tendrá un selector automático manual.

Para la venta de amoníaco anhidro se hicieron las siguientes consideraciones: Se llenarán 40 auto-tanques con una capacidad de 200 barriles (31800 lt) cada uno, considerando un tiempo muerto entre cada auto-tanque de 25 minutos y un régimen de llenado de 250 GPM. Esto nos da un tiempo de vaciado de los tanques salchicha de 10 horas.

Cuando se preparen soluciones al 24% y 18%, los tiempos de vaciado serán 6 días 4 horas y 8 días 5 horas respectivamente. En este caso el envío de amoníaco a la "T" de mezcla, se hará mediante diferencia de presiones, requiriéndose 37.7 GPM y - 28.3 GPM de amoníaco respectivamente. El flujo y la presión se controlarán mediante válvulas.

Para asegurar una concentración constante de la solución amoniacal, las corrientes de amoníaco y agua estarán gobernadas mediante un relacionador de flujo.

El tiempo de llenado del tanque para solución al 24% y 18%, es de 1 día 10 horas y 1 día 11 horas respectivamente.

El control de nivel del tanque de solución será manual y automático. La forma de control automático será la siguiente:

Cuando se tenga bajo nivel, se mandarían señales de: paro de las bombas de llenaderas, arranque de las bombas de agua de hidrolización, arranque de los ventiladores del enfriador atmosférico y apertura de la válvula de amoníaco.

Cuando se tenga alto nivel en el tanque, se mandarían señales de: paro de bombas de agua de hidrolización, paro de ventila-

dores del enfriador atmosférico, y cierre de la válvula de amoníaco.

Se pondrán también las siguientes protecciones:

- a) Paro por alta vibración en los ventiladores del enfriador.
- b) Paro por bajo flujo de agua de dilución.
- c) Paro por alta temperatura de la solución a la salida del enfriador.
- d) Cierre de la válvula de control de flujo de amoníaco por bajo nivel en los tanques salchicha.

Cualquiera de las cuatro condiciones anteriores, parará todo el sistema de preparación de solución.

Las llenaderas se operarán en forma manual, manejando solución o amoníaco anhidro. Durante la operación de la carga de auto-tanques, cuando éstos se llenen, las bombas deberán recircular a los tanques correspondientes de amoníaco anhidro o de solución amoniacal.

Las líneas de recirculación de amoníaco o de solución, deberán prepararse antes de iniciar la operación de llenado, mediante válvulas manuales de corte.

Cuando esté cargando amoníaco anhidro, se deberán conectar los auto-tanques a los tanques salchicha para retornar los vapores que se generen.

La venta de amoníaco y de solución, se controlará por medio de medidores de desplazamiento positivo con predeterminador los cuales cortarán el suministro por medio de una válvula de diafragma, cuando haya pasado el volumen deseado.



Cada vez que vaya a cargar amoníaco anhidro, la línea de llenaderas deberá ser purgada. Se deberán dejar provisiones para purgar esta línea al venteo elevado.

Como la venta de amoníaco y solución es en peso se contará con una báscula de pesaje de tipo celdas de carga.

Cuando se tenga generación de vapores de amoníaco en el tanque de solución amoniacal y se registre alta temperatura, se operará un sistema de aspersión de agua en forma manual. Adicionalmente se contará con una línea de amoníaco anhidro al tanque de solución para hacer pequeños ajustes en la concentración.

### 3.8 REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS AUXILIARES.

#### 3.8.1 Ciudad Madero.

##### 3.8.1.1 Energía eléctrica.

La capacidad instalada que deberá haber, será de 850 KVA y la capacidad conectada de 420 KVA.

En motores la capacidad instalada: 550 HP.

En operación: 275 HP.

##### 3.8.1.2 Aire de instrumentos y de planta.

Los requerimientos de aire son:

- Instrumentos: 10 SCFM
- Planta: 20 SCFM.

##### 3.8.1.3 Vapor.

El requerimiento de vapor de 145 Psia, es de 8821 lb/hr.  
(4 ton/hr.).

##### 3.8.1.4 Aceite calentamiento.

Se requiere recircular 460 GPM de aceite y tener un almacenamiento mínimo de 4600 galones (110 barriles).

##### 3.8.1.5 Agua contra incendio.

Se requiere tener disponibilidad de 100 GPM a una presión de -  
100 Psig. para la instalación de los nuevos equipos.

3.8.2 San Fernando.

3.8.2.1 Energía eléctrica.

La capacidad instalada que deberá haber, será de 220 KVA para equipo de proceso y total de 500 KVA.

3.8.2.2 Aire de instrumentos y de planta.

Los requerimientos de aire son:

- Instrumentos: 15 SCFM
- Planta: 45 SCFM

3.8.2.3 Agua

Los requerimientos de agua son:

- Proceso: 75.2 GPM
- Servicio: 2.75 GPM
- Contra incendio: 1500 GPM

El almacenamiento mínimo de agua para el sistema contra incendio deberá ser de 4280 barriles.

### 3.9 DIAGRAMAS DE TUBERIAS E INSTRUMENTACION








### 3.10 ARREGLO GENERAL DE EQUIPO (LAY-OUT)







### 3.11. ESPECIFICACION DE TUBERIAS

CONCEPTO	DIAMETRO PULG DE A	DESCRIPCION MATERIAL	CODIGO A.S.T.M	EXTREMOS O CABA	CANTIDAD O PUNTO	ESPEC. T I B									
						REV O	FECHA								
						HOJA 68 DE									
APLICACION.- Fluidos no corrosivos para acero al carbón RANCO.- PSIG. 100 149.3 275.8 *F 734 500 -20 FLUIDOS.- Hidrocarburos líquidos no corrosivos, aceite de calentamiento, amoníaco/líquido a vapor, solución amoniacal y agua															
TUBERIA	1/2 - 1 1/2 2 - 6 8 - 12 14 - 20	Ac. al carbón sin costura Ac. al carbón sin costura Ac. al carbón sin costura Ac. al carbón con costura	A-53 GR-B " " "	Planos Biselados Biselados Biselados	80 40 30 10										
CONEXIONES	1/2 - 1 1/2 2 - 12 14 - 20	Ac. al carbón forjado Ac. al carbón fundido Ac. al carbón fundido	A-105 GR II A-234 GR WPB A-234 GR WPB	Inserto sold. Biselados Biselados	3000# Peso std. 10										
BOLAS DESIZABLE	1/2 - 1 1/2 2 - 12 2 - 24 2 - 24	Ac. al carbón forjado Ac. al carbón forjado Ac. al carbón forjado Ac. al carbón forjado	A-181 GR I A-181 GR I A-181 GR I A-181 GR I	Cara realizada Cara realizada Cara realizada Cara realizada	150# 150# 150# 150#										
								COMPUERTA	1/2 - 1 1/2 2 - 14	Ac. al carbón forjado Ac. al carbón fundido	A-105 GR II A-216 GR WCB	Inserto sold. Brindados C.R.	800# 150#		
								GLOBO	1/2 - 1 1/2 2 - 14	Ac. al carbón forjado Ac. al carbón fundido	A-105 GR II A-216 GR WCB	Inserto sold. Brindados C.R.	800# 150#		
								HACHO	1/2 - 1 1/2 2 - 6 8 - 12	Ac. al carbón fundido Ac. al carbón fundido Ac. al carbón fundido	A-216 GR WCB A-216 GR WCB A-216 GR WCB	Moscada C.R. C.R.	300# 150# 150#		Operada c/maneral operada c/engranes
BOLA	1/2 - 1 1/2 2 - 12	Ac. al carbón forjado Ac. al carbón fundido	A-105 GR II A-216 GR WCB	Inserto sold C.R.	800# 150#		Bola inox. 316 Bola A.C. cromado								
								RETENCION COLUMPIO	2 - 14	Ac. al carbón fundido Ac. al carbón fundido	A-105 A-216 GR WCB	Inserto sold brindados C.R.	150#		
RETENCION BOLA	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón forjado	A-105-GR II	Inserto sold.	800#										
HARIPOSA															

		APLICACION.- fluidos no corrosivos para acero al carbón RANCO.- PSIG. 224.6 / 11 *P 899 / 20 A 100				ESPEC. 1 1 C	
		FLUIDOS.-Hidrocarburos líquidos no corrosivos (liq. ó vapor) sol. amoniacal agua		REV	FECHA	NOVA 89	DE
CONCEPTO	DIAMETRO PULG. O C.	DESCRIPCION MATERIA.	CODIGO A.S.T.M.	EXTENSOS O PARA	CEJULA O RANCO	ESPECIFIC. O CODIFIC.	CONSERVACIONES
TUBERIA	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón sin costura	A-53 GR B	Planos	80		
	2 - 6	Ac. al carbón sin costura	A-53 GR B	Biselados	40		
	8 - 12	Ac. al carbón sin costura	A-53 GR B	Biselados	30		
CONEXIONES	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón forjado	A-105 GR II	Inserto sold.	3000#		
	2 - 12	Ac. al carbón fundido	A-234 GR WPB	Biselados	Peso std.		
BOLA DESLIZABLE	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón forjado	A-181 GR I	Cara realizada	300#		
	2 - 12	Ac. al carbón forjado	A-181 GR I	Cara realizada	300#		
	2 - 24	Ac. al carbón forjado	A-181 GR I	Cara realizada	300#		
	2 - 24	Ac. al carbón forjado	A-181 GR I	Cara realizada	300#		
COMPUERTA	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón forjado	A-105 GR II	Inserto sold.	800#		
	2 - 14	Ac. al carbón fundido	A-216 GR WCB	Brindados C.R.	300#		
GLOBO	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón forjado	A-105 GR II	Inserto sold.	800#		
	2 - 14	Ac. al carbón fundido	A-216 GR WCB	Brindados C.R.	300#		
HACHO	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón fundido	A-216 GR WCB	Rosada	300#		
	1 - 6	Ac. al carbón fundido	A-216 GR WCB	C.R.	300#		Operada c/maneral
	8 - 18	Ac. al carbón fundido	A-216 GR WCB	C.R.	300#		Operada c/engranes
BOLA							
RETENCION COLUPIO	2 - 14	Ac. al carbón fundido	A-216 GR WCB	Brindados C.R.	300#		Colupio A151 410
RETENCION BOLA	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón forjado	A-105 GR II	Inserto sold.	600#		Bola A151 410
HARIPOSA							

- 80 -

		APLICACION.- Fluidos no corrosivos para acero al carbón RANCO.-				ESPEC. I I D	
		PSIG.	445	1440		REV	0
		*F	900	100		HOJA 90 DE	
		FLUIDOS.-Hidrocarburos líquidos no corrosivos, amoniaco (líquido ó vapor)					
CONCEPTO	DIAMETRO TUBG DE A	DESCRIPCION MATERIAL	CODIGO A S T M	EXTREMOS O CASA	CEBULA O BAYO	ESPECIFIC. O COEFIC.	OBSERVACIONES
TUBERIA	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón sin costura	A-53 GR.B	Planos	80		
	2 - 6	Ac. al carbón sin costura	A-53 GR.B	Biselados	40		
	8 - 12	Ac. al carbón sin costura	A-53 GR.B	Biselados	30mínimo		
CONEXIONES	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón forjado	A-105 GR II	Inserto sold	300#		
	2 - 6	Ac. al carbón fundido	A-234 GR WPB	Biselados	Ced. 80		
	8 - 12	Ac. al carbón fundido	A-234 GR WPB	Biselados	Ced. de tubo		
BLOQUE INSETO SOLDABLE CUELLO SOLDABLE CIEGA DESLIZABLE	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón forjado	A-105 GR I	C.R.	600#		
	2 - 6	Ac. al carbón forjado	A-105 GR I	C.R.	600#		
	1/2 - 24	Ac. al carbón forjado	A-105 GR I	C.R.	600#		
	2 - 12	Ac. al carbón forjado	A-105 GR I	C.R.	600#		
COMPUERTA	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón forjado	A-105 GR II	Inserto sold	600#		
	2 - 12	Ac. al carbón fundido	A-216 GR WCB	C.R.	600#		
GLOBO	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón forjado	A-105 GR II	inserto sold	800#		
	2 - 12	Acero al carbón fundido	A-216 GR WCB	C.R.	600#		
HACHO	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón fundido	A-216 GR WCB	Roscadas	1500#		
	2 - 6	Ac. al carbón fundido	A-216 GR WCB	C.R.	600#		Operada c/manera
	8 - 12	Ac. al carbón fundido	A-216 GR WCB	C.R.	600#		Operada c/engrandes
BOLA							
RETENCION COLUMPIO	2 - 12	Ac. al carbón fundido	A-216 GR WCB	C.R.	600#		
RETENCION BOIA	1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón forjado	A-105 GR II	Inserto sold	600#		
MARIPOSA							

		APLICACION.- Fluidos no corrosivos para acero al carbón RANCO.- <table border="1" data-bbox="571 204 828 242"> <tr> <td>PSIG.</td> <td>100</td> <td>165</td> <td></td> </tr> <tr> <td>*P</td> <td>750</td> <td>450</td> <td></td> </tr> </table>				PSIG.	100	165		*P	750	450		ESPEC. 1 4 B	
		PSIG.	100	165											
		*P	750	450											
REV	FECHA	HOJA 91 DE													
CONCEPTO		DIAMETRO PULG DE A	DESCRIPCION MATERIAL	CODIGO A.S.T.M	EXTREMOS O CARA	CEDELA O BARRIO	ESPECIFIC. O CODIFIC.	OBSERVACIONES							
TUBERIA		1/2 - 1 1/2 2 - 8	Ac. al carbón sin costura Ac. al carbón sin costura	A-53 GR. A A-53 GR. B	Planos Biselado	80 40									
CONEXIONES		1/2 - 1 1/2 2 - 8 Coples	Ac. al carbón forjado Ac. al carbón fundido Ac. al carbón forjado	A-105 GR II A-234 GR WPB A-105 GR II	Inserto sold Biselado Inserto sold.	3000# Ced. 40 3000#									
BRIDAS INSERTO SOLDABLE CUELLO SOLDABLE CIEGA		1/2 - 1 1/2 2 - 8 1/2 - 24	Ac. al carbón forjado Ac. al carbón forjado Ac. al carbón forjado	A-181 GR I A-181 GR I A-181 GR I	C.R. C.R. C.R.	150# 150# 150#									
COMPUERTA		1/2 - 1 1/2 2 - 8	Ac. al carbón forjado Ac. al carbón fundido	A-105 GR II A-216 GR WCB	Inserto sold. C.R.	600# 150#									
GLOBO		1/2 - 1 1/2 2 - 8	Ac. al carbón forjado Ac. al carbón fundido	A-105 GR II A-216 GR WCB	Inserto sold. C.R.	600# 150#									
MACHO															
BOLA															
VALVULAS RETENCION COLUMPIO		2 - 8	Ac. al carbón fundido	A-216 GR WCB	C.R.	150#									
RETENCION BOLA		1/2 - 1 1/2	Ac. al carbón forjado	A-105 GR II	Inserto sold.	600#									
MARIPOSA															

CONCEPTO	DIAMETRO PULG. DE A	DESCRIPCION MATERIAL	CODIGO A S T H	EXISTENCIAS O CASA	CEDULA O BANCO	ESPEC. 1 6 8																	
						REN	FECHA																
						HOJA 92 DE																	
FLUIDOS.- Refrigerantes como amoniaco, liquido y vapor																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">RANCO.-</td> <td style="width: 15%;">PSIG.</td> <td style="width: 15%;">275</td> <td style="width: 15%;">370</td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>*P</td> <td>-49</td> <td>-22</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>								RANCO.-	PSIG.	275	370						*P	-49	-22				
RANCO.-	PSIG.	275	370																				
	*P	-49	-22																				
OBSERVACIONES																							
TUBERIA	1/2 - 1 1/2	Ac. de aleación con cost.	A-333 GR I	planos	40																		
	2 - 6	Ac. de aleación con cost.	A-333 GR I	Biselados	40																		
	8 - 12	Ac. de aleación con cost.	A-333 GR I	Biselados	20																		
CONEXIONES	1/2 - 1 1/2	Ac. de aleación forjado	A-351 GR CFB	Inserto sold.	3000#																		
	2 - 12	Ac. de aleación fundido	A-352 GR LCB	Biselados	Peso std.																		
	Coples	Ac. de aleación forjado	A-350 GR LFI	Inserto sold.	3000#																		
INSERTO SOLDABLE OJELLO SOLDABLE CIEGA DESLIZABLE	1/2 - 1 1/2	Ac. de aleación forjado	A-350 GR LFI	Cara realzada	150#																		
	2 - 12	Ac. de aleación forjado	A-350 GR LFI	Cara realzada	150#																		
	1/2 - 24	Ac. de aleación forjado	A-350 GR LFI	Cara realzada	150#																		
	2 - 12	Ac. de aleación forjado	A-350 GR LFI	Cara realzada	150#																		
COMPUERTA	1/2 - 1 1/2	Ac. de aleación forjado	A-351 GR CFB	Inserto sold.	800#																		
	2 - 14	Ac. de aleación fundido	A-352 GR LCB	Bridados C.R.	150#																		
GLOBO	1/2 - 1 1/2	Ac. de aleación forjado	A-351 GR CFB	Inserto sold.	800#																		
	2 - 4	Ac. de aleación fundido	A-352 GR LCB	Bridados C.R.	150#																		
WACHO																							
BOLA	2 - 10	Ac. de aleación fundido	A-352 GR LCB	C.R.	150#		Bola : Acero al carbón cromado.																
RETENCION COLUPEJO	2 - 12	Ac. de aleación fundido	A-352 GR LCB	Bridados C.R.	150#		Interiores cromados.																
RETENCION BOLA	1/2 - 1 1/2	Ac. de aleación forjado	A-351 GR CFB	Inserto sold.	600#																		
MARIPOSA																							

### 3.12 INDICE DE LINEAS





DATOS DE PROCESO DE LINEAS

CLIENTE FACULTAD DE QUIMICA  
 PLANTA AMONACO ANILINADO  
 LOCALIZACION CD MALDONADO AME

PROYECTO N° T-100  
 FECHA Jun 87  
 HOJA 94 DE \_\_\_\_\_

PREPADO	FECHA	REV. N°
REVISADO	FECHA	REV. N°
APROBADO	FECHA	REV. N°

FECHA	REV. N°
FECHA	REV. N°
FECHA	REV. N°

SERVICIO	N° DE LINEA	PLANO N°	DIAMETRO NOMINAL	ESPECIFICACION	FLUIDO	FLUJO NOMINAL (GPM)	DENSIDAD RELATIVA	VISCOSIDAD TEMP. DE OPERACION	TEMPERATURA DE OPERACION	PRESTION	CAIDA DE PRESTION 100 FT	VELOCIDAD	NOTAS
AA	101	A-101	6"	T6B	AMONACO ANILINADO	300 GPM	0.68	0.268 cc	-28°F	14.7	0.167	3.33	AL SLAN EN T° FIC 3
AA	102	A-101	6"	T6B			0.68	0.268	-28	14.7	0.167	3.33	
AA	103	A-101	4"	T6B			0.68	0.268	-28	284.7	1.37	7.56	
AA	104	A-101	2"	T6B		75	0.68	0.268	-28	20.0	4.1	7.0	
AA	105	A-101	3/4"	T6B	PRESURIZADO		0.68	0.268	-28	14.7			
AA	106	A-101	1/2"	T6B		1	0.68	0.268	-28	300	0.6	1.1	
AA	107	A-101	3/4"	T6B		1	0.68	0.268	-28	14.7	0.155	0.6	
AA	108	A-101	6"	T6B		300	0.68	0.268	-28	14.7	0.167	3.33	
AA	109	A-101	4"	T6B		300	0.68	0.268	-28	284.7	1.37	7.56	
AA	110	A-101	2"	T6B		75	0.68	0.268	-28	20.0	4.1	7.0	
AA	111	A-101	3/4"	T6B		200 GPM	0.68	0.268	-28	14.7			
AA	112	A-101	3/4"	T6B		1	0.68	0.268	-28	14.7	0.155	0.6	
AA	113	A-101	1/2"	B		1	0.68	0.268	-28	300	0.6	1.1	
AA	114	A-101	4"	T6B		300	0.68	0.268	-28	284.7	1.37	7.56	
AA	115	A-101	4"	T6B		150	0.68	0.268	-28	250.0	0.354	3.3	
AA	116	A-101	4"	T6B		150	0.68	0.268	-28	250.0	0.354	3.3	
AA	117	A-101	4"	T7C		163	0.63	0.20	41	270	0.47	4.1	
AA	118	A-101	4"	T7C		163	0.63	0.20	41	270	0.47	4.1	
AA	119	A-101	6"	T7C		326	0.63	0.20	41	270	0.16	3.4	
AA	120	A-101	6"	T7C		326	0.63	0.20	41	270	0.16	3.4	

96

SERVICIO		DATOS DE PROCESO DE LINEAS		CLIENTE <u>FABRICA DE QUIMICA</u>			PROYECTO N° <u>T-100</u>			FECHA		REV. N°					
N° DE LINEA		PLANO N°		DIAMETRO NOMINAL	ESPECIFICACION	FLUIDO	FLUJO NORMAL GPM	DENSIDAD RELATIVA	VISCOSIDAD TEMP. DE OPERACION CP	TEMPERATURA DE OPERACION °F	PRESION PSIA	CAIDA DE PRESION 100 FT	VELOCIDAD FT/Min	NOTAS			
AA	121	A-101		6"	TIC	AMONIAQUE ANHILADO	326	0.63	0.20	41	270	2.10	3.7				
AA	122			6"	TIC		326	0.63	0.20	41	744.7	2.10	3.4				
AA	123			6"	TIC		326	0.63	0.20	41	744.7	2.10	3.4				
AA	124			6"	TIC		326	0.63	0.20	41	744.7	2.10	3.4				
AA	125			6"	TIC		326	0.63	0.20	41	744.7	2.10	3.4				
AA	126	A-106		6"	TIC		350	0.58	0.15	100	264.7	0.19	3.88				
AA	127			4"	TIC		70	0.58	0.15	100	225	0.07	1.76				
AA	128			4"													
AA	129			4"													
AA	130			4"													
AA	131			4"													
AA	132			4"													
AA	133			4"													
AA	134			4"													
AA	135			4"													
AA	136			6"			225	0.59	0.15	100	215	0.08	2.5				
AA	137			6"													
AA	138			6"													
AA	139			6"													
AA	140			6"													



DATOS DE PROCESO DE LINEAS

CLIENTE FACULTAD DE QUIMICA  
 PLANTA AMPLIACION DE LA PLANTA  
 LOCALIZACION EN EL TERRENO DE LA PLANTA

PROYECTO N° T-100  
 FECHA JUN 30  
 HOJA 06 DE 06

FECHA	REV. N°		
HECHO	FOR		
REVISO	TECN		
APROBADO			

-96-

SERVICIO	N° DE LINEA	PLANO N°	DIAMETRO NOMINAL	ESPECIFICACION	FLUIDO	FLUJO NOMINAL (GPM)	DENSIDAD RELATIVA	VISCOSIDAD TEMP. DE OPERACION (CP)	TEMPERATURA DE OPERACION (°F)	PRESION (PSIA)	CATEGORIA DE PRESION (100 FT)	VELOCIDAD (FT/SEG)	NOTAS
AA	141	A-102	6"	T-12	AGUA CALIENTE	225	0.59	0.15	100	215	0.28	2.5	
AA	142		6"										
AA	143		6"										
AA	144		12"			1100	0.59	0.15	100	215	0.05	2.7	
AA	145		12"			1100	0.59	0.15	100	215	0.05	2.7	SECA LINEA DENTRO PLANTA DE AMPLIACION
AA	146		8"			550	0.58	0.15	100	215	0.106	2.45	
AA	147		3"										
AA	148		3"										
AA	149		6"			550				255	0.28	6.1	
AA	150		6"										
AA	151		6"										
AA	152		3"			1100					0.41	2.7	
AA	153		3"			1100				245	0.41	2.7	
AA	154		4"			275				240	0.98	6.78	
AA	155		4"										
AA	156		4"										
AA	157		4"										
AA	158		2"			40				215	3.76	4.01	
AA	159		2"		AA-118, AA-148, AMBITECO A-1240	31 620	0.63 0.604		44.4	95			
AA	160		1"			3	0.65		40	40			



DATOS DE PROCESO DE LINEAS

CLIENTE FACULTAD DE QUIMICA  
 PLANTA ABONACOMENTO S.A. 322 KM  
 LOCALIZACION EN FERNANDO TAMPE

PROYECTO N° T-100  
 FECHA Jun 87  
 HOJA 97 DE \_\_\_\_\_

PREPAGO		FECHA	
REVISO			
APROB			

SERVICIO	N° DE LINEA	PLANO N°	DIAMETRO NOMINAL	ESPECIFICACION	FLUIDO	FLUJO NOMINAL L/HRS	DENSIDAD RELATIVA A 20°C (1)	VISCOSIDAD TEMP. DE OPERACION CP	TEMPERATURA DE OPERACION °F	PRESION PSIA	CALIDA PRESION 100 FT	VELOCIDAD FT/SEG	NOTAS
AAV	100	A-102	2"	T-13	ANONIZADO AMONIAO VALVULA	1413	0.0113	0.011	100	230	2.505	24.0	(1) RESPECTO A LA DENS. DEL AGUA
AAV	101		3"			20842	0.0049	0.010	50	90	32.6	371.0	
AAV	102		3"			20842	0.0049	0.010	50	90	32.6	371.0	
AAV	103		2"			1413	0.0113	0.011	100	230	2.505	24.0	
AAV	104		3"			20842	0.0049	0.010	50	90	32.6	371.0	
AAV	105		3"			20842	0.0049	0.010	50	90	32.6	371.0	
AAV	106		2"			1413	0.0113	0.011	100	230	2.505	24.0	
AAV	107		3"			20842	0.0049	0.010	50	90	32.6	371.0	
AAV	108		3"			20842	0.0049	0.010	50	90	32.6	371.0	
AAV	109		2"			1413	0.0113	0.011	100	230	2.505	24.0	
AAV	110		3"			20842	0.0049	0.010	50	90	32.6	371.0	
AAV	111		3"			20842	0.0049	0.010	50	90	32.6	371.0	
AAV	112		2"			1413	0.0113	0.011	100	230	2.505	24.0	
AAV	113		3"			20842	0.0049	0.010	50	90	32.6	371.0	
AAV	114		3"			20842	0.0049	0.010	50	90	32.6	371.0	
AAV	115		2"			1413	0.0113	0.011	100	230	2.505	24.0	
AAV	116		3"			20842	0.0049	0.010	50	90	32.6	371.0	
AAV	117		3"			20842	0.0049	0.010	50	90	32.6	371.0	
AAV	118		2"			1413	0.0113	0.011	100	230	2.505	24.0	
AAV	119		3"			20842	0.0049	0.010	50	90	32.6	371.0	

-16-



DATOS DE PROCESO DE LINEAS

CLIENTE FABRILAS DE CEMENTO  
 PLANTA MONTECANTO 3" x 322 KM  
 LOCALIZACION EN FERTILIZADO TAMPO

PROYECTO N° T-100  
 FECHA Jul 87  
 HOJA 08 DE \_\_\_\_\_

RECIBO  
 REVISO  
 APROBADO

FECHA  
 POR  
 FECHA

REC. N°  
 POR  
 FECHA

98

SERVICIO	N° DE LINEA	PLANO N°.	DIAMETRO NOMINAL	ESPECIFICACION	FLUIDO	FLUJO NOMINAL (GPM)	DENSIDAD RELATIVA (NOTAS)	VISCOSIDAD TEMP. DE OPERACION (CP)	TEMPERATURA DE OPERACION (°F)	PRESSION (PSIA)	CARGA DE PRESSION 100 FT	VELOCIDAD (FT/SEG)	NOTAS
JAV	120	1-102	3"	TIE	WATER	137.2	0.0149	0.010	50	90	32.5	371.0	
AAV	121		2"			1413	0.0113	0.011	100	230	0.505	24.0	
AAV	122		3"			2034	0.0049	0.010	50	10	32.5	371.0	
AAV	123		3"			2034	0.0049	0.010	70	90	32.5	371.0	
AAV	124		4"			5053	0.0113	0.011	100	230	0.505	25.2	
AAV	125		4"			5053	0.0113	0.011	100	230	0.505	25.2	
AAV	126		2"			100	0.0027	0.009	22	50	0.012	7.1	
AAV	127		2"			100	0.0027	0.009	22	50	0.012	7.1	
JAV	128		2"			100	0.0027	0.009	22	50	0.012	7.1	
JAV	129		2"			100	0.0027	0.009	22	50	0.012	7.1	
AAV	130		3"			400	0.0027	0.009	22	50	0.026	12.0	
AAV	131		14"			62526	0.010	0.011	110	50	0.49	10.5	
AAV	132		2"			100	0.0027	0.009	22	50	0.012	7.1	



DATOS DE PROCESO DE LINEAS

CLIENTE FACULTAD DE QUIMICA  
 PLANTA AMONIACO LITO 3" x 322 KM  
 LOCALIZACION SN. FERNANDO TAMPE

PROYECTO N° T-100  
 FECHA Jun 97  
 HOJA 99 DE \_\_\_\_\_

PREPARED		FECHA		REV. N°	
REVISADO				FOR	
APROBADO				FECHA	

-99-

SERVICIO	N° DE LINEA	PLANO N°.	DIAMETRO NOMINAL	ESPECIFICACION	FLUIDO	FLUJO NOMINAL GPM	DENSIDAD RELATIVA	VISCOSIDAD TEMP. DE OPERACION cP	TEMPERATURA DE OPERACION °C	PRESION	CAIDA DE PRESION 100 FT	VELOCIDAD FT. SEC	NOTAS
SA	100	A-102	4"	T1B	SOLUCION AMONIACAL	110	0.88	0.9	162	90	0.56	2.77	
SA	101		3"			55	0.88	0.9	162	90	0.37	2.58	
SA	102		3"			55	0.88	0.9	162	90	0.37	2.58	
SA	103		3"			55	0.90	0.92	90	80	0.37	2.58	
SA	104		3"			55	0.90	0.92	90	80	0.37	2.58	
SA	105		4"			110	0.90	0.92	90	80	0.56	2.77	
SA	106		4"			110	0.90	0.92	90	40	0.56	2.77	
SA	107		3"			130	0.90	0.92	90	25	1.65	5.5	
SA	108		3"										
SA	109		3"										
SA	110		3"			260					7.1	11.9	
SA	111		10"			1100				15	0.26	4.48	
SAH	100	A-102	3"	T1B	AGUA DE HIDROCLORICO	80	1.0	1.0	80	95	0.69	3.47	



DATOS DE PROCESO DE LINEAS

CLIENTE TECNOLOGIA S.A.  
 PLANTA ALUMINUM S.A.  
 LOCALIZACION San Mateo

PROYECTO N° T-100  
 FECHA Jun 87  
 HOJA 100 DE     

FECHA	REV. N°		
PREPRO			
REVISI			
APROB			
FECH			
POR			
FECH			

SERVICIO	N° DE LINEA	PLANO N°	DIAMETRO NOMINAL	ESPECIFICACION	FLUIDO	FLUJO NOMINAL GPM	DENSIDAD RELATIVA	VISCOSIDAD TEMP. DE OPERACION CP	TEMPERATURA DE OPERACION °F	PRESION PSIA	CAIDA DE PRESION 100 FT	VELOCIDAD FT/SEG	NOTAS
AC	201	A-101	5"	T1B	AIRTE VAPOR	460	0.728	0.82	140	14.7	0.45	5.1	AISLAMIENTO CALIENTE
AC	202		6"	T1B		460	0.728	0.82	140	14.7	0.45	5.1	
AC	203		6"	T1B		460	0.728	0.82	140	14.7	0.45	5.1	
AC	204		6"	T1B		460	0.728	0.82	140	14.7	0.45	5.1	
AC	205		6"	T1B		460	0.728	0.82	140	14.7	0.45	5.1	
AC	206		6"	T1B		460	0.728	0.82	140	14.7	0.45	5.1	
AC	207		4"	T1B		230	0.728	0.82	140	14.0	1.23	5.7	
AC	208		4"	T1B		230	0.728	0.82	140	14.0	1.23	5.7	
AC	209		4"	T1B		220	0.765	0.90	48	54.0	1.2	5.5	
AC	210		6"	T1B		440	0.765	0.90	48	54.0	0.43	4.9	
AC	211		4"	T1B		220	0.765	0.90	48	54.0	1.2	5.5	
AC	212		4"	T1B		232	0.724	0.80	150	44.0	1.24	5.7	AISLAMIENTO CALIENTE
AC	213		4"	T1B		232	0.724	0.80	150	44.0	1.24	5.7	
AC	214		6"	T1B		465	0.724	0.80	150	44.0	0.65	5.5	

-100-





3.13 I N D I C E D E I N S T R U M E N T O S

REV	FECHA	DESCRIPCION	ING.	APROB.

CLIENTE <u>FACULTAD DE QUIMICA</u>	No. PROYECTO: <u>1-100</u>		ELABORO: <u>RG5</u>	Ago. 87	FECHA: <u>          </u>	FECHA: <u>          </u>	HOJA <u>102</u> DE <u>          </u>	
NOMBRE DEL PROY. <u>ABASTACIMIENTO CD. MADRERO SR. FDO.</u>	AREA: <u>          </u>		REVISO: <u>SID</u>	FECHA: <u>          </u>	REVISION: <u>          </u>	FECHA: <u>          </u>	FECHA: <u>          </u>	
			APROBO: <u>JAO</u>	FECHA: <u>          </u>	FECHA: <u>          </u>	FECHA: <u>          </u>	FECHA: <u>          </u>	No. LISTA INSTRUMENTOS <u>          </u>

IDENTIFICACION		DESCRIPCION	LINEA & EQUIPO	NUMERO HOJA		NUMERO PLANO		NUMERO HOJA			MARCA	MODELO	OBSERVACIONES
				ESPECIF.	DIAGRAMA	TUB. INST.	LOCALIZ.	INST.	DIAG. LOG.	DIAG. ELE.			
EL-1001-01		MANOMETRO DE BOMBA DE BOMBA	BA-1020 A					A-101	1001				
EL-1001-02		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-03		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-04		MANOMETRO DE BOMBA DE BOMBA	BA-1020 B										
EL-1001-05		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-06		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-07		INDICADOR DE TEMPERATURA	TA-1000 A										
EL-1001-08		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-09		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-10		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-11		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-12		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-13		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-14		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-15		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-16		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-17		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-18		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-19		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO											
EL-1001-20		VALVULA DE CONTROL DE FLUJO	TA-1000 B										
EL-1001-21		INDICADOR DE TEMPERATURA											

CLIENTE: FABRIL DE BOMBA No. PROYECTO: T-100  
 HOMBRE DEL PROV: ANTONIO RIZO AREA: OL. MARINO



ELABORO: ES FECHA: \_\_\_\_\_  
 REVISO: SD FECHA: \_\_\_\_\_  
 APROBO: TD FECHA: \_\_\_\_\_  
 No LISTA INSTRUMENTOS:















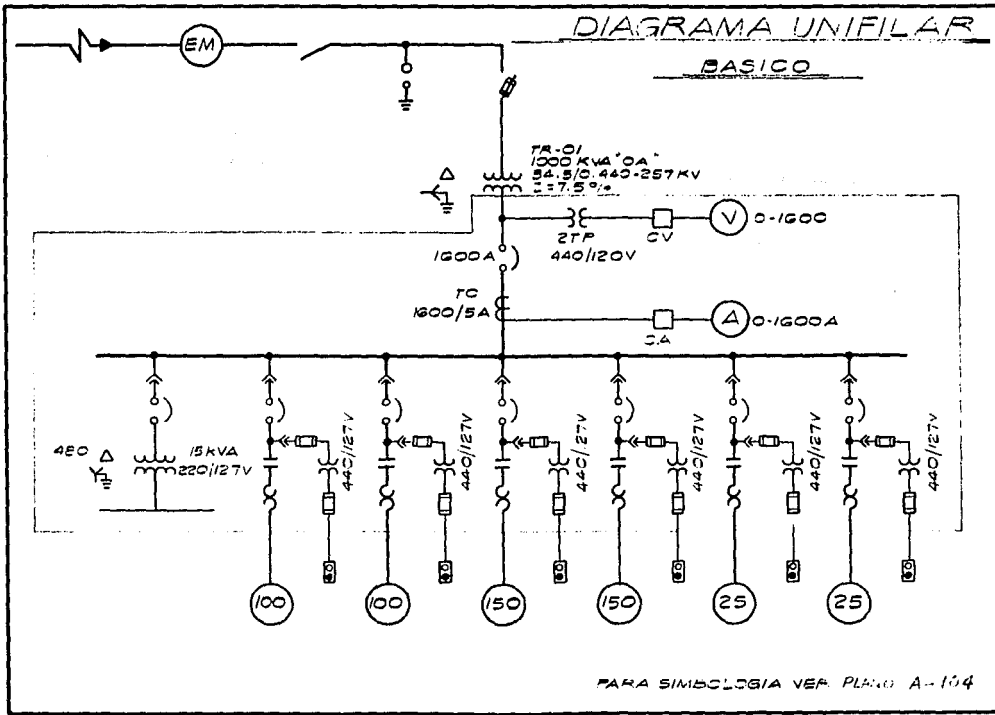
CLIENTE: <u>FACULTAD DE QUIMICA</u>		No. PROYECTO: <u>T-100</u>			ELABORO: <u>RGG</u>		FECHA: _____	FECHA: _____ HOJAS DE _____				
NOMBRE DEL PROY. <u>AMONIAQUELCTO</u>		AREA: <u>SN FERNANDO</u>			REVISO: <u>SFO</u>		FECHA: _____	REVISION: _____ FECHA: _____				
					APROBO: <u>JAS</u>		FECHA: _____	No. LISTA INSTRUMENTOS: _____				
IDENTIFICACION	DESCRIPCION	LINEA y EQUIPO	NUMERO HOJA		NUMERO PLANO		NUMERO HOJA			MARCA	MODELO	OBSERVACIONES
			ESPECIF.	DIAGRAMA	TUB. INST.	LOCALIZ.	INSTR.	DIAGRAMA	DIAGRAMA			
FR-13	REGISTRADOR DE FLUJO DE AGUA	3-AH-100-T1B			A-102	TABLEROS						
FIC-13	INDICADOR CONTROLADOR DE FLUJO DE AGUA											
FV-14	VALVULA DE CONTROL DE FLUJO					LOCAL						
FSL-15	INTERRUPTOR POR BAJO FLUJO DE AGUA											
FAL-15	ALARMA POR BAJO FLUJO DE AGUA					TABLEROS						
PCV-16	VALVULA CONTROLADORA DE PRESION DE AMONIACO	3-AA-159-T1B				LOCAL						
PIC-16	INDICADOR CONTROLADOR DE PRESION DE AMONIACO					TABLEROS						
FV-17	VALVULA DE CORTE DE AMONIACO					LOCAL						
SV-17	VALVULA SOLENOIDE											
TI-100	INDICADOR DE TEMPERATURA DE LA SOLUCION	4-SA-100-T1B										
PI-100	INDICADOR DE PRESION DE LA SOLUCION											
TE-120	TERMOPARZO	4-SA-105-T1B										
TT-120	TRANSMISOR DE TEMPERATURA											
TI-120	INDICADOR DE TEMPERATURA					TABLEROS						
TSH-120	INTERRUPTOR POR ALTA TEMPERATURA					LOCAL						
TAH-120	ALARMA POR ALTA TEMPERATURA					TABLEROS						







### 3.14 DIAGRAMA UNIFILAR BASICO



## CAPITULO IV

### ESTIMADO DE INVERSION

#### 4.1. INTRODUCCION

##### 4.1.1. Antecedentes

En base a la Ingeniería Básica desarrollada se realizó un estimado para poder conocer la magnitud de la inversión requerida, dentro de un rango de aproximación de  $\pm 30\%$ .

El alcance del estimado comprende tres puntos básicos:

- a) Area de Ciudad Madero.  
Sistema de bombeo y calentamiento de amoniaco anhidro para envío.
- b) Línea de Conducción.  
Amoniaco ducto desde Ciudad Madero hasta San Fernando teniendo una longitud aproximada de 322 kms.
- c) Area de San Fernando.  
Comprende las instalaciones para el almacenamiento de amoniaco anhidro, la planta de preparación de solución amoniacal y facilidades para la venta de ambos.

##### 4.1.2. Objetivos

El estudio de inversión desarrollado para la tesis ha perseguido los siguientes objetivos:

Obtención del estimado de inversión basado en precios de agosto de 1987.

Comparación del costo que representaría transportar el amoniaco en pipas, respecto al costo de su transporte por línea de conducción.



#### 4.2. RESUMEN

##### 4.2.1. Estimado de inversión

El estimado de inversión para la realización del "AMONIACODUCTO CIUDAD MADERO-SAN FERNANDO", y de la "PLANTA DE PREPARACION DE SOLUCION AMONIACAL", incluyendo el costo físico, la ingeniería, dirección de proyecto, gastos de pre-arranque, pruebas y contingencias asciende a:

Costo Físico	\$	34'054,017,000	M.N.
Ingeniería, Dirección del Proyecto, Gastos de Pre-arranque		<u>254,000,000</u>	M.N.
Subtotal	\$	34'308,017,000	M.N.
Contingencias 20%		<u>6'681,603,000</u>	M.N.
Estimado de la Inversión Total	\$	<u>41'169,200,000</u>	M.N.

Estimando a una paridad de \$ 1,500 pesos mexicanos por dólar americano equivalen a:

Costo Físico	\$	22,702,678	U.S.D.
Ingeniería, Dirección del Proyecto, Gastos de Pre-arranque		<u>169,334</u>	U.S.D.
Subtotal	\$	22'872,012	U.S.D.
Contingencias 20%		<u>4'574,402</u>	U.S.D.
Estimado de la Inversión Total	\$	<u>27'446,414</u>	U.S.D.

Dentro de este estimado no se han incluido los siguientes costos:

- Terreno
- Capital de trabajo
- Intereses y cargos financieros
- Tecnología, derechos, licencias, etc.
- Gastos indirectos durante el proyecto y construcción.
- Impuestos y aranceles de importación.

Para el estimado de inversión se ha considerado que la línea de conducción, es tubería API-5LX-Gr. 52 con costura, cédula 60.

#### 4.2.2. Programa de Desembolsos

De acuerdo al programa de ejecución del Proyecto mostrado al final de esta Sección se desarrolló el programa de desembolsos, cuyo desglose se muestra a continuación:

S E M E S T R E S  
(en miles de pesos)

<u>C O N C E P T O</u>	1er.	2o.	3o.	4o.	5o.
Ingeniería y Dirección Obra	40,000	38,500	17,500	17,500	37,500
Equipos	635,700	1,308,600	196,786		
Obra Civil	234,009	659,600	583,830	201,300	132,000
Estructuras		51,000	92,000	25,000	10,000
Compra Tubería y Accesorios	1,443,787	8,662,722	10,394,083	5,659,148	464,713
Obra Eléctrica e Inst.		59,140	118,700	125,500	179,928
Obra Mecánica	8,500	842,700	908,793	815,825	326,000
Contingencias	472,400	2,323,653	2,460,338	1,366,855	256,010
<b>T O T A L</b>	<b>2'834,396</b>	<b>13'945,915</b>	<b>14'772,030</b>	<b>8'211,128</b>	<b>1'406,151</b>
<b>% Erogado</b>	<b>7</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>20</b>	<b>3</b>
<b>% Erogado Acumulado</b>	<b>7</b>	<b>41</b>	<b>79</b>	<b>97</b>	<b>100</b>

#### 4.3 ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE TRANSPORTE DE AMONIACO

Se realizó un estudio comparativo para el transporte de amoniaco anhidro desde Ciudad Madero hasta San Fernando, para evaluar las conveniencias económicas, de operación y seguridad.

Se cuantificaron el costo físico de las instalaciones, y los costos de operación para cada uno de los casos.

##### 4.3.1 Transporte con auto-tanques (PIPAS)

Se tomará como base un transporte de 1000 ton/día de acuerdo a las bases de diseño.

La máxima capacidad que puede transportar una pipa con amoniaco es de 22 toneladas, con lo que resulta 46 auto-tanques por día, necesarios para cubrir la demanda.

Para el número máximo de pipas que se pueden cargar por día en cada llenadera es de 30, por lo cual se requieren un mínimo de 2 llenaderas. El flete que cobra un transportista por cada - viaje es de \$800,000 debido a que tiene que regresar vacío.

Se requiere mínimo de 2 bombas para llenado y 2 para descarga con una capacidad de 400 gpm cada una, con motor de 20 H.P.

Para poder descargar las pipas se requiere de un área de descarga al igual que para llenaderas de autostanque.

Se requiere de una báscula adicional, y aumentar el área de estacionamiento.

##### 4.3.1.1 Costo de operación.

Flete Considerando 46 viajes por día con un costo de \$800,000 nos resulta:

\$ 36'800,000 por día  
\$13'432,000,000 por año

Energía. Considerando 2 bombas de 20 H.P. cada una operando continuamente 12 horas diarias nos resulta:

$$20 \text{ HP} \times 0.746 \frac{\text{KW}}{\text{HP}} = 14.92 \text{ KW/bomba}$$

$$\text{Consumo de energía} = 14.92 \frac{\text{KW}}{\text{bomba}} \times 2 \text{ bombas} = 29.84 \text{ KW}$$

Tiempo de operación = 12 horas/día

$$\text{Consumo de energía} = 29.84 \times \frac{12 \text{ horas}}{\text{día}} = 358 \text{ KW-Hr/día}$$

Considerando un costo de energía de \$50/KW-Hr.

$$\text{Costo de energía} = 358 \frac{\text{KW-HR}}{\text{día}} \times \frac{\$50}{\text{KW-Hr}} = \$17,900/\text{día}$$

\$ 17,900 por día  
\$6'533,500 por año

#### 4.3.1.2 Costo físico.

Instalación de llenaderas de auto-tanques con sus garzas, incluyendo obra civil y electromecánica.

\$95'000,000

Instalación de descargas de auto-tanques, incluyendo obra civil y electromecánica:

\$115'000,000

Instalación y suministro de una báscula de auto-tanques:

\$85'000,000

Ampliación del estacionamiento de auto-tanques:

\$20'000,000

#### 4.3.2 Línea de Conducción.

##### 4.3.2.1 Costos de Operación.

Dentro de este aspecto sólo se consideró el consumo de energía para envío y gastos de mantenimiento de línea.

Consumo de energía por bombeo:

Se tienen dos bombas operando normalmente las 24 horas.

Una tiene un motor de 100 H.P. y la otra de 150 H.P. lo que nos da un consumo total de 250 H.P.

$$\text{Consumo de energía} = 250 \text{ H.P.} \times 0.746 \frac{\text{KW}}{\text{H.P.}} = 186.5 \text{ KW}$$

Como trabajan 24 horas al día:

$$186.5 \text{ KW} \times \frac{24 \text{ hr.}}{\text{día}} = 4476 \text{ KW-Hr/día}$$

Considerando a \$50/KW-Hr. nos da un costo de:

$$4476 \frac{\text{KW-Hr.}}{\text{día}} \times \frac{\$50}{\text{KW-Hr.}} = \$223\,800/\text{día}$$

Por año: \$81'687,000/año

Mantenimiento de la línea:

Se consideró una cuadrilla que es la misma que revisa las otras líneas de conducción que van a Reynosa por lo cual el gasto se prorratea y nos da un costo de \$25'000,000/año.

#### 4.3.2.2 Costo Físico.

Se consideró el costo físico como el costo total obtenido en los sumarios indicado en la hoja lo que nos da:

\$35'822,304,000

#### 4.3.3 Resumen y Conclusiones.

##### 4.3.3.1 Cuadro comparativo

Costos de operación por año: Transporte Mediante

	AUTOS - TANQUE (miles de pesos)	LINEA DE CONDUCCION (miles de pesos)
Fletes	13'432,000	
ENERGIA BOMBEO P/LLENADO	6,533	
ENERGIA BOMBEO P/DESCARGA	6,533	
ENERGIA BOMBEO P/ENVIO		\$ 81,687
MANTENIMIENTO DE LA LINEA		25,000
TOTAL COSTO OPERACION	\$13'445,066	\$ 106,687

Que considerando una paridad de \$1,500 pesos mexicanos por dolar americano equivalen a:

TOTAL COSTO DE OPERACION \$ 8'963,377 Dls. \$ 71,125 Dls.

Costo físico de la inversión:

	(miles de pesos)	(miles de pesos)
INSTALACION DE LLENADERAS	\$ 95,000	
INSTALACION DE DESCARGAS	115,000	
BASCUA AUTO-TANQUES	85,000	
AMPLIACION ESTACIONAMIENTO	20,000	
LINEA DE CONDUCCION		\$35'822,304
TOTAL COSTO FISICO	\$ 315,000	\$35'822,304

El equivalente a dólares americanos consideramos la misma paridad:

\$ 210,000 U.S. Dls.

\$23'820,216 U.S.Dls.

Dentro del costo físico no se consideró la inversión en equipo de bombeo por considerarlo equivalente, ya que en el caso de envío por pipas se requieren de 6 bombas para tener 2 de relevo, es decir 3 bombas para llenado y 3 bombas de descarga. Y en el caso de envío por la línea de conducción se requiere de 4 bombas para tener 2 de relevo.

Dentro del costo de operación no se consideró el consumo de vapor pues se requiere el mismo para ambos casos.

#### 4.3.3.2 Conclusiones:

De acuerdo a los datos obtenidos, se recomienda la línea de conducción pues los costos se igualan a los 3 años, lo que resulta bastante atractivo. Además se evitan problemas de manejar más personal, mantenimiento de mayores instalaciones, dependencia de terceros para el servicio y se obtiene una operación más segura pues el transporte en pipas representa mayores riesgos. La manera de obtener el tiempo de igualación de los costos fue la siguiente:

Diferencia en costos de inversión:  $B - A = C$

Diferencia en costos de operación:  $D - E = F$

Tiempo de igualación de la inversión:  $\frac{C}{F} = G$

Donde:

A Costo físico de la inversión por pipas

B Costo físico de la inversión por líneas de conducción


C Diferencia en costos de inversión.

D Costos de operación por pipas.





- E Costos de operación por líneas de conducción.
- F Diferencia de costos de operación.
- G Tiempo de igualación de los costos.

Para poder obtener el tiempo de recuperación de la inversión, será necesario someter los costos a una determinada inflación y considerar los gastos financieros que se tendrán en ambos - casos.

		SUMARIO DE COSTOS			
		COSTO TOTAL			
		PREP	SFO/RGG	REV.	JAGR
DESCRIPCION	MATERIAL (MILES DE PESOS)	MANO DE OBRA (MILES DE PESOS)	TOTAL M.N. (MILES DE PESOS)	TOTAL D.LLS. E.U.	
<b>COSTO FISICO</b>					
EQUIPOS	2'236,986	126,760	2'363,746	1'674,164	
INSTALACIONES	26'875,741	3'976,950	30'852,691	20'562,127	
DIVERSOS	772,080	70,000	842,080	561,387	
<b>TOTAL COSTO FISICO</b>	<b>29'884,807</b>	<b>4'173,710</b>	<b>34'058,517</b>	<b>22'797,678</b>	
<b>OTROS GASTOS</b>					
INGENIERIA BASICA					
INGENIERIA DE DETALLE Y GASTOS REEMBOL.	9,000	132,000	141,000	94,000	
CONTRATACION Y ENTRENAMIENTO DE PERSONAL		25,000	25,000	16,566	
GASTOS DE PRE-ARRANQUE	38,000	35,000	73,000	48,667	
GASTOS DE ADMINISTRACION (DIRECCION PROYECTO)		15,000	15,000	10,000	
TECNOLOGIA, DERECHOS, LICENCIAS					
GASTOS FINANCIEROS					
<b>TOTAL OTROS GASTOS</b>	<b>47,000</b>	<b>207,000</b>	<b>254,000</b>	<b>169,333</b>	
<b>CONTINGENCIAS</b>	<b>5'985,961</b>	<b>875,842</b>	<b>6'861,803</b>	<b>4'574,402</b>	
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>35'915,768</b>	<b>5'253,852</b>	<b>41'169,620</b>	<b>27'446,413</b>	
PARIDAD EMPLEADA \$ 1500,00		M.N. / DOLLAR AMERICANO			
COSTO DE IMPORTACION \$ 1'221,735,000		3 % DEL TOTAL			
COSTOS NACIONALES \$ 39'947,865,000		97 % DEL TOTAL			
GRADO DE APROXIMACION ± 30%			VALORES A Agosto de 1987		
REV.	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROBADO	

DESCRIPCION		SUB-CUENTA	MATERIAL (MILES DE PESOS)	MANO DE OBRA (MILES DE PESOS)	TOTAL M.N. (MILES DE PESOS)	TOTAL D.L.S. E.U.
<b>AMONIACODUCTO 8" φ x 322 Km</b>						
<b>Ciudad Madero - San Fernando</b>						
<b>SUMARIO DE COSTOS (1/2)</b>				<b>AREA Ciudad Madero Bombeo</b>		
PREP. SFO/SGG				REV. JAOR		
<b>EQUIPOS</b>						
BOMBAS Y EYECTORES		01	188,026	4,800	192,826	128,551
COMPRESORES Y MOTORES DE COMBUSTION		02				
CAMBIADORES DE CALOR Y CALENTADORES		03	125,620	5,200	130,820	87,213
TORRES Y COLUMNAS		04				
RECIPIENTES Y REACTORES		05				
TANQUES Y RECIPIENTES ABIERTOS		06				
SEGURIDAD Y CONTRA INCENDIO		07				
TURBINAS		08				
MOTORES ELECTRICOS		09				
GENERADORES		10				
AGITADORES		11				
ARANICOS Y ACONDIC. DE AIRE		12				
BASCULAS		13				
TRANSPORTADORES		14				
EQUIPO MECANICO NO CLASIFICADO		15				
EQUIPO TIPO PAQUETE		16				
EQUIPOS DE MANTENIMIENTO		17				
FILTROS Y VARIOS		18				
ANODOS Y CATODOS		19				
EQUIPO INSTRUMENTACION		20	29,200	3,300	32,500	21,667
EQUIPO ELECTRICO		21	45,000	3,500	48,500	32,333
FRP LINERS		22				
<b>(A) TOTAL EQUIPOS</b>			<b>387,846</b>	<b>16,800</b>	<b>404,646</b>	<b>269,764</b>
<b>INSTALACIONES</b>						
EDIFICIOS		30				
TUBERIA Y DUCTOS		31	93,302	9,558	102,860	68,564
ELECTRICAS		32	37,000	18,700	55,700	37,133
CIMENTACIONES DE EQUIPO		33	13,000	7,000	20,000	13,333
INSTRUMENTACION		34				
ESTRUCTURAS DE ACERO		35	22,000	8,000	30,000	20,000
CONTRA INCENDIO		36				
INSTALACION A PRUEBA DE FUEGO		37				
PREPARACION DE TERRENOS		38				
PINTURAS		39				
AISLAMIENTOS		40	4,500	1,200	5,700	3,800
CERCAS		41				
PAVIMENTOS Y DRENAJES		42				
<b>(B) TOTAL INSTALACIONES</b>			<b>169,802</b>	<b>44,458</b>	<b>214,260</b>	<b>142,840</b>
REV.	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROBADO		

 AMONIACODUCTO 8"φ x 322 KM Ciudad Madero - San Fernando		SUMARIO DE COSTOS (2/2)			
		AREA Ciudad Madero Bombeo		REV. JAOR	
DESCRIPCION	SUB-CUENTA			TOTAL M.N. (MILES DE PESOS)	TOTAL DOLLS. E.U.
<b>DIVERSOS</b>					
RENTA DE EQUIPO DE CONSTRUCCION	50	15,000	5,000	20,000	13,333
INSPECCION Y PRUEBAS	51	3,000	5,000	8,000	5,333
HERRAMIENTA Y EQUIPOS ESPECIALES	52				
	53				
FLETES Y TRANSPORTES	54	25,000		25,000	16,000
GASTOS Y DERECHOS DE IMPORTACION	55				
MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA	56	3,000		3,000	2,000
<b>(C) TOTAL DIVERSOS</b>		46,000	10,000	56,000	37,000
<b>TOTAL COSTO FISICO (A+B+C)</b>		603,648	71,258	674,906	449,917
<b>OTROS GASTOS</b>					
INGENIERIA BASICA	60				
INGENIERIA DE DETALLE Y GASTOS REEMBOL	61	2,000	26,000	28,000	18,667
CONTRATACION Y ENTRENAMIENTO DE PERS.	62		10,000	10,000	6,667
GASTOS DE PRE-ARRANQUE	63	8,000	10,000	18,000	12,000
GASTOS DE ADMINISTRACION (DIRECCION PROYECTO)	64		5,000	5,000	3,333
TECNOLOGIA, DERECHOS, LICENCIAS	65				
GASTOS FINANCIEROS	66				
<b>TOTAL OTROS GASTOS</b>		10,000	51,000	61,000	40,667
<b>CONTINGENCIAS</b>		122,730	24,452	147,182	98,121
<b>COSTO TOTAL DEL AREA</b>		736,378	146,710	883,087	588,725
REV.	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROBADO	

		AMONIACODUCTO 8"ø x 322 Km		SUMARIO DE COSTOS (1/2)		
		Ciudad Madero - San Fernando		AREA Línea de Conducción		
				PREP. SFO/RGC	REV. JADR	
DESCRIPCION	SUB-CUENTA	MATERIAL (MILES DE PESOS)	MANO DE OBRA (MILES DE PESOS)	TOTAL M.N. (MILES DE PESOS)	TOTAL DLLS. E.U.	
<b>EQUIPOS</b>						
BOMBAS Y EYECTORES	01					
COMPRESORES Y MOTORES DE COMBUSTION	02					
CAMBIADORES DE CALOR Y CALENTADORES	03					
TORRES Y COLUMNAS	04					
RECIPIENTES Y REACTORES	05					
MANQUES Y RECIPIENTES ABIERTOS	06					
SEGURIDAD Y CONTRA INCENDIO	07					
TURBINAS	08					
MOTORES ELECTRICOS	09					
GENERADORES	10					
AGITADORES	11					
ABANICOS Y ACONDIC. DE AIRE	12					
BASCULAS	13					
TRANSPORTADORES	14					
EQUIPO MECANICO NO CLASIFICADO	15					
EQUIPO TIPO "PAQUETE"	16					
EQUIPOS DE MANTENIMIENTO	17					
FILTROS Y VARIOS	18					
ANODOS Y CATODOS	19					
EQUIPO INSTRUMENTACION	20	53,900	13,750	67,650	45,100	
EQUIPO ELECTRICO	21					
FRP LINERS	22					
<b>(A) TOTAL EQUIPOS</b>		53,900	13,750	67,650	45,100	
<b>INSTALACIONES</b>						
EDIFICIOS	30	25'593,400	2'483,260	28'076,660	18'717,773	
TUBERIA Y DUCTOS	31					
ELECTRICAS	32					
CIMENTACIONES DE EQUIPO	33					
INSTRUMENTACION	34					
ESTRUCTURAS DE ACERO	35					
CONTRA INCENDIO	36					
INSTALACION A PRUEBA DE FUEGO	37					
PREPARACION DE TERRENDOS	38		1'063,530	1'063,530	709,020	
PINTURAS	39					
AISLAMIENTOS	40					
CERCAS	41					
PAVIMENTOS Y DRENAJES	42					
<b>(B) TOTAL INSTALACIONES</b>		25'593,400	3'546,790	29'140,190	19'426,793	
REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROBADO		



MONIACODUCTO 8" Ø x 322 Km.  
Ciudad Madero - San Fernando

**SUMARIO DE COSTOS (2/2)**

**AREA** LINEA DE CONDUCCION  
PREP. SFO/RGG REV. JAOR

DESCRIPCION	SUB-CUENTA			TOTAL M.N. (MILES DE PESOS)	TOTAL D.LLS. E.U.
<b>DIVERSOS</b>					
RENTA DE EQUIPO DE CONSTRUCCION	50				
INSPECCION Y PRUEBAS	51	70,000	40,000	60,000	40,000
HERRAMIENTA Y EQUIPOS ESPECIALES	52				
	53				
FLETES Y TRANSPORTES	54	528,080		528,080	352,053
GASTOS Y DERECHOS DE IMPORTACION	55				
MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA	56				
<b>(C) TOTAL DIVERSOS</b>					
		548,080	40,000	588,080	392,053
<b>TOTAL COSTO FISICO(A+B+C)</b>					
		26'195,380	3'600,540	29'795,920	18'863,966
<b>OTROS GASTOS</b>					
INGENIERIA BASICA	60				
INGENIERIA DE DETALLE Y GASTOS REEMBOL	61	2,000	24,000	26,000	17,333
CONTRATACION Y ENTRENAMIENTO DE PERS.	62				
GASTOS DE PRE-ARRANQUE	63	15,000	10,000	25,000	16,667
GASTOS DE ADMINISTRACION (DIRECCION PROYECTO)	64		5,000	5,000	3,333
TECNOLOGIA, DERECHOS, LICENCIAS	65				
GASTOS FINANCIEROS	66				
<b>TOTAL OTROS GASTOS</b>					
		17,000	49,000	56,000	37,333
<b>CONTINGENCIAS 20%</b>					
		5'242,476	729,908	5'970,384	3'930,256
<b>COSTO TOTAL DEL AREA</b>					
		31'454,856	4'379,448	35'822,304	23'881,536
REV.	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROBADO	




AMONIACODUCTO 84 x 322 Km  
Ciudad Madero - San Fernando

**SUMARIO DE COSTOS (1/2)**

AREA San Fernando Tamaulipas  
PREP. SFO/RGG REV. JAOK

DESCRIPCION	SUB-CUENTA	MATERIAL (MILES DE PESOS)	MANO DE OBRA (MILES DE PESOS)	TOTAL M.N. (MILES DE PESOS)	TOTAL DLLS. E.U.
<b>EQUIPOS</b>					
BOMBAS Y EYECTORES	01	92,000	3,800	95,800	63,867
COMPRESORES Y MOTORES DE COMBUSTION	02				
CANBIADORES DE CALOR Y CALENTADORES	03	85,600	3,800	89,400	59,600
TORRES Y COLUMNAS	04				
RECIPIENTES Y REACTORES	05	1'225,840	28,800	1'254,640	836,427
TANQUES Y RECIPIENTES ABIERTOS	06	110,100	17,400	127,500	85,000
SEGURIDAD Y CONTRA INCENDIO	07				
TURBINAS	08				
MOTORES ELECTRICOS	09				
GENERADORES	10				
AGITADORES	11				
ABANICOS Y ACONDIC. DE AIRE	12				
BASCULAS	13	25,000	5,000	30,000	20,000
TRANSPORTADORES	14				
EQUIPO MECANICO NO CLASIFICADO	15	5,700	150	5,850	3,900
EQUIPO TIPO "PAQUETE"	16				
EQUIPOS DE MANTENIMIENTO	17				
FILTROS Y VARIOS	18	8,500	600	8,900	5,933
ANODOS Y CATODOS	19				
EQUIPO INSTRUMENTACION	20	145,700	23,660	169,360	112,907
EQUIPO ELECTRICO	21	95,000	12,500	107,500	71,666
FRP LINERS	22				
<b>(A) TOTAL EQUIPOS</b>		1'793,240	95,710	1'888,950	1'259,300
<b>INSTALACIONES</b>					
EDIFICIOS	30	121,620	81,080	202,700	135,133
TUBERIA Y DUCTOS	31	471,759	78,082	549,841	366,561
ELECTRICAS	32	165,000	75,000	240,000	160,000
CIMENTACIONES DE EQUIPO	33	32,580	21,720	54,300	36,200
INSTRUMENTACION	34				
ESTRUCTURAS DE ACERO	35	105,000	35,000	140,000	93,333
CONTRA INCENDIO	36				
INSTALACION A PRUEBA DE FUEGO	37				
PREPARACION DE TERRENOS	38	216,580	92,820	309,400	206,267
PINTURAS	39				
AISLAMIENTOS	40				
CERCAS	41				
PAVIMENTOS Y DRENAJES	42				
<b>(B) TOTAL INSTALACIONES</b>		1'112,539	383,702	1'496,241	997,994
REV.	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROBADO	

		AMONIAODUCTO 8" $\phi$ x 322 Km. Ciudad Mdero - San Fernando.		<b>SUMARIO DE COSTOS (2/2)</b>		
		AREA San Fernando Taaulipas			PREP. 550,000	REV. 400
DESCRIPCION	SUB-CUENTA			TOTAL M.N. (MILES DE PESOS)	TOTAL DLLS. E.U.	
<b>DIVERSOS</b>						
RENTA DE EQUIPO DE CONSTRUCCION	50	35,000	10,000	45,000	30,000	
INSPECCION Y PRUEBAS	51	8,000	10,000	18,000	12,000	
HERRAMIENTA Y EQUIPOS ESPECIALES	52					
	53					
FLETES Y TRANSPORTES	54	100,000		100,000	66,667	
GASTOS Y DERECHOS DE IMPORTACION	55					
MOBILIARIO Y EQUIPO DE OFICINA	56	35,000		35,000	23,333	
<b>(C) TOTAL DIVERSOS</b>						
			178,000	20,000	198,000	132,000
<b>TOTAL COSTO FISICO (A+B+C)</b>			3'083,779	439,412	3'583,191	2'388,794
<b>OTROS GASTOS</b>						
INGENIERIA BASICA	60					
INGENIERIA DE DETALLE Y GASTOS REEMBOL	61	5,000		87,000	87,000	58,000
CONTRATACION Y ENTRENAMIENTO DE PERS.	62			15,000	15,000	10,000
GASTOS DE PRE-ARRANQUE	63	15,000		15,000	30,000	20,000
GASTOS DE ADMINISTRACION (DIRECCION PROYECTO)	64			5,000	5,000	3,333
TECNOLOGIA, DERECHOS, LICENCIAS	65					
GASTOS FINANCIEROS	66					
<b>TOTAL OTROS GASTOS</b>						
			20,000	117,000	137,000	91,333
<b>CONTINGENCIAS 20%</b>			620,756	123,282	744,038	496,025
<b>COSTO TOTAL DEL AREA</b>			3'724,535	739,694	4'464,229	2'976,153
REV.	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROBADO		



**PROYECTO AMONIACODUCTO 8" Ø x 322 Km.**

**Ciudad Madero - San Fernando, Tamps.**

**RESUMEN H - H INGENIERIA  
EXPEDITACION, PROCURACION E INSPECCION**

<u>I N G E N I E R I A :</u>	<u>HORAS-HOMBRE</u>
Proceso	2,000
Tuberías	4,800
Eléctrico	3,100
Instrumentación	700
Civil	7,200
	<u>17,800</u>
 <u>PROCURACION Y EXPEDITACION:</u>	
40 Reqs. x 25	1,000
 <u>ADMINISTRACION DEL PROYECTO:</u>	
	2,000
Gran total:	20,000
Costo unitario:	7,500
Costo total:	<u>156,000</u>

## SUMARIO DE COSTOS



CLIENTE FACULTAD DE QUIMICA

PLANTA AMONIACODUCTO B" Ø 322 Km.

Cd. Madero-San Fernando, Tama.

ELABORO EGG/SED

REVISO JAO

FECHA Agosto, 1987.

HOJA:

-135- DE

PARTIDA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIT.		SUMINISTRO EXTRANJERO		SUMINISTRO NACIONAL		MANO DE OBRA	TOTAL
				EQUIPO O MAT.	MANO DE OBRA	EQUIPO	MATERIALES	EQUIPO	MATERIALES		
1.0	BOMBAS										
1.1	Centrifuga vertical BA-1020 A,B.	2				39,600	400	30,000	1976	2,000	
1.2	Centrifuga horizontal BA-1021 A,B.	2						26,750	500	1,000	
1.3	Centrifuga horizontal BA-1022 A,B.	2				24,600	250	29,120	600	1,605	
1.4	Centrifuga vertical BA-112 A,B,C.	3				34,800	600	22,800	900	3,000	
1.5	Centrifuga horizontal BA-113 A,B.	2						14,700	500	600	
2.0	CANBIADORES DE CALOR										
2.1	Cambiador CH-1000 A,B. Etanolico/aceite	2					23,600	32,120	600	2,700	
2.2	Cambiador CH-1001 A,B. Aceite/Vapor	2					14,600	34,800	600	2,700	
2.3	Enfriador atmosferico tipo solarico CO-120	1					27,400	42,000	1,500	4,800	

## SUMARIO DE COSTOS

PARTIDA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIT.		SUMINISTRO EXTRANJERO		SUMINISTRO NACIONAL		MANO DE OBRA	TOTAL
				EQUIPO O MAT.	MANO DE OBRA	EQUIPO	MATERIALES	EQUIPO	MATERIALES		
3.0	TANQUES										
3.1	Balcheta para amoniaco TI-101 a TI-108	8					490,340	474,330	16,000	28,800	
3.2	Atmosférico para soluc. amoniacal TV-109	1					22,020	17,520	4,500	8,700	
3.3	Atmosférico para alimto. de agua TV-110	1					22,020	17,520	4,500	8,700	
4.0	VARIOS										
4.1	Mezclador estático EM-121	1				3,560				510	
4.2	Filtro duplex tipo canasta FA-119	1						5,500	200	600	
5.0	INSTRUMENTACION										
5.1	Válvulas de control	11				30,400	4,200	32,000	4,500	14,800	103,200

CLIENTE FACULTAD DE QUIMICA  
 PLANTA AMONIACODUCTO 8" Ø 322 Km.  
Cd. Madero-San Fernando. Tamps.

ELABORO SFO/RGG HOJA:             
 REVISO JAO -136- DE             
 FECHA Agosto, 1987



## PROGRAMA DE EJECUCION DEL PROYECTO

CLIENTE: FACULTAD DE QUIMICA

HOJA DE-138-

No. PROY. 100

LOCALIZ. CG. Madero  
San Fernando/Tampulipas

NOMBRE DEL PROYECTO  
AMONIACODUCTO 8"φ x 322 Km.  
Cd. Madero-San Fernando Tamps.

EJ. SFO/RGG APR. JAO

AREA: INGENIERIA BASICA

REV. FECHA  
AGOSTO 1987

CONCEPTO	AÑO/ MES	AVANCE 20 40 60 80 100	MES						OBSERVACIONES
			1	2	3	4	5	6	
INGENIERIA BASICA	P								
E									
BASES DE DISEÑO	P								
E									
DIAGRAMA DE FLUJO	P								
E									
DIAGRAMAS DE TUBERIAS E INSTRUMENTACION	P								
E									
MEMORIAS DE CALCULO	P								
E									
ESPECIFICACION DE EQUIPOS	P								
E									
LISTA DE EQUIPO	P								
E									
REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS	P								
E									
FILOSOFIA BASICA DE OPERACION	P								
E									
ARREGLO DE EQUIPO	P								
E									
ESPECIFICACION DE TUBERIAS	P								
E									
DIAGRAMA UNIFILAR BASICO	P								
E									
ESTIMADO DE INVERSION	P								
E									
P									
E									
P									
E									
P									
E									



## CAPITULO V

### CONCLUSIONES

De todo lo anterior, se desprende una gama de alternativas, soluciones y proposiciones, que nos permiten visualizar lo siguiente:

- 1) El sistema de transporte de amoníaco, por tubería, es una alternativa atractiva, y en forma preliminar se puede asegurar que resulta ventajosa en relación con otras formas de transporte. Ya que no es el propósito de este trabajo, se recomienda un estudio mas profundo de tipo económico y financiero, donde se definan con mayor precisión estos puntos.
- 2) El hecho de tener una planta para obtención de solución amoniacal proporciona grandes beneficios para la agricultura, ya que es mucho más fácil su transporte. El manejo y almacenamiento de solución amoniacal, resulta menos riesgo, que el tener que manejar amoníaco anhidro. Es recomendable que los centros de consumo de solución amoniacal no se encuentren a distancias mayores de 50 Km., porque - resultaría antieconómico su aprovechamiento.
- 3) Otro de los beneficios que se tienen, es poder emplear la solución amoniacal para la elaboración de otro tipo de fertilizantes líquidos como el fosfato ácido de amonio, la formulación NPK y otros más, ya que el uso de fertilizantes líquidos, facilita su manejo, aplicación y aprovechamiento.

Es de vital importancia hacer notar la necesidad de poder desarrollar en México Ingeniería Básica, ya que a partir de tecnologías e investigaciones realizadas a nivel laboratorio o planta piloto, poder escalar y llevarla a nivel industrial. Mediante -

este trabajo, se agrupa el alcance que debe tener una Ingeniería Básica, proporcionando la información necesaria, para promover las inversiones a nivel industrial, logrando con todo - esto aportaciones de beneficio social y una menor dependencia de tecnología del exterior.

Para la elaboración de este Paquete de Ingeniería Básica, se - tuvieron múltiples problemas, siendo los más importantes los siguientes:

- Recopilación de la información.
- Establecimiento de la capacidad de la planta.
- Dimensionamiento óptimo del número de equipos y características de los mismos.
- Solicitud de cotizaciones de los equipos y accesorios para calcular el monto de la inversión.
- Selección de los materiales en los equipos.
- Establecer una filosofía básica de operación, confiable, segura y económica.
- Localización de la planta de San Fernando.

Como sugerencia, se propone que se realicen estudios adicionales a la optimización del proceso, para la elaboración de la solución amoniacal, como el aprovechamiento del calor de disolución. Realizar estudios previos del tipo de agua disponible, para la obtención de la solución amoniacal, ya que en caso de encontrar una dureza mayor a 100 ppm., se requerirán - suavizadores, pues de lo contrario precipitaría casi toda la - dureza contenida en el agua.



Dentro del trabajo no se realizó, lo referente a servicios -  
auxiliares, por lo que se propone que en otro estudio se rea-  
lice.

Las ventajas que presenta este proyecto es la integración y  
desarrollo de otras industrias que utilicen como materia pri-  
ma el amoníaco y ver la forma de comercializar en la provincia  
la solución amoniaca para otros usos, por ejemplo como desin-  
fectante y limpiador.

## CAPITULO VI

### BIBLIOGRAFIA

- 1) S.J. Amir "Calculating heat transfer from burried pipeline"  
Ebasco Service Inc. Agosto 4 1975.
- 2) Irwin Miller. "Probabilidad y Estadística para Ingenieros.  
E. Reverte 1973.
- 3) Perry J. Chilton "Chemical Engineering Handbook"  
Ed. Mc. Graw Hill 4th Edition 1973.
- 4) Anuario de la Industria Química 1983 (ANIQ).
- 5) W.A. Inkofer "Ammonia transport via pipeline"  
Chemical Enginer, Progress.  
Marzo, 1969 Pag. 64 a 72  
R.A. Watkins. "Preventing ammonia plants fires".
- 6) Tabular Exchanger Manufacturers Associations Inc.  
6th. Edition 1978.
- 7) Ortiz Villanueva B "Uso y eficiencia en la efectividad de  
los fertilizantes aplicados a la caña de azúcar".  
ANIQ Oct. 1982 Pag. 27 a 33.
- 8) F.P. Archorn "Accurate aplicacion of fluid Nitrogen  
products".  
NFSA. Liquid Fertilizar Manual.
- 9) "The agua ammonia plant".  
NFSA Liquid Fertilizar Manual.
- 10) ASME Sección II y VIII "American Standard Mechanical  
Enginer"  
Edition 1980.
- 11) American Petroleun Institute.  
API -610 Standard Centrifugal pumps for general Refinery  
Service 1981.  
API -650 Design Atmospheric storage tank  
API -RP-520 Design and installation of pressure relieving  
system in refineries.
- 12) Branam Carl "Process, Engineer's Pocket Handbook".  
Gulf Publishing Company . 1976

- 13) Galvan J.A., Revilla. "Aspectos generales de cambiadores enfriadores por aire".  
Revista IMP. Enero de 1978.
- 14) Datos del Servicio Meteorológico Nacional.
- 15) Boosselo E., Amado E. "Evolución de la flota de Petróleos Mexicanos".  
Revista IMP. vol II no. 1.
- 16) Crane "Flow of Fluids". Technical paper No. 410 1969.
- 17) "Major Liquids projects await state a federal desicions".  
Pipe Line Industry. May 1974. pag. 23 y 24.
- 18) Greenwood M.A. "Pipelines to play major role space age".  
Pipe Line Industry May 1973. pag. 43 a 45.
- 19) Hale Dean: "Dimensions of the 500 leading companies transporting energy through pipelines".  
Pipe Line & Gas Journal. Agust 1981 pag. 17 a 21.
- 20) "Construction equipment specification".  
Pipeline & Gas Journal. Agust 1981. pag. 44 a 48.
- 21) "U.S. Department of transportation pipeline safety standards" Part 195 Transportation of Liquids pipeline Part 192 Requirements for corrosion control.
- 22) Wood Williams S. "Transporting loading and unloading hazard-  
Chemical Engineering June 25 1973.
- 23) Matheson Gas Products "Propeties of Products".  
Division of Wil Ross Inc.
- 24) Normas de Petroleos Mexicanos.  
D - III - 9 "Manejo, Transporte y almacenamiento de amoniaco anhidro".  
D - III -13 "Manejo, Transporte y almacenamiento de amoniaco en solución".  
"Especificaciones de tuberias y accesorios".
- 25) Hougen & Watson "Chemical Process Principles".  
Ed. Reverte.
- 26) Donald Q. Kern "Procesos de transferencia de calor".  
Editorial CECSA. 1974.
- 27) John Glass "Specifying and rating fan for air cooler".  
Chemical Engineering. 1979.

- 28) DH. Foxall and PT Gilgert. "Selecting tubes for CPI heat exchanger III.  
Chemical Engineering Mayo 10 1976.
- 29) Especificaciones de tuberías de:  
Lummus Company  
Beechtel Corporation.
- 30) ANSI "American National Standards Institute".
- 31) Megyesy Eugene. "Pressure Vessel Handbook".  
Ed. Publishing Inc. 4th. Edition 1977.
- 32) Engineering Data Book by Natural Gas Processors Suppliers  
Association 1967.
- 33) Sistemas de Transporte de Petróleo por Tubería.  
Norma de PEMEX 3.374.01.
- 34) La Reconversión Industrial en América Latina.  
Química y Petroquímica.  
Fondo de Cultura Económica. 1987.
- 35) Evans, Frank "Equipment design handbook for refineries and  
chemical plants".  
Gulf Publishing Co. 1974.
- 26) Rose and Barrow "Ingeniería de proyectos de plantas de  
Proceso".  
Editorial CECSA 1976.

## CAPITULO VII

### A P E N D I C E S

- A.- Determinación de la capacidad del amoniaco ducto.
- B.- Memorias de calculo.
- C.- Calculo de la línea de conducción.

## APENDICE "A"

### 1.-DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DEL AMONIACODUCTO CD. MADERO - SAN FERNANDO

#### Generalidades

El principal uso que se le da al amoníaco, es como fertilizante.

Debido a lo anterior se consideró, una área de influencia de San Fernando para la aplicación en función de los ciclos de cultivo y del tipo de sembradíos que se tienen.

#### 1.-Densidades de aplicación

Todo cultivo requiere de los elementos nutrientes, considerados esenciales y que se agrupan en forma convencional en elementos mayores, secundarios y micronutrientes. La falta de los elementos nutrientes mayores como el nitrógeno, fósforo y potasio, provoca un gran descenso de la producción agrícola.

Los datos relativos a la absorción, de nutrientes por los cultivos son muy variables, y están relacionados directamente con la variedad de cultivos, período de siembra, clase, tipo de suelo, clima, etc.

Con base en los estudios experimentales para observar la respuesta al nitrógeno, se ha encontrado que las dosis de nitrógeno varían de 120 Kg/Ha. a 200 Kg/Ha.

#### 2.-Cálculo de la capacidad de consumo de amoníaco

De acuerdo a datos de la zona de San Fernando, las tierras cultivables son aproximadamente 565,000 hectáreas(ha.), las cuales están divididas de la siguiente forma :

Riego	209,000 Ha.
Temporal	356,000 Ha.

Como se observa, la zona de San Fernando es una región donde existe una agricultura intensiva por lo cual la mayor parte del año están produciendo estas tierras..

Para la tierra de temporal se consideró una densidad de aplicación de 120 Kg/Ha. y para la de riego de 160 Kg/Ha.

Consumo de nitrógeno :

Tierras de temporal

$$356,000 \text{ Ha.} \cdot 120 \frac{\text{Kg}}{\text{Ha.}} = 42,720,000 \text{ Kg de nitrógeno /año}$$

Tierras de riego:(Se consideran 2 ciclos de cultivo por año)

$$209,000 \text{ Ha.} \cdot 160 \frac{\text{Kg}}{\text{Ha.}} \cdot 2 = 66,880,000 \text{ Kg de nitrógeno/año}$$

Consumo total de nitrógeno/año= 109,600,000 Kg.

$$= 109,600 \text{ Ton.}$$

Para determinar la capacidad del amoniacoeducto, se consideró que un periodo de 4 meses, se debe aplicar el nitrógeno para un ciclo de tierras de temporal y un ciclo en las de riego. De esta forma , el consumo crítico de nitrógeno es:

Tierras de temporal 42,720 Ton(N2)/ciclo

Tierras de riego 33,440 Ton(n2)/ciclo

Total 76,160 Ton(N2)/ciclo.Período crítico (4meses)

Considerando un factor de servicio de 0.9 tenemos:

$$\frac{76,160 \text{ Ton}(n2)/ciclo}{0.9} = 84622 \text{ Ton}(N2) /ciclo \text{ (factor de servicio)}$$

El contenido de nitrógeno en el amoniaco es del 82% .

$$\text{Consumo de amoniaco/ciclo} = \frac{84,622}{0.82} = 103,198 \text{ Ton (NH}_3\text{)}$$

Puesto que este servicio hay que cubrirlo en 4 meses tenemos:

$$\frac{103,198 \text{ Ton (NH}_3\text{)/ciclo}}{120 \text{ días/ciclo}} = 860 \text{ Ton (NH}_3\text{)/día}$$

De acuerdo a este análisis ,la capacidad del amoniacoeducto se fijó en 1000 Ton/día dejando 140 Ton (NH3)/día adicionales , para la fabricación de fertilizantes a base de amoniaco y para su exportación ó distribución a otras zonas agrícolas.

## APENDICE

## "B"

### 1.-BALANCE DE MATERIA Y DE ENERGIA

#### Generalidades

Se tomará como base para el balance, la capacidad del amoniacoeducto de 1000 Ton/día que equivalen a 91,777 Lb/hr.

Las corrientes indicadas en el cálculo corresponden a las mostradas en el plano A-100 "Diagrama de Flujo de Proceso".

Condiciones en el tanque criogénico de amoniaco anhidro:

T = -28 °F

P = 1 ata. (760 mm de Hg.)

Estado físico del amoniaco : Líquido saturado.

CORRIENTE



Succión de bombas BA-1020

P = 0 Psig Considerando nivel mínimo en el tanque.

T = -28 °F

$\rho = 42.41 \text{ Lb/ft}^3$

W = 91,777 Lb/hr.

Fv = 91,777 Lb/hr  $\times 1/42.41 \text{ Lb/ft}^3 \times \text{hr}/60 \text{ min} = 269.8 \text{ gal/min}$

Fv = Flujo volumétrico

CORRIENTE



Descarga de bombas BA-1020

p = 270 Psig

T = -28 °F

$\rho = 42.41 \text{ Lb/ft}^3$

W = 91,777 Lb/hr.

Fv = 269.8 gal/min

Fluido: amoniaco subenfriado.

CORRIENTE



Salida del cambiador de calor CH-1000

P = 260 Psig

T = 41 °F



$p = 39.3 \text{ Lb/ft}^3$

$W = 91,777 \text{ Lb/hr.}$

$F_v = 291 \text{ gal/min}$

Fluido: amoniaco subenfriado

CORRIENTE



Descarga de bombas BA-1022

$P = 750 \text{ Psig.}$

$T = 41 \text{ }^\circ\text{F}$

$p = 39.3 \text{ Lb/ft}^3$

$W = 91,777 \text{ Lb/hr.}$

$F_v = 291 \text{ gal/min}$

Fluido: amoniaco subenfriado

CORRIENTE



Llegada a San Fernando antes de la válvula de control

$P = 250 \text{ Psig}$  Ver corridas de cálculo del amoniacoducto.

$T = 100 \text{ a } 60 \text{ }^\circ\text{F}$

$p = 36.36 \text{ Lb/ft}^3$

$W = 91,777 \text{ Lb/hr.}$

$F_v = 314.7 \text{ gal/min}$

Fluido : amoniaco subenfriado

CORRIENTE



Salida de las válvulas de control.

$P = \text{De } 230 \text{ a } 120 \text{ Psig.}$

$T = \text{De } 100 \text{ a } 60 \text{ }^\circ\text{F}$

$p = 36.36 \text{ Lb/ft}^3$

$W = 91,777 \text{ Lb/hr.}$

$F_v = 314.7 \text{ gal/min}$

Fluido: amoniaco subenfriado

CORRIENTE



Salida de los tanques salchicha.

Se producirán 500 Ton/día (45,888.5 Lb/hr) de solución al 18% y 24% en peso.

El amoniaco requerido es :

$45,888.5 \text{ Lb/hr.} \cdot 0.18 = 8,260 \text{ Lb/hr.}$

$45,888.5 \text{ Lb/hr.} \cdot 0.24 = 11,013 \text{ Lb/hr.}$

P = De 197 a 100 Psig.

T = De 100 a 60 °F

$\rho = 36.36 \text{ Lb/ft}^3$

W = 11,013/ 8,260 (24%/18%)

Fluido: amoniaco saturado

CORRIENTE



Salida de las válvulas de control

En las válvulas de control la presión será reducida a 80 psig, originando la evaporación de una parte de amoniaco, de acuerdo al siguiente balance:

$$H1 W1 = H2 W2 + h3 W3 \text{ -----1}$$

$$W1 = W2 + W3 \text{ -----2}$$

Donde:

H, h Entalpias en Btu/Lb

W Flujo en Lb/hr.

Indice 1 Líquido antes de la válvula de control

Indice 2 Líquido después de la válvula de control

Indice 3 Vapor después de la válvula de control

Despejando W2 de la ecuacion 2 y substituyendo en la ecuación 1 tenemos :

$$W3 = \frac{W1 (H1 - H2)}{h3 - H2} \text{ -----3}$$

A la presión de salida de la válvula de control (80 psig=94.5 psia) se tienen las siguientes condiciones:

T = 53 °F

H2= 101.3 Btu/Lb

h3= 625.9 Btu/lb

$\rho_2 = 38.85 \text{ Lb/ft}^3$

$\rho_3 = 0.32 \text{ Lb/ft}^3$

A la entrada de la válvula de control a 100°F se tienen las siguientes condiciones:

H1= 155.2 Btu/Lb

W1= 11,013 Lb/hr. para la solución al 24% en peso.

W1= 8,260 Lb/hr. para la solución al 18% en peso.

Substituyendo estos valores en la ecuación 3 tenemos :

-Para la solución al 24% en peso:

$$W3 = \frac{11,013 (155.2 - 101.3)}{625.9 - 101.3} = 1132 \text{ Lb/hr. (amoniaco vapor)}$$

$$W2 = 11,013 - 1132 = 9,881 \text{ Lb/hr. (amoniaco líquido)}$$

-Para solución al 18% en peso:

$$W3 = \frac{8260 (155.2 - 101.3)}{625.9 - 101.3} = 849 \text{ Lb/hr. (amoníaco vapor)}$$

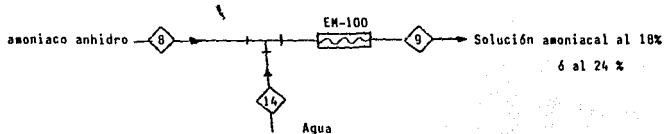
$$W3 = 8260 - 849 = 7411 \text{ Lb/hr. (amoníaco líquido)}$$

CORRIENTE



Salida de la "T" de mezcla y mezclador estático

Para obtener las condiciones en esta corriente se hace un balance alrededor del mezclador estático EM-100 y de la "T" de mezcla.



Por la corriente 14 llega el agua necesaria para preparar la solución ya sea al 18% ó 24%. El agua llegará a esta corriente a una presión de 80 psig y una temperatura de 80 °F.

$$T_{14} = 80 \text{ °F}$$

$$P_{14} = 80 \text{ psig}$$

$$W_{14} = 34,875 \text{ Lb/hr. para solución al 24 \%}$$

$$W_{14} = 37,628 \text{ Lb/hr para solución al 18 \%}$$

Para hacer el balance de energía se usarán las entalpías a una temperatura de referencia de 32 °F .. Por lo anterior tenemos :

Corriente (8)	Corriente (14)
Amoniaco	Agua
T = 53 °F	T = 80 °F
H1 = 23.4 Btu/Lb	H1 = 47.65 Btu/Lb
Hv = 548 Btu/lb	

Del balance de energía resulta :

$$\begin{aligned} W_{18} H_8 + W_v h_8 + W_{14} H_{14} &= W_9 H_9 - Q \text{ (disolución)} & \text{-----} & \text{4} \\ W_9 H_9 &= W_{18} H_{18} + W_v h_8 + W_{14} H_{14} + Q \text{ (disol)} & \text{-----} & \text{5} \\ Q \text{ (disolución)} &= q \text{ disol.} * W_8 & \text{-----} & \text{6} \end{aligned}$$

Donde:

- W1 , Wv ; Flujo en fase líquida ó vapor de la corriente en Lb/hr.
- Wi ; Flujo másico total de la corriente en Lb/hr.
- Hi ; Entalpía del líquido en la corriente i en Btu/lb.
- hi ; Entalpía del vapor en la corriente i en Btu/Lb.

qdisol ; Calor de disolución del amoniaco en Btu/Lb

Q disol ; Calor de disolución total en Btu/hr.

Para la solución al 24% en peso :

W18 = 9881 Lb/hr.

Wv8 = 1132 Lb/hr.

W14 = 34875 Lb/hr.

qdis = 333 Btu/Lb de amoniaco

W9 = 45888 Lb/hr.

W8 = 11013 Lb/hr.

Substituyendo en las ecuaciones 5 y 6 tenemos :

$$Q \text{ disolución} = 333 * 11,013 = 3'667,329 \text{ Btu/hr.}$$

$$W9 \text{ H9} = (9881) * 23.4 + 1132 * 548 + 34,875 * 47.65 + 3'667,329$$

$$W9 \text{ H9} = 6'180,674 \text{ Btu/hr.}$$

Como:

$$W9 \text{ H9} = Q9 = W9 * Cp * (tf - Tref) \text{ -----7}$$

Donde:

Cp = 1.04 Btu/Lb °F para la solución del amoniaco

Tref = 32 °F Temperatura de referencia

Tf = Temperatura final de la solución en °F

Despejando y substituyendo en la ecuación 7 tenemos :

$$Tf = \frac{6'180 \ 674}{45888 * 1.04} + 32$$

$$Tf = 161.5 \text{ °F}$$

Para la solución al 18% en peso :

W18 = 7411 Lb/hr.

Wv8 = 849 Lb/hr.

W14 = 37628 Lb/hr.

qdis = 338.4 Btu/Lb de amoniaco

W9 = 45888 Lb/hr.

W8 = 8260 Lb/hr.

$$Q \text{ disol} = 338.4 * 8260 = 2'795,184 \text{ Btu/hr.}$$

$$W9 H9 = 7411 * 23.4 + 849 * 548 + 37628 * 47.65 + 2'795,184$$

$$W9 H9 = 5'224,946 \text{ Btu/hr.}$$

$$I_f = \frac{6'224,946}{45,888 * 1.04} + 32$$

$$T_f = 141.5 \text{ } ^\circ\text{F} = 142^\circ\text{F}$$

**CORRIENTE**

10

Salida del enfriador atmosférico CO-120 después de la válvula de control.

A la salida de la válvula de control se requiere de una presión de 25 psig . La temperatura a la salida del soloaire es función de la concentración de la solución . A presión atmosférica ,una solución de amoniaco al 24% es estable a una temperatura máxima de 137 °F y una solución al 18% a 163 °F .

Por lo anterior se controlará la temperatura del soloaire a 90 °F para una solución al 24% en peso y a 120 °F para una solución al 18 % con el objeto de que no se tengan pérdidas de amoniaco en el tanque de almacenamieto.

$$P = 25 \text{ psig}$$

$$T = 95/120 \text{ } ^\circ\text{F} \text{ concentración al 24\% y 18\% respectivamente.}$$

$$\rho = 56.41/57.15 \text{ Lb/ft}^3$$

$$W = 45,888 \text{ Lb/hr.}$$

Fluido: Solución amoniacal al 24 % y 18 % en peso.

**CORRIENTE**

11

Succión de bombas BA- 112

$$P = 0 \text{ psig}$$

$$T = 90/120 \text{ } ^\circ\text{F} \text{ para 24\% y 18\%}$$

$$\rho = 56.41/57.15 \text{ Lb/ft}^3$$

$$W = 452,455/458,391 \text{ Lb/hr. para 24\% y 18\%}$$

$$F_v = 1000 \text{ gal/min}$$

Fluido: Solución amoniacal al 24% y 18% en peso

**CORRIENTE**

12

Descarga de las bombas BA-112

$$P = 40 \text{ psig}$$

$$T = 90/120 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\rho = 56.41/57.15 \text{ Lb/ft}^3$$

$$W = 452,455/458,391 \text{ Lb/hr.}$$

Fluido: Solución amoniacal al 24% y 18% en peso

CORRIENTE

13

Salida de filtros y válvulas de control

P = 25 psig

T = 90/120 °F

$\rho = 56.41/57.15 \text{ Lb/ft}^3$

W = 452,465/458,391 Lb/hr.

Fluido : Solución de amoniaco al 24% y 18 % en peso..

CORRIENTE

14

Descarga de las bombas BA-113 (agua de dilución)

P = 80 psig

T = 80 °F

$\rho = 62.3 \text{ Lb/ft}^3$

W = 34875/37628 Lb/hr para 24% y 18%

Fv= 70/75 gal/min

Fluido: Agua de dilución

CORRIENTE

15

Succión de bombas BA-112(Manejando amoniaco)

P = De 197 a 100 psig

T = De 100 a 60°F

$\rho = 36.36 \text{ Lb/ft}^3$

W = 291,637.5 Lb/hr.

Fv= 1000 gal/min

Fluido amoniaco anhidro saturado a llenaderas ó para trasiego

CORRIENTE

16

Retorno de amoniaco a tanques salchicha y trasiego

P = 270 psig

T = 100°F

$\rho = 36.36 \text{ Lb/ft}^3$

W = 145,818.7 Lb/hr.

Fluido: Amoniaco anhidro de retorno a salchichas ó de trasiego

CORRIENTE

17

Retorno de solución amoniaca al tanque IV-109

P = 46 psig

T = 90/120 °F

$\rho = 56.41/57.15 \text{ Lb/ft}^3$

W = 226227.6/229195 Lb/hr.

Fv= 500 gal/min

Fluido: Solución de amoniaco al 24% y 18% en peso.

CORRIENTE

18

Vapores de amoniaco anhidro al cabezal de desfogues.  
Ver memoria de cálculo del cabezal de desfogues.

$$P = 250 \text{ psig}$$

$$T = 116 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$p = 0.99 \text{ Lb/ft}^3$$

$$W = 62,527.5 \text{ Lb/hr.}$$

Fluido: Vapores de amoniaco anhidro

CORRIENTE

19

Entrada de vapor a cambiadores CH-1001, para calentamiento de aceite.

Para el calentamiento se cuenta con vapor de 130 psig saturado ( $T=355.7^\circ\text{F}$ ). Haciendo un balance de calor en el cambiador CH-1001 de Aceite-Vapor tenemos:

$$Q1 = W_a * C_{pa} * \Delta T \text{ -----} 8$$

$$Q2 = W_{vap} * Y \text{ -----} 9$$

Donde:

$W_a = 152,837 \text{ Lb/hr.}$  Flujo de aceite de calentamiento (ver balance para cambiador CH-1000)

$W_{vap}$  Flujo de vapor requerido en Lb/hr.

$C_{pa} = 0.49$  Calor específico del aceite en Btu/Lb $^\circ\text{F}$

$Y = 866$  Calor latente de evaporación del agua a 130 psig en Btu/Lb

El aceite se retornará al tanque de almacenamiento FB-1002 a  $150 \text{ }^\circ\text{F}$  y entra al cambiador CH-1001 a  $48 \text{ }^\circ\text{F}$ .

Igualando las ecuaciones 8 y 9 y despejando  $W_{vap}$  tenemos:

$$W_{vap} = \frac{W_a * C_{pa} * (T_2 - T_1)}{Y}$$

$$W_{vap} = \frac{152837 * 0.49 * (150 - 48)}{866}$$

$$W_{vap} = 8821 \text{ Lb/hr de vapor}$$

Por tanto se tiene:

$$P = 130 \text{ psig}$$

$$T = 355 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$p = 0.321 \text{ Lb/ft}^3$$

$$W = 8821 \text{ Lb/hr.}$$

Fluido: Vapor de baja presión para calentamiento.

CORRIENTE

20

Condensado de baja a la salida del cambiador CH - 1001

$$P = 129 \text{ psig}$$

$$T = 355 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\rho = 55.39 \text{ Lb/ft}^3$$

$$W = 8821 \text{ Lb/hr.}$$

Fluido; Condensado de baja presión

CORRIENTE

21

Descarga de las bombas BA-1021 y entrada al cambiador CH-1000 (aceite-amoniaco)

Para estimar el flujo de aceite se hace un balance de calor en el cambiador, CH - 1000 para aceite - amoniaco. El amoniaco sera calentado de -28 °F a 41°F, y el flujo de amoniaco es de 91777 Lb/hr segun bases de diseño.

$$Q1 = Wnh_3 * Cp_{nh_3} (T_2 - T_1) \text{ -----10}$$

$$Q2 = Wa * Cp_a * (t_2 - t_1) \text{ -----11}$$

Donde:

$$Wnh_3 = 91777 \text{ Lb/hr}$$

$$Wa = \text{Glajo de aceite en Lb/hr}$$

$$Cpnh_3 = 1.088 \text{ Btu/Lb } ^\circ\text{F}$$

$$Cp_a = 0.49 \text{ Btu/Lb } ^\circ\text{F}$$

$$T_2 = 41 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$T_1 = -28 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$t_2 = 140 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$t_1 = 48 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Igualando las ecuaciones 10 y 11 y despejando Wa:

$$Wa = \frac{Wnh_3 Cp_{nh_3} (T_2 - T_1)}{Cp_a (t_2 - t_1)}$$

$$Wa = \frac{91777 \times 1.088 \times (41 - 28)}{0.49 \times (140 - 48)}$$

$$Wa = 152837 \text{ Lb/hr}$$

Por tanto se tiene :

$$P : 50 \text{ psig}$$

$$T : 140 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\rho : 45-5 \text{ Lb/ft}^3$$



W : 152837 Lb/hr

Fluido: Aceite de calentamiento

CORRIENTE

22

Salida de aceite de calentamiento de cambiadores  
CH-1000

P : 35 psig

T : 48 °F

$\rho$  : 47.7 Lb/ft<sup>3</sup>

W : 152837 Lb/hr

Fluido : Aceite de calentamiento

CORRIENTE

23

Salida de aceite de cambiadores CH-1001

P : 15 psig

T : 150 °F

$\rho$  : 45.2 Lb/ft<sup>3</sup>

W : 152837 Lb/hr

Fluido : Aceite de calentamiento

## APENDICE

"B"

### 2.-DIMENSIONAMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO PARA AMONIACO ANHIDRO

#### Bases de diseño

Fluido almacenado: Amoniaco anhidro(líquido)

La capacidad de almacenamiento de amoniaco anhidro será de 8000 Barriles,teniéndose

8 tanques salchicha de una capacidad de 1000 barriles cada uno.

Presión de operación mfn./nor./máx: 75/140/197 psig

Temperatura de operación mfn./nor./máx:50/80/100 °F

Presión de diseño : 250 psig

Temperatura de diseño: 150 °F

#### 1.-Criterios de diseño

- De acuerdo a la presión de operación máxima de 197 psig y a las consideraciones de costos de una relación óptima de L/D se tomará el siguiente criterio: L/D de 4 a 4.5
- Con la grafica de Abakians se obtendrá el diámetro óptimo,cuidando que la relación de L/D quede dentro del rango establecido.
- La selección del tipo de cabezas de acuerdo a la presión de operación será semielipsoidales.

#### 2.-Cálculos

- a).-Volumen total del líquido = 1000 barriles

$$\frac{1000 \text{ Bils.} \cdot 42 \text{ gal}}{1 \text{ Bils}} = \frac{1 \text{ m}^3}{264.2 \text{ gal}} = 158.9 \text{ m}^3 = 5,614 \text{ ft}^3$$

- b).-Volumen del tanque:

Considerando que el volumen máximo alcanzado por el líquido está a una altura de 0.85D que corresponde aproximadamente al 90% del volumen total.

$$V = \frac{158.9}{0.9} = 176.6 \text{ m}^3 = 6,237.6 \text{ ft}^3$$

c).-Diámetro óptimo:

Con la grafica del Abakias se obtiene el diámetro óptimo utilizando el siguiente parámetro:

$$F = \frac{P}{C S E}$$

En donde :

P = Presión de diseño (psig)

C = Corrosión permisible (in)

S = Esfuerzo permisible (psi)

E = Eficiencia de la soldadura

Para la fabricación de los tanques, se utilizará placa de acero al carbón A-515 Gr.70

El valor de esfuerzo permisible a las condiciones de diseño para la placa de acero al carbón A - 515 Gr.70 es de 17500 psi.

Por lo tanto:

$$F = \frac{P}{CSE} = \frac{250}{0.125 * 17500 * 0.85}$$

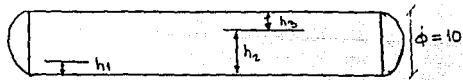
$$F = 0.1344 \text{ in}^{-1}$$

En base a la gráfica de Abakias para una presión de 250 psig, tenemos un diámetro óptimo de 9 pies.

Tomando como punto de referencia este diámetro recomendado se harán cálculos para los diámetros de 10,11, y 12 pies, y seleccionándose el que cumpla con los criterios de diseño antes mencionados.

d) .- Dimensionamiento:

En este caso suponemos un diámetro de 10'



Area cilindro:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (10)^2}{4} = 78.54 \text{ ft}^2$$

1.- Volumen parcial del cilindro V<sub>1</sub>

$$\frac{h_1}{D} = \frac{1}{10} = 0.1$$

Coficiente tabla:

$$\frac{A_1}{A} = 0.051283 ; A_1 = 0.051283 \cdot 78.54 = 4.027 \text{ ft}^2$$

A

$$\text{Por lo tanto Vol Cil. } V_1 = 4.027 \cdot L \text{ ft}^3$$

2.- Volumen parcial de las 2 cabezas, V<sub>2</sub>

$$\frac{h_1}{D} = \frac{1}{10} = 0.1$$

Coficiente de tabla

$$f(z) = .027462$$

$$V_2 = \frac{2 \cdot 0.027262 \cdot \pi \cdot (10)^3}{24} = 7.1894 \text{ ft}^3$$

3.- Volumen parcial del cilindro V<sub>3</sub>

$$\frac{h_3}{D} = \frac{1.5}{10} = 0.15$$

Coficiente tablas

$$\frac{A_1}{A} = 0.078112 ; A_1 = 0.078112 \cdot 78.54 = 6.135 \text{ ft}^2$$

$$\text{Volumen cilindro } V_3 = 6.135 \cdot L \text{ ft}^3$$

4.- Volumen parcial de cabezaS: V<sub>4</sub>

$$\frac{h_2}{D} = \frac{8.5}{10} = 0.85$$

coeficiente tabla = 0.951638

$$V_4 = \frac{2 \cdot 0.951638 \cdot \pi \cdot (10)^3}{24} = 249.1 \text{ ft}^3$$

$$\text{Vol. neto del cilindro} = (78.54 - 4.027 - 6.135) L = 68.37 L \text{ ft}^3$$

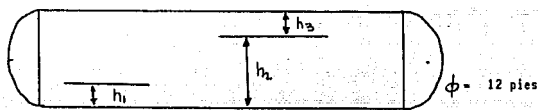
$$\begin{aligned} \text{Vol. neto de cabezas} &= (249.1 - 7.1894) = 241.9 \text{ ft}^3 \\ \text{Vol. total del tanque} &= 68.37 * L + 241.9 = 5614 \text{ ft}^3 \\ L &= \frac{5614 - 241.9}{68.37} = 78.5 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\text{Con un } \frac{L}{D} = \frac{78.5}{10} = 7.85$$

De acuerdo a las medidas comerciales tendríamos un diámetro de 10' y una L = 80'  
 Con lo cual tendríamos un L/D =  $\frac{80}{10} = 8.0$  el cual no es recomendable

DIMENSIONAMIENTO. Para D = 12 pies

En este caso suponemos un diámetro de 12'



Area cilindro:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi (12)^2}{4} = 113.1 \text{ ft}^2$$

Capacidad a 30.0 cm. (nivel mínimo).

1.- Volumen parcial del cilindro  $V_1$ .

$$\frac{A_1}{A} = 0.039569 \quad \frac{h_1}{D} = \frac{1}{12} = 0.0833$$

$$A_1 = 0.039569 * 113.1 = 4.475 \text{ ft}^2$$

$$\text{Vol. Cil. } V_1 = 4.475 * L \text{ ft}^3$$

2.- Volumen parcial de las 2 cabezas  $V_2$

$$\frac{h_1}{D} = \frac{1}{12} = 0.08333$$

Coefficiente de tabla:

$$f(x) = 0.019523$$

$$V2 = \frac{2 \cdot 0.019523 \cdot \pi \cdot (12)^3}{24} = 8.83 \text{ ft}^3$$

$$V2 = 8.83 \text{ ft}^3$$

3.- Volumen parcial del cilindro V3

$$\frac{h3}{D} = \frac{1.5}{12} = 0.125$$

$$D = 12$$

Coefficiente tabla:

$$\frac{A3}{A} = 0.072147$$

A

$$A3 = 0.072147 \cdot 113.1 = 8.16 \text{ ft}^2$$

$$\text{Vol. cil. V3} = 8.16 \text{ L ft}^3$$

4.- Volumen parcial de cabezas V4

$$\frac{h2}{D} = \frac{10.5}{12} = 0.875$$

$$D = 12$$

Coefficiente de tabla:

$$(z) = 0.957031$$

$$V4 = \frac{2 \cdot 0.957031 \cdot \pi \cdot (12)^3}{24} = 432.95 \text{ ft}^3$$

$$\text{Vol. neto del cilindro} = (113.1 - 4.475 - 8.16) \text{ L} = 100.46 \text{ L ft}^3$$

$$\text{Vol. neto de cabezas} = (432.95 - 8.83) = 424.12 \text{ ft}^3$$

$$\text{Vol total del tanque} = 100.46 \text{ L} + 424.12 = 5614 \text{ ft}^3$$

$$L = \frac{5614 - 424.12}{100.46} = 51.66 \text{ ft}^3$$

$$100.46$$

$$\frac{L}{D} = \frac{51.66}{12} = 4.3$$

$$D = 12$$

$$51.66' = 15.74 \text{ m}$$

$$12' = 3.65 \text{ m}$$

De acuerdo a las medidas comerciales de placas tendríamos un diámetro de 12' y un longitud de 54' con lo cual tendríamos un  $L/D = 54/12 = 4.5$

Calculo del espesor de placas:

a) Cilindro ( con 0.85% eficiencia ) .

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P} = \frac{250 * 72}{17500 * 0.85 - 0.6 * 250} = 1.222 \text{ in}$$

1/8" por corrosión = 0.125

En donde :  $t' = 1.222 + 0.125 = 1.347$

P= Presión lb/in<sup>2</sup>

S= Esfuerzo permisible

E= Eficiencia junta

R= Radio interno (in)

t= Espesor de la placa (in)

b) Cabezas:

$$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P} = \frac{250 * 144}{2(17500 * 0.85) - 0.2 * 250} = 1.212$$

$$t' = 1.212 + 0.125 = 1.337 \text{ (in)}$$

De acuerdo con lo anterior el diámetro comercial sería de  $1\frac{3}{8} = 1.375 \text{ in.}$

Considerando un 100% de eficiencia.

a) Cilindro

$$t' = \frac{250 * 72}{17500 * 1.0 - 0.6 * 250} = 1.037 + 0.125 = 1.162 \text{ in}$$

b) Cabezas :

$$t = \frac{250 * 144}{2(17500 * 1.0) - 0.2 * 250} = 1.030 + 0.125 = 1.155 \text{ in}$$

De acuerdo con lo anterior tendríamos una placa comercial =  $1\frac{3}{8} = 1.375 \text{ in.}$

t = Espesor

NOTA: Para el diseño de los recipientes en todos los casos se consideró el volumen requerido entre los niveles máximos y mínimos.

Se consideró un 100% de eficiencia de la junta por considerarse 100% radiografiados.

## APENDICE "B"

### 3.-CALCULO DEL SISTEMA DE DESFOGUE DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ANHIDRO

#### Generalidades

Para el caso del almacenamiento de amoniaco anhidro en tanques salchicha, a presiones altas, la condición más crítica para el diseño del desfogue es por fuego.

De acuerdo al API - 520

$$Q = 21\,000 F A^{0.82}$$

En donde:

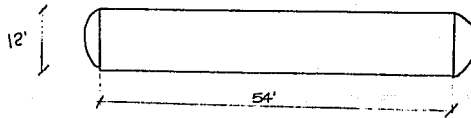
Q = Calor total absorbido por la superficie húmeda del tanque, BTU/HR

A = Superficie húmeda total, Ft<sup>2</sup>

F = Factor ambiental, BTU/HR Ft<sup>2</sup>

2.1 Calculo del área expuesta al fuego .

Dimensiones del tanque:



Por razones de seguridad, se considera que el recipiente está totalmente lleno, por lo que:

Superficie del cuerpo

$$A = 2r \times \pi \times h$$

$$A_1 = 2 \times 6 \times \pi \times 54$$

$$A_1 = 2036 \text{ ft}^2$$

Superficie de tapas elipsoideales:

$$A_2 = 1.09 \times D^2$$

$$A_2 = 1.09 \times (12)^2$$

$$A_2 = 157 \text{ ft}^2$$



Superficie total húmeda:

$$S_{TH} = 2 \times 157 + 2036 = 2350 \text{ ft}^2$$

3.2 Cálculo del calor absorbido por la superficie húmeda.

De acuerdo al API-520, el factor ambiental F es de 1.0 para recipientes descubiertos, por lo tanto:

$$Q = 21000 \times 1.0 \times (2350)^{0.82}$$

$$Q = 12.204 \times 10^6 \text{ BTU/HR}$$

3.3. Cálculo del flujo de vapores de amoníaco que se deben desfogar.

El calor latente de evaporación del amoníaco, se considera a una temperatura de  $166^\circ \text{F}$ , siendo de 459.8 BTU/LB

Como  $Q = m \cdot \lambda$

donde m es el flujo de amoníaco en LB/HR

$$m = Q/\lambda = \frac{12.204 \times 10^6}{459.8} = 26542 \text{ LB/HR}$$

Considerando que la zona de influencia del fuego puede alcanzar las caras laterales de los 2 tanques adyacentes, se estimó que serían aproximadamente 2,355 tanques los que pueden quedar expuestos al fuego.

$$W = 2.355 \times 26542 \text{ LB/HR}$$

$$W = 62527.5 \text{ LB/HR}$$

3.4 Cálculo del venteo elevado.

De acuerdo a los criterios del API-521, el diámetro del venteo deberá seleccionarse para tener una velocidad de descarga cercana a 500 ft/seg, para lograr una buena dispersión.

El área de la tubería será:

$$A = \frac{W}{3600 \rho \times V}$$

Como  $\rho_{\text{NH}_3} = 0.0406 \text{ LB/ft}^3$  a 1 atm. y  $116^\circ \text{F}$

$$A = \frac{62527.5}{3600 \times 0.0406 \times 500}$$

$$A = 0.8555 \text{ ft}^2$$

De las tablas para tubería resulta un diámetro de 14 pulg.

D= 14 pulg.



## APENDICE

## "C"

### 1.-CALCULO DE LA LINEA DE CONDUCCION

#### Generalidades

Para el cálculo de la línea de conducción, debe considerarse que a través de los 322 Km. del amoniacoducto, las propiedades físicas y fisicoquímicas del amoniaco van cambiando debido a la ganancia del calor proveniente del medio ambiente.

Este cambio en las propiedades del amoniaco, hace necesario calcular la transferencia de calor a intervalos preestablecidos con el objeto de obtener el incremento de temperatura, las propiedades a la nueva temperatura, y la caída de presión que se tiene en cada uno.

A medida que, se reduce el intervalo seleccionado, disminuye el margen de error en los cálculos de la AP a través de todo el amoniacoducto y la temperatura final del amoniaco. Esto nos permite una selección óptima del diámetro y espesor de la línea de conducción. Para hacer los cálculos fué necesario desarrollar un programa en una microcomputadora.

#### 1.- PROGRAMA PARA CALCULO DE LA LINEA DE CONDUCCION.

El programa fué desarrollado en lenguaje BASIC para una microcomputadora Comodore 64, y consta de las siguientes secciones principales:

- a) Entrada de datos.
- b) Cálculos de transferencia de calor.
- c) Cálculos de caída de presión.
- d) Impresión de resultados.

#### 1.1. Entrada de datos

Para iniciar los cálculos se suponen los siguientes datos, que deberán chequearse y corregirse en caso de ser necesario, con los resultados de la computadora: presión y temperatura de bombeo, diámetro y espesor de la tubería.

Se alimenta también como información para el cálculo, el perfil hidráulico de toda la trayectoria del amoniacoducto.

Con los resultados obtenidos se buscará optimizar el diámetro y espesor de la tubería y la presión de bombas necesaria, haciendo diferentes corridas.

### 1.2 Cálculos de transferencia de calor

Para obtener las propiedades del amoníaco a diferentes temperaturas, se obtuvieron ecuaciones por regresión lineal, para cada una de ellas, quedando de la siguiente forma:

$$p = 41.26 - 0.05 * T$$

$$M = 0.2388 - 0.000935 * T$$

$$Cp = 1.0814 + 0.000734 * T$$

Donde:

$$p = \text{Densidad en Lb/ft}^3$$

$$M = \text{Viscosidad en centipoise}$$

$$Cp = \text{Calor específico en Btu/Lb } ^\circ\text{F}$$

$$T = \text{Temperatura en } ^\circ\text{F}$$

### 1.3 Cálculos de caída de presión.

El programa calcula la presión al final de cada intervalo y compara la presión requerida para vencer la columna de líquido debido al perfil hidráulico y caídas de presión. También compara con la presión que puede soportar el espesor de la tubería seleccionado, considerando el espesor por corrosión.

Al final del cálculo, se obtiene la presión de llegada del amoníaco a la planta de almacenamiento en San Fernando Tamps.

### 1.4 Impresión de resultados

La impresión nos muestra un perfil del amoníaco a cada 10 Km, con la temperatura y presión al final de cada intervalo.

TABLA DE TESIS  
 FACULTAD DE QUIMICA  
 PROYECTO: MINIFABRIL DE CEMENTO, HADRO-SN. FERNANDO

DATOS GENERALES

LONGITUD TOTAL: 322 KM  
 DIAMETRO: 8 PULG  
 CAPACIDAD: 1000 TON/D  
 T INICIAL: 40 'F  
 T AMBIENTE: 80 'F

NO.	INF	VISC	60	VEL	DP TOT	P FINAL
MM	MP	CP	BTU.HR.	(F/5)	(PSI)	(PSIG)
10	58.71	.185	1918187	1.901	11.73	669.6
20	68.60	.175	2741825	1.928	23.63	654.8
30	78.81	.170	3490871	1.942	35.60	641.4
40	78.70	.167	3.888887	1.950	47.62	574.7
50	78.62	.165	3944429	1.954	59.66	607.4
60	79.01	.164	4629732	1.957	71.71	582.7
70	79.48	.164	4075958	1.958	83.76	596.0
80	79.72	.164	4100821	1.958	95.84	582.9
90	79.85	.164	4114200	1.925	107.49	552.9
100	79.91	.164	4121410	1.925	119.04	540.6
110	79.95	.164	4125296	1.925	130.59	508.9
120	79.97	.164	4127391	1.925	142.14	506.4
130	79.98	.164	4128520	1.925	153.69	485.5
140	79.99	.164	4129128	1.925	165.24	478.4
150	79.99	.164	4129458	1.925	176.78	458.8
160	79.99	.164	4129633	1.900	188.10	407.2
170	79.99	.164	4129728	1.900	199.27	434.5
180	79.99	.164	4129779	1.900	210.43	428.3
190	79.99	.164	4129807	1.900	221.60	421.5
200	79.99	.164	4129822	1.900	232.76	404.9
210	79.99	.164	4129830	1.900	243.93	410.8
220	79.99	.164	4129834	1.900	255.09	406.9
230	79.99	.164	4129838	1.900	266.26	392.8
240	79.99	.164	4129838	1.900	277.42	385.0
250	79.99	.164	4129838	1.900	288.59	325.8
260	79.99	.164	4129839	1.900	299.75	369.7
270	79.99	.164	4129839	1.900	310.92	344.1
280	79.99	.164	4129839	1.900	322.08	359.6
290	79.99	.164	4129839	1.900	333.25	316.6
300	79.99	.164	4129839	1.900	344.41	317.5
310	79.99	.164	4129839	1.900	355.58	313.9
320	79.99	.164	4129839	1.900	366.74	305.5
322	79.99	.164	4129839	1.871	368.93	304.1

TABLA DE TESIS

HOJA: 2 A

ENTE: SPC/RGG

FECHA: 02/09/87

TRABAJO DE TESIS  
FACULTAD DE QUIMICA  
PROYECTO: AMON. PRODUCTO CD. HADERO-SN. FERNANDO

RESUMEN DE ESFESORES

ESFESOR (PULG.)	HASTA KILOMETRO	PRESION MAX (PSI)
.312	32	796
.277	134	816
.25	321	480
.219	322	535

CALOR TOTAL GANADO (BTU/HR): 4129639  
PRESION DE BOMBEO (PSIG): 700

EMITE: SFO/ROG

FECHA: 06/09/87

TRABAJO DE TESIS  
FACULTAD DE QUIMICA  
PROYECTO: ANONIAQUEDUCIO CD. MAURER-SH. FERNANDO

## DATOS GENERALES

LONGITUD TOTAL: 322 AN  
DIAMETRO: 8 FULG  
CAPACIDAD: 1000 TON/D  
T INICIAL: 45 °F  
T AMBIENTE: 30 °F

KMT (KMT)	TEMP (F)	WISC (CP)	QO (BTU/HR)	VEL (F/VS)	DP TOT (PSI)	P FINAL (PSIG)
10	58.71	.185	1918157	1.711	11.88	719.4
20	68.60	.175	2941808	1.728	23.79	704.6
30	73.87	.170	3490662	1.942	35.76	691.2
40	76.70	.167	3785662	1.950	47.78	624.8
50	76.22	.165	3944426	1.954	59.82	657.2
60	77.04	.164	4029931	1.957	71.86	632.5
70	77.48	.164	4075977	1.958	83.94	645.8
80	77.72	.164	4100821	1.958	96.01	632.7
90	77.65	.164	4114199	1.957	108.08	602.3
100	77.71	.164	4121409	1.957	120.14	589.5
110	77.95	.164	4125296	1.925	132.16	557.3
120	77.97	.164	4127690	1.925	145.71	554.8
130	77.98	.164	4128518	1.925	155.26	533.9
140	77.97	.164	4129128	1.925	166.81	526.8
150	77.97	.164	4129456	1.925	178.36	507.2
160	77.97	.164	4129633	1.925	189.91	455.4
170	77.97	.164	4129728	1.925	201.45	482.3
180	77.97	.164	4129779	1.925	213.00	475.7
190	77.97	.164	4129807	1.925	224.55	468.5
200	77.97	.164	4129822	1.900	236.99	451.7
210	77.97	.164	4129830	1.900	247.15	457.4
220	77.97	.164	4129834	1.900	258.32	453.6
230	77.97	.164	4129836	1.900	269.48	439.4
240	77.97	.164	4129838	1.900	280.65	431.8
250	77.97	.164	4129839	1.900	291.81	372.6
260	77.97	.164	4129839	1.900	302.97	416.5
270	77.97	.164	4129839	1.900	314.14	390.8
280	77.97	.164	4129839	1.900	325.30	386.4
290	77.97	.164	4129839	1.900	336.47	363.3
300	77.97	.164	4129839	1.900	347.63	364.3
310	77.97	.164	4129839	1.900	358.80	360.6
320	77.97	.164	4129839	1.900	369.96	352.3
322	77.97	.164	4129839	1.900	372.20	350.9

HOJA: 2 B

FECHA: 06/09/87

PROFESOR: RGG

TRABAJO DE TESIS  
FACULTAD DE QUIMICA  
PROFESOR: ANTONIO ALBERTO CD. NABERO-SH. FERNANDO  
\*\*\*\*\*

RESUMEN DE ESPESORES

ESPESOR (PULG.)	HASTA MILIMETRO	PRESION MAX (PSI)
.322	11	837
.312	107	788
.271	177	618
.25	322	486

CALOR TOTAL GANADO (BTU/HR): 4129837  
PRESION DE BOMBEO (PSIG): 750



FECHA: 06/09/87

TRABAJO DE TESIS  
FACULTAD DE QUIMICA  
PROYECTO: AMONIA COCUIDO CD. WADERO-SN. FERNANDO

## DATOS GENERALES

LONGITUD TOTAL: 322 KM  
DIAMETRO: 8 PULG  
CAPACIDAD: 1000 TON/D  
T INICIAL: 40 °F  
T AMBIENTE: 100 °F

TIME (MIN)	TEMP (°F)	VEL (CF)	QO (BTU/HR)	VEL (FT/S)	DP TOT (PSII)	P FINAL (PSIG)
10	68.00	.147	2678616	1.933	11.93	719.6
20	68.78	.152	4419937	1.964	23.97	704.8
30	70.09	.154	5250991	1.986	36.12	691.4
40	71.95	.150	5700632	1.999	48.33	626.1
50	77.26	.148	5944392	2.005	60.59	657.3
60	78.31	.148	6078675	2.007	72.86	632.7
70	79.19	.146	6148505	2.011	85.14	645.2
80	79.56	.145	6187516	2.012	97.44	631.7
90	79.78	.145	6208709	2.013	109.73	601.9
100	79.87	.145	6220223	2.015	122.03	588.7
110	79.92	.145	6226479	1.978	134.27	556.8
120	79.96	.145	6229876	1.976	146.04	553.8
130	79.97	.145	6231724	1.978	157.80	553.0
140	79.98	.145	6232726	1.978	169.57	525.5
150	79.99	.145	6233273	1.978	181.33	506.0
160	79.99	.145	6233569	1.978	193.10	485.0
170	79.99	.145	6233730	1.978	204.87	480.7
180	79.99	.145	6233617	1.978	216.63	473.7
190	79.99	.145	6233865	1.978	228.40	466.2
200	79.99	.145	6233891	1.952	240.05	449.3
210	79.99	.145	6233905	1.952	251.42	454.5
220	79.99	.145	6233912	1.952	262.80	450.2
230	79.99	.145	6233916	1.952	274.17	435.8
240	79.99	.145	6233919	1.952	285.54	427.9
250	79.99	.145	6233920	1.952	296.92	369.8
260	79.99	.145	6233920	1.952	308.29	412.0
270	79.99	.145	6233921	1.952	319.67	386.5
280	79.99	.145	6233921	1.952	331.04	381.7
290	79.99	.145	6233921	1.952	342.41	358.7
300	79.99	.145	6233921	1.952	353.79	359.2
310	79.99	.145	6233921	1.952	365.16	355.1
320	79.99	.145	6233921	1.952	376.54	346.5
322	79.99	.145	6233921	1.952	378.61	345.0

HOJA: 22

EMITE: SFO/RGG

FECHA: 06/09/87

TRABAJO DE TESIS  
FACULTAD DE QUIMICA  
PROYECTO: ACONDICIONADO CD. HABERD-SH. PERIARDO  
-----

RESUMEN DE ESPESORES

ESPELOR (PULG)	HASTA MILIMETRO	PRESION MAX (PSI)
.322	11	837
.512	107	768
.257	177	616
.25	322	436

CALOR TOTAL GANADO (BTU/HR): 6235921  
PRESION DE BOMBEO (PSIG): 750

FECHA: 06/09/87

10

TRABAJO DE TESIS  
 FACULTAD DE QUIMICA  
 INSTITUCION EDUCATIVA CO. HABERO-SN. FERNANDO

-----  
 DATOS GENERALES  
 -----

LONGITUD TOTAL: 322 KM  
 DIAMETRO: 8 PULG  
 CAPACIDAD: 1000 TON/D  
 T INICIAL: 40 °F  
 T AMBIENTE: 104 °F  
 -----

IN. (IN.)	TEMP (°F)	WISC (°F)	GO (BTU/HR)	VEL (FT/S)	DP TOT (PSI)	P FINAL (PSIG)
10	67.85	.175	3070824	1.937	11.94	719.6
20	75.81	.159	4768175	2.771	24.01	704.9
30	74.25	.153	5604238	1.795	36.17	691.4
40	72.80	.148	6035372	2.008	48.44	624.4
50	101.0	.144	6546579	2.016	60.74	657.3
60	102.4	.143	6486544	2.020	73.06	632.8
70	103.1	.142	6565747	2.022	85.39	645.0
80	103.5	.142	6607744	2.023	97.73	631.7
90	103.7	.141	6630394	2.024	110.07	601.6
100	103.8	.141	6643023	2.024	122.41	588.5
110	103.9	.141	6649794	1.989	134.70	556.7
120	103.9	.141	6653476	1.989	146.51	533.6
130	103.9	.141	6655480	1.989	158.32	532.8
140	103.9	.141	6656370	1.989	170.15	525.3
150	103.9	.141	6657164	1.989	181.94	505.7
160	103.9	.141	6657466	1.989	193.75	454.9
170	103.9	.141	6657662	1.989	205.57	480.3
180	103.9	.141	6657758	1.939	217.38	473.3
190	103.9	.141	6657810	1.969	229.19	465.7
200	103.9	.141	6657836	1.963	240.88	448.8
210	103.9	.141	6657854	1.963	252.30	453.9
220	103.9	.141	6657862	1.963	263.71	449.5
230	103.9	.141	6657866	1.963	275.13	435.0
240	103.9	.141	6657867	1.963	286.55	427.1
250	103.9	.141	6657870	1.963	297.96	369.2
260	103.9	.141	6657871	1.963	309.38	411.0
270	103.9	.141	6657871	1.963	320.80	385.6
280	103.9	.141	6657872	1.963	332.21	380.7
290	103.9	.141	6657872	1.963	343.63	357.8
300	103.9	.141	6657872	1.963	355.05	358.1
310	104	.141	6657872	1.963	366.47	354.0
320	104	.141	6657872	1.963	377.88	345.3
322	104	.141	6657872	1.963	380.17	343.8

ENITE: SFO/RGG

FECHA: 06/09/87

TRABAJO DE TESIS  
FACULTAD DE QUIMICA  
PROYECTO: AMONIA COODUCTO CD. MADRERO-SN. FERNANDO  
\*\*\*\*\*

RESUMEN DE ESPESORES  
\*\*\*\*\*

ESPESOR (PULG)	HASTA KILOMETRO	PRESION MAX (PSI)
.322	11	637
.312	109	766
.277	177	616
.25	322	486

\*\*\*\*\*

CALOR TOTAL GANADO (BTU/HR): 6e5,7972  
PRESION DE BOMBEO (PSIG): 750

FECHA: 06/09/87

PROYECTO: MANTENIMIENTO DEL TUNELADO-SH. FERNANDO

CONDICIONES GENERALES

CONDICIONES GENERALES: 322 MM  
 DIAMETRO: 8 PULG  
 CAPACIDAD: 1000 TON/D  
 INCLINACION: 40 °F  
 ARIANES: 100 °F

NO.	TEMP (°F)	VEL (MP)	QU (LITROS/HK)	VEL (FT/S)	DP TOT (PSI)	P FINAL (PSIG)
10	60.00	.177	2878061	1.723	11.78	669.7
20	61.75	.182	4420014	1.704	23.80	655.0
30	70.00	.154	5251006	1.780	35.95	641.6
40	74.00	.150	5700639	1.799	48.17	576.3
50	77.20	.148	5744378	2.005	60.42	607.4
60	78.51	.140	6078078	2.009	72.69	582.9
70	77.17	.146	6148504	2.011	84.98	595.3
80	77.50	.145	6137517	2.012	97.27	582.0
90	77.70	.145	6208710	1.978	109.14	557.3
100	77.87	.145	6220224	1.978	120.90	539.8
110	77.52	.145	6226480	1.978	132.67	508.4
120	77.70	.145	6227878	1.978	144.43	505.4
130	77.77	.145	6231725	1.978	156.20	484.6
140	77.78	.145	6232728	1.978	167.97	477.1
150	77.77	.145	6235275	1.978	179.73	457.6
160	77.77	.145	6233569	1.952	191.26	406.8
170	77.77	.145	6233730	1.952	202.64	432.9
180	77.77	.145	6233817	1.952	214.01	426.3
190	77.77	.145	6233365	1.952	225.38	419.2
200	77.77	.145	6233890	1.952	236.75	402.6
210	77.77	.145	6233905	1.952	248.13	407.6
220	77.77	.145	6233912	1.952	259.51	403.5
230	77.77	.145	6233916	1.952	270.88	389.7
240	77.77	.145	6233917	1.952	282.25	381.2
250	77.77	.145	6233920	1.952	293.63	323.1
260	77.77	.145	6233920	1.952	305.00	365.3
270	77.77	.145	6233921	1.952	316.38	339.8
280	77.77	.145	6233921	1.952	327.75	335.0
290	77.77	.145	6233921	1.952	339.13	312.0
300	77.77	.145	6233921	1.952	350.50	312.5
310	77.77	.145	6233921	1.923	361.89	308.8
320	77.77	.145	6233921	1.923	372.43	300.6
321	77.77	.145	6233921	1.923	374.62	299.2

ENTE: EFO/RGS

FECHA: 06/09/87

TRABAJO DE TESIS  
 FACULTAD DE QUIMICA  
 PROYECTO: ANONIALECTO CD. MADERO-SN. FERNANDO

RESUMEN DE ESPESORES

ESPEJOR (PULG)	HASTA KILOMETRO	PRESION MAX. (PSI)
.312	82	788
.277	104	618
.25	301	488
.219	322	355

CALOR TOTAL GANADO (BTU/HR): 6299721  
 PRESION DE BOMBEO (PSIG): 700

FECHA: 06/09/87

EMP: 1155-000

TRABAJO DE TESIS  
FACULTAD DE QUIMICA  
PROYECTO: ANTIHIALOCICLO CD. MADERO-SN. FERNANDO

## DATOS GENERALES

LONGITUD TOTAL: 522 KM  
DIAMETRO: 8 PULO  
CAPACIDAD: 1000 TON/D  
T INICIAL: 40 'F  
T AMBIENTE: 100 'F

MIN (HR)	TEMP (F)	VISC (CF)	QO (BTU/HR)	VEL (FT/S)	DP TOT (PSI)	P FINAL (PSIG)
20	68.00	.177	2878661	1.923	11.78	719.7
25	62.78	.182	4420014	1.924	23.80	605.0
30	56.69	.154	5251006	1.986	35.95	591.4
40	54.50	.153	5700649	1.964	47.95	526.5
50	57.20	.148	5944415	1.971	59.68	558.2
60	76.31	.146	6076695	1.974	71.42	534.2
70	99.19	.146	6146518	1.976	83.17	547.1
80	95.56	.145	6187526	1.977	94.93	534.4
90	99.76	.145	6206716	1.978	106.70	504.7
100	99.87	.145	6220227	1.978	118.46	493.1
110	99.92	.145	6226461	1.978	130.22	460.9
120	99.99	.145	6229279	1.978	141.99	457.9
130	97.77	.145	6231725	1.952	153.64	437.2
140	99.98	.145	6232728	1.952	165.01	430.1
150	99.99	.145	6233273	1.952	176.39	410.9
160	99.99	.145	6233569	1.952	187.76	366.3
170	99.99	.145	6233730	1.952	199.13	386.4
180	99.99	.145	6233817	1.952	210.51	379.8
190	99.99	.145	6233865	1.952	221.88	372.7
200	99.99	.145	6233970	1.952	233.26	356.1
210	99.99	.145	6233985	1.952	244.63	361.3
220	99.99	.145	6233912	1.952	256.00	357.0
230	99.99	.145	6233916	1.952	267.38	342.6
240	99.99	.145	6233919	1.952	278.75	334.7
250	99.99	.145	6233920	1.923	289.87	276.8
260	99.99	.145	6233920	1.923	300.81	319.5
270	99.99	.145	6233921	1.923	311.75	294.4
280	99.99	.145	6233921	1.923	322.70	290.0
290	99.99	.145	6233921	1.923	333.64	267.5
300	99.99	.145	6233921	1.923	344.58	268.4
310	99.99	.145	6233921	1.923	355.53	264.7
320	99.99	.145	6233921	1.923	366.47	256.6
330	99.99	.145	6233921	1.923	368.66	255.1

EHITE:SFO/RGG

HOJA: 2 F  
FECHA: 06/09/67

TRABAJO DE TESIS  
FACULTAD DE QUIMICA  
PROYECTO: AMONIAO DUCTO CD. MAJERO-SN. FERNANDO  
-----

RESUMEN DE ESPESORES  
-----

ESPECOR (PULG)	HASTA KILONEIRO	PREsION MAX (PSI)
.312	30	788
.277	127	618
.25	244	466
.219	322	335

-----

CALOR TOTAL GANADO (BTU/HR): 6233921  
PREsION DE BOMBEO (PSIG): 650

VALLE DE VERDE