



**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**  
**Facultad de Ingeniería**

EVALUACION DE LOS RIESGOS AMBIENTALES POR LA  
DESCARGA DE AMONIACO ANHIDRO EN LA TERMINAL  
MARITIMA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO PANUCO,  
EN CD. MADERO, TAMPS.

**HECTOR ORTEGA REZA**

**TRABAJO**

Presentado a la División de Estudios de Posgrado de la

**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**DE LA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.**

como requisito para obtener el

**DIPLOMA DE ESPECIALIZACION**

(SEGURIDAD DE INSTALACIONES INDUSTRIALES DE EXPLOTACION PETROLERA)

**CIUDAD UNIVERSITARIA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



**DEPEI**

T. UNAM

1992

ORT

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EVALUACION DE LOS RIESGOS AMBIENTALES POR LA DESCARGA DE AMONIACO LIQUIDO ANHIDRO EN LA TERMINAL MARITIMA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO PANUCCO, EN CIUDAD MADERO TAMAULIPAS.

TESINA DE POSGRADO

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN

SEGURIDAD DE INSTALACIONES

INDUSTRIALES DE EXPLOTACION PETROLERA

P R E S E N T A :

HECTOR ORTEGA REZA

MEXICO, D. F.

1992

**G(2) 502600**

# I N D I C E

CAPITULO	PAGINA
INTRODUCCION	4
1. ANTECEDENTES	6
2. MARCO TEORICO DE REFERENCIA	11
3. MANEJO ACTUAL DEL AMONIACO	16
4. PROPUESTA DE ALTERNATIVA	23
5. EVALUACION DE RESULTADOS	25
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	29
BIBLIOGRAFIA	30
ANEXOS	

# C O N T E N I D O

	PAGINA
<b>INTRODUCCION.</b>	
RESUMEN, OBJETIVO Y ALCANCE	4
<b>1. ANTECEDENTES.</b>	6
1.1 SITUACION ACTUAL DE LA REFINERIA FRANCISCO I. MADERO	6
1.2 SITUACION ACTUAL DEL AMONIADUCTO MADERO-SN. FERNANDO	6
1.3 SITUACION ACTUAL DE LA TERMINAL MARITIMA DE AMONIACO	8
1.4 JUSTIFICACION	10
1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
<b>2 MARCO TEORICO DE REFERENCIA.</b>	11
2.1 HIPOTESIS	11
2.2 MODELO DE DISPERSION DE AMONIACO	12
2.3 POBLACION EN RIESGO EXTREMO	13
2.4 POBLACION TOTAL DE RIESGO	15
<b>3 MANEJO ACTUAL DEL AMONIACO.</b>	16
3.1 EXPOSICION DEL PROBLEMA	16
3.2 RIESGOS DEL MANEJO DEL AMONIACO Y SU CONTROL	16
3.3 PRIMEROS AUXILIOS Y TRATAMIENTO MEDICO	20
<b>4 PROPUESTA DE ALTERNATIVA.</b>	23
<b>5 EVALUACION DE RESULTADOS.</b>	25
5.1 FRECUENCIA DE DESCARGA	25
5.2 EL MODELO MATEMATICO	26
5.3 OTRAS FUGAS DE AMONIACO	26
5.4 POBLACION EN RIESGO	28
<b>6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	29
<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	30
<b>ANEXOS.</b>	

ASESOR DE ESTE TRABAJO

DR. ALFONSO GARCIA GUTIERREZ

CATEDRATICO DE LA MATERIA

"PROTECCION AMBIENTAL EN INSTALACIONES  
DE EXPLOTACION PETROLERA"

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

## INTRODUCCION

Resumen.- Se plantea esta alternativa de propuesta, ante la situación actual de los asentamientos humanos y los riesgos que pudieran presentarse durante la operación de descarga de amoniaco líquido anhidro en la terminal marítima de la margen izquierda del río Panuco, en Cd. Madero Tamps., del buque-tanque en que es transportado desde la terminal marítima Pajaritos, Ver., hasta el tanque de almacenamiento criogénico de la terminal petroquímica de la margen izquierda del río Panuco.

De esta terminal se envía el amoniaco por un ducto de 8 pulgadas de diámetro de Cd. Madero a San Fernando, Tams., la primera trampa de diablos (limpieza de azolves en tuberías) de este ducto se localiza en el área oriente de la colonia el Blanco, de ahí continua el ducto a través de dos colonias con una longitud aproximada de 8 kilómetros, estas colonias tienen una densidad de población considerable.

En la trampa de diablos numero 1, en la colonia el Blanco debido a las características normales de operación y mantenimiento de esa instalación, como lo es, los movimientos operacionales para meter un diablo a la trampa, el mantenimiento de protección anticorrosiva, la lubricación de las válvulas, se corren riesgos ambientales por una posible fuga de amoniaco la cual afectaría a la población que se localiza en las cercanías, en un perímetro alrededor de los 100 metros de la trampa.

Debido a la expansión de los asentamientos humanos, los primeros 28 kilómetros de tubería de transporte del amoniaco quedaron fuera de clase, por lo que señala la normatividad, ya que dicha tubería debe ser convertida de clase I a clase III; es decir la clase I se refiere a la línea en campo traviesa, con 10 ó menos construcciones por área unitaria y la clase III, se refiere en donde existan 50 ó más construcciones destinadas a ocupación humana por área unitaria; entendiéndose por área unitaria, el área que corresponde a una superficie de 400 x 1600 metros o sea 200 metros a ambos lados del eje de la tubería en un tramo de 1600 metros.

## OBJETIVO

Desarrollar un estudio sobre los riesgos del sistema de descarga del amoniaco líquido anhidro en la terminal marítima de la margen izquierda del río Panuco en Cd. Madero, Tamps., para determinar la necesidad de reubicación y evitar con esto los posibles efectos sobre áreas de asentamientos humanos aledaños al sistema de descarga a través del modelo de simulación de fuga Siria II para puff (descarga súbita y única), del amoniaco líquido anhidro.

## ALCANCE

Este estudio con el modelo propuesto, puede ser aplicable a todos los sistemas que manejen amoniaco líquido anhidro durante su descarga, almacenamiento, y transporte, en el evento de una fuga, y todos los accesorios, línea de conducción e instrumentación considerados.

## CAPITULO 1.

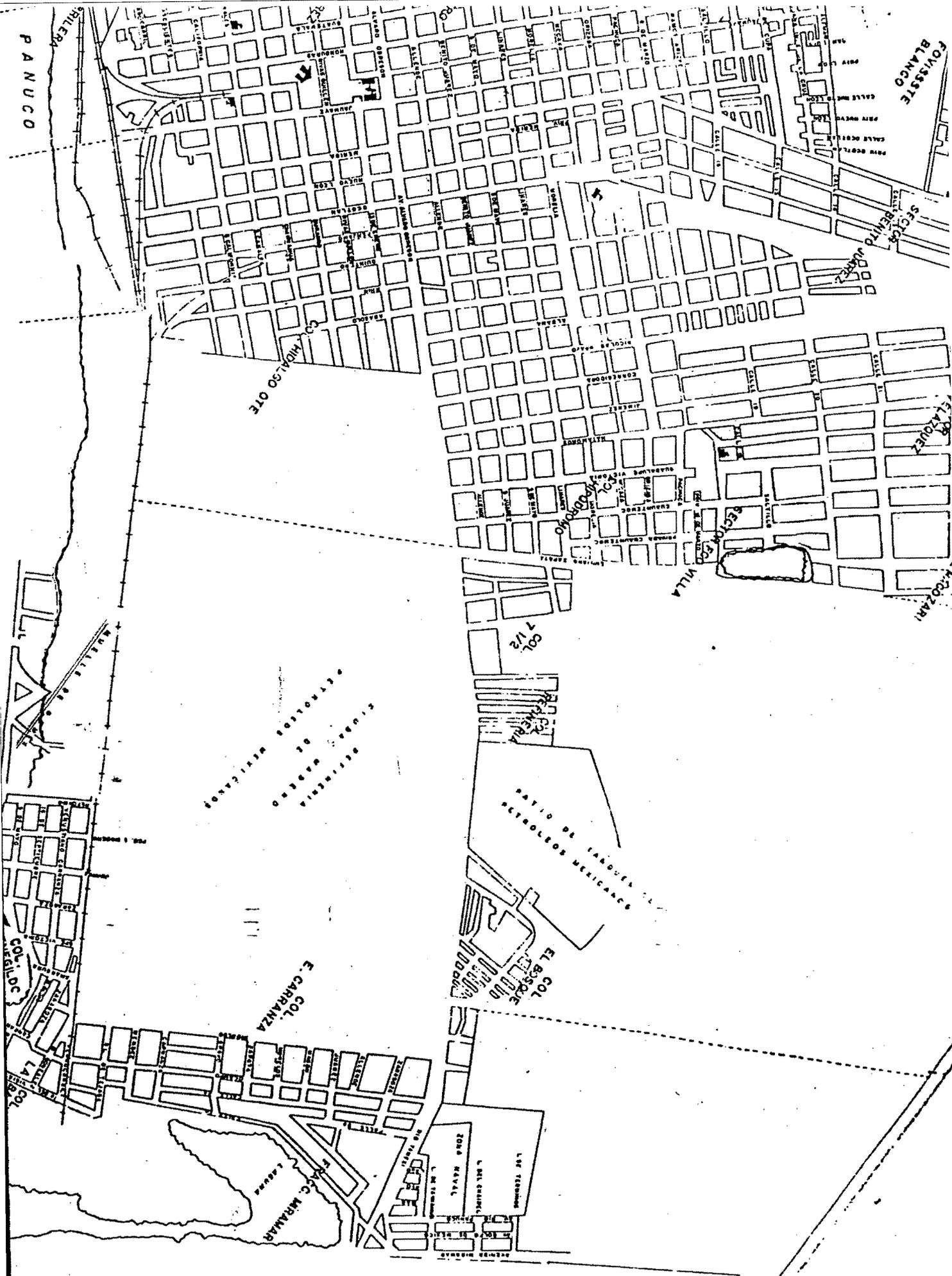
### ANTECEDENTES.

1.1.- Situación actual de la Refinería Francisco I. Madero, propiedad de Petroleos Mexicanos.

La situación actual de la Refinería respecto a los asentamientos humanos es la siguiente: se localizan al lado norte las colonias el Bosque y Refinería que estaban integradas por construcciones también propiedad de Pemex, las cuales fueron demolidas y en su lugar se crearon áreas verdes, quedando únicamente las oficinas de la superintendencia de proyectos y construcciones de obras y los campos deportivos de golf.

Al sur de las instalaciones de la Refinería se localizan, las colonias la Barra y Hermenegildo Galeana. Al oriente se localizan las colonias Emilio Carranza, parte de la colonia la Barra y el Callejón de Barriles en el se encuentran instaladas las compañías privadas Productos Asfálticos de Tampico, S. A. y los campos deportivos del "7 ½" y respecto con el área de almacenamiento MJN (patio norte de tanques), las colonias Hipódromo y el Blanco sector Francisco Villa. (Anexo 1).

Petroleos Mexicanos, a través de su gerencia de seguridad industrial y la subsecretaría de ecología de SEDUE, elaboraron una simulación de eventos para la determinación de franjas perimetrales de seguridad "Polígono" en el área de la Refinería Francisco I. Madero en Ciudad Madero, Tamps. en la (Tabla 1) se mencionan cuatro eventos, destacándose el que nos ocupa del tema (Anexo 1.A).



PANUCCO

FOYISSSTE  
BLANCO

CO. A. HUALTICOOTE

SECTOR 20 MILA

EL AZOQUE

CO. 20 ZARI

CO. 7 1/2

ESTACIONES DE  
TRANSPORTE

ESTACION DE  
TRANSPORTE

EL BOSQUE

E. CARRANZA

LA BELLA VISTA  
ZONA REVAL

LA C. MEXICANA

ANEXO 1

TABLA 1.

EVENTOS SELECCIONADOS PARA LA DETERMINACION DEL POLIGONO DE SEGURIDAD

EN TORNO A LA REF. FRANCISCO I, MADERO

INSTALACION	EVEN TO	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MEASURAS DE SEGURIDAD
TANQUE SUETIO A PRESION MIA-TE-234 CAP 15000 BLS BUTA-NO.	AL EFECTUAR PURGADO SUFRE CONGELAMIENTO CALTANDOSE LAS VALVULAS PERMANECIENDO EN POSICION ABIERTA DURANTE 10 MINUTOS.	+ CONGELAMIENTO DEL DOBLE BLOQUEO + NO EXISTE PROCEDIMIENTO ESCRITO EN EL LUGAR QUE DEFINA LOS PASOS A SEGUIR	+ FUGA Y FORMACION DE NUBE EXPLOSIVA + EXPLOSION EN CASO DE ENCONTRAR UNA FUENTE DE IGNICION	+ INTEGRACION DE PURGAS A LOS SISTEMAS CERRADOS DE DESFOGUE.
MUELLE PETROQUIMICO DESCARGA DE AMONIA- CO DE BUQUE-TANQUE A TANQUE ORIGENICO DE ALMACENAMIENTO EN LA TERMINAL MAH.	ROTURA DE MANGUERA DE 8" DE DIAMETRO POR 15 MTS. DE LAB- GO AL EFECTUAR DES- CARGA DE AMONIA CO DE B/T A UNA PRESI- ON DE 2.5 KG/CM <sup>2</sup> Y A TEMPERATURA DE -28°C.	+ FALTA DE TENSION EN CARGOS DE AMARRE DE BUQUE-TANQUE A MUELLE.	+ FUGA Y FORMACION DE NUBE TOXICA Y EXPLOSIVA DE AMO- NIACO + EXPLOSION EN CASO DE ENCONTRAR UNA FUENTE DE IGNICION DENTRO DE SUS LI- MITES DE EXPLOSI- VIDAD.	+ INSTALACION DE SISTEMA DE MONITOREO DE AMO- NIACO + ELABORAR PLAN DE CON- TINGENCIA PARA EL CASO DE QUE OCURRA UNA FU- GA MAYOR.
LLENADERAS EN LA AGENCIA REGIONAL DE VENTAS DE MADERO	+ FUGA DE GASOLINA POR GARGA DE 4" DE DIAMETRO DE LLENADO DE AUTO- TANQUES.	+ FALLA VALVULA DE CIERRE DE FLUIDO DE LA GARGA.	+ DERRAME DE GASOLINA + POSIBLE INCENDIO.	+ INSTALACION DE PARO AUTOMATICO DE BOMBAS EN CUARTO DE CONTROL.
DESCARGA DE AUTO- TANQUES A ESFERA CUY-Y-9 BUTADIENO.	ROTURA DE MANGUERA DE DESCARGA DE AUTO-TANQUE A ESFE- RA.	+ ERROR EN LA OPERA- CION POR DESCONO- CIMIENTO DEL PRO- CEDIMIENTO OPERA- TIVO.	+ FUGA Y FORMACION DE NUBES EXPLOSIVAS DE BUTADIENO, + POSIBLE INCENDIO.	+ EMITIR Y COLOCAR EN EL AREA EL PROCEDIMIENTO OPERATIVO PARA LA DES- CARGA DESDE LOS AUTO- TANQUES

## 1.2.- Situación actual del amoniaducto Madero-San Fernando.

### Datos técnicos.

Especificación.- API-5LX grado X-52.

Diámetro nominal.- 8 pulgadas.

Espesores.- 0.188 pulgadas-línea regular.

0.500 pulgadas-zona urbana e instalaciones.

Presión de trabajo.- 85.71 Kg/cm<sup>2</sup> (1219 PSI).

Presión de operación.- 84.39 Kg/cm<sup>2</sup> (1200 PSI).

Presión de prueba hidrostática.- 119.04 Kg/cm<sup>2</sup> (1693 PSI).

Longitud.- 293 + 800 kilómetros.

Capacidad de transporte.- 1.0 (miles de toneladas por día).

Fabricante.- Productos tubulares Monclova, S. A. (PROTUMSA).

En 1981 se concluyó la construcción del amoniaducto de 8" de diámetro Madero- San Fernando, y en 1982 se inició la operación.

Durante su construcción se presentaron algunos problemas, tales como fallas por laminación en el cuerpo de los tubos, pues al hacer las pruebas hidrostáticas, hubo necesidad de realizar evaluaciones en 66 tramos en lugar de 15 tramos programados, presentándose tubos colapsados longitudinalmente durante las pruebas de campo. Esto se atribuyó a la mala calidad de la tubería.

Antes de la puesta en operación se analizaron los problemas y se acordaron efectuar algunas medidas correctivas y preventivas: sustituir los primeros 8 kilómetros por tubería de 0.500 pulgadas; lo mismo hasta la válvula de seccionamiento de Lomas del Real kilómetro 28 +920, tomando en cuenta que cambió el tipo de localización de tubería clase I a clase III.

Se acordó limitar la presión de descarga de las bombas a 40 Kg/cm<sup>2</sup>, controlada con interruptor de paro e instalar una válvula de seguridad en la línea fuera de la zona urbana. Durante el tiempo que ha estado en operación esta línea se han presentado fugas mínimas en el cuerpo del tubo y en algunas soldaduras transversales de campo.

### 1.3.- Situación actual de la terminal marítima de amoniaco.

En 1970 entró en operación la terminal marítima de amoniaco localizada en la margen izquierda del río Panuco, (Anexo 1).

La capacidad del tanque de almacenamiento es de 20,000 toneladas métricas dicha terminal cuenta con instalaciones para el servicio de descarga de amoniaco del buque-tanque al tanque de almacenamiento, así como equipo e instalaciones para bombear el amoniaco a través de una tubería de 8 pulgadas de diámetro en esa terminal con destino a San Fernando Tamps., además dicha instalación posee equipo de llenaderas de carros-tanque y auto-tanques para distribución de amoniaco para la industria privada.

Las frecuencias de llegada y descarga del buque-tanque de amoniaco procede de Pajaritos, Veracruz; es una vez por mes y descarga 7000 toneladas a un ritmo de 120 toneladas por hora, haciendo un tiempo de 2 días y medio por operación de descarga, llegándose a alargar hasta tres días y medio cuando se presentan problemas en los equipos de descarga (falla de bombas auxiliares, etc.).

En 1982 se inició la operación del amoniaducto de 8 pulgadas de diámetro con una longitud total aproximada de 294 kilómetros, a través del cual se ha estado bombeando amoniaco a la terminal de San Fernando Tamps. Esta terminal tiene una capacidad de almacenaje de 450 toneladas, ampliándose a 950 toneladas, cuando se cuenta con 20 auto-tanques en espera de ser llenados y que reciben al mismo momento que se llenan los tanques principales.

Las frecuencias de bombeo de amoniaco por el ducto a San Fernando depende de las demandas de acuerdo a los ciclos agrícolas en el área norte del país. Existen 2 ciclos agrícolas de siembra: de enero-abril y de septiembre-diciembre; en franca temporada agrícola se bombean aproximadamente 2,500 toneladas por semana, y en los meses de mayo-agosto se reduce el bombeo a 1,500 toneladas por semana.

#### 1.4.- Justificación.

Dados los eventos recientes de accidentes por derrames de hidrocarburos y amoniaco suscitados en los estados de Jalisco y Oaxaca, los estudios encaminados a la prevención de riesgos a la comunidad son de importancia, tanto para nuestra Institución como para la población en general pues revisten características de aplicabilidad para modelos previamente probados y evitar problemas que incluyan el entorno humano y el ecológico.

#### 1.5.- Planteamiento del problema.

En base a los antecedentes que se han planteado se propone la reubicación de la terminal marítima de amoniaco desde la margen izquierda del río Panuco al puerto industrial de Altamira; así como la eliminación de los primeros 28 kilómetros de la tubería de transporte de 8 pulgadas de diámetro del amoniaco. (Anexo 2 y 2.A.).

## CAPITULO 2

### MARCO TEORICO DE REFERENCIA

Existen una necesidad urgente de enfocar de una manera completa e integral los hechos y los problemas que surgen actualmente en los asentamientos humanos por su cercanía a los parques industriales así como en la evaluación de planteamiento social y ambiental de la industria.

Con respecto a la planificación de los complejos de viviendas o de las empresas industriales existe infinidad de ejemplos de fracasos abismales debidos a una consideración inadecuada de todos los factores involucrados y sobre las posibles consecuencias de los proyectos en operación.

Un nuevo enfoque integral que asegure que, cualquiera que sea la naturaleza del problema o del proyecto propuesto, sea examinado y evaluado tomando en cuenta los aspectos mas relevantes y sus implicaciones mas importantes.

Sin embargo que cabe destacar que la metodología ecológica integral, en sí misma, no proporciona soluciones prácticas a los problemas reales como el caso en cuestión. Ella exige una reflexión sobre los problemas importantes para que las instituciones tomen en consideración todas las consecuencias de un proyecto, así como la falta de armonía en la sociedad.

#### 2.1.- Hipótesis.

En base al marco teórico de referencia se plantean las siguientes hipótesis:

La alternativa propone la eliminación de posibles riesgos o daños que beneficiará a un núcleo importante de trabajadores y al entorno que incluye varios asentamientos humanos de población considerable (Ciudad Madero, Tamps.).

La reubicación de las instalaciones de la Terminal marítima de amoniaco a otros sitios como lo es el puerto industrial de Altamira, así como la eliminación de los primeros 28 kilómetros de tubería de 8 pulgadas de diámetro nominal de transporte de amoniaco, es la alternativa viable.

Aplicar la evaluación de riesgos a la toma de decisiones utilizando herramientas de simulación ya probadas en otras instalaciones industriales (modelo matemático Puff) y determinando cuantitativamente la reducción de riesgos al reubicar instalaciones con problemas operativos (embarcadero, trampa de diablos, tuberías de mayor calibre) en zonas densamente pobladas, hacia puertos sin asentamientos residenciales.

## 2.2.- Modelo de dispersión de amoniaco.

Petroleos Mexicanos a través de su gerencia de seguridad industrial y la subsecretaría de ecología de SEDUE elaboraron en octubre de 1991 una simulación de eventos para la determinación de franjas perimetrales, definiendo el polígono de seguridad en las áreas circunvecinas a partir de posibles accidentes durante el manejo de hidrocarburos y amoniaco en las instalaciones de la Refinería Francisco I. Madero, en Ciudad Madero, Tamps.

Para ello se utilizó un modelo matemático simplificado cuyo nombre es Siria II Puff (sistema de información rápida de impacto ambiental) ayuda a simular un evento extremo como lo es la explosión que pudiese suceder por un derrame sin control de hidrocarburos y, como en nuestro caso de amoniaco.

Dicho modelo de simulación toma en cuenta condiciones climatológicas promedio vigente en el aeropuerto local (vientos dominantes, estabilidad atmosférica), emisión súbita (Puff) y altura de fuente. Se incluye adicionalmente aquellas concentraciones de amoniaco, como lo es condiciones de explosividad.

En el caso de una emisión súbita del amoniaco, se podría emitir cinco veces la cantidad actual manejado en la manguera de unión del buque-tanque a la tubería de conexión al tanque de almacenamiento. Esto es, se descargarían las 7,000 toneladas del buque-tanque que se descargan en 2.5 días a emitirse en doce horas.

En otras palabras, el gasto de emisión utilizado en el modelo Siria II sería de 174,513 gramos/segundo (Anexo 4). Esta unión de manguera a la línea tiene una altura de 6 metros. Los límites mínimos de explosividad del amoniaco se conocen a ser de 16% en un volumen, o en 347.65 mg/m<sup>3</sup>.

Como se observa en la (tabla 2), existen zonas conurbadas cercanas a la Refinería que estaría expuesta a riesgos de explosión (razón relativa a explosión mayores a 1.0) y además, adicionalmente, a riesgos de exposición máxima permitida (razón relativa a exposición TLV15 mayor a 1.0). A menos de 400 metros de la conexión manguera-tubería, el sitio de derrame súbito de amoniaco, se encontraría por encima de condiciones de explosión, y hasta casi 1 km; sería posible encontrar concentraciones de amoniaco superiores al TLV15 y se encontrarían efectos en la salud de la población.

En resumen el modelo matemático Siria II define a las colonias Hermenegildo Galeana, la Barra y Emilio Carranza (a menos de 500 metros) estarían en condiciones de riesgo por explosión, y (a mas de 500 metros) a exposición de riesgos a la salud.

### 2.3.- Población en riesgo extremo.

El modelo de simulación de Siria II ayudó a definir las áreas de impacto por un derrame súbito y total de las 7000 toneladas del buque-tanque en solo 12 horas. Las colonias Hermenegildo Galeana, la Barra y Emilio Carranza estarían expuestas a condiciones de explosividad y riesgos a la salud; mientras que población viento abajo solo estaría expuesta a concentraciones de bajo riesgo (irritaciones, etc.).

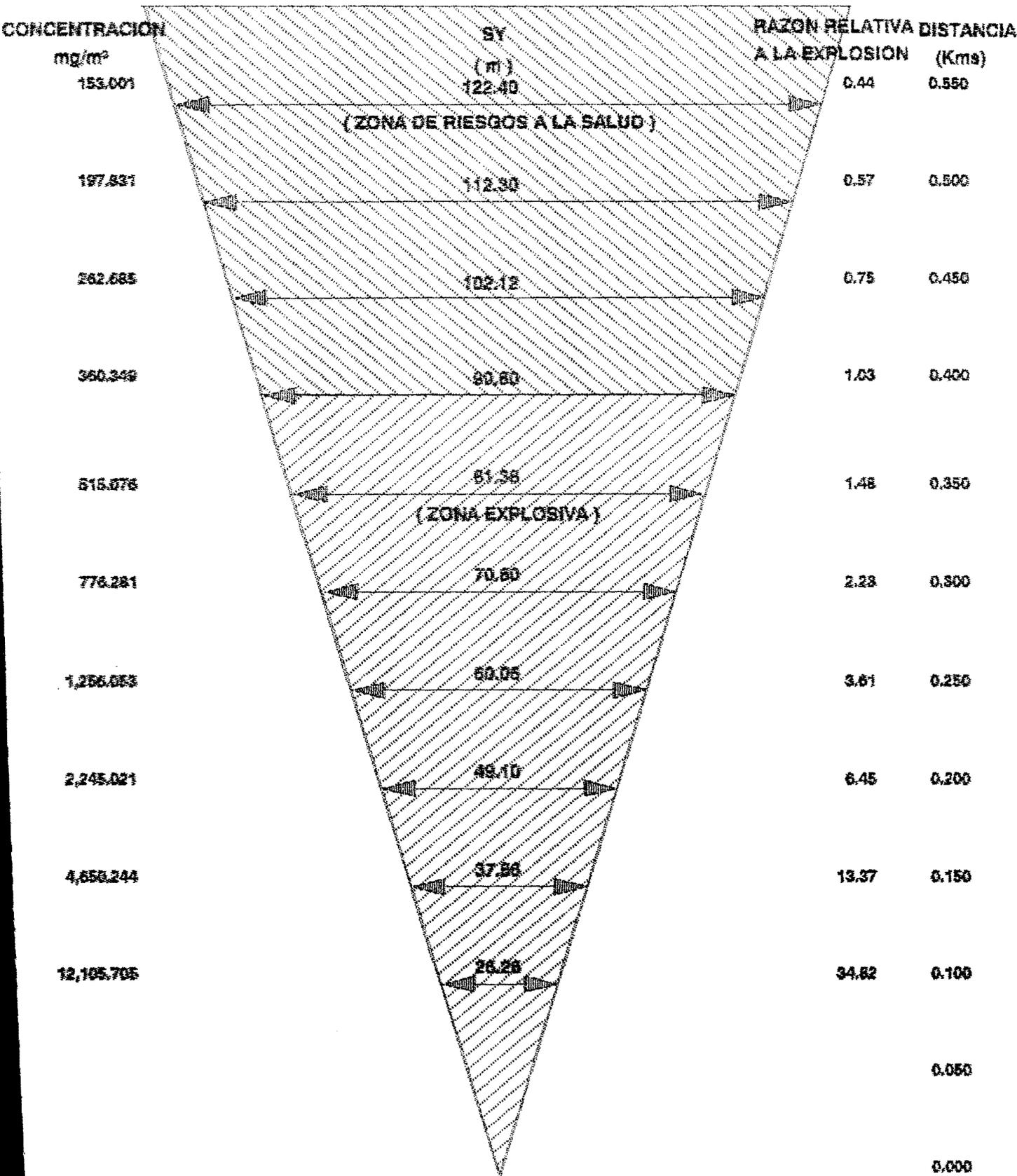
TABLA 2.

RAZON RELATIVA A EXPOSICION MAXIMA (TLV15)

RAZON RELATIVA A EXPLOSION

RAZON RELATIVA A EXPOSICION MAXIMA (TLV 15)	DISTANCIA (KM)	SV (M)	CONCENTRACION (MG/M3)	RAZON RELATIVA A EXPLOSION
348.26	0.100	13.13	12105.705	34.82
133.78	0.150	18.93	4650.244	13.37
64.58	0.200	24.55	2245.021	6.45
36.39	0.250	30.03	1256.053	3.61
22.33	0.300	35.40	776.281	2.23
14.81	0.350	40.69	515.076	1.48
10.36	0.400	45.40	360.369	1.03
7.55	0.450	51.06	262.685	0.75
5.69	0.500	56.15	197.831	0.57
4.40	0.550	61.20	153.001	0.44

# CONO DE DISPERSION



Tomando en cuenta que son 15 manzanas de la colonia Hermenegildo Galeana, que estarían expuestas a riesgos por explosión; y 8 manzanas de la colonia la Barra y 8 manzanas de la colonia Emilio Carranza expuestas a riesgos en la salud y con una densidad poblacional de 110 habitantes por manzana (22 casas a 5 habitantes/domicilio), nos encontramos:

RIESGO	NUMERO DE HABITANTES AFECTADOS
EXPLOSION	1,650 PERSONAS
EFFECTOS EN LA SALUD (DIRECTOS)	1,760 PERSONAS
<hr/>	
TOTAL -----	3,410 PERSONAS

2.4.- Población total en riesgo.

Las concentraciones de amoniaco, en el evento extremo analizado, se diluirán a medida que avanza la pluma de dispersión y expondría al resto de la población de Ciudad Madero que habita a mas de 1 km de distancia del muelle a concentraciones menos riesgosas, aunque molestas por no ser considerado como situaciones que motiven fatalidades, no se incluye en este análisis de simulación.

## CAPITULO 3

### MANEJO ACTUAL DEL AMONIACO

#### 3.1.- Exposición del problema.

Se inicia por enunciar las propiedades del amoniaco, sus riesgos y su control, y los primeros auxilios y tratamiento médico.

#### Propiedades físicas y químicas

Fórmula química	NH <sub>3</sub>
Peso molecular	17.03
Color	Incoloro
Olor	Picante
Densidad	0.616 gramos/cm <sup>3</sup> (15.6 c)
Punto de ebullición	-33°C
Punto de congelamiento	-78°C
Límites de explosión	16 a 25% en aire
Sensibilidad a la luz	no
Afinidad por agua	si

El amoniaco líquido vaporiza rápidamente al escapar a la atmósfera; formando brumas mas densas que el aire hasta evaporación total. El amoniaco como gas es mas ligero que el aire y se dispersa rápidamente al alcanzar la temperatura ambiente.

a concentraciones elevadas irritan la piel las mucosas o partes húmedas por su afinidad con el agua en el caso del amoniaco líquido produce quemaduras por el congelamiento; pues toma vigorosamente la energía de evaporación y ebullición al contacto con la piel.

#### 3.2.- Riesgos del manejo del amoniaco y su control.

Amoniaco gaseoso.- el amoniaco gaseoso en concentraciones de 0.6 a 1.0% en volumen es letal en pocos minutos. En concentraciones de 0.05 a 0.1% produce irritación en los ojos, conductos respiratorios y garganta. Al 0.2% produce tos convulsiva y puede ser fatal de una corta exposición en periodos menores a media hora.

La máxima concentración tolerada por la piel a un tiempo de exposición de algunos segundos es de 2% siempre y cuando se use protección respiratoria adecuada. como resultado de la exposición al amoniaco gaseoso, se producirán los siguientes síntomas:

Escozor en los ojos, conjuntivitis, irritación de la piel, inflamación de los párpados y labios, resequedad en la boca, escozor en la traquea, tos y en la mayor parte de los casos de exposición, dificultad en la respiración debido en parte a espasmos reflejos de la laringe, esputo tenáz manchado de sangre; signos y síntomas de congestión pulmonar (edema pulmonar); y al final muerte por sofocación (asfixia), debida principalmente a la congestión de todos los tejidos del sistema respiratorio. Los casos de exposición severa tratados inadecuadamente que hayan desarrollado edema pulmonar, puede ocasionalmente contraer una bronco-neumonía secundaria que puede ser fatal.

Amoniaco líquido.- El amoniaco líquido anhidro produce severas quemaduras al contacto, debidas no solamente a su acción caústica si no también al efecto, de congelación producido por la rápida evaporación del amoniaco líquido. Además si el líquido se maneja sin cuidado de manera que se desprenda amoniaco gaseoso, resultarán todos los efectos del gas en la forma previamente descrita.

Riesgos de fuego y explosión.- El amoniaco es capaz de formar mezclas inflamables y explosivas con el aire de ciertos límites, 16 a 25% en volumen. Estas concentraciones rara vez se producen en condiciones normales y de acuerdo con estos riesgos relativos de fuego y explosión son pequeños.

Las conexiones de alumbrado y de equipo eléctrico deberán ser a prueba de vapor amoniacal. si se necesitan luces eléctricas portátiles deben ser también a prueba de éste vapor, conectadas a tierra y con un cable a prueba de agua de una sola pieza. Deberán ser conectadas en un lugar que esté libre de amoniaco gaseoso. El tanque de almacenamiento, líneas de conduccción, equipo auxiliar deberán ser purgados o lavados hasta que esten completamente libres de amoniaco antes de practicar cualquier tipo de soldadura. Las tuberías se deberán bloquear por medio de bridas ciegas y no se deberá depender unicamente de válvulas de cierre.

La presencia de aceite o de una mezcla de amoniaco o cualquier otro material combustible aumentará el riesgo de fuego, el intervalo explosivo del amoniaco se amplía por:

- a).- Mezcla de oxígeno remplazando al aire.
- b).- Temperaturas y presiones mayores que la presión atmosférica.

El amoniaco forma compuestos que son violentamente explosivos con el mercurio metálico; y por esta razón el mercurio no deberá usarse como líquido manométrico o usar únicamente en manómetros conectados a equipos que manejan amoniaco. El amoniaco reacciona rápidamente con el gas cloro y cuando el cloro está en exceso, se forma el compuesto tricloro del nitrógeno que es violentamente explosivo.

Extintidores: El amoniaco es soluble en agua. Chorros de manguera de incendio en forma de niebla son comparativamente, muy efectivos para remover este gas de la atmósfera.

Prevención de daños y control de riesgos.- Ventilación: Es de primordial importancia promover una ventilación adecuada y mantenerla de manera que la concentración del amoniaco se encuentre siempre por debajo de 100 ppm por volumen el aire. Concentraciones mas altas son peligrosas para el trabajador no protegido (Tabla 3).

Examen físico de los empleados: a pesar de que la mayor parte de empleados pueden ser asignados sin riesgo a procesos en donde se use amoniaco, se recomienda que aquellos con enfermedad crónica pulmonar y por ejemplo: tuberculosis, bronquitis, asma, etc; sean excluidos de dicha exposición y reubicados en otras funciones dentro de la empresa. Aquellas personas que son extremadamente sensibles al amoniaco, deberán ser asignadas a trabajos en los cuales no hay posibilidad de exposición al amoniaco en ninguna de sus formas. No son necesarios exámenes físicos periódicos; exposiciones moderadas, de baja dosis o periodos muy cortos son en su mayoría reversibles.

TABLA 3

EFFECTOS DEL AMONIACO

CONCENTRACION GASEOSA (PPM)	EFFECTOS DEL TRABAJADOR NO PROTEGIDO	TIEMPO DE EXPOSICION
50	MINIMO OLOR DETECTABLE	ES PERMISIBLE PARA UNA EXPOSICION DE 8 HORAS DE TRABAJO
100	NO TIENE EFFECTOS ADVERSOS EN EL TRABAJADOR QUE NO ESTA PROTEGIDO.	
400	CAUSA IRRITACION DE LA GARGANTA.  CAUSA IRRITACION EN LOS OJOS.	ORDINARIAMENTE NO TIENE RESULTADOS SERIOS DESPUES DE UNA EXPOSICION CORTA DE MENOS DE 1 HORA.
1720	CAUSA TOS CONVULSIVA	EXPOSICION NO PERMITIDA (PUEDE SER FATAL DESPUES DE EXPOSICIONES CORTAS DE MENOS DE 1/2 HORA)
5000 A 10000	CAUSA ESTRANGULACION ESPASMODICA DE LA RESPIRACION. ASFIXIA.	EXPOSICION NO PERMITIDA ES RAPIDAMENTE FATAL

### 3.3.- Primeros auxilios y tratamiento médico.

Principios generales.- La velocidad en la atención con amoniaco y en el traslado del paciente a una atmósfera no contaminada, es de principal importancia. En todos los casos de daño severo se deberá llamar a un médico inmediatamente dándole una descripción completa y detallada del accidente. Mientras el médico llega y después de haber efectuado una remoción ambiental del amoniaco tan completa como sea posible, hay que mantener al paciente confortable caliente y tranquilo; tomar las acciones específicas que se indican a continuación:

Acciones específicas.- Inhalación: todo trabajador accidentado por amoniaco gaseoso, deberá ser llevado inmediatamente a una atmósfera no contaminada iniciándose inmediatamente la respiración artificial en caso de paro respiratorio, el médico deberá ser llamado inmediatamente, para prevenir el desarrollo de una congestión severa suministrar oxígeno al 100% tan pronto como sea posible.

La administración de oxígeno es mas efectiva si la respiración se hace auxiliada con una presión positiva de 6 cm de H<sub>2</sub>O. Esto se puede lograr usando una manguera de hule conectada a la válvula de salida de una máscara facial y sumergida a una profundidad de no mas de 6 cm: debajo de la superficie del agua en un recipiente adecuado.

La presión de exhalación deberá ser ajustada de acuerdo con la tolerancia del paciente, variando la profundidad de la punta de la manguera debajo del agua. La inhalación del oxígeno deberá continuar tanto tiempo como sea necesario para mantener el color de la piel y las membranas mucosas. En el caso de exposición severa, el paciente deberá respirar oxígeno 100% puro bajo presión positiva de exhalación por periodo de media hora cada hora, durante por lo menos tres horas. Si no hay síntomas de congestión pulmonar al final de éste periodo, la respiración es facil, y el color normal, se puede suspender la inhalación de oxígeno. Durante toda esta operación el paciente se deberá mantener confortablemente tibio pero no caliente.

Muy rara vez es necesario usar estimulaciones cuando se mantiene una oxigenación adecuada. Cualquier droga o tratamiento de shock deberá ser administrado únicamente por instituciones médicas. Nunca se deberá intentar administrar líquidos o sólidos por la boca a un paciente inconsciente.

Contacto con la piel y las membranas mucosas.- Toda la ropa contaminada con amoníaco deberá ser removida inmediatamente. Las áreas afectadas deberán ser lavadas completamente con grandes cantidades de agua limpia. En ninguna condición se deberá aplicar ningún tipo de unguento a quemaduras en la piel o membranas mucosas durante las primeras 24 horas después del accidente.

Durante este tiempo, las quemaduras deberán ser cubiertas con vendajes que se mantendrán continuamente húmedos con la solución saturada de tiosulfato de sodio. Para casos persistentes en la irritación de la piel o quemaduras muy serias de la piel, o de las membranas mucosas, el médico deberá ser consultado inmediatamente.

Contacto con los ojos.- Debido a su extrema corrosión, toda exposición ocular al amoníaco deberá iniciarse llamando al médico inmediatamente. Empezar también, la irrigación de los ojos con cantidades copiosas de agua limpia, lo cual se puede llevar a cabo usando un bebedero, una manguera de agua o metiendo la cabeza en un recipiente adecuado con agua y abriendo y cerrando repetidamente los ojos, la operación de irrigación debe ser continua por 15 minutos y repetir este procedimiento con intervalos de 10 minutos durante la primera hora, irrigando cada vez por 5 minutos.

Adicionalmente se puede usar una solución al 5% de ácido bórico en lugar de agua, pero de ningún modo se deberá demorar la irrigación con agua mientras se encuentra la solución bórica referida. La irrigación rápida y completa de los ojos es de primordial importancia. En caso de daños severos a cualquier parte de los ojos o párpados, se pueda usar continuamente compresas frías de solución de ácido bórico al 5% en agua, en adición a la irrigación

Después de completar el primer periodo de irrigación de 15 minutos y como medida de primeros auxilios es permitido usar dos o tres gotas de solución al 0.5% de pantocaina o cualquier otro analgésico local. No se deberá aplicar ningún aceite ni ungüento; a no ser que sea ordenado por el médico. La úlcera en la cornea deberá ser tratada por un oftalmólogo.

## CAPITULO 4

### PROPUESTA DE ALTERNATIVA.

En base a la situación actual de la terminal marítima de amoniaco, localizada en la margen izquierda del río Panuco:

a) El tiempo de operación de lo equipos de descarga del amoniaco, almacenamiento, bombeo a San Fernando, Tamps., y llenaderas de carros-tanque y auto-tanque.

b) Las condiciones físicas desconocidas de posibles fallas en la tubería de transporte del amoniaco de 8 pulgadas de diámetro y 4 kilómetros de longitud, de la descarga de bombas, hasta la trampa de diablos número 1 localizada en la colonia el Blanco.

c) La expansión de los asentamientos humanos en esa zona (Anexo 3).

d) La tubería de transporte del amoniaco desde la trampa de diablos número 1 en la colonia el Blanco hasta el puerto industrial de Altamira, está fuera de clase (Anexo 2), de acuerdo a la norma número .07.3.13, 5a. revisión sección 2.4 AVIII-1 de enero de 1990. Elaborada por Petroleos Mexicanos, y cuyo título dice: Requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de tuberías de transporte. En su sección 2.4 se indica el criterio para determinar la clase de localización por donde pase una tubería de transporte de hidrocarburos.

La clase de localización se determina por el número de construcciones que se encuentran en un área unitaria. En nuestro caso este tramo de tubería en mención se ha propuesto a ser cambiado de 0.188 pulgadas a 0.500 pulgadas de espesor de pared, esto es al reclasificarse los asentamientos humanos de clase I a clase III.

Por tales situaciones, se propone la reubicación de la terminal marítima de amoniaco de la margen izquierda del río Panuco al puerto industrial de Altamira, Tamps. (Anexo 2 y 2.A).

## CAPITULO 5

### EVALUACION DE RESULTADOS

#### 5.1 Frecuencia de descarga.

De acuerdo a las frecuencias de las operaciones de descarga de amoniaco del buque-tanque; al manejo y distribución del producto, y a las propiedades físicas y químicas del amoniaco durante los trabajos de operación, mantenimiento de tanques, tuberías y los equipos auxiliares o como consecuencia de fallas de los materiales debido a causas externas de fallas de los riesgos a la población y a los empleados derivados de fugas, tales como intoxicaciones, incendios o explosiones en el interior de las instalaciones mismas.

Dichos riesgos ambientales pueden presentarse, no obstante a que todas las actividades se efectuen dentro de la mayor seguridad posible ya que todas las instalaciones cuentan con dispositivos de seguridad, establecidos en las normas de seguridad, diseño y construcción de Petroleos Mexicanos.

A pesar de que se cuentan con dispositivos de seguridad, no se debe destacar la posibilidad de que los asentamientos humanos que hay en la vecindad de las instalaciones de manejo del amoniaco, se vean afectados por un suceso cuya magnitud represente un desastre de gran severidad.

#### 5.2.- El modelo matemático.

Por tal motivo se presenta a continuación el cálculo del modelo matemático de un evento simulado de una fuga de amoniaco por rotura de manguera al efectuarse la descarga del buque-tanque al tanque de almacenamiento criogénico. El cálculo de área de zona efectada se basa en la fórmula de Bernoulli y simulado con el modelo matemático Siria II para Puff. (Anexo 4). El evento simulado en la terminal marítima de amoniaco reporta una distancia de 500 metros de efectación para el modelo Siria II Puff y siendo el viento dominante del sureste con la cual alcanza gran parte de la colonia Hermenegildo Galeana, manzanas números 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16. (Anexo 1.a.).

### 5.3.- Otras fugas de amoniaco.

De la misma manera podrian presentarse riesgos de fugas de amoniaco en la trampa de diablos número 1 localizada en la colonia el Blanco, la cual afectaría a una buena parte de la población de dicha colonia ya que los primeros asentamientos humanos se localizan a 100 metros de su perímetro. (Anexo 3). Además evento similar puede presentarse durante las maniobras operacionales de corridas de diablos o de mantenimiento de la instalación superficial, como: de lubricación de válvulas, sand-blast, pintura, etc.

Por otro lado, se tiene la posibilidad de riesgos de fugas que representa el amoniaducto de 8 pulgadas de diámetro en sus primeros 28 kilómetros, que inclusive estan fuera de clase por la expansión de asentamientos humanos. (Anexo 2). Para garantizar la seguridad de los mismos deberá cambiarse el tramo en cuestión por otro de mayor espesor de pared.

A continuación se presenta una relación de fallas que han ocurrido en el amoniaducto de 8 pulgadas de diámetro nominal, Ciudad Madero-San Fernando, Tamps. (Tabla 4). Como se podrá observar, la falla número 12 con fecha 3 de abril de 1991, ocurrió en el sitio ubicado en el km 3 + 424 que está dentro de zona de población; aunque por fortuna, la fuga fué pequeña y no afectó seriamente a la población.

### 5.4.- Población en riesgo.

En caso de continuar la operación de descarga de amoniaco del buque-tanque al tanque de almacenamiento criogénico en la terminal marítima de amoniaco de la margen izquierda del río Panuco, se continuará la posibilidad de un derrame súbito de amoniaco con lo que se expondría a 3,410 personas aproximadamente a fatalidades y un número ignorado a molestias y otros efectos en la salud.

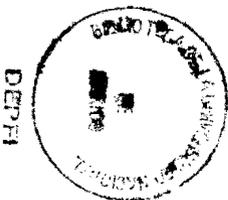
Aún en el caso que el ducto de transporte de 8 pulgadas de diámetro fuese sustituido por otro de mayor espesor de pared y cumplir con la norma de clase tipo I a tipo III continuará el mismo riesgo de accidente extremo por la operación de descarga de amoniaco en le muelle. Lo mismo se puede decir de las operaciones rutinarias de mantenimiento y limpieza de la trampa de diablos número 1, localizada en la colonia el Blanco.

TABLA 4.

RELACION DE FALLAS EN EL AMONIADUCTO 8" DN. CD. MADERO - SAN FERNANDO TAMPS.

No.	FECHA	KM	DESCRIPCION	CAUSA PROBABLE
1	14-04-88	145+651	FISURA LONGITUDINAL DE 1/4" DE LONG. LOC. 1:00	FALLA DE FABRICACION
2	1-04-89	85+484	FISURA EN SOLDADURA LONGITUDINAL LOC. 3:00	FALLA DE FABRICACION
3	15-05-89	44+159	PORO EN SOLDADURA TRANSVERSAL LOC. 12:00	FALLA DE CONSTRUCCION
4	22-06-89	84+647	PORO ALOJADO EN SOCAVACION DE FUENTES DE TIERRA	FALLA DE CONSTRUCCION
5	28-06-89	55+737	PORO EN SOLDADURA LONGITUDINAL LOC. 7:00	FALLA DE FABRICACION
6	20-07-89	33+366	PORO EN SOLDADURA TRANSVERSAL	FALLA DE CONSTRUCCION
7	7-09-89	141+000	PORO EN SOLDADURA TRANSVERSAL	FALLA DE CONSTRUCCION
8	15-09-89	140+346	PORO EN SOLDADURA TRANSVERSAL LOC 4:00	FALLA DE CONSTRUCCION
9	8-11-89	84+647	PORO EN REFUERZO DE SOLDADURA TRANS. (REP. ANTERIOR)	FALLA DE MANTENIMIENTO
10	15-08-90	31+700	PORO EN SOLDADURA LONGITUDINAL LO. 5:00	FALLA DE FABRICACION
11	26-11-90	69+357	PORO EN EL CUERPO DEL TUBO. LOCALIZADO A LAS 5:00	FALLA DE FABRICACION
*12	3-04-91	3+424	PORO EN SOLDADURA TRANSVERSAL LOC. 7:00	FALLA DE CONSTRUCCION
13	2-04-92	62+563	PORO EN EL CUERPO	POSIBLE CORROSION INTERIOR
14	14-04-92	159+500	PORO EN SOLDADURA TRANSVERSAL	FALLA DE CONSTRUCCION

\* ZONA DE POBLACION



D.E.P.H.

En cambio, un muelle de descarga de amoníaco en el puerto industrial de Altamira (Anexo 2.A), que operase bajo condiciones de nula población vecina a menos de 500 metros (área en riesgo de explosión), y a menos de 1 km (área de efectos directos a la salud), tendrá cero personas en riesgos.

## CAPITULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el planteamiento de esta propuesta de alternativa, al ser reubicada la terminal marítima de amoniaco al puerto industrial de Altamira, Tamps., se eliminarán las propias instalaciones de la terminal marítima de amoniaco en la margen izquierda del río Panuco, las instalaciones superficiales de la trampa de diablos número 1 localizada en la colonia el Blanco, la instalación de la válvula de seccionamiento número 1 ubicada en el sitio km 8 + 800; así como el tramo de aproximadamente 28 kilómetros de tubería de 8 pulgadas de diámetro, desde la terminal marítima actual, hasta el puerto industrial de Altamira, Tamps.

La reubicación de la terminal de manejo de amoniaco en Tamaulipas representaría la eliminación total de riesgos de exposición al amoniaco para un sector importante de la población de Ciudad Madero, evitando con ello un impacto ambiental al entorno de considerables consecuencias.

### RECOMENDACIONES

Cambiar las instalaciones actuales de la terminal marítima de amoniaco, de la margen izquierda del río Panuco, así como la trampa de diablos número 1 localizada en la colonia el Blanco al puerto industrial de Altamira, con lo que se lograría:

- a) Eliminar el riesgo para la población de las colonias Hermenegildo Galeana, Emilio Carranza, y la Barra.
- b) No se requerirá la sustitución de los primeros 28 kilómetros de tubería de 8 pulgadas por otro de mayor calibre de espesor, aún por estar fuera de clase como ya se comentó.
- c) Desmantelar las instalaciones que hayan quedado fuera de uso, tanto en la terminal marítima de amoniaco, trampa de diablos número 1 en la colonia el Blanco, y la válvula de seccionamiento número 1 del kilómetro 8 + 800.
- d) Evitar dañar la imagen de seguridad de Petroleos Mexicanos.

## BIBLIOGRAFIA

Enfoque ecológico integral para el estudio de los asentamientos humanos. UNESCO 1981. Capítulo IV aplicaciones de enfoque ecológico integral.

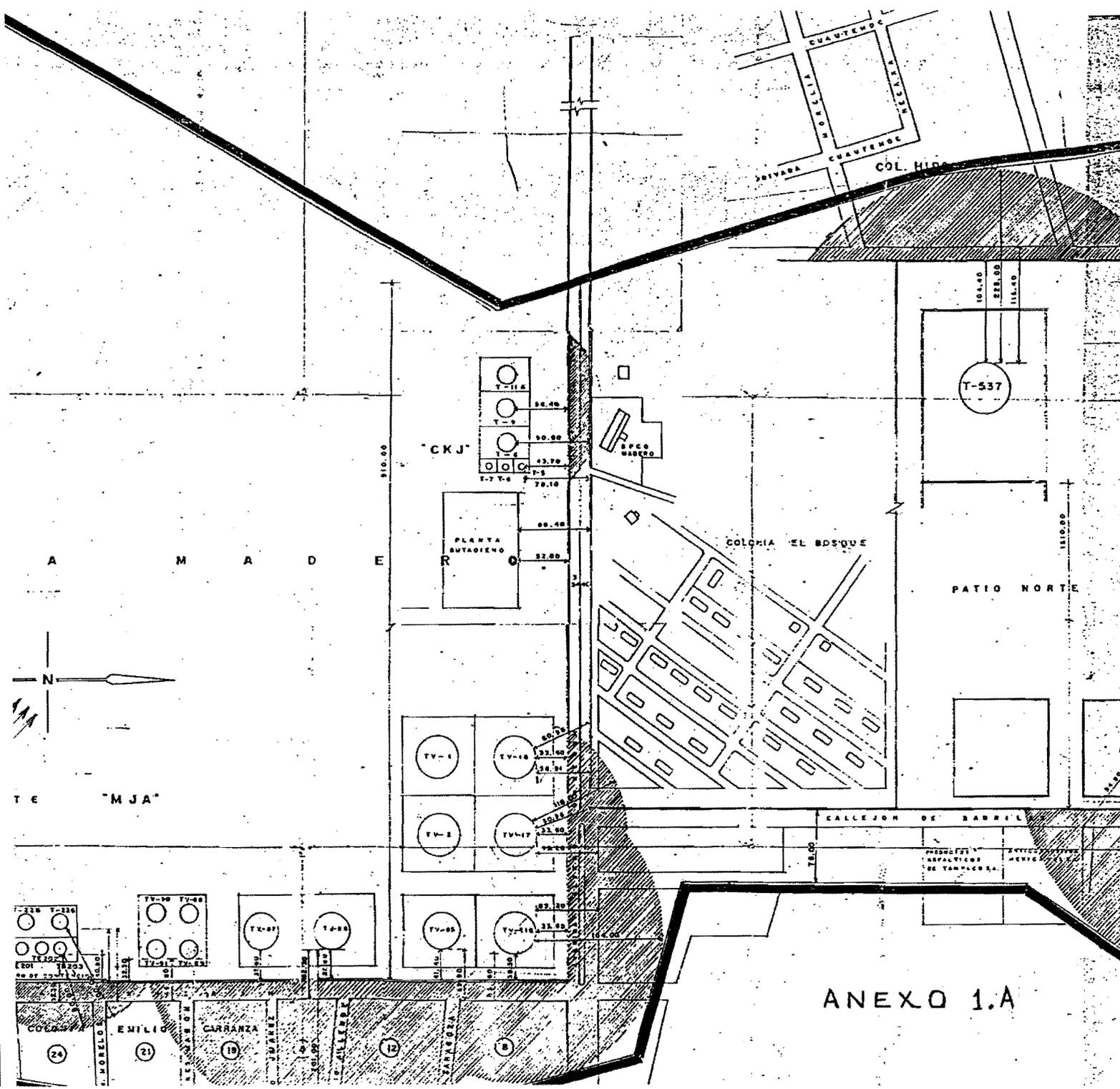
Normas de seguridad para el manejo de amoniaco líquido anhidrico. Fertimex.

Determinación de franjas perimetrales de seguridad "polígono" en el área de la Refinería Francisco I. Madero en Cd. Madero, Tamps., con respecto a los asentamientos humanos. Octubre 1991.

Norma no. 07.3.13 5a revisión AVIII-I de enero de 1990 de Petroleos Mexicanos, cuyo título es: requisitos mínimos de seguridad para el diseño construcción, operación, mantenimiento e inspección de tuberías de transporte.

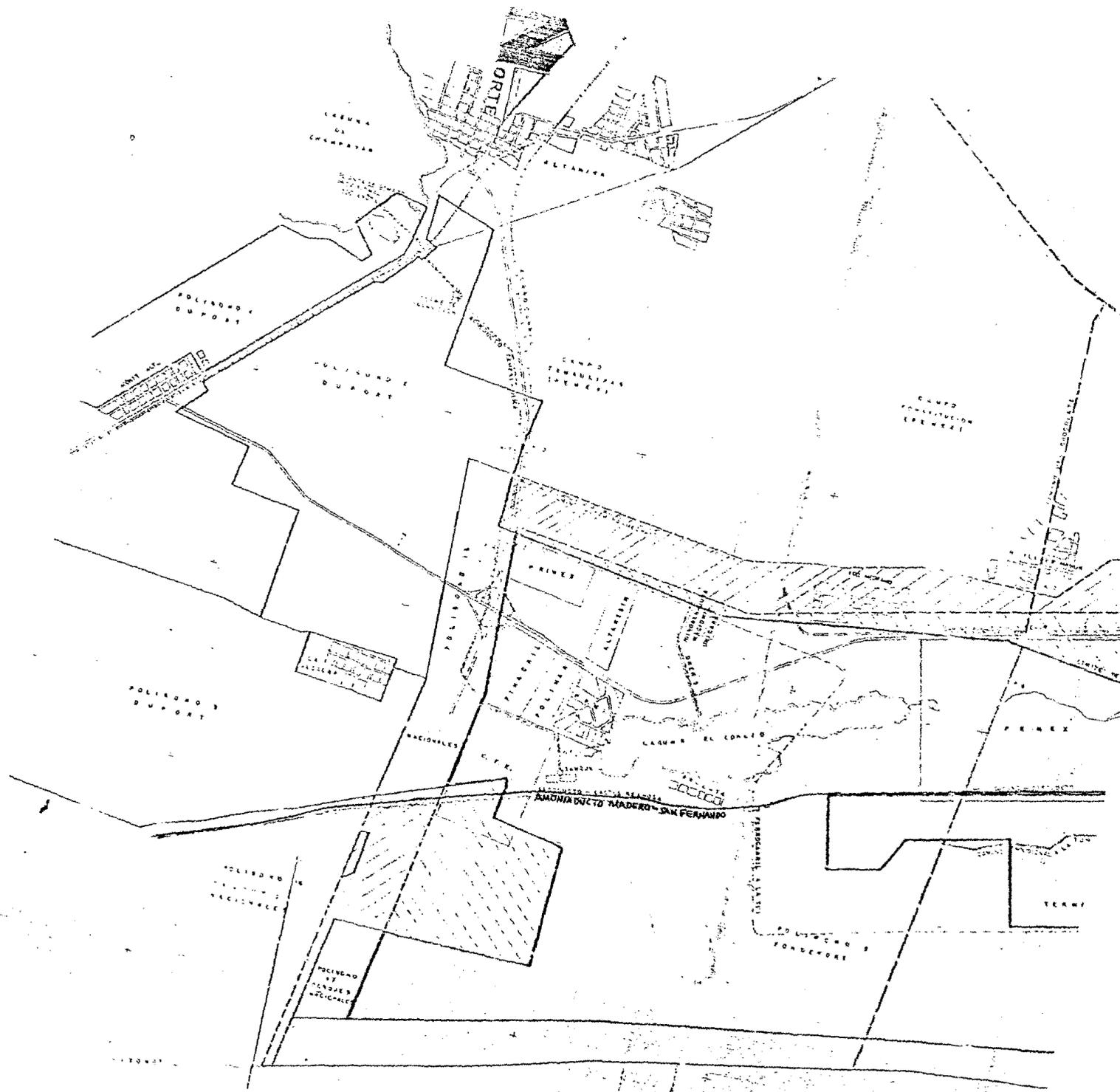
Modelo matemático de simulación de fuga Siria II (sistema de información rápida de impacto ambiental) para Puff; dirección general de normatividad y regulación ecológica, subsecretaría de ecología, SEDUE.











1001

C

1:12,000

REFERENCIAS

LÍMITE DE POLÍGONOS ASIGNADOS

LÍMITE DE FONDEPORT

TERRENOS DE FONDEPORT PENDIENTES DE EXPROPIAR

TERRANOS DE PARQUES NACIONALES PENDIENTES DE EXPROPIAR

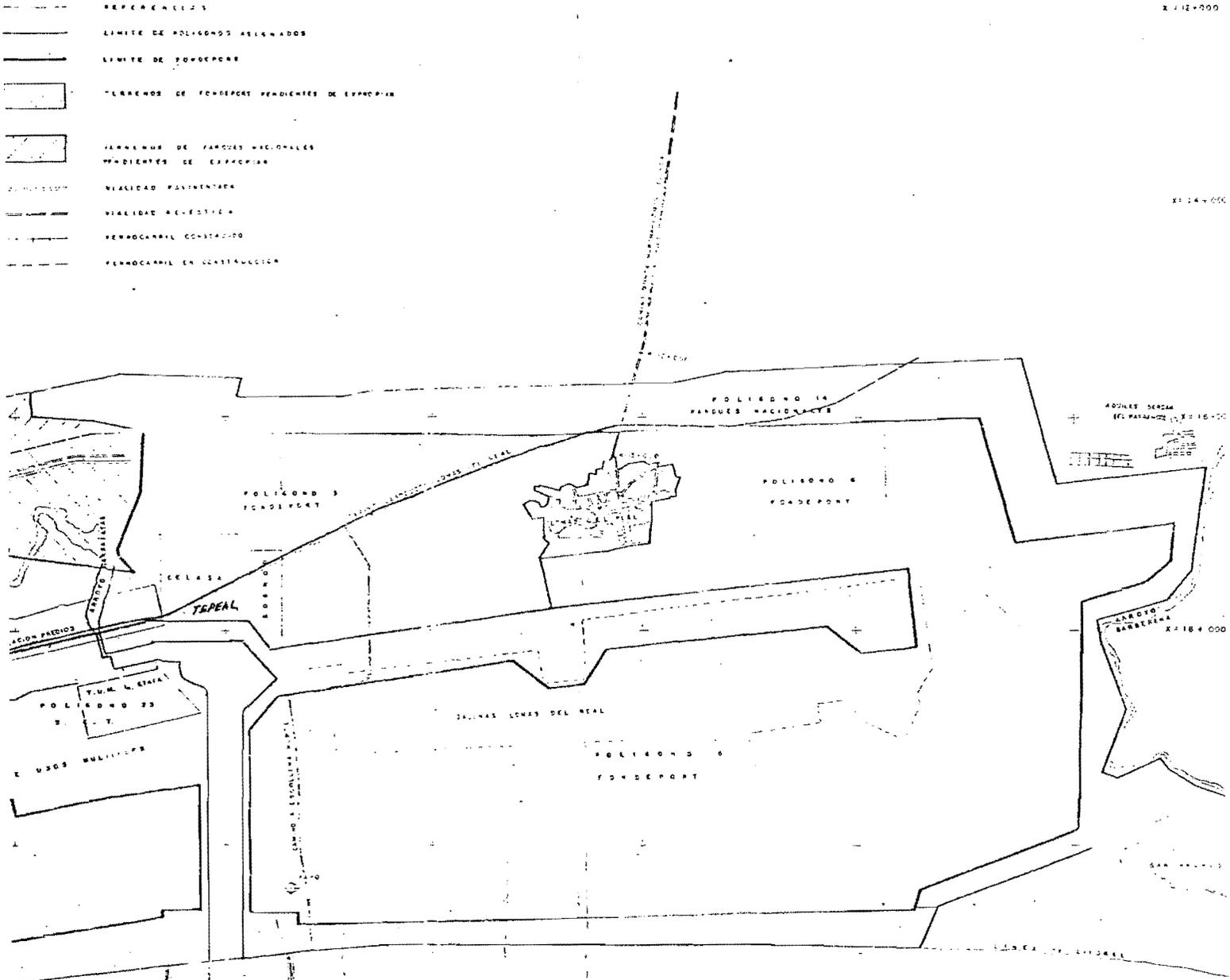
VIALIDAD PATENTADA

VIALIDAD RELEVADA

FERROCARRIL COMPLETADO

FERROCARRIL EN CONSTRUCCIÓN

1:14,000



ADONALD SERRAN  
E.C. PARAMOZ  
1:12,000

BARRO  
BARBERIA  
1:14,000

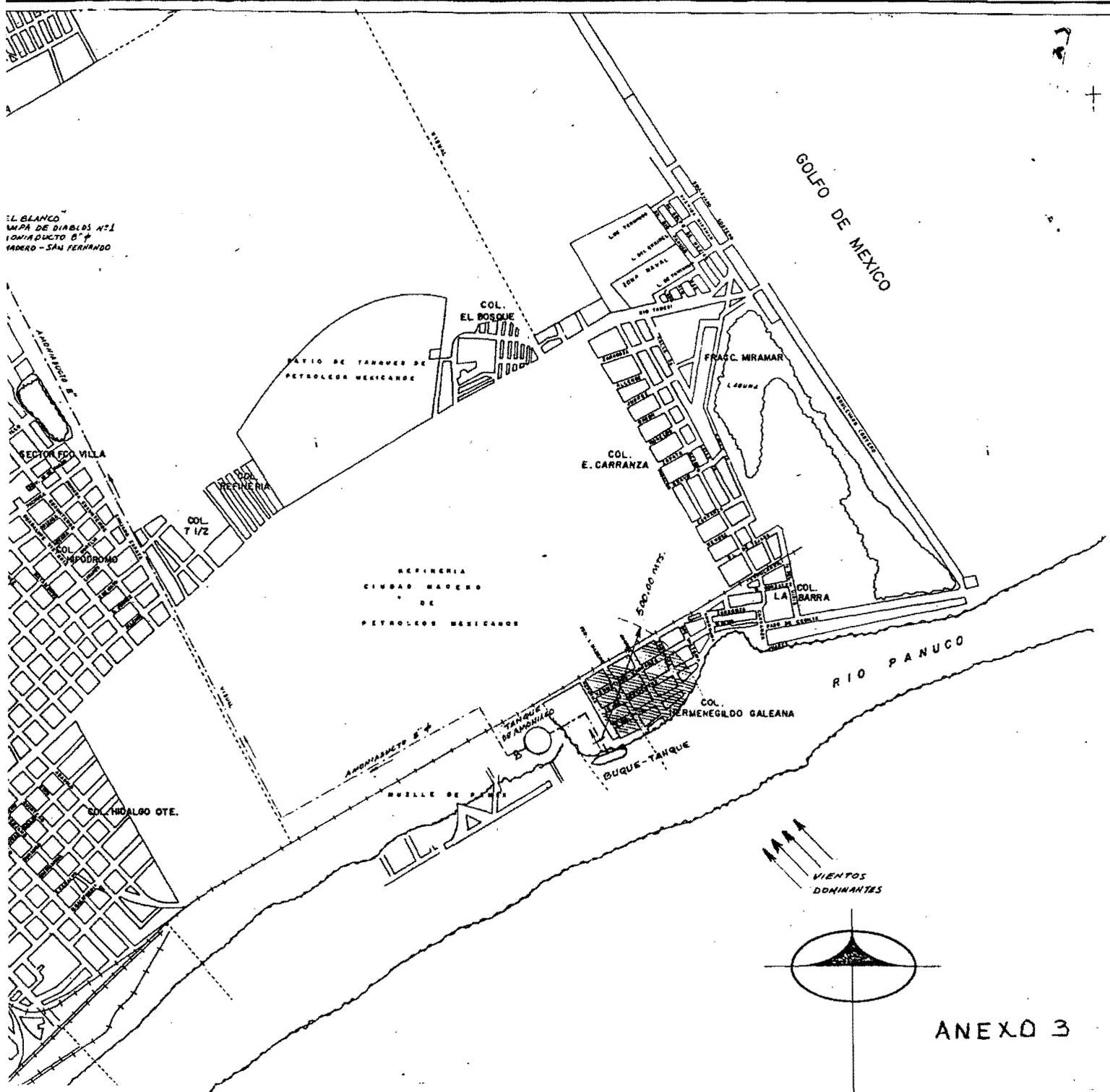
ANEXO 2.A

1:22,000

O DE MEXICO



EL BLANCO  
MAPA DE DIBUJOS N°1  
LONJITUDINAL B° P  
MADERO - SAN FERNANDO



ANEXO 3

# ANEXO 4

## ECCUACION DE BERNOULLI

Salida de líquidos por un orificio

Formula (2-1) Vapors Cloud Source Dispersion Models

$$Q = Cd \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot \Delta P / \rho + 2 \cdot g \cdot H} \cdot 0.5$$

$$Q = 174.5133 \text{ Kg/s}$$

$$174,513 \text{ g/s}$$

Nombre de la substancia: AMONÍACO

Q = Rango de emision ( Gasto ) en (Kg/s)

VALORES

A -	Area del orificio en la tubería o tanque en (m <sup>2</sup> )	0.01820 m <sup>2</sup>
ρ -	densidad del líquido en el tanque o tubería en (Kg/m <sup>3</sup> )	662 Kg/m <sup>3</sup>
ΔP -	diferencia entre la presión del líquido en el tanque o tubería y la presión del ambiente en (N/m <sup>2</sup> )	147,097 N/m <sup>2</sup>
g -	Aceleración de la gravedad : 9.8 m/seg <sup>2</sup>	9.81 m/seg <sup>2</sup>
H -	altura del líquido por encima del orificio en (m)	6.00 m
Cd -	coeficiente de descarga, para líquidos es 0.6	0.60

### PARA CALCULAR EL AREA DEL DERRAME NO CONFINADO

Valor de h  
en metros

tierra	0.0254
arena	0.0127
concreto	0.0063
metal	0.0038
laguna	0.0025
rio, mar	0.0013

### PARA CALCULAR EL VOLUMEN DE PRODUCTO EN TUBERIAS

Formula  $V = 0.785 \cdot (D)^2 \cdot L$

$$V = 0.27 \text{ m}^3$$

2 bis

10 fts

V - Volumen

VALORES

D - Diámetro del ducto en pulgadas

6.000 pulg

L - Longitud de la tubería en metros

15 mts

### PARA CALCULAR EL RADIO HIDRAULICO DEL DERRAME

Formula  $rS = (V / \pi \cdot h)^{0.5}$

$$rS = 8.18 \text{ m}$$

16.37 m (diámetro)

V - volumen del derrame

0.27 m<sup>3</sup>

h - altura del producto en tipo de superficie (m)

0.0013 m

π - Pi constante

3.1416

AREA DEL DERRAME =  $0.785(D)^2$

210.27 m<sup>2</sup>

### PARA CONVERTIR DE Kg/cm<sup>2</sup> A N/m<sup>2</sup>

Diferencia P - Pa =

147,097 Newton/m<sup>2</sup>

P - Presion en Kg/cm<sup>2</sup>

2.50 igual a:

245,150 Newton/m<sup>2</sup>

Pa - Presion atmosférica:

98,063 N/m<sup>2</sup>

### PARA CALCULAR LA CONCENTRACION DE INTERES (mg/m<sup>3</sup>)

Nombre de la substancia:

(mg/m<sup>3</sup>) =  $\frac{X \cdot L \cdot E \cdot 10000 \cdot \text{Peso molecular}}{24450}$

111,157 mg/m<sup>3</sup>

% L.E.L. % limite inferior de explosividad

16.00 %

p.m. - peso molecular de la substancia

17.00

RI DETERMINACION DE LA CONCENTRACION (mg/m3) TLV15 = 34.76 mg/m3  
 Formula  $mg/m^3 = 24450 \times 1000 \times p.p.m. / PM$  IDLH = 347.65 mg/m3  
 PM - Peso molecular de la substancia 17.00  
 IDLH - Riesgo inmediato a la vida y la salud 500 p.p.m.  
 TLV15 - Concentracion permisible para 15 minutos 50 p.p.m.

RI PARA CALCULAR EL VOLUMEN DE LA SUSTANCIA EN ESTADO NORMAL (Sears Sewansky)

$Pabs = P(Kg/cm^2) / Patm \times 1$  3.42 Atmosferas  
 $P(Kg/cm^2)$  Presion en Kg/cm2 2.50 Kg/cm2  
 Patm - Presion atmosferica en Kg/cm2 1.03 Kg/cm2

$n = P \times V / R \times T$  n = 4.7444 mol  
 P - Presion absoluta 3.42 atmosferas  
 V - Volumen total del recipiente 27.30 m3  
 R - Constante de los gases 0.0820 atm-m3/Kmol-oK  
 T - Temperatura de proceso 240 oK

RI PESO DE LA SUSTANCIA:  $W = PM \times Mol(substancia)$  81 Kg  
 PM - Peso molecular de la substancia 17.0

RI VOLUMEN EN CONDICIONES NORMALES

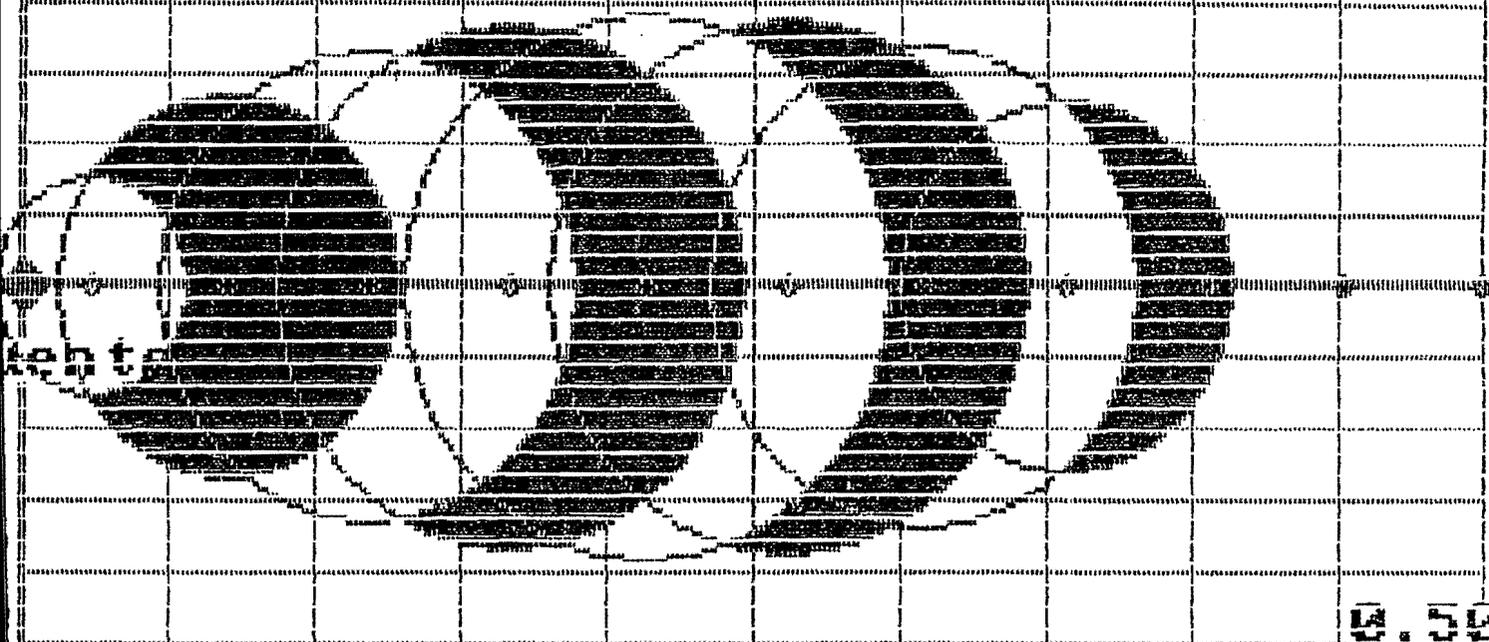
$V2 = V1 \times (P1/P2) \times (T2/T1)$  115.93 m3 4,094 ft3

VALORES

V1 - Volumen total del recipiente en m3 27.30 m3  
 P1 - Presion en el recipiente(atmosferas) 3.42 ato  
 P2 - Presion atmosferica 1.00 atm  
 T1 - Teap.del proceso en oK 240 oK  
 T2 - Temperatura atmosferica en oK 278 oK

ANOMALIA

0.0 Mts



0.0 Mts

MODELO PUFF

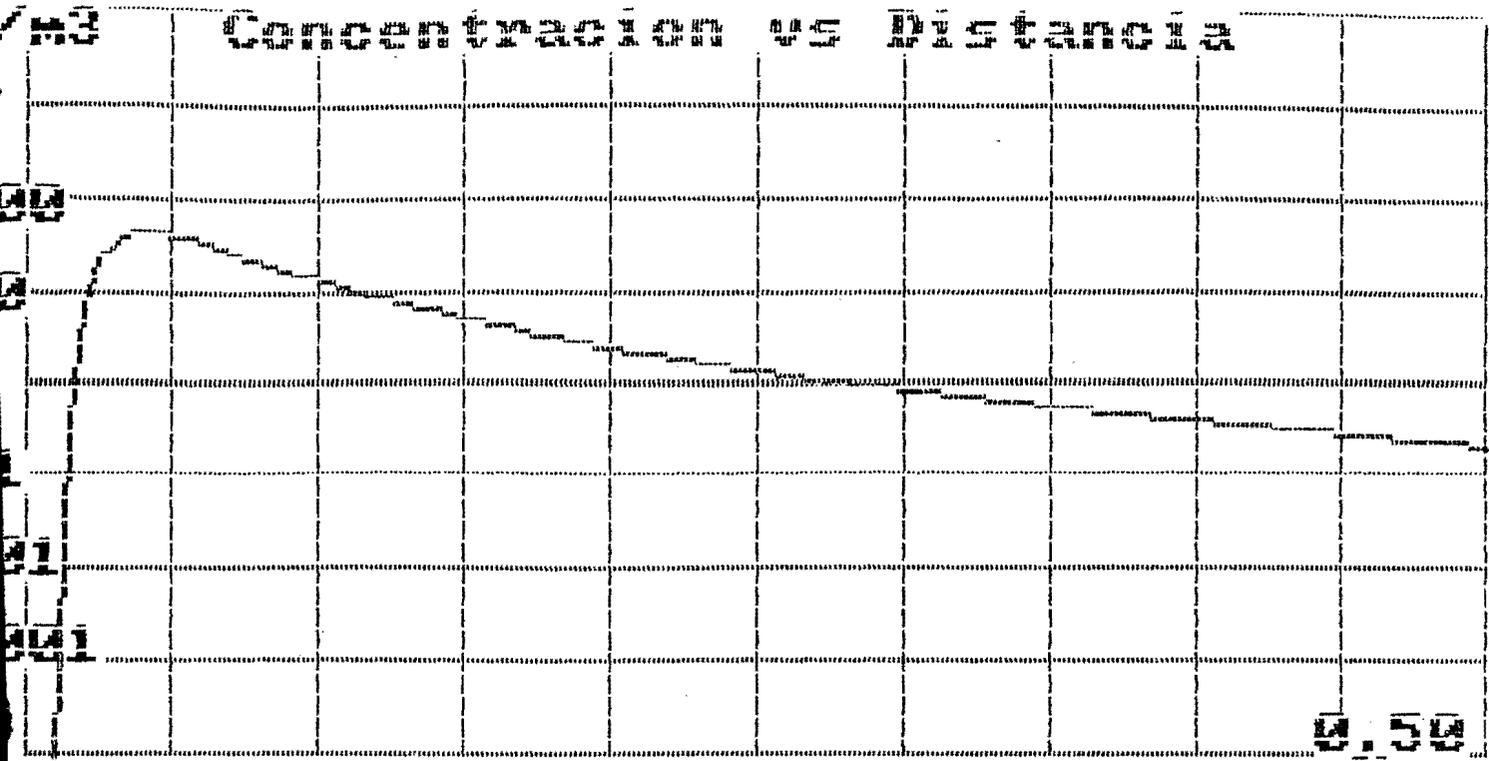
Para X = 0.50Kms

no = 0.1978 g/m<sup>3</sup> y Tiempo = 0:0' 50.00"

Para Concentracion = 0.3476 g/m<sup>3</sup>

st = 0.50Kms y Tiempo = 0:0' 50.00"

CONCENTRATION OF THE ...



100  
80  
60  
40  
20  
0

CONCENTRATION OF THE ...

100  
80  
60  
40  
20  
0

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA

SUBSECRETARIA DE ECOLOGIA

DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD Y REGULACION ECOLOGICA

dh

MODELO DE SIMULACION PUFF

D A T O S

Nombre de la Sustancia = AMONIACO  
 Gasto  $Q = 174513.000$  g/s  
 Altura de la Fuente  $H = 6.00$  m  
 Radio del Recipiente  $R = 0.01$  m  
 Velocidad del Viento  $U = 10.00$  m/s  
 Estabilidad Atmosférica = C

ISOCONCENTRACION de INTERES =  $347.65000$  mg/m<sup>3</sup>

Para  $X = 0.500$ Kms

Conc =  $0.1978$ gr/m<sup>3</sup> Y Tiempo =  $0:0'50.00''$

Para Concentración =  $0.3476$ gr/m<sup>3</sup>

Dist =  $0.50$ Kms Y Tiempo =  $0:0'50.00''$

Concentraciones en el "Centro del PUFF"

t (Km)	Conc (mg/m <sup>3</sup> )	Sy = Sz (m)	Dist (Km)	Conc (mg/m <sup>3</sup> )	Sy = Sz (m)
0.100	12105.705	13.13	0.150	4650.244	18.93
0.200	2245.021	24.55	0.250	1236.053	30.03
0.300	776.281	35.40	0.350	515.076	40.69
0.400	360.369	45.90	0.450	262.685	51.06
0.500	197.831	56.15	0.550	153.001	61.20