

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

Gas del Atlántico

S.A. de C.V.

(Planta Orizaba)

Contenido

DATOS GENERALES.....	4
CAPITULO I.	6
ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO	6
I.1 BASES DE DISEÑO.....	7
I.1.1 PROYECTO CIVIL	16
I.1.2. Proyecto mecánico	21
I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio.....	33
I.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO	36
I.2.1. Hojas de seguridad	43
I.2.2. Almacenamiento	45
I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares	48
I.2.4. Pruebas de verificación	51
I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN	52
I.3.1. Especificación del cuarto de control.....	55
I.3.2. SISTEMAS DE AISLAMIENTO.....	63
I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	65
I.4.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES.....	65
1.4.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES.....	72
I.4.2 METODOLOGIAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN	73

CAPITULO II	142
DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS INSTALACIONES.....	142
II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	142
II.2 INTERACCIONES DE RIESGO	177
II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL	180
CAPITULO III	181
SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.....	181
III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS	182
III.1.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD	185
III.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS	189
CAPITULO IV	193
RESUMEN	193
IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	194
IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL	196
IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO.....	207
CAPITULO V	208
IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	208
V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN	209

DATOS GENERALES

Nombre o razón social de la empresa u organismo.

Gas del Atlántico, .S.A de C.V. (Planta Orizaba)

Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.

GAT960911GI5

Cámara o asociación a la que pertenece

Asociación Mexicana de Distribuidores de Gas, L.P.

Actividad productiva principal del establecimiento.

Planta de almacenamiento para distribución de gas L.P. (Planta Orizaba)
propiedad de gas del Atlántico S.A. de C.V.

Domicilio del establecimiento

Km. 323+ 000 de la Carretera México- Veracruz a 200 mts., de la calle Vela gas
tramo Orizaba- Córdoba. C.P. 94450 Municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz.

Coordenadas de Ubicación

Punto	Latitud	Longitud
1	18°51'26.00" N	97° 2'15.57" O
2	18°51'27.49" N	97° 2'15.07" O
3	18°51'29.26" N	97° 2'13.24" O
4	18°51'27.62" N	97° 2'9.16" O
5	18°51'24.84" N	97° 2'11.11" O

Domicilio para oír y recibir notificaciones

Calle: Las Palmas Lote 12 y 13 **Colonia:** Bruno Pagliai **C. P.:** 91697 **Municipio:**
Veracruz **Estado:** Veracruz **E-mail:** calidad_zonanorte@gasdelatlantico.mx
Tel. 012299898429

Nombre completo del Representante Legal

Lic. José Gerardo Cueva Luna

Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo

Grupo Ambiental Hábitat, S.A. de C.V.

Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo

Calle:

Colonia:

Código Postal:

Municipio:

Estado:

Teléfono y Fax:

Correo Electrónico:

Domicilio, Teléfono y Correo
Electrónico del Representante
Legal, Art. 113 fracción I de la
LFTAIP y 116 primer párrafo de la
LGTAIP.

CAPITULO I.

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

I.1 BASES DE DISEÑO

A. Criterios de diseño

El proyecto consiste en la operación de una planta de almacenamiento para la distribución de gas L.P., cuya finalidad es almacenar y distribuir gas L.P. a los diferentes núcleos poblacionales en el territorio circunvecino a los municipios de Ixtaczoquitlán y Orizaba, en el estado de Veracruz, ya sea por medio de recipientes transportables o en tanques estacionarios de los usuarios.



Polígono Planta Orizaba Gas del Atlántico S.A. de C.V.

La instalación está asentada en un predio con superficie de dieciséis mil ciento dos metro, treinta y cuatro decímetros cuadrados y colinda al Norte en ciento treinta metros, trescientos diecisiete centímetros con barda existente propiedad de la planta VEL-A-GAS de Orizaba, al Sur en ciento treinta y tres metros, novecientos diecinueve centímetros con propiedad del señor Lucio Zepeda Herrera, y al Poniente, en nueve líneas que unidas que miden ciento veintinueve metros, quinientos ochenta y cuatro centímetros con calle Tuxpango.

El diseño de la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., se realizó apegándose a los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDG-1996 “Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. Diseño y Construcción” publicado por la Secretaría de Energía, Dirección General de Normas, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 12 de Septiembre de 1997, misma que actualmente es la NOM-001-SESH-2014 “Plantas de distribución de gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación”.

En la tabla I.1.2.1 se presentan las normativas a las que se apega la Planta Orizaba.

TABLA I.1.2.1 NORMATIVAS DE DISEÑO Y OPERACIÓN A LOS QUE SE APEGA LA PLANTA ORIZABA		
NORMATIVA	DESCRIPCIÓN	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO
NOM-001-SESH-2014	Disposiciones de diseño construcción y condiciones seguras de operación de plantas de almacenamiento distribución de gas L.P.	Reporte técnico tipo E (véase anexo D) Dictamen de la norma de almacenamiento (véase anexo D)
NOM-001-SEDE-2012	Disposiciones de seguridad para instalaciones eléctricas	Dictamen de la norma (véase anexo D)

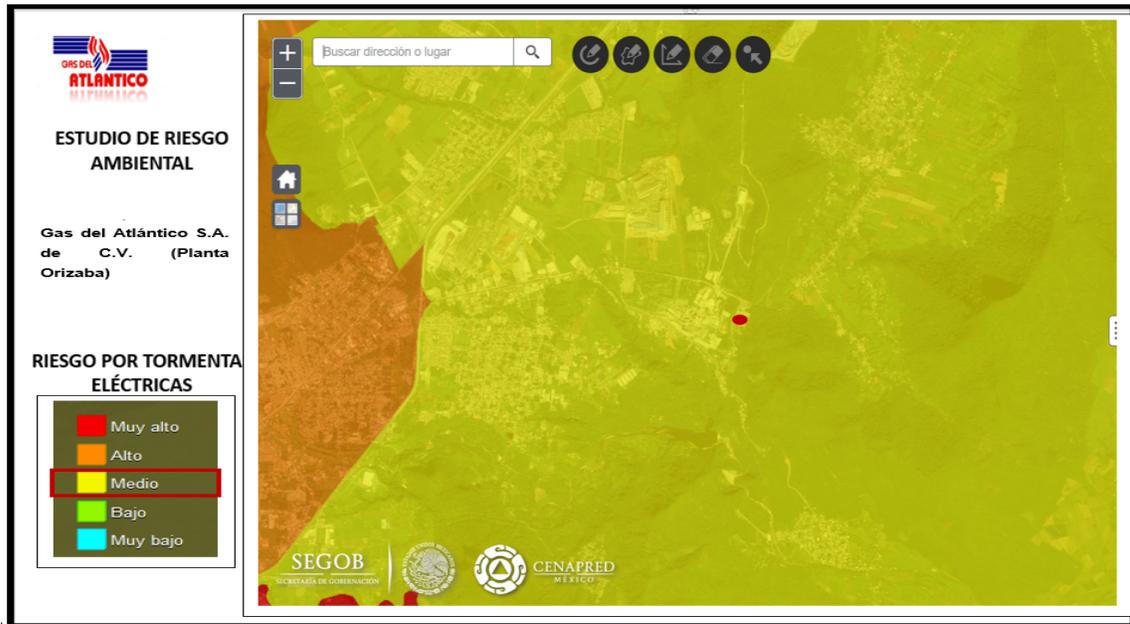
TABLA I.1.2.1 NORMATIVAS DE DISEÑO Y OPERACIÓN A LOS QUE SE APEGA LA PLANTA ORIZABA

	de áreas consideradas como peligrosas.
NOM-003-SEDG-2004	Disposiciones de diseño, construcción y Reporte técnico tipo E condiciones seguras de (véase anexo D) operación de Dictamen de la norma estaciones de gas L.P. (véase anexo D) para carburación.
NOM-013-SEDG-2002	Metodología de evaluación de la integridad mecánica de tanques de almacenamiento de gas L.P. Dictamen de la norma de cada uno de los tanques (véase anexo D)

B. Susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos climatológicos

Tormentas eléctricas

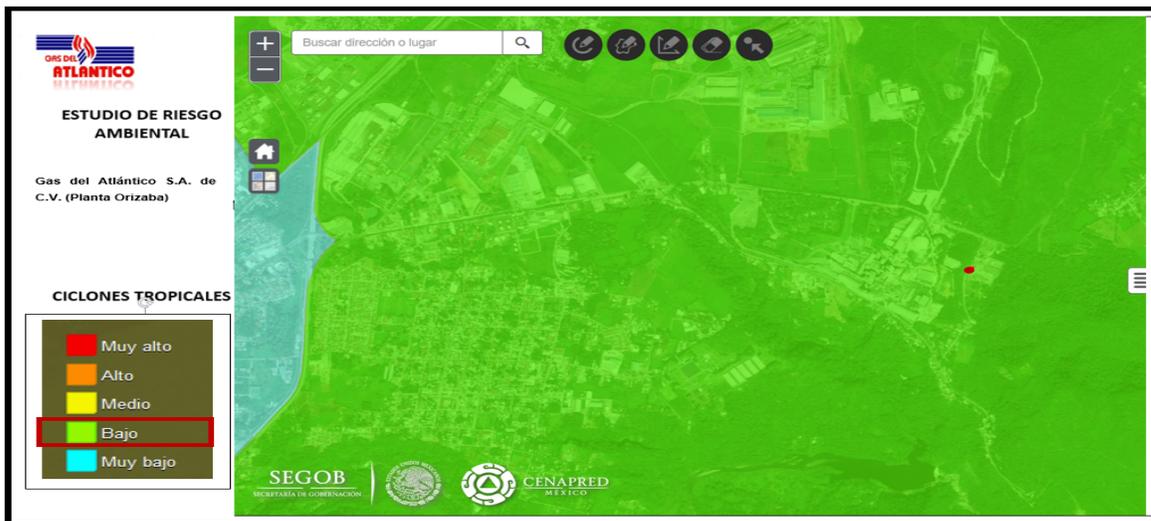
De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo, en la zona del proyecto existe una alta propensión de tormentas eléctricas, el promedio de días al año con tormenta eléctrica es mayor a 30.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

Ciclones tropicales

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo la zona presenta un NIVEL BAJO susceptible a ser golpeada por ciclones tropicales.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

Peligro por Sequía

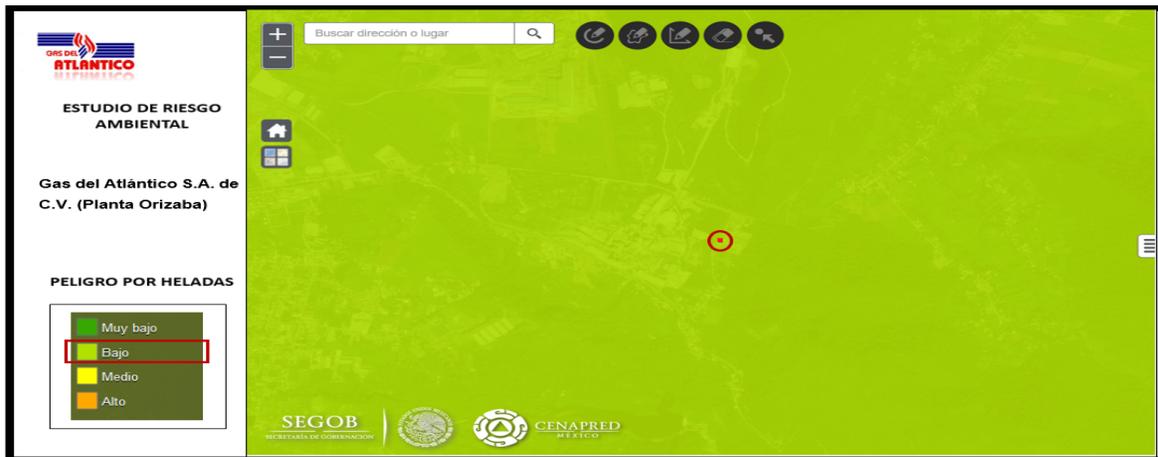
La zona presenta riesgo muy bajo por sequía.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

Heladas

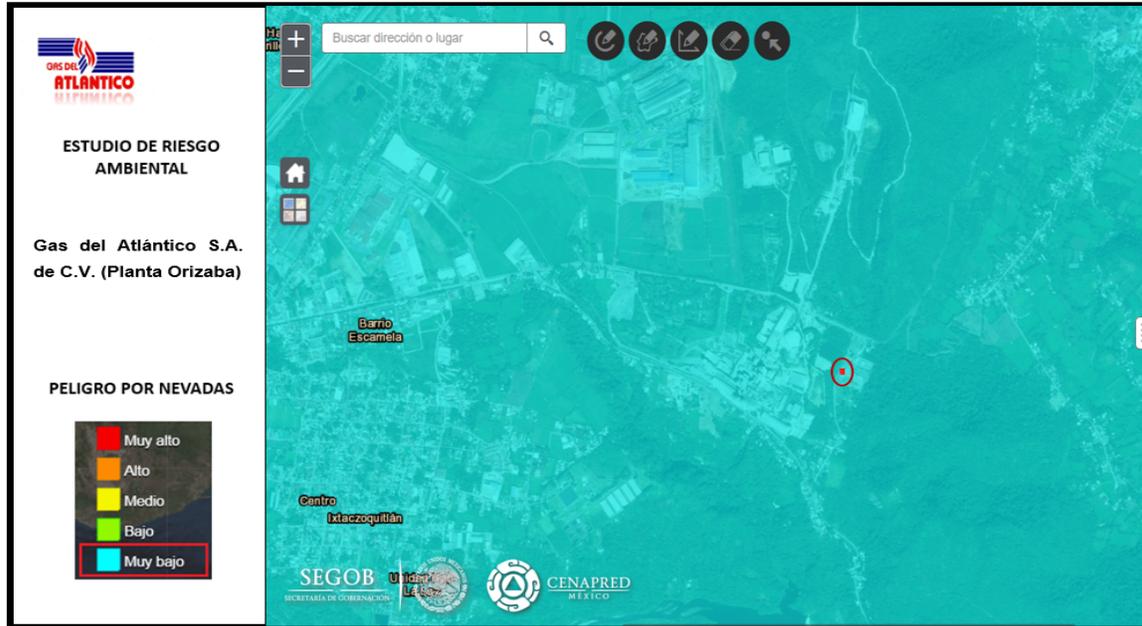
La zona presenta un índice bajo de días con heladas.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

Nevadas

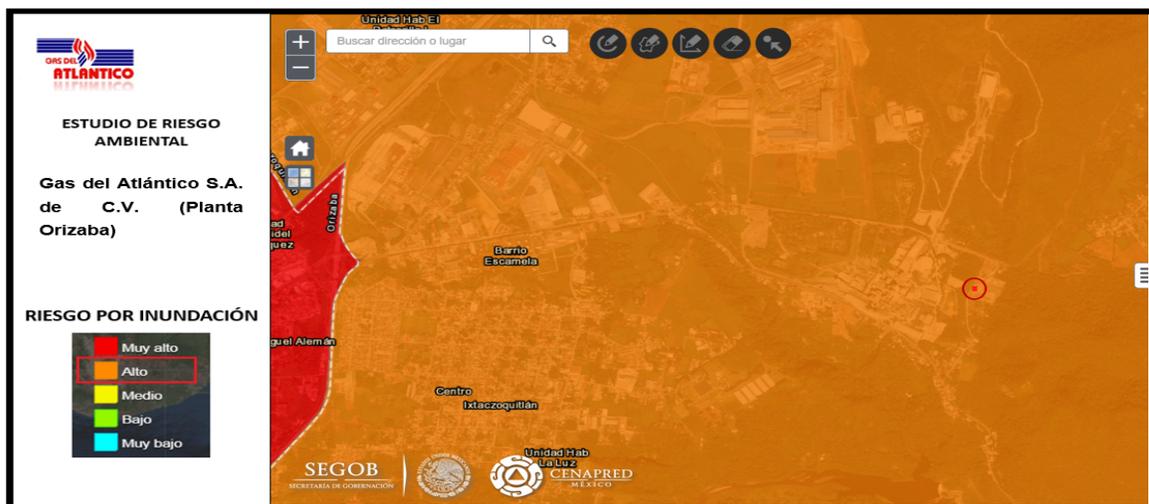
Las instalaciones de la planta presenta NIVEL MUY BAJO por peligro de nevadas.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

Inundación

La zona presenta riesgo alto por inundación.

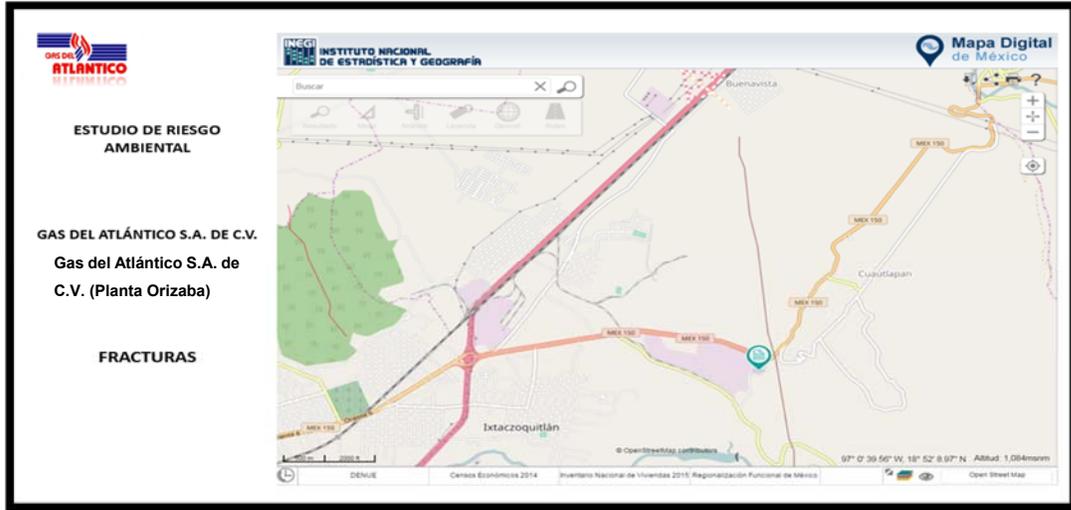


Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Presencia de fallas y fracturamientos.

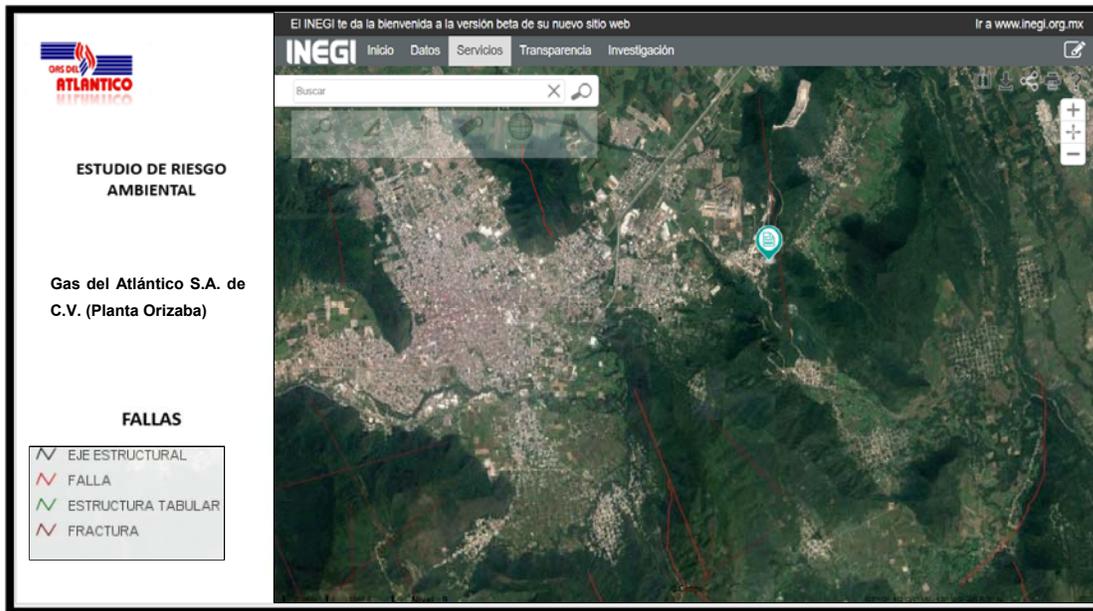
Fracturas Cerca de la zona del proyecto se encuentra una fractura, a 307.6 metros.



Fuente: Mapa Digital INEGI

Fallas

Las fallas más cercanas al área del proyecto:

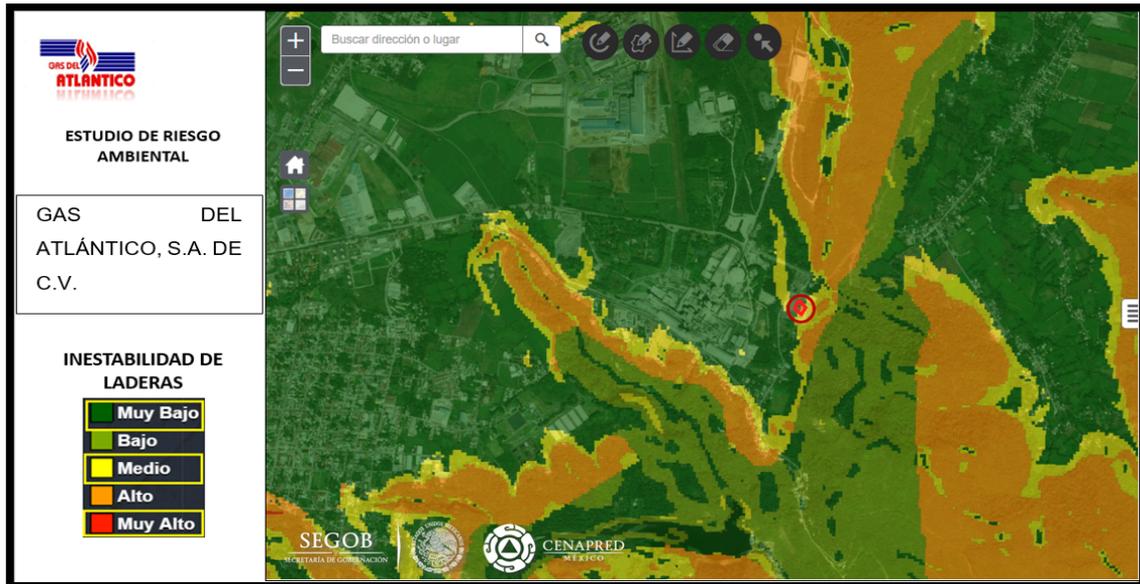


Fuente: Mapa Digital INEGI

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

C. Suceptibilidad por inestabilidad de laderas

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, el área de la instalación presenta riesgo muy bajo y medio a la inestabilidad de laderas.



Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

Sismos

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

La **Zona B**, de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Zona C, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad

La **Zona D** es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas B y C, son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. La zona del proyecto se localiza en la zona B con riesgo medio.



Regionalización Sísmica (CFE, 2015). Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

I.1.1 PROYECTO CIVIL

Urbanización

Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos se cuentan con terminación de concreto con pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia. El piso dentro de la zona de almacenamiento es de concreto y cuenta con un declive del 2% para evitar el estancamiento de aguas pluviales.

Todas las demás áreas libres de la Planta permanecen limpias y despejadas de todo tipo de materiales combustibles así como de objetos ajenos a la operación de la Planta.

Por el lado Suroeste de la Planta se cuenta con un acceso de 11.91 metros de ancho, usados para entrada y salida de los vehículos propiedad de la empresa. Así mismo se cuenta con una salida de emergencia para personas y vehículos de 7.30 metros de ancho por el lindero sureste.

Vías y espuelas ferrocarrileras.

La planta se abastece a través de semi remolques, por lo que no existen vías y espuelas de ferrocarril dentro de la perimetral de la Planta.

Edificios

Las construcciones destinadas para las oficinas generales, vigilancia, servicio sanitario para el personal administrativo y el tablero eléctrico se localizan por el lindero Suroeste del terreno de la planta, los materiales con que están contruidos son en su totalidad incombustibles ya que su techo es de losa de concreto, paredes de tabique y cemento con puertas y ventanas metálicas.

Las dimensiones de estas construcciones se especifican en el plano general de la planta (*ver anexo PRO-CIV-01, 03*). Estacionamiento y Taller para Reparación de Vehículos.

Estacionamiento

Las zonas destinadas para el estacionamiento interior de los vehículos repartidores están ubicados de tal forma que la entrada o salida de cualquier vehículo a estacionarse no interfiera con la libre circulación de los demás sin afectar a los ya estacionados. El piso es de concreto y cuenta con la pendiente adecuada para evitar el estancamiento de aguas de lluvia, esta Planta cuenta con áreas de circulación (*Ver anexo PRO-CIV-01*).

Talleres

Esta Planta cuenta con taller de servicio mecánico para la reparación menor de los vehículos propiedad de la empresa, efectuándose sólo las reparaciones que no implican la generación de chispa, y está ubicado por el lindero Suroeste de la planta.

Servicios Sanitarios

En las construcciones destinadas a los servicios sanitarios para el personal de servicio Portátil y Estacionario se cuenta para estos y trabajadores con los siguientes accesorios de baño: tres regaderas, tres inodoros, tres lavabos y un mingitorio múltiple. Está construido con materiales incombustibles, siendo su techo de losa maciza de concreto reforzado con espesor de 12 cm., con paredes de tabique y aplanado de cemento, con ventanas metálicas (*ver anexo PRO-CIV-03*).

Para el personal de oficinas, se cuenta con servicio sanitario en el interior de las mismas, dividiendo estos para damas y caballeros, que consta, el de damas de un inodoro y un lavabo, el de caballeros un inodoro y un lavabo.

Los servicios sanitarios quedan dentro de la misma construcción destinada a las oficinas distribuidas de la manera en la que se muestra en los planos (*Ver anexo PRO-CIV-03*).

El drenaje de aguas negras está conectado por medio de tubos de PVC de 152 mm de diámetro, con una pendiente del 2%, la cual desahoga en la fosa séptica de la planta.

Por lo descrito anteriormente, la construcción de los servicios sanitarios cumple con la reglamentación aplicable en la materia.

Zona de Almacenamiento

Gas del Atlántico, S.A de C.V. (Planta Orizaba) cuenta con tres tanques de almacenamiento, de tipo intemperie cilíndrico horizontal, especiales para contener Gas L.P., mismos que se localizan de tal manera que cumplen con las distancias mínimas que especifica la NOM-001-SEDG-1996.

Los tanques de almacenamiento se encuentran montados sobre bases de concreto, de tal forma que puedan desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.

Se cuenta con una zona de protección perimetral consistente en postes de concreto armado de 0.25 de diámetro y 1 metro de altura al NPT; hincados a 0.90 metros teniendo una longitud total de 2.15 m.

Los recipientes tienen una altura de 2 metros, medida de su parte inferior a nivel de piso terminado de la zona de almacenamiento.

Se cuenta con dos escaleras metálicas con pasarela para tener acceso a la lectura de los instrumentos de medición y para mantenimiento de los accesorios de los tanques.

Muelle de llenado

El muelle de llenado se localiza por el lado Suroeste de los tanques de almacenamiento, a una distancia de 10.40 metros de la tangencia de los tanques. Está construido en su totalidad con materiales incombustibles; siendo su techo de lámina galvanizada sobre una estructura metálica y soportada por columnas de acero; su piso es relleno de tepetate con terminación de concreto. El muelle cuenta con una protección de hule de llanta para el impacto de las unidades y así evitar chispas (*Ver anexo PRO-CIV-05 al 06*). Sus dimensiones son las siguientes:

Largo Total	26.10 m
Ancho	13.00 m
Altura del piso a plataforma	1.20 m
Altura plataforma a techo	3.85 m
Superficie	339.30 m

Cálculo de la cimentación y sustentación de los tanques de almacenamiento.

Se tienen 3 recipientes instalados cilindros- horizontales de 250,000 litros de agua al 100% cada uno.

Las bases fueron diseñadas para garantizar un hundimiento uniforme en caso de existirlo, se colocaron zapatas aisladas, que son responsables para lograr un comportamiento uniforme en caso de hundimiento. Se toma en cuenta para hacer el cálculo de la cimentación en tanque de mayor capacidad.

DATOS DEL TANQUE	
Longitud del tanque	29.82 m
Diámetro del tanque	3.38 m
2 semiesferas de 1.69 m	3.38
Distancia entre apoyos	19.65 m
Tara de cada apoyo	20.550 Ton
Tara Total	41.10 Ton
Agua 100% capacidad en kg. de fluido cuya densidad es de 0.60 kg/l	150.00 Ton
Total	191.10 Ton
Peso en cada soporte	95.55 Ton (lleno)
Peso en cada soporte	20.55 Ton (vacío)

Los tanques están soportados sobre bases de concreto de columnas de 3.20 m x 3.80 m las cuales se apoyan sobre la base de la zapata de cimentación (Ver anexo PRO-CIV-02).

Distancias Mínimas de Diseño

Las distancias mínimas en esta Planta son las siguientes:

Del tanque de almacenamiento más cercano a:

Bardas límite del predio de la planta (15,00 m)	28.49 m
Llenaderas de recipientes portátiles (6,50)	12.41 m
Muelle de llenado (6,00 m)	10.37 m
Oficinas o bodegas (15,00 m)	65.30 m
Otro tanque de almacenamiento en el interior de la Planta	2.05 m
Piso terminado (1.50 m)	2.00 m
Planta generadora de energía eléctrica	56.95 m
Talleres (25.00 m)	61.16 m
Toma de carburación de auto abasto (5.00 m)	11.79 m
Toma de recepción (5.00 m)	11.38 m
Toma de suministro (5.00 m)	11.79 m
Vegetación de ornato (15.00 m)	35.50 m
Zona de protección a tanques de almacenamiento (2.00 m)	m
a) De llenaderas de recipientes a	
Lindero propio de la Planta (15.00 m)	41.08 m
Oficinas o bodegas propias de la planta (15.00 m)	31.22 m
Tomas de suministro (6.00 m)	28.95 m
Tomas de recepción (6.00 m)	32.95 m
Toma de carburación (6.00 m)	29.41 m
b) De tomas de recepción a:	
Lindero de la planta (8.00 m)	26.62 m
Oficinas, cuarto de servicio para vigilancia y bodegas (15.00 m)	82.20 m

Talleres (25,00 m) 72.45 m

c) De tomas de suministro a:

Lindero de la planta (8.00 m) 37.99 m

Oficinas, cuarto de servicio para vigilancia y bodegas (15.00 m) 81.83 m

Talleres (25.00 m) 81.28 m

d) De bombas y compresores a:

Límite de sus zonas de protección (2.00 m) 2.00 m

Pintura de identificación

Los medios de protección contra tránsito vehicular están pintados con franjas diagonales alteradas de amarillo y negro.

I.1.2. Proyecto mecánico

Tanques de almacenamiento

- Esta Planta cuenta con tres tanques de almacenamiento de tipo intemperie cilíndrica horizontal, especiales para contener Gas L.P., los cuales se localizan de tal manera que cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.
- Se tienen montados sobre bases de concreto, de tal forma que pueden desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación, entre la placa de esfuerzo y la base, se utiliza material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.
- Cuentan con una zona de protección consistente en postes de concreto de 1.25 metros de altura al NPT.
- Los tanques tienen una altura de 2.00 metros, medida de la parte inferior de los mismos niveles de piso terminado.
- Al costado de los tanques se tiene una escalera metálica para tener acceso a la parte superior de los casquetes para dar medición los instrumentos

instalados, se tiene una pasarela para dar servicio a las válvulas de relevo de presión.

- f) Los tanques, escalera y pasarela metálica cuentan con una protección para la corrosión de un primario epóxico catalizador tipo R.P. 680

Los tanques cuentan con las siguientes características:

TANQUE I	
Construido por	TATSA
Según norma	NOM-021/1 Y 021/2-SCFI-1993
Capacidad litros agua	250 000 litros agua
Año de fabricación	1998
Diámetro exterior	337 cm
Longitud Total	2985 cm
Presión de Trabajo	17.50 kg/cm ²
Factor de seguridad	4
Forma de las cabezas	Semi esféricas
Eficiencia	100 %
Espesor Láminas cabezas	11.48 mm
Material Lámina cabeza	SA-612
Espesor Lámina cuerpo	20.80 mm
Material lamina cuerpo	SA-612
Coples	210 kg/cm ²
No. de serie	TP-1278
TARA	39,077 KG
TANQUE II	
Construido por	TATSA
Según norma	NOM-021/1 Y 021/2-SCFI-1993

Capacidad litros agua	250000 litros agua
Año de fabricación	1999
Diámetro exterior	330 cm
Longitud Total	2980 cm
Presión de Trabajo	14 kg/cm ²
Factor de seguridad	4
Forma de las cabezas	Semi esféricas
Eficiencia	100 %
Espesor Láminas cabezas	9.50 mm
Material Lámina cabeza	SA-612
Espesor Lámina cuerpo	16.50 mm
Material lamina cuerpo	SA-612
Coples	210 kg/cm ²
No. de serie	TP-1522
TARA	39,077 KG
TANQUE III	
Construido por	TATSA
Según norma	NOM-021/1 Y 021/2-SCFI-1993
Capacidad litros agua	250 000 litros agua
Año de fabricación	1996
Diámetro exterior	337.80 cm
Longitud Total	29500 cm
Presión de Trabajo	14 kg/cm ²
Factor de seguridad	4
Forma de las cabezas	Semi esféricas
Eficiencia	100 %
Espesor Láminas cabezas	9.52 mm

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

**Grupo Ambiental Hábitat Biol. Manuel A.
Jiménez Hernández**

Certificados en
ISO 9001:2008.



Material Lámina cabeza	SA-612
Espesor Lámina cuerpo	16.58 mm
Material lamina cuerpo	SA-612
Coples	210 kg/cm ²
No. de serie	TP-951
TARA	41,100 kg

Cada uno de los recipientes I y II cuentan con los siguientes accesorios:

- Un medidor de nivel líquido Marca Magnatel de 25.4 mm de diámetro
- Un termómetro marca Rochester con graduación de -20 °C a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro Marca Eva con graduación de 0-21 kg/cm² de 6.4 mm de diámetro.
- Una válvula de máximo llenado al 90 % marca Rego Modelo 3165.
- Una válvula de máximo llenado al 85 % marca Rego Modelo 3165
- Cinco válvulas internas para gas- líquido marca Rego Modelo A3213 A 400 DE 76 mm (3'') de diámetro, cada una con actuador neumático Modelo A321961 BA156B06A
- Tres válvulas internas para gas líquido Marca Rego, Modelo A3212 251 de 51 mm (2'') de diámetro.
- Dos válvulas de exceso de flujo de 51 mm (2''), marca Rego, modelo A3292b con tapón macho.
- Una conexión soldada a el tanque para cable a "tierra"
- Dos válvulas multiport marca Rego, modelo A8574G
- Ocho válvulas de seguridad para válvulas multiport, marca Rego modelo A3149MGA

El recipiente III cuenta con los siguientes accesorios:

- Un medidor de nivel de líquido marca Magnatel de 25.4 mm de diámetro
- Un termómetro marca Rochester con graduación de -20 °C a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro Marca Eva con graduación de 0-21 kg/cm² de 6.4 mm de diámetro.
- Una válvula de máximo llenado al 90 % marca Rego Modelo 3165.
- Una válvula de máximo llenado al 85 % marca Rego Modelo 3165
- Cuatro válvulas internas para gas- líquido marca Rego Modelo A3213 A 400 DE 76 mm (3'') de diámetro, cada una con actuador neumático Modelo A321961 BA156B06A
- Una válvula interna para gas líquido Marca Rego, Modelo A3212 A 250 de 51 mm (2'') de diámetro.
- Dos válvulas internas para gas líquido Marca Rego, Modelo A3212 A 250 de 51 mm (2'') de diámetro.
- Cuatro válvulas de exceso de flujo de 51 mm (2''), marca Rego, modelo A3292b con tapón macho.
- Una conexión soldada a el tanque para cable a "tierra"
- Dos válvulas multiport marca Rego, modelo A8574G
- Ocho válvulas de seguridad para válvulas multiport, marca Rego modelo A3149MGA

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DE BOMBAS			
Característica	Bomba 1 y 2	Bomba 3	Bomba 4 y 5
Operación básica	Recipientes Portátiles	Carga de auto tanque (Carburación)	Carga de auto tanque
Marca	Blackmer	Blackmer	Blackmer
Modelo	LGLD-4	LGLD-2E	LGLD-3E
Motor eléctrico	15 C.F.	5 C.F.	10 C.F.
R.P.M.	640	640	640
Capacidad nominal	757 L.M.P. (200 G.P.M.)	189.25 L.M.P. (200 G.P.M.)	378.5 L.M.P. (200 G.P.M.)
Presión diferencial de trabajo	5 Kg/cm ²	3 Kg/cm ²	5 Kg/cm ²
Tubería de succión	101 mm (4")	51 mm (4")	76 mm (4")
Tubería de descarga	101 mm (4")	51 mm (4")	76 mm (4")
CARACTERÍSTICAS DE COMPRESOR			
Característica	Compresor I y II		
Operación básica	Descarga de semirremolques		
Marca	Corken		
Modelo	490		
Motor eléctrico	15 C.F.		
R.P.M.	740		
Capacidad nominal	757 L.M.P. (200 G.P.M.)		
Desplazamiento	53 m ³ /hr		
Ratio de compresión	1.49		
Presión diferencial de trabajo (máx)	5 kg/cm ²		
Tubería de descarga	101 mm (4")		

Tubería de gas - vapor	76 mm (3")
	51 mm (2")
	76 mm (3")
	51 mm (2")

Las bombas y los compresores se encuentran ubicados dentro de la zona de protección de los tanques de almacenamiento, que consiste en postes de concreto de 1.25 metros de altura y además cumplen con las distancias reglamentarias.

Cada bomba se encuentra cimentada a una base de concreto y cada compresor, junto con su motor, se encuentra soportado a una base metálica, la que a su vez esta fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.

Los motores eléctricos acoplados a las bombas y a los compresores son los apropiados para operar en atmosferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además están conectados a sistema general de "tierras". Se cuenta con el equipo necesario para realizar en condiciones de seguridad, los trasiegos de emergencia, para trasegar a recipientes vacíos, el gas contenido en recipientes portátiles que por cualquier motivo no cumplan las debidas condiciones de seguridad.

Controles Manuales

En diversos puntos de la instalación se tienen instaladas válvulas de globo y bola de operación manual, para una presión de trabajo de 28 kh/cm². Las que permanecen cerradas o abiertas según el sentido del flujo que se requiera.

Controles Automáticos

A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático de 32 mm (1 ¼") para retorno de gas- líquido excedente a los tanques de almacenamiento, éste control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y esta calibrada para una presión de apertura de 5kg/cm² (71 Lb/in²) para todas las bombas.

Carga de auto-tanques con bomba

Se cuenta con dos bombas para el llenado de auto-tanques. La bomba es de la marca Blackmer con motor eléctrico de 10 C.F. operando a 640 R.P.M.y 3kg/cm² de la presión diferencial máxima, proporcionando un gasto de 378.5 L.P.M, por lo que un auto-tanque de 250 000 litros al 90 % se llenará en 33 minutos aproximadamente.

Tuberías y conexiones

Todas las tuberías instaladas para conducir gas L.P. son de acero cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones roscables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm², los accesorios roscados son para una presión de trabajo de 140-210 Kg/cm² y con tubería de acero cedula 80.

Los diámetros de las tuberías instaladas son:

DIÁMETROS DE TUBERÍAS			
Trayectoria	Líquido	Retorno líquido	Vapor
De los tanques a muelle de llenado	152 mm, 101 mm, 76 mm, 54 mm y 13 mm	51 mm	-----
De tanques a tomas de suministro de autotanques	76 mm y 51 mm	51 mm	51 mm
De tanques a toma de recepción	76 mm	-----	51 mm

En las tuberías conductoras de gas líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm² y capacidad de descarga de 22 m³/min. Y son de 13 mm (1/2'') de diámetro.

La trayectoria de las tuberías, dentro de la zona de almacenamiento es visibles, sobre el nivel del piso. Para la sujeción y fijación de las tuberías se cuenta con soportaria metálica fabricada con canal de fierro, el contacto del tubo con el canal está protegido contra la corrosión con cinta polyken y felpa.

Pruebas de hermeticidad

Al sistema de tuberías se le aplicó CO₂ a una presión de 1.5 veces la presión de diseño durante un tiempo mínimo de 60 minutos, después del cual se le inspeccionó que no hubiera fugas en uniones de tuberías y conexiones soldadas y roscadas.

Múltiples de Llenado

Se tienen cinco múltiples de llenado contruidos con tuberías de acero cédula 40, sin costura, para alta presión de 51 mm (2'') de diámetro y conexiones soldables para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm², en accesorio roscados su presión mínima de trabajo es de 140-210 kg/cm², cada uno tiene instalada una válvula de seguridad para alivio de presión hidrostática de 13 mm de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de diámetro en su entrada y caratula de 64 mm de diámetro. Se tiene una altura de 1.70 metros N.P.T se tiene fijo por medios de soporte metálicos al piso del muelle, dos cuentan con cuatro salidas y tres cuentan con ocho salidas y estos tres cuentan además con una solda adicional para el llenado de recipientes portátiles en basculas de reposo de los cuales se ramifican treinta y dos llenaderas, por lo que se requiere de un flujo de 968.56 L.P.M. al 100 %. Se tiene dos bombas seleccionadas para satisfacer esta demanda con una capacidad nominal de 757 L.P.M. cada una.

Básculas de llenado

Sobre el muelle de llenado se instalaron treinta y dos básculas del tipo plataforma con capacidad de 260 kg., cada una, mismas que son usadas para el control del peso en el llenado de recipientes portátiles, estas básculas son conectadas para su mejor protección al sistema general de tierras, para el control del llenado de los recipientes se cuenta con controles eléctricos, los cuales accionan por medio de un sensor y este a su vez manda la señal a un panel de control para interrumpir el llenado.

Básculas de reposo

Se cuenta también en el muelle de llenado con tres básculas del tipo de plataforma para reposo de recipientes portátiles, igualmente conectados al sistema de tierras.

Llenaderas

Cada llenaderas cuenta con los siguientes accesorios:

- Una válvula solenoide de 13 mm de diámetro
- Una manguera especial para Gas L.P. de 13 mm de diámetro.
- Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro
- Un conector especial para llenado

Vaciado de Gas de los recipientes portátiles

La planta cuenta con un sistema para el vaciado de gases pesados de los recipientes portátiles, el cual consta de un tanque para reciclado de productos TRP tipo estacionario de capacidad apropiada, ubicada junto al muelle de llenado, consta además de un múltiple de cuatro salidas conectadas al tanque antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido del recipiente.

Tomas de recepción

Las tomas para descargar semi-remolques o de recepción está localizada al lado Noroeste de la zona de almacenamiento y se encuentra dentro de la misma, protegida con postes de concreto reforzado a una altura mínima de 1.25.

Para la descarga de semi remolques se tiene dos tomas, constando de dos bocas terminales de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas líquido que se conecta a una tubería de 76 mm (3") de diámetro para llegar a los tanques, además este juego está integrado por una boca terminal de 32 mm (1 ¼) de diámetro para conducir gas- vapor que se conecta a la tubería de 51 mm (2") de diámetro para llegar a los tanques de almacenamiento.

Tomas de suministro

Para el suministro de auto-tanques se cuenta con dos juegos de tomas de suministro, constando cada juego de una boca terminal de 51 mm de diámetro para conducir gas líquido que se ensancha a un diámetro de 76 mm de diámetro, además cada juego está integrado por una boca terminal de 32 mm de diámetro; para conducir gas vapor que se ensancha a 51 (2") mm de diámetro.

Mangueras

Todas las mangueras usadas para conducir Gas L.P. son especiales para este uso, fueron construidas con hule neopreno y doble malla textil, se encuentran diseñadas para una presión de trabajo de 24.60 kg/cm² y una presión de ruptura de 140 kg/cm². Además, las mangueras cuando no estén en servicio sus acopladores quedan protegidas con tapón.

Soportes

Las tomas para su mejor protección, están fijas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico, contándose también en esta zona con pinzas especiales para conexión a tierra de los transportes al momento de efectuar el y trasiego de Gas L.P.

I.1.3. Proyecto sistema contra-incendio

Rótulos de prevención, pintura de protección y colores de identificación

- A. Los tanques de almacenamiento se tienen pintados de color blanco brillante, en su casquete un círculo rojo, cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro de los recipientes, además tienen inscrito con caracteres no menores de 25 cm la capacidad total en litros de agua así como la razón social de la empresa, contenido y número económico.
- B. Todas las tuberías se encuentran pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios.

- C. Los postes de concreto de la zona de protección, así como topes y defensas existentes en el interior de la planta se tienen pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro de forma alternada.
- D. En el recinto de la planta se encuentran instalados y distribuidos en lugares apropiados letrero con diferentes leyendas, ubicados en la zona de almacenamiento y trasiego así como en la entrada de la planta, en ambos lados de la planta, entrada de la planta y zona de almacenamiento.

Sistema de seguridad por medio de extintores

Como medida de seguridad y como prevención contra incendios, se encuentran instalados extintores en polvo químico seco del tipo ABC, manuales de 9 kg y de carretilla de 50 kg de capacidad cada uno.

Extintores manuales

Muelle de llenado	5
Tableros eléctricos (bióxido de carbono)	6
Oficinas	2
Estacionamiento y patio exterior	6
Tomas de recepción	4
Zona de almacenamiento	6
Bombas	5
Compresores	2
Vigilancia	1
Tomas de suministro	2
Sustancias peligrosas	1
Baños	1
Extintor de Carretilla (zona de almacenamiento)	2
Vaciado de cilindros	1
Subestación eléctrica	1
Planta eléctrica	1
Taller	2
Equipo Contra Incendio	1

Los extintores se encuentran localizados de acuerdo a la NOM-027-STPS-1993, la instalación de los mismos es visible y de fácil acceso a una altura de 1.50 m, además cuentan con el registro de fecha de adquisición, inspección, revisión y prueba hidrostática en su caso.

Se cuenta también con extintor de carretilla con capacidad de 50 kg de polvo químico seco, clase ABC, localizado en zonas de almacenamiento.

Equipos de seguridad

- Accesorios de protección: a la entrada de la planta se cuenta con un anaquel con artefactos mata chispas, los cuales son colocados a todos los vehículos que ingresan a la planta, se cuenta también con botiquín de primeros auxilios localizado en la construcción destinada a las oficinas.
- Alarmas, el sistema de alarma general a base una sirena eléctrica, la cual es alimentada en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad de funcionamiento.
- Trajes, se cuenta con dos trajes especiales para el personal encargado de los principales medios contra incendio.
- Comunicaciones, se cuenta con un sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas.

Manejo de agua a presión

Para el manejo de agua a presión se cuenta con un sistema compuesto por los siguientes elementos:

1. Cisterna de seguridad: se cuenta con una cisterna con capacidad, para hacer un total de almacenamiento de 176 m³ de agua. Su llenado es a través de res municipal.
2. Cuarto de Control contra incendio está construido a un costado de la cisterna.

Está equipado con los siguientes elementos:

Bomba con motor eléctrico marca IEM de 60 HP a 3500 RPM 60/3/220 volts, gasto de 2838.75 L.P.M. a 7 kg/cm²

3. Red distribuidora, instalada subterráneamente a una profundidad de 1.00 metros, la red que alimenta el sistema de enfriamiento, inicia su recorrido en el cuarto de máquinas. Este sistemas alimenta los siguientes componentes:

Tres hidrantes, y el riego por aspersion de los tanques de almacenamiento de Gas L.P. para el enfriamiento del tanque de cuenta con una válvula de bola de acondicionamiento manual, la tubería es de acero al carbón cedula 40 en su recorrido.

4. Tubería y elementos de rociado para los tanques

Los tanques cuentan con tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba.

Las tuberías son de 51 mm de diámetro. Los tubos se instalaron a lo largo de los tanques, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

Además, se cuenta con un sistema contra incendio a base de agua por aspersion.

I.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

1. Descripción general del tipo de servicios que se brinda en las instalaciones

En particular, las actividades que se realizan en la Planta de Almacenamiento se resume al almacenamiento y manejo del Gas L.P., el trasiego se efectúa de los remolques-tanque al tanque de almacenamiento fijo de la planta, de éste (a través del muelle de llenado y tomas de suministro) a los tanques cilíndricos portátiles y en auto tanques respectivamente, cuyo objeto es la distribución domiciliaria.

Por lo que en la planta de almacenamiento para distribución de gas L.P., no se realiza ningún proceso de transformación; únicamente se realizan actividades de trasiego de gas L.P.

Operación

El proceso principal aquí es el trasiego del Gas L.P. de un recipiente a otro que se realiza de la siguiente manera:

Esta planta tiene como se mencionó anteriormente la finalidad de almacenar, y distribuir Gas L.P. a los diferentes núcleos de población ya sea en recipientes portátiles o en los tanques estacionarios de los usuarios, las actividades realizadas por el establecimiento se describen a continuación.

La planta de almacenamiento y distribución de gas L.P. cuenta con 2 procesos básicos:

- Recepción y Almacenamiento.
- Despacho y distribución de gas L.P. en recipientes portátiles de Gas L.P. y auto tanques.

- Recepción de gas del proveedor, descarga de remolques-tanque

El gas L.P. se recibe en la planta mediante auto-transportes cuya capacidad es de 45,000 litros agua al 100%, el cual requiere de un tiempo de 2.5 h para su descarga total. Estos transportan 40,000 litros en promedio, con un gasto de descarga de 40,500 litros en 150 min.

- Llenado de Auto-tanques de abasto

Los auto-tanques de abasto a tanques estacionarios, se colocan en la isla de llenado, apagan el motor, luces y cualquier accesorio eléctrico, se colocan las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje. El llenador verifica su contenido, presión y temperatura, acopla mangueras de llenado, abre válvulas y arranca la bomba. Al alcanzar el volumen de 85%, apaga la bomba, cierra válvulas, desconecta mangueras, quita cuñas y cable de aterrizaje e indica al operador que puede abandonar las instalaciones.

- Llenado de recipientes Portátiles

Los recipientes portátiles para uso doméstico, se abastecen en el muelle de llenado, donde son colocados en las básculas respectivas, se le enrosca la llenadora y se abre la válvula. Cuando alcanza el peso deseado, la válvula se cierra automáticamente. Se desacoplan y pasan al área de carga donde, donde el camión repartidor que se encuentra vacío, estiba los recipientes llenos. Finalmente sale de la planta para realizar el reparto domiciliario

Tecnologías que se utilizan durante el proceso de operación de la planta, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos

Proceso de la operación de la planta

Las operaciones de trasiego que se realizarán en la planta son las siguientes:

El vigilante permite el acceso al interior de la planta a los camiones repartidores de gas doméstico y auto-tanques, verificando que en el acceso se cuente con matachispas instalados. El operador del vehículo se estaciona en el andén, apaga el motor, radio, luces y otros accesorios y descarga los recipientes vacíos.

Posteriormente el personal de llenado selecciona los recipientes a fin de detectar anomalías o desperfectos en los mismos; aquellos que presenten daños en la base, espiga, capuchón o indicios de corrosión se separan y son enviados al taller de mantenimiento para su reparación; en caso de encontrarse en condiciones inadecuadas se envían al fondo de reposición de recipientes portátiles. Los recipientes que se encuentran en buenas condiciones pasan al área de llenado, donde son colocados en las básculas respectivas; se le enrosca la llenadera y se abre la válvula. Cuando alcanza el peso deseado, la válvula se cierra automáticamente. Se desacoplan y pasan al área de carga, donde el camión repartidor que se encuentra vacío estiba los recipientes llenos. Finalmente sale de la planta para realizar el reparto domiciliario.

Los auto-tanques de abasto a tanques estacionarios se estacionan en la isla de llenado, apagan el motor, luces y cualquier accesorio eléctrico, se colocan las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje. El llenador verifica su contenido, presión y temperatura, acopla las mangueras de llenado, abre válvulas y arranca la bomba. Al alcanzar el volumen de 85%, apaga la bomba, cierra válvulas, desconecta mangueras, quita cuñas y cable de aterrizaje e indica al operador que puede abandonar las instalaciones.

Los vehículos propios de la empresa que utilizan gas como combustible se estacionan en la isla de llenado, el conductor apaga todo el sistema de uso eléctrico, se colocan cuñas y tierra estática y la manguera de carga al vehículo, se dota de combustible hasta el 85%, se desconectan los accesorios instalados y se retira la unidad.

- Procedimientos de descarga de remolques-tanque

Durante la etapa de operación la Planta de Almacenamiento, el Gas L.P. se recibe mediante auto-transportes cuya capacidad es de 45,000 litros agua al 100%, el cual requiere de un tiempo de 2.5 horas para su descarga total. Los auto-transportes contienen un volumen máximo al 90% de su capacidad, por lo que transportan 40,000 litros en promedio; donde el gasto de descarga es de 40,500 litros en 150 minutos (2.5 horas).

Existe un área de descarga, construida de concreto armado, que recibe tuberías de carga y descarga, los cuales salen de la zona de protección de los tanques y están bajo trincheras en la parte media, las tuberías son para líquido y vapor; se trata de una isla para protección contra choques metálicos y alguna mala operación en las maniobras de trasiego, se encuentra protegida con viguetas de acero fuertemente empotradas; cada toma cuenta en su extremo con válvulas de paso de acción manual, válvulas de exceso de flujo y adaptadores a las mangueras de trasiego.

- Procedimientos de Descarga

Al inicio de cada turno el personal de descarga revisa el espacio disponible de cada uno de los tanques de almacenamiento. Al llegar a la planta el auto-transporte se dirige al área de recepción donde es recibido por el personal de descarga. El operador de descarga revisa dicho documento para enterarse del porcentaje del contenido en el autotransporte, también se cerciora de la presión del recipiente con los dispositivos de medición instalados en el vehículo. Indica al operador del auto-transporte donde deberá estacionarse y verificará que la

unidad esté totalmente detenida, con el motor apagado y el freno de estacionamiento colocado.

Toma la lectura del porcentaje del contenido, así como la presión a la que viene, coloca las cuñas metálicas, en por lo menos dos de las ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo; también se coloca el cable para aterrizaje de la unidad. Acopla la manguera de líquido (normalmente de 51 mm) misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y color rojo. Posteriormente abre la válvula de la manguera como de la unidad.

Selecciona en que tanque(s) de almacenamiento se descargará, abrirá las válvulas tanto de líquido como de vapor del recipiente. En la línea del tanque hasta la estación de descarga se abren las válvulas correspondientes, cerciorándose que las válvulas no permanezcan cerradas; accionará el interruptor que pone a funcionar la compresora por medio de su motor eléctrico.

Durante la operación de descarga, el descargador por ningún motivo se retira de la isla y periódicamente verifica el contenido restante en el autotransporte, mediante el medidor rotatorio hasta que alcance el valor de cero. En cuanto el medidor rotatorio marque cero, el descargador apaga el motor de la compresora. Cerrará las válvulas de líquido de las mangueras, así como del auto-transporte y las retira de la unidad. Se cierra la válvula de vapor como se indicó anteriormente y desacopla todas las líneas.

Coloca los tapones respectivos en las tomas de líquidos y vapor del auto transporte, así como en las mangueras, las cuales se colocan en su lugar correspondiente y se retiran las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje. Informará al operador que la unidad ha sido descargada y puede retirarse.

- Procedimiento de llenado de auto-tanques:

El operador estaciona el auto-tanque en el área de carga, donde el personal encargado del llenado sigue la secuencia de las siguientes operaciones:

Verifica que las llaves de encendido del motor del auto-tanque no estén colocadas en el switch de encendido; que se encuentren colocadas correctamente las cuñas metálicas en las llantas traseras del vehículo y la pinza del cable de aterrizaje. Revisará, utilizando el medidor rotatorio el porcentaje de gas que tiene el auto-tanque (Contenido del sobrante con el que regreso de ruta).

Con el volumen en porcentaje de gas que contiene el auto-tanque, el llenador podrá calcular la cantidad de gas que habrá de suministrarle al autotanque, para que este alcance el 90% de su capacidad; Coloca la palanca indicadora del medidor rotatorio en el nivel que se desee y deja la válvula del medidor rotatorio abierta con el objeto de saber el momento preciso en que el llenado ha llegado al nivel deseado.

Selecciona el tanque del cual se va a suministrar gas, determinando el porcentaje de su llenado, por medio del medidor del mismo tanque establece continuidad de flujo abriendo las válvulas de corte, desde el tanque hasta el mismo auto-tanque por llenar.

Verifica que no existan fugas en las conexiones de la manguera con el autotanque, tanto en las líneas que conducen líquido como las de vapor. Oprime el botón energizado del motor de la bomba. Durante el llenado verifica que se realice con normalidad y por ningún motivo abandonará la supervisión de esta operación; continuamente verificará el porcentaje de llenado de autotanque.

Retira las calzas de las llantas del auto-tanque, revisara en todo su alrededor la unidad, haciendo hincapié que en las tomas no existan fugas. El llenador da aviso al operador para que retire la unidad y la estacione en el lugar asignado a tal auto-tanque. La función de un operador es la de conducir la unidad en el área de circulación con la precaución debida.

- Procedimiento de llenado de recipientes portátiles

El vigilante permite el acceso al interior de la planta a los camiones repartidores de gas doméstico, verificando que en su acceso cuente con el matachispas instalado.

El operador del vehículo se estaciona en el andén, apaga el motor, radio, luces y otros accesorios y descarga los recipientes vacíos.

Posteriormente el personal de llenado selecciona los recipientes a fin de detectar anomalías o desperfectos en los mismos; aquellos que presenten daños en la base, espiga, capuchón o indicios de corrosión se separan y son enviados al taller de mantenimiento para su reparación. En caso de encontrarse en condiciones inadecuadas se envían al fondo de reposición de recipientes.

Los recipientes que se encuentran en buenas condiciones pasan al área de llenado, donde son colocados en las básculas respectivas, se enrosca la llenadera y abre la válvula. Cuando alcanza el peso deseado, la válvula se cierra automáticamente, pasan al área de carga para estibarlos en el camión repartidor. Finalmente sale de la planta para realizar el reparto domiciliario.

La operación de la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P. es relativamente simple, ya que en ellas no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química.

Como se observa en la descripción de los procesos de operación de la Planta, el único material a manejar es el Gas L.P. y en el proceso no se generan impactos ambientales ya que no se emplea ningún tipo de sustancia contaminante, ni se suscitan reacciones químicas así como tampoco se emplean grandes volúmenes de agua y por lo tanto no se generan lodos residuales.

c) Listar todas las materias primas, productos, y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente riesgosas.

En la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P. de la empresa Gas del Atlántico, S.A. de C.V., no se realiza ningún tipo de proceso productivo y por lo tanto no existe la generación de productos y subproductos, la materia prima y producto final es únicamente el Gas L.P.

El Gas L.P. no sufre ninguna transformación debido a que solo se realizan operaciones de almacenamiento y detrás base, además de que el Gas L.P. no se combina con ninguna otra sustancia; solamente se transfiere de un recipiente a otro, por lo que no generan reacciones químicas.

Sin embargo, el Gas L.P., se encuentra definido como una actividad Altamente Riesgos a partir de una Cantidad de Reporte de 50,000 kg de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la federación el 4 de mayo de 1992.

La Planta de Almacenamiento y Suministro de Gas L.P., propiedad de la empresa Gas del Atlántico, S.A de C.V. (Planta Orizaba) la capacidad total de almacenamiento de la Planta es de 750, 000 litros base agua al 100%, mismos que se tienen almacenados en tres tanques del tipo cilíndrico-horizontal es especiales para contener Gas L.P., con capacidad de 250, 000 L cada uno.

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO			
Sustancia	Estado físico	Capacidad instalada	Vol. Max. Promedio almacenado (85%)
Gas L.P.	Gas en estado	3 tanques	637,500 L
	Líquido	250,000 l base agua	

I.2.1. Hojas de seguridad

El gas licuado de petróleo, es una mezcla de Propano, Butano y Etilmercaptano (odorizante), donde predomina el propano en un 60% y butano con 40% y dado que las dos sustancias se encuentra en EL SEGUNDO LISTADO DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS que corresponde a aquéllas en que se manejen sustancias inflamables y explosivas, en cantidades tales que de producirse una liberación, ya sea por fuga o derrame de las mismas en la producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final provocaría la formación de nubes inflamables, cuya concentración sería semejante a la de

su límite inferior de inflamación de nubes inflamables, cuya concentración sería semejante a la de su límite inferior de inflamabilidad, en un área determinada por una franja de 100 metros de longitud en torno de las instalaciones o medio de transporte dados, y en el caso de formación de nubes explosivas, la presencia de ondas de sobrepresión de 0.5 lb/ pulg³., en esa misma franja.

LISTADO DE MATERIALES PELIGROSOS						
MATERIALES	CANTIDAD EN LITROS	CANTIDAD EN KILOGRAMOS	S	I	R	E
Gas L.P.	750,000 Lts.	405,000 Kilogramos	1	4	0	-

Nombre del material: gas licuado comercial (Gas L.P.).

En Almacén: 405,000 Kg.

En Proceso: Kg.

Cantidad de Reporte: 50,000 Kg.

No. CAS: 74-98-6 (propano); 106-97-8 (butano) y 75-08-1 (Etil-mercaptano (odorizante)).

No. ONU: 1075 (propano); 1011 (butano) y 2363 Etil-mercaptano (odorizante).

Peso Molecular: 49.7

LIF (LFL) Límite Inferior de Inflamabilidad: 1.8 %.

LSF (UFL) Límite Superior de Inflamabilidad: 9.3 %.

IDLH: 2100 ppm.

TLV15 min: TWA 350 mg/m³, ppm.

TLV8: TWA 1000 ppm.

COMPONENTES RIESGOSOS:

El único componente riesgos o que se utiliza en la Planta de almacenamiento es el Gas L.P., el cual está compuesto principalmente por Gas Propano y Butano.

PORCENTAJE Y NOMBRE DE COMPONENTES PELIGROSO:

La composición de los componentes riesgosos es del 90 al 95% de Gas Propano, estando el resto conformado por propileno, butano, butileno y/o isobutano.

PRECAUCIONES ESPECIALES

En adición a la instrumentación y medidas de seguridad instalados en la planta, se consideran las siguientes precauciones específicas en el manejo y almacenamiento del gas:

- Mantener los contenedores alejados de cualquier fuente de calor.
- Evitar que los contenedores sean golpeados
- Mantener las válvulas de los contenedores cerradas tanto antes como después de ser llenados

Ver anexo: Hojas de Seguridad

I.2.2. Almacenamiento

La Planta cuenta con tres tanques de almacenamiento de tipo intemperie cilíndrica horizontal, especiales para contener Gas L.P., los cuales se localizan de tal manera que cumplen con las distancias mínimas reglamentarias. Los tanques se encuentran montados sobre bases de concreto, de tal forma que pueden desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilación, entre la placa de esfuerzo y la base, se utiliza material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.

Los tanques cuentan con las siguientes características:

CARACTERISTICAS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO			
Marca	TANQUE 1	TANQUE 2	TANQUE 3
Construido por	TATSA	TATSA	TATSA
Según norma	NOM-021/1 Y 021/2-SCFI- 1993	NOM-021/1 Y 021/2-SCFI-1993	NOM-021/1 Y 021/2-SCFI-1993

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Capacidad litros agua	250,000 litros	250,000 litros	250,000 litros
	agua	agua	agua
Año de fabricación	1998	1999	1996
Diámetro exterior	337 cm	330 cm	337.80 cm
Longitud Total	2985 cm	2980 cm	29500 cm
Presión de Trabajo	17.50 kg/cm ²	14 kg/cm ²	14 kg/cm ²
Factor de seguridad	4	4	4
Forma de las cabezas	Semi esféricas	Semi esféricas	Semi esféricas
Eficiencia	100 %	100 %	100 %
Espesor Láminas cabezas	11.48 mm	9.50 mm	9.52 mm
Material Lámina cabeza	SA-612	SA-612	SA-612
Espesor Lámina cuerpo	20.80 mm	16.50 mm	16.58 mm
Material lamina cuerpo	SA-612	SA-612	SA-612
Coples	210 kg/cm ²	210 kg/cm ²	210 kg/cm ²
No. de serie	TP-1278	TP-1522	TP-951
TARA	39,077 KG	39,077 KG	41,100 kg

Cada uno de los recipientes I Y II cuentan con los siguientes accesorios:

- Un medidor de nivel líquido Marca Magnatel de 25.4 mm de diámetro
- Un termómetro marca Rochester con graduación de -20 °C a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro Marca Eva con graduación de 0-21 kg/cm² de 6.4 mm de diámetro.
- Una válvula de máximo llenado al 90 % marca Rego Modelo 3165.
- Una válvula de máximo llenado al 85 % marca Rego Modelo 3165

- Cinco válvulas internas para gas- líquido marca Rego Modelo A3213 A 400 DE 76 mm (3'') de diámetro, cada una con actuador neumático Modelo A321961 BA156B06A
- Tres válvulas internas para gas líquido Marca Rego, Modelo A3212 251 de 51 mm (2'') de diámetro.
- Dos válvulas de exceso de flujo de 51 mm (2''), marca Rego, modelo A3292b con tapón macho.
- Una conexión soldada a el tanque para cable a "tierra"
- Dos válvulas multiport marca Rego, modelo A8574G
- Ocho válvulas de seguridad para válvulas multiport, marca Rego modelo A3149MGA

El recipiente III cuenta con los siguientes accesorios:

- Un medidor de nivel de líquido marca Magnatel de 25.4 mm de diámetro
- Un termómetro marca Rochester con graduación de -20 °C a 50 °C de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro Marca Eva con graduación de 0-21 kg/cm² de 6.4 mm de diámetro.
- Una válvula de máximo llenado al 90 % marca Rego Modelo 3165.
- Una válvula de máximo llenado al 85 % marca Rego Modelo 3165
- Cuatro válvulas internas para gas- líquido marca Rego Modelo A3213 A 400 DE 76 mm (3'') de diámetro, cada una con actuador neumático Modelo A321961 BA156B06A
- Una válvula interna para gas líquido Marca Rego, Modelo A3212 A 250 de 51 mm (2'') de diámetro.
- Dos válvulas internas para gas líquido Marca Rego, Modelo A3212 A 250 de 51 mm (2'') de diámetro.
- Cuatro válvulas de exceso de flujo de 51 mm (2''), marca Rego, modelo A3292b con tapón macho.

- Una conexión soldada a el tanque para cable a "tierra"
- Dos válvulas multiport marca Rego, modelo A8574G
- Ocho válvulas de seguridad para válvulas multiport, marca Rego modelo A3149MGA

I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares

Dentro de la planta, se encuentran instalados gran diferentes equipos, el listado de estos se presenta en de forma anexa dentro de las Memorias Técnicas Descriptivas del Proyecto Mecánico, Civil, Eléctrico, Contra Incendio y Seguridad. En éstas memorias se mencionan todos los equipos utilizados para el buen funcionamiento de la Planta de Gas L. P.,

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego son las siguientes:

Equipo	Ubicación	Capacidad	Marca	Modelo
Bomba 1	Zona de almacenamiento	10 H.P.	Blackmer	LGLD-4
Bomba 2	Zona de almacenamiento	10 H.P.	Blackmer	LGLD-2E
Bomba 3	Zona de almacenamiento	3 H.P.	Blackmer	LGL-3E
Compresor 1	Zona de almacenamiento	15 H.P.	Corken	490
Compresor aire 1	Cuarto de control	3 H.P.	Alansa	EVANS
Bomba eléctrica	Cuarto de bombas	60 H.P.	IEM	ND
Compresor 2	Cuarto eléctrico	1 H.P.	Evans	E07VME150-108

Característica	Bomba 1 y 2	Bomba 3	Bomba 4 y 5
Operación básica	Recipientes Portátiles	Carga de auto tanque (Carburación)	Carga de auto tanque
Marca	Blackmer	Blackmer	Blackmer
Modelo	LGLD-4	LGLD-2E	LGLD-3E
Motor eléctrico	15 C.F.	5 C.F.	10 C.F.
R.P.M.	640	640	640
Capacidad nominal	757 L.M.P. (200 G.P.M.)	189.25 L.M.P. (200 G.P.M.)	378.5 L.M.P. (200 G.P.M.)

Presión diferencial de trabajo	5 Kg/cm2	3 Kg/cm2	5 Kg/cm2
Tubería de succión	101 mm (4")	51 mm (4")	76 mm (4")
Tubería de descarga	101 mm (4")	51 mm (4")	76 mm (4")

Característica	Compresor I y II
Operación básica	Descarga de semirremolques
Marca	Corken
Modelo	490
Motor eléctrico	15 C.F.
R.P.M.	740
Capacidad nominal	757 L.M.P. (200 G.P.M.)
Desplazamiento	53 m3/hr
Ratio de compresión	1.49
Presión diferencial de trabajo (max)	5 kg/cm2
Tubería de descarga	101 mm (4")
Tubería de gas - vapor	76 mm (3") 51 mm (2") 76 mm (3") 51 mm (2")

Ver Anexo Memoria Técnica Descriptiva del Proyecto Civil, Memoria Técnica Descriptiva de Proyecto Mecánico, Memoria Técnica Descriptiva de Proyecto Eléctrico, Memoria Técnica Descriptiva de Proyecto Contra Incendio y Seguridad.

I.2.4. Pruebas de verificación

La Plata de Almacenamiento propiedad de Gas del Atlántico, .S.A de C.V. (Planta Orizaba) cuenta con el Dictamen Técnico No. UVSELP/126-C 001/009-2016 del Proyecto de Instalaciones de una Planta de Distribución para Gas L.P., con fecha del 20 de junio del 2016 y otorgado por el Ing. Pablo Aguilar Pineda, Unidad de Verificación en Materia de Gas L.P. con Registro No. UVSELP/126-C.

En dicho dictamen se manifiesta que se realizó la verificación a las instalaciones de la Plana de Distribución de Gas L.P., la cual cuenta con una capacidad de almacenamiento de 750,000 litros al 100% agua en 3 recipientes, y se dictamina que Gas del Atlántico, .S.A de C.V. (Planta Orizaba) CUMPLE con los requisitos de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 “Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y condiciones seguras en su Operación”, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de octubre del 2014 para el anterior Título de Permiso AD-VER-009-C/99 de fecha 27 de Septiembre del 1999 y actual permiso de la Comisión Reguladora de Energía LP/13990/DIST/PLA/2016 de fecha 86 de abril del 2016 para la Planta de Distribución de Gas L.P. con una capacidad de almacenamiento de 750,000 litros al 100% agua, con 3 recipientes propiedad de la empresa Gas del Atlántico, .S.A de C.V., ubicada en km 323+000 de la Carretera Mexico – Veracruz a 200 metros de la calle Velagas Tramo Orizaba – Córdoba, C.P. 944500 Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz.

Ver anexo

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

A. Balance de materia.

En la Gas del Atlántico, S.A. de C.V. (Planta Orizaba), planta de almacenamiento y distribución de Gas L.P., no se realizan procesos de transformación de la materia prima por lo que el balance de materiales es simple, las entradas son iguales a las salidas, debido a que no existe consumo en el proceso interno del material.

B. Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

Durante la Operación de la Planta de Almacenamiento de Gas L.P., no se generan temperaturas ni presiones extremas, ya que se trabaja a temperatura ambiente; al no existir proceso químico, no existen cambios químicos en el Gas L.P., por lo que la operación de la Planta de Almacenamiento de Gas L.P., se considera que las temperaturas extremas a las cuales se trabaja corresponden a las mismas del medio

ambiente, registrando se en la zona una temperatura promedio de 20°C y una temperatura que nunca excederá los 35°C. Las presiones máximas son las presiones de trabajo del tanque de almacenamiento que es de 14.6 kg/cm².

Temperatura extrema:

La única operación que se realiza en la Planta es el trasiego de Gas L.P., manteniéndolo en estado líquido, por lo que se considera una temperatura de 28 °C durante el proceso de trasiego. La temperatura máxima del tanque de almacenamiento es de 37.8°C y se controla promedio de un sistema de enfriamiento por aspersión a base de agua, como se indica en el apartado correspondiente a recipientes de almacenamiento.

Presión extrema:

La presión de trabajo de los tanques de almacenamiento es de 14.0 kg/cm² con un factor de seguridad de 4; La presión máxima de descarga del líquido con la bomba operando en condiciones normales, nunca deberá exceder de 240 MPa (24.61Kgf/cm). Los medidores de líquido deberán ser para presión de trabajo de 240 Mpa (24.61Kgf/cm).

C. Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

El Gas L.P., se maneja en estado líquido por efecto de la presión; el tanque de almacenamiento se llena hasta un valor límite del 85% máximo de su capacidad y forma un espacio vacío que es ocupado por el gas vaporizado. En todas las operaciones realizadas en la planta se produce este mismo principio, por lo que se puede decir que la fase que prevalece es la de líquido

D. Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).

El régimen operativo de la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P., tiene dos turnos operativos mixtos 8 horas cada turno.

E. Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

En el anexo se presenta el Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTIs). A continuación se presentan los diagramas de flujo del proceso llevado a cabo en la Planta de almacenamiento.

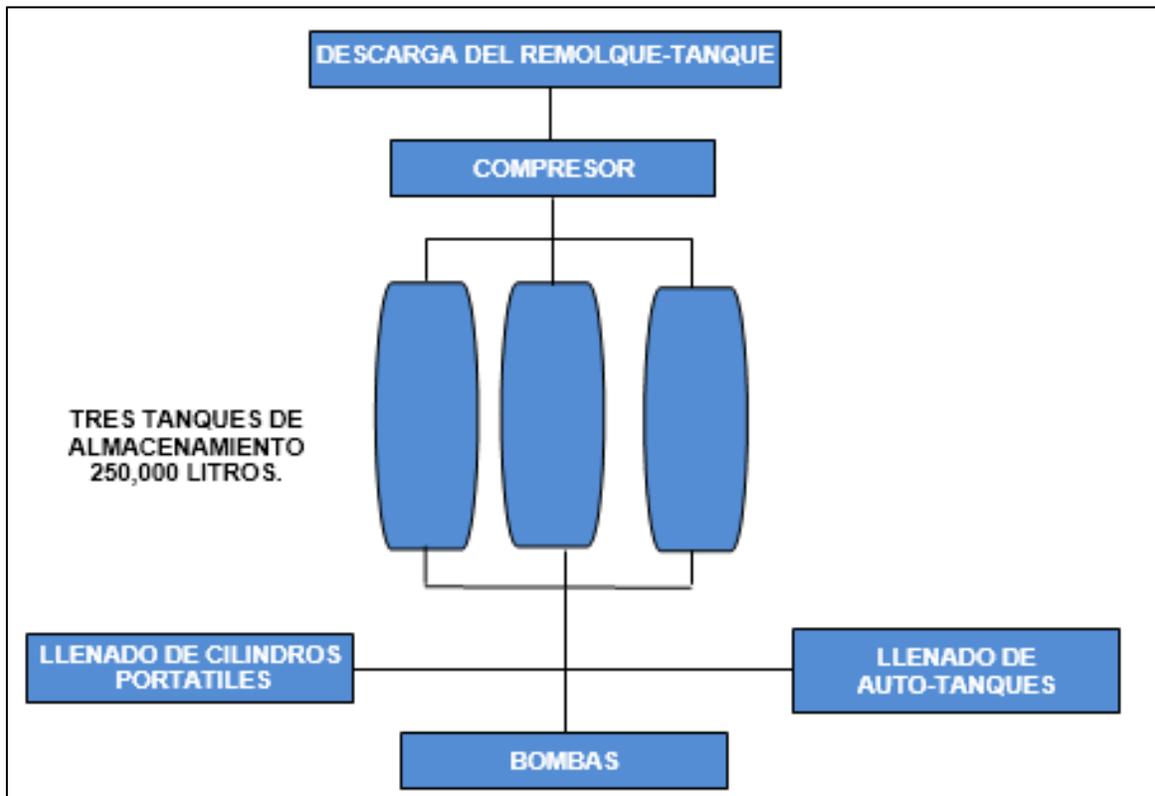


Diagrama de flujo de la planta de almacenamiento de gas L.P.

I.3.1. Especificación del cuarto de control

La Planta divide su carga en 6 regiones principales:

2 ^a	Tablero A y B con una carga de 91, 785 watts Y un factor de demanda del 100%	91,785.00	Watts
2B	Tablero C con una carga de 4, 406 watts y un factor de demanda	4,406.00	Watts

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

	del 100%, lo que significa:		
3B	Tablero D con una carga de 27,960 watts y un factor de demanda del 60%, lo que significa:	16,766.00	Watts
4B	Tablero E con una carga de 10,340 watts y un factor de demanda del 80%, lo que significa:	8,272.00	Watts
5B	Tablero F con una carga de 20,000 watts y un factor de demanda del 100% (futuro), lo que significa	20,000.00	Watts
6B	Compresor con una carga de 11,190 watts y un factor de demanda del 100%, (futuro) lo que significa:	11,190.00	Watts
7B	Carga futura con una carga de 20,000 watts y un factor de demanda del 100%,lo que significa:	20,000.00	Watts
	Watts Máximos	172,429	
	Factor de potencia	0.90	
	KVA máximos	191.588	

Capacidad del transformador alimentador

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Grupo Ambiental Hábitat Biol. Manuel A. Jiménez Hernández

Certificados en
ISO 9001:2008.



Tomando en cuenta la demanda máxima 191.588 KVA, se seleccionó el transformador con una capacidad de 225/KVA, considerando un crecimiento a futuro.

Fuente de alimentación

El poste de la acometida eléctrica se encuentra en la esquina noroeste de la Planta. La alimentación se tomó de la línea de alta tensión de CFE, es subterránea donde se conecta el equipo de medición de la subestación eléctrica, de allí se conecta a las cuchillas de corte sin carga y sale la alimentación eléctrica con un voltaje de 13.2 Kv en la parte baja del interruptor de cuchillas de alta tensión al transformador en aceite de 225 KVA, que convierte la tensión a 220/ 117 Volts, para posteriormente conectarse a un interruptor general de 3 x 700 Amperes.

Instalación interior

Al Noroeste de la planta y a una distancia mínima de 34.45 mts del trasiego de gas L.P. y del almacenamiento de gas, se ubica el local de la subestación eléctrica, en donde se ubica el tablero general de la estación

Tablero principal

Se tiene instalado un tablero de alumbrado de 30 circuitos con interruptor principal de 3 X 700 amperes; de este se derivan interruptores, arrancadores y tableros de alumbrado, contenidos en gabinetes SQUARE D.

En el tablero general NEMA 1 se conectan 7 interruptores:

- El primero de 3 x 400 A, abastece a los tableros A y B, que alimentan de energía eléctrica a las zonas de almacenamiento y trasiego de gas L.P., su iluminación, alimentación para el sistema automático de llenado, bombas y compresoras.

- El segundo de 3 x 20 A, que abastece al tablero C, que alimenta a los servicios de alumbrado y contactos del local de la subestación eléctrica y al local del sistema contra incendio.
- El tercero de 3 x 70 A, abastece al tablero D, que alimenta al taller mecánico y baños.
- El cuarto de 3 x 40 A, abastece al tablero E, que alimentan a las oficinas.
- El quinto de 3 x 100 A, abastece al tablero F, que alimenta al seminarios(futuro).
- El sexto de 3 x 100 A, abastece al compresor de aire en el taller mecánico
- El séptimo de 3 x 100 A, abastece a una carga futura.

En el "tablero A" se conecta a zapatas principales de 400 A y posteriormente se conectan:

- Un interruptor de 3 x 100 A que conecta a un motor eléctrico de 15 C.F. Para bomba 8-1.
- Un interruptor de 3 x 70 A que conecta a un motor eléctrico de 10 C.F. para bomba 8-4.
- Un interruptor de 3 x 70 A que conecta a un motor eléctrico de 10 C.F. para bomba
- 8-5.
- Un interruptor de 3 x 100 A que conecta a un motor eléctrico de 15 C.F. para bomba 8-2.
- Un interruptor de 3 x 70 A que conecta a un motor eléctrico de 5 C.F. para bomba 8-3.
- Un interruptor de 3 x 100 A que conecta a un motor eléctrico de 15 C.F. para el compresor C-1.
- Un interruptor de 3 x 100 A que conecta a un motor eléctrico de 15 C.F. para el compresor C-2.

- Un interruptor de 3 x 40 A que conecta a un equipo de sellado de 8 kw, para selladora A.
- Un interruptor de 3 x 40 A que conecta a un equipo de sellado de 8 kw, para selladora B.
- Un interruptor de 3 x 20 A para servicio a futuro.
- Un interruptor de 3 x 40 A que conecta al tablero B.

En el "tablero C" se conecta a zapatas generales de 125 A y posteriormente se conectan:

- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 7 lámparas de 2 x 39 W, cada una, para alumbrado en el área de la subestación eléctrica (1C).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 5 lámparas de 2 x 39 W, cada una, para alumbrado en el área de la subestación eléctrica (3C).
- Un interruptor de 1 x 20 A que conecta a 2 contactos dobles, polarizados para el cargador de la batería de la planta eléctrica, y a uno de uso general en la boca del cuarto contra incendio (5C).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 5 lámparas de 1 x 20 W, cada una, con batería para una hora de alumbrado en casos de emergencia, para las zonas de subestación eléctrica, planta eléctrica y cuarto de bomberos (2C).
- Un interruptor de 1 x 20 A que conecta a una bomba para agua de servicio general (4C).
- Un interruptor de 1 x 20 A para una carga futura. (9 C)

En el "tablero D" se conecta a zapatas generales de 125 A y posteriormente se conectan:

- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 4 lámparas de 2 x 39 W, cada una, para alumbrado en el área de taller (1 O).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 4 lámparas de 2 x 39 W, cada una, para alumbrado en el área de taller (3 O).

- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 4 lámparas de 2 x 39 W, cada una, para alumbrado en el área de taller (5 O).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 1 contacto doble, polarizado para el área de taller (2 D).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 6 lámparas de 2 x 75 W, cada una, para alumbrado en exterior de las oficinas (4 O).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 3 lámparas de 2 x 39 W, cada una, para alumbrado en la caseta de vigilancia (6 O).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 3 lámparas de 2 x 75 W, cada una, para alumbrado exterior de baños y vestidores para el personal (7 D).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 8 lámparas de 2 x 39 W, cada una, para alumbrado en el área de baños y vestidores para el personal (9 D).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 2 lámparas de 2 x 39 W, cada una, para alumbrado en el área de bodega y un contacto doble polarizado (11 D).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 2 contactos doble polarizado, para el área de la caseta de vigilancia (8 D).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 3 contactos doble polarizado, para el área de taller (12 O).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 2 contactos doble polarizado, para el área de taller (13 D).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 1 contacto doble polarizado, para el área de taller (15 D).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 3 lámparas de 2 x 39 W, cada una, para alumbrado exterior del local de la subestación eléctrica, planta eléctrica y cuarto contra incendio (14 D).

- Un interruptor de 3 x 15 A que conecta a 7 reflectores de vapor de mercurio de 400 W, cada uno, para el alumbrado exterior de los lados norte y este de la planta. (19,21, 23 D).
- Un interruptor de 3 x 15 A que conecta a 11 reflectores de vapor de mercurio de 400 W, cada uno, para el alumbrado exterior de los lados este, sur y oeste de la planta. (20, 22, 24 D).
- Un interruptor de 3 x 30 A que conecta a 1 contacto trifásico de media vuelta para máquina de soldar en el área del taller (25, 27, 29 D).
- Un interruptor de 3 x 30 A que conecta a 1 contacto trifásico de media vuelta para máquina de soldar en el área del taller (26, 28, 30 O).

En el "tablero E" se conecta a zapatas generales de 125 A y posteriormente se conectan:

- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 4 lámparas de 2 x 75 W, cada una, para alumbrado exterior de oficinas (1 E).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 4 lámparas de 2 x 75 W, cada una, para alumbrado exterior de oficinas (3 E).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 1 lámpara de 2 x 75 W, para alumbrado en archivo (5 E).
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 2 lámparas incandescentes de 100 W, cada una, 3 lámparas de 2 x 75 W, cada una y un contacto polarizado, para el alumbrado en el área de gerencia, baños de gerencia y personal, preparación de café (2 E)
- Un interruptor de 1 x 15 A que conecta a 2 lámparas de 2 x 75 W, cada una, para alumbrado en copiadora y cobrador.
- Un interruptor de 1x 15 A que conecta a 1 lámpara de 2 x 75 W, para alumbrado en pasillo exterior de pago a cajero (6 E).
- Un interruptor de 1 x 20 A que conecta a 2 contactos dobles polarizados, para el área del bcal de archivo y pasillo de copiadora (7 E).

- Un interruptor de 1 x 20 A que conecta a 1 contacto doble polarizado, para el área de oficinas (9 E).
- Un interruptor de 1 x 20 A que conecta a 5 contactos dobles polarizados, para el área de oficinas (11 E).
- Un interruptor de 1 x 20 A que conecta a 5 contactos dobles polarizados, para el área caja y oficinas (8 E).
- Un interruptor de 1 x 20 A que conecta a 2 contactos dobles polarizados, para el área de preparación de café (1° E).
- Un interruptor de 1 x 20 A que conecta a 1 contacto doble polarizado, para el área de oficinas (12 E).
- Un interruptor de 1 x 20 A que conecta a 2 contactos dobles polarizados, para el área de oficinas (13 E).
- Un interruptor de 1 x 20 A que conecta a 6 contactos dobles polarizados, para el área de gerencia y oficinas (15 E).
- Un interruptor de 1 x 20 A que conecta a 1 contacto doble polarizado, para el área de copiadora (17 E).
- El quinto de 3 x 100 A, abastece al tablero F, que alimenta al seminarios(futuro)

Tipos de motores:

Todos los motores están instalados en el área considerada como peligrosa, por lo tanto son a prueba de explosión.

Control de motores:

Todos los motores se controlan por estaciones de botones a prueba de explosión ubicados según indica el plano. Los conductores de estas botoneras, son llevados hasta los arrancadores contenidos en el tablero general utilizando canalizaciones subterráneas independientes a los circuitos de alumbrado exterior y alumbrado de andenes.

Alumbrado exterior:

El alumbrado general está instalado en postes con unidades NEMA 1, tipo mercurial de 400 Watts más 100 Watts de balastro con altura de 12m, 220v., los postes para alumbrado están protegidos con postes de concreto de 1.00 metro de altura contra daños mecánicos.

El alumbrado de andenes está instalado en las techumbres correspondientes con unidades a prueba de explosión, incandescentes de luz mixta tipo EVA a 220V, 160 Watts.

Control de llenado de recipientes:

El control de llenado de recipientes se hace por medio de interruptores electrónicos, colocados en las básculas, para accionamiento de las válvulas solenoides correspondientes. Ambos elementos en receptáculos a prueba de explosión 127V.

Amentación contra incendio:

Dentro de la caseta de equipo contra incendio se ubica una planta eléctrica de 100 a 220/127 Volts, cuando esta planta entre en funcionamiento se desconectan automáticamente por medio de contactos los tableros A, B, C, D y E; interrumpiendo 1 corriente eléctrica en la planta y arrancando la planta eléctrica para alimentar a la bomba contra incendio.

I.3.2. SISTEMAS DE AISLAMIENTO

Áreas peligrosas

- ❖ Toda la instalación está construida con materiales incombustibles.
- ❖ El tanque de almacenamiento está rodeado por un dique de contención.

- ❖ Se cuenta con topes de hule "matachispas" en las áreas de carga de tanques.
- ❖ De acuerdo con las disposiciones correspondientes se considera áreas peligrosas a las superficies contenidas junto a los tanques de almacenamiento y las zonas de trasiego de Gas L.P. hasta una distancia horizontal de 15.00 metros a partir de los mismos.
- ❖ Por lo anterior, en estos espacios se usa solamente aparatos y cajas de conexiones prueba de explosión, aislando estas últimas con los sellos correspondientes.

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

I.4.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Los accidentes que tuvieron lugar en Flixborough en 1974 seguido por el de Beek en 1975, la tragedia del accidente de gas en Bhopal en 1984, el terrible accidente en San Juan Ixhuatepec, Ciudad de México en 1984 sacudieron la industria de procesos químicos y fungieron como la piedra angular para forzarla a modernizarla con el enfoque de seguridad y prevención de accidentes. Con el incremento de la preocupación y conciencia colectiva y las iniciativas gubernamentales, la reducción del riesgo se convirtió en una parte integral de la industria petroquímica. Esto condujo al desarrollo del campo de la seguridad e higiene por medio de una amplia gama de técnicas y estudios intensivos acerca de los peligros y riesgos que supone el sector de procesos industriales.

Incontables empresas y gobiernos alrededor del mundo se han volcado hacia el enfoque de la prevención de pérdidas y accidentes, toda vez que las plantas procesadoras han mantenido una tendencia de volverse más grandes y en muchos casos situándose dentro o a proximidad de áreas densamente pobladas, lo cual incrementa los peligros de pérdidas de vidas humanas y/o bienes materiales.

Khan et al., 1999 revisó brevemente algunos de los principales accidentes en la industria de procesos químicos que ocurrieron durante el periodo comprendido entre los años de 1926 – 1970. En esta revisión de casos de estudio, se analizaron los accidentes para entender el daño potencial de los diferentes tipos de accidentes y encontrar el común de denominador de las causas o los errores que condujeron al desastre. En este tenor, también se evaluaron los daños potenciales que diferentes tipos de eventos accidentales tales como incendios, explosiones y liberaciones tóxicas han tenido lugar en la historia del sector de procesos. Finalmente se concluyó que la explosión de nubes de vapor supone el mayor riesgo

de daño. Este estudio destaca la necesidad de establecer en prioridad la prevención de accidentes, de evaluar las consecuencias y del desarrollo de planes actualizados de respuesta a emergencias y desastres en la industria de procesos químicos.

Chang et al., 2006 revisaron 242 accidentes de tanques de almacenamiento que ocurrieron en instalaciones industriales a lo largo de 40 años. Las causas que conllevaron a los accidentes fueron expresadas por medio de un diagrama de *Ishikawa* de manera sistemática. De este estudio se mostró que el 74% de los accidentes ocurrieron en refinerías, terminales y plantas de almacenamiento de petróleo crudo. Se mostró también que los incendios y explosiones contaron alrededor del 85% de los accidentes revisados. Tuvieron lugar 80 accidentes, de los cuales 33% ocurrieron a causa de relámpagos, 30% por errores humanos incluyendo mantenimiento y operaciones fallidas. Otras causas fueron fallas de los equipos, sabotaje, rompimiento y ruptura de tanques y tuberías, electricidad estática, etc. La mayoría de estos accidentes de tanques de almacenamiento se pudo haber evitado si buenas prácticas de ingeniería en el diseño, construcción mantenimiento y operación hubieran sido practicadas y si se hubiera implementado un programa de seguridad adecuado.

Por otro lado, un estudio donde se revisó una base de datos de incidentes en instalaciones de gas L.P. ocurridos en la unión americana, reveló que la causa de 10 eventos ocurridos estaba ligada al equipo de trasiego que se usó (mangueras). De los 10 incidentes, se encontró que 6 tuvieron como causa directa fallos mecánicos y de equipos, tres por causa de negligencia y/o error humano y uno no pudo definirse la causa (Park et al., 2006)

En la **tabla I.1.4.1.1** se hace un condensado de los antecedentes de accidentes en instalaciones de gas L.P. similar a la que se analiza en el presente estudio de riesgo.

TABLA I.1.4.1.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES RELACIONADOS CON EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

AÑO	CIUDAD Y/O PAÍS	INSTALACIÓN	EVENTO	CAUSA	NIVEL DE AFECTACIÓN (COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS)	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN	FUENTE
N/D	Italia	Planta de almacenamiento de gas L.P. ubicada en un recinto industrial parcialmente confinado	<p>Fuga incontrolada de gas en el semirremolque proveedor durante trasiego a tanque de almacenamiento de la planta. La fuga de gas generó una serie de eventos en cadena, a saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Charco de gas en estado líquido - Evaporación del gas y formación de nube 	<p>El artículo de donde se obtuvo este accidente no es explícito con la ubicación exacta de la fuga ni de las causas que desencadenaron los eventos, no obstante, se presume que una de las causas fue que las mangueras y/o líneas del semirremolque presentaron fugas. Otra causa fue la evidente negligencia del operador responsable del trasiego, pues hubo un tiempo de respuesta de 5 minutos para detectar la fuga.</p>	<p>Daños catastróficos a las instalaciones adyacentes al accidente (en un radio de 30 m).</p>	S/D	(Bubbico & Marchini, 2008)

			<ul style="list-style-type: none"> - Dispersión de la nube - Fuente de ignición alcanzada por la nube de gas - <i>Flash fire</i> - Incendio tipo charco "<i>poolfire</i>" - <i>BLEVE</i> - <i>Fireball</i> 				
1998	Bucheon, Corea del Sur	Planta de almacenamiento de gas L.P.	Fuga incontrolada de gas con probable fuente del semirremolque proveedor o de autotanque de distribución en zona de descarga de combustible (muelle	El autor del artículo donde se obtuvo este incidente refiere que algunas de las causas que pudieran desencadenar este incidente son:	Daños graves a equipo e instalaciones en un radio de 130 m a la redonda del accidente.	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de cortinas de agua en zonas de descarga de combustible (<i>sprinklers</i>) - Sustitución de mangueras de 	(Park et al., 2006)

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

			<p>de recepción) que desencadenó los siguientes eventos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Pool fire</i> - <i>BLEVE</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - El riesgo de incendio se acentuó debido a que en la planta se realizaban operaciones de descarga de producto a los tanques de almacenamiento (del semirremolque) al mismo tiempo que se realizaba recarga de cilindros portátiles en áreas relativamente congestionadas - Juntas de mangueras en mal estado y de 		<p>descarga por brazos de descarga</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementación de distancias de seguridad mayores entre áreas de descarga y área de llenado 	
--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Grupo Ambiental Hábitat Biol. Manuel A. Jiménez Hernández



				<p>equipo de maniobra para la descarga de combustible del semirremolque</p> <ul style="list-style-type: none"> - Error humano o negligencia durante la operación de trasiego de recepción de gas (comienzo de movimiento del semirremolque mientras la manguera de descarga todavía estaba conectada) - Fallo de la válvula de seguridad de los 			
--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

				tanques de almacenamiento			
1984	San Juan Ixhuatepec, CDMX	Centro de almacenamiento y distribución de gas L.P. (operado por PEMEX)	<p>Probable sobrellenado de un tanque lo cual provocó la ruptura de una tubería de alimentación, subsecuente formación de nube de gas que fue dispersada por el viento.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Explosión de la nube de vapor - Incendios generalizados - BLEVE's en efecto dominó 	<p>Causas no son claras, sin embargo, el autor donde se obtuvo este evento refiere que el incidente pudo estar ligado a fallas el sistema de control de llenado, <i>layout</i> (espaciamento) inadecuado de los recipientes de almacenamiento y/o por negligencia humana.</p>	<p>Daños graves a instalaciones y personas en un radio de hasta 403 m a la redonda de las explosiones. La explosión dejó un cráter de 200 m de radio con oficialmente 503 personas muertas y 7000 heridos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación de mayores distancias de seguridad entre tanques. 	<p>(López-Molina, Vázquez-Román, & Díaz-Ovalle, 2012)</p>

En el presente estudio se analizan las posibles desviaciones que pueden generar eventos de riesgo en las instalaciones de la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P., de la empresa Gas del Atlántico, S.A. de C.V. Planta Orizaba.

1.4.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES

Las Plantas de Almacenamiento de Gas L.P., han servido para abastecer de manera continua y eficiente a la población y a la industria a través del reparto a tanques estacionarios o de recipientes con capacidades menores, por lo que este tipo de instalaciones han operado en el pasado en otras regiones del país; la utilización de Gas L.P. en nuestro país para el consumo doméstico ha ido creciendo conforme se logran desarrollos de la población y la economía de la región en donde se requiere de este servicio.

Son pocos los incidentes y/o accidentes que han ocurrido en alguna de ellas, uno de ellos que tuvo afectación a las instalaciones y entorno, fue la explosión sucedida en San Juan Ixhuatepec, Edo., de México y el más reciente en el año 2013 la explosión de la planta de gas L.P., del grupo Tomza, del Estado de Puebla. A raíz de este evento se han adaptado medidas de prevención y control para este tipo de instalaciones, de tal forma que aun siendo empresas que realizan Actividades Altamente Riesgosas, operan en forma segura, disminuyendo la probabilidad de incidentes.

En el presente estudio se analizan las posibles desviaciones que pueden generar eventos de riesgo en las instalaciones de la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P.

I.4.2 METODOLOGIAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN

La identificación de los eventos de Riesgo, tienen como objetivo analizar e identificar desviaciones en cada una de las etapas de la recepción y suministro de Gas L.P. en la Planta de Almacenamiento.

Se incluye la cantidad máxima de Gas L.P. que se almacena en la Planta de Almacenamiento, así como información preliminar necesaria para la Identificación de Riesgos:

Sustancia	Cantidad Existente	Cantidad de reporte	Uso
Gas L.P.	3 Tanques de 250,000 lts c/u = 405,000 Kgs	50,000 kg	Almacenamiento para Distribución en auto- tanque, cilindros

Aunque existen diversas metodologías para desarrollar los análisis de riesgos. La selección de la metodología más apropiada en cada caso depende de la disponibilidad de información y del nivel de detalle que se desee alcanzar.

El primer paso en el análisis de riesgos es la identificación de actividades o amenazas que impliquen riesgos durante las fases de construcción, operación/mantenimiento y cierre/abandono de la organización.

Una vez identificadas las amenazas o posibles aspectos iniciadores de eventos, se debe realizar el estimativo de su probabilidad de ocurrencia, en función de las características específicas; además, se debe realizar el estimativo de la severidad de las consecuencias sobre los denominados factores de vulnerabilidad que podrían resultar afectados (personas, medio ambiente, sistemas, procesos, servicios, bienes o recursos, e imagen empresarial).

Para detectar los riesgos que involucran las instalaciones y operaciones de la **Planta Orizaba**, se hará uso de la herramienta *Dow fire and explosion index (F & EI)*. El índice de riesgo de incendio y explosión (*F&EI*) (*Dow fire and explosion index F&EI, por sus siglas en inglés*) es un procedimiento rápido y sistemático para evaluar procesos

por los peligros intrínsecos a su actividad, esto en función a la guía de clasificación del (*F&EI*) (p. ej. equipos propensos a fallar y generar un accidente potencialmente indeseable) y con esto, tomar decisiones para minimizar el riesgo y prevenir accidentes (López-Molina et al., 2012). El índice (*F & EI*), está basado en datos históricos y en datos pragmáticos relacionados a los tipos de sustancias manejadas en la planta, lo cual lo hace un diagnostico preliminar fehaciente con relación a otras metodologías más subjetivas.

El índice (*F & EI*) permite determinar el máximo de perdidas realísticas que podrían ocurrir bajo las condiciones operativas más adversas y es muy conveniente cuando se aplica a procesos que manejan combustibles, sustancias inflamables o materiales reactivos.

- Factores que componen el índice (F & EI)
- Factor material (MF)
- Peligros generales del proceso (F_1)
- Peligros especiales del proceso (F_2)
- Factor de riesgo de la unidad de proceso (F_3)

El factor de riesgo de la unidad de proceso es el producto de multiplicar los peligros generales y especiales (véase la ecuación I.4.2.1):

$$F_3 = F_1 * F_2 \quad (eq. I. 4.2.1)$$

Para calcular el índice (F & EI) se ocupa la ecuación I.4.2.2:

$$Dow F \& EI = MF * F_3 \quad (eq. I. 4.2.2)$$

Finalmente, se compara el índice de riesgo obtenido en la ecuación I.4.2.2 contra el indicador cualitativo del grado de peligro de la metodología F & Ei reportado en la tabla I.4.2.1.

Indicadores cualitativos de peligro índice <i>F&EI</i>	
F & EI	Grado de peligro
1 – 60	Leve
61-96	Moderado

97-127	Intermedio
128-158	Alto
>159	Severo

El índice (F & EI) también se usa para obtener los radios de exposición (ER por sus siglas en inglés) y, por lo tanto; el área de exposición del riesgo. El valor del área de exposición (VAE por sus siglas en inglés) se tiene de la superficie de exposición y la densidad poblacional.

Después, se calcula el factor de daño (DF por sus siglas en inglés) el cual se calcula por medio del índice F & EI y del factor de riesgo de la unidad de proceso.

Finalmente, multiplicando el DF y el VAE se obtiene el índice máximo probable de daño a bienes (MPPD por sus siglas en inglés).

Identificación de los peligros (Hazard identification)

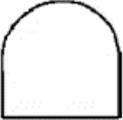
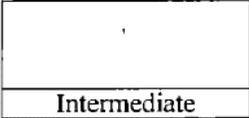
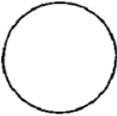
El objetivo primordial de la identificación de riesgos es contestar la pregunta ¿Qué puede salir mal? Este es la etapa principal pues los riesgos que no son identificados no pueden ser por consecuencia, cuantificados. Algunas de las técnicas usadas para la identificación de riesgos, son:

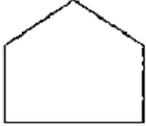
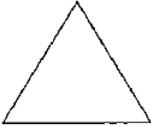
- Análisis HAZOP
- Análisis de modo, causa y efecto (*FMEA por sus siglas en inglés*)
- Árbol de fallas
- Análisis ¿Qué pasa sí?
- Análisis preliminar de riesgos (*PHA*)
- Y las listas de chequeo

Para este estudio, se usará el método del árbol de fallas como herramienta para identificar los riesgos. Cabe mencionar que el método del árbol de fallas es una metodología deductiva para identificación de riesgos, usando simbología del algebra *Booleana* (véase la tabla I.4.2.2), en la cual se pueden hallar accidentes y/ desviaciones de la operación del proceso que se esté estudiando. Este método

comienza con un accidente bien definido y se van derivando en las ramas, los diferentes escenarios que pudieron dar lugar al accidente en cuestión.

Para el caso del presente estudio, dichos accidentes fueron extraídos de la literatura consultada para obtener los antecedentes de accidentes para plantas de almacenamiento y distribución de gas L.P., (véase el apartado 1.4.1).

FUNCIONES LÓGICAS DE BOOLE USADAS PARA EL ÁRBOL DE FALLOS		
Símbolo Booleano	Prueba lógica	Descripción
	And (y)	El evento de salida ocurrirá solo cuando todos los eventos de entrada existan simultáneamente
	Or (o)	El evento de salida ocurrirá si alguno de los eventos de entrada ocurre
	Evento intermedio	Este evento de fallo resulta de las interacciones de otros eventos de fallo que tienen lugar por pruebas lógicas como las definidas precedentemente
	Evento básico	Una falla de componente que no requiere posterior desarrollo. Este es el más

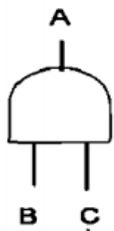
FUNCIONES LÓGICAS DE BOOLE USADAS PARA EL ÁRBOL DE FALLOS		
Símbolo Booleano	Prueba lógica	Descripción
		bajo nivel de resolución del árbol de fallos
	Evento de consecuencia externa (<i>external or house event</i>)	Una condición o un evento que funge como una condición de frontera del árbol de fallos
	Símbolo de transferencia	Este símbolo indica que el árbol de fallos se sigue desarrollando adelante en otra página y se etiqueta usando un código numérico. Los símbolos de transferencia son comúnmente usados para evitar emparejar símbolos lógicos idénticos repetidas veces en un árbol de fallos.

Estimación de frecuencias y jerarquización del riesgo (*Frecuency estimation & risk ranking*)

La estimación de frecuencias sirve para calcular la frecuencia/probabilidad de cada escenario desastroso identificado en la etapa anterior. Básicamente existen dos modos de obtener las frecuencias, una es por medio de datos históricos de accidentes y la otra es por análisis del árbol de fallos.

El árbol de fallos permite el cálculo del evento analizado más catastrófico por medio del cálculo del conjunto de los fallos mínimos que se encuentran en las ramas del árbol y que se definen como el conjunto de eventos menores que conllevan al evento mayor catastrófico. En este sentido, el árbol de fallos se usa para determinar la probabilidad del evento catastrófico o accidental superior por medio de reglas de probabilidad elementales (véase la tabla I.4.2.3). La frecuencia o probabilidad de fallo de los eventos menores (eventos que están en las ramas del árbol) son estimadas de históricos de accidentes y por criterios de ingeniería del analista. Una vez que se obtiene la información de fallo de todos los eventos menores, se puede calcular la frecuencia del evento mayor.

REGLAS ELEMENTALES DE PROBABILIDAD ACOPLADAS A ALGEBRA DE BOOLE

Símbolo de la prueba lógica	Algebra de Boole	Relación de probabilidad
	$A = BC$	$P(A) = P(B)P(C)$
	$A = B + C$	$P(A) = P(B) + P(C) - P(A)P(B)$

Una vez obtenidos los valores de las frecuencias / probabilidades de los riesgos identificados por el árbol de eventos, se jerarquizarán en relación al valor obtenido de cada evento y con respecto a la tabla de referencia para jerarquizar el riesgo propuesta por (Cantos-Figuerola de la Sierra, 2011).

VALORES DE REFERENCIA PROPUESTOS PARA JERARQUIZAR EL RIESGO

Frecuencia	Valor de referencia	Valoración cualitativa
------------	---------------------	------------------------

<i>Alta</i>	$>10^{-4}$	No aceptable, se deben de tomar medidas para reducir el riesgo
<i>Significativa</i>	$\geq 10^{-5}$	Aceptable considerando medidas preventivas
<i>Baja</i>	$\leq 10^{-6}$	Aceptable
<i>Muy Baja</i>	$\leq 10^{-7}$	Ideal, improbable de ocurrencia

Detección de los riesgos en el/ los procesos (*process screening*)

Para detectar los riesgos que involucran las instalaciones y operaciones de la **Planta Orizaba**, se hará uso de la herramienta *Dow fire and explosion index (F & EI)*. Para la aplicación numérica de dicha metodología, se utilizó el algoritmo en formato .xls descargado de la página web de la Unión Europea llamada *safety to safety* en el apartado *safety management* (gestión de seguridad)

Para obtener los resultados del índice **F & EI**, se alimentó al algoritmo con la información que se presenta en la tabla I.4.2.2.1, cabe puntualizar que todos los factores que se presentan fueron obtenidos en base a la materia en cuestión (gas L.P.), sin embargo, dado que dicho material no se encontró como tal en el algoritmo **F & EI**, se usó como material de referencia al propano (por ser el componente principal del gas L.P.)¹. Los demás datos que no aparecen en la tabla I.4.2.2.1, fueron seleccionados por defecto para el escenario preconfigurado del algoritmo para almacenamiento de gas L.P. (*LPG Storage*)

DATOS CON LOS QUE SE ALIMENTÓ EL ALGORITMO <i>F & EI</i> .		
Concepto	Valor	Fuente

¹ HDS Gas L.P. – PEMEX Gas y petroquímica básica.

<i>Material factor</i> (Factor numérico de la sustancia o material de interés)	21	Obtenido de la tabla de materiales (<i>material data</i>) existente en el algoritmo de cálculo del F & EI, véase el <i>anexo Metodologías PHA > F & EI.</i>
<i>Health rating (Nh)</i> (Factor de sanidad)	1	
<i>Flammability rating (Nf)</i> (Factor de inflamabilidad)	4	
<i>Inestability rating (Ni)</i> (Factor de inestabilidad)	0	
<i>Operating pressure</i> (Presión de operación) (kPa)	1373	Presión de operación obtenida de la memoria técnica correspondiente al proyecto mecánico
<i>Relief pressure setting</i> Kpa (Presión de apertura de las válvulas de relevo)	1374	
<i>Q storage Kg</i> (Cantidad de gas almacenado en la planta en Kg)	275,400	Cantidad considerando los tanques de almacenamiento de la planta

		Factor de conversión 0.54 Kg/lts ²
<i>Corrosion and Erosion</i> (Factor de corrosión y erosión)	0.1	Datos obtenidos de (Nirupama, 2010):
<i>Leakage, joints, packing, flexible joints</i> (Factor de fuga por juntas, empaques, juntas flexibles)	0.1	
Sistemas de control de proceso (C1) , tomado para botón de paro de emergencia (<i>emergency shutdown</i>)	0.96	Factores numéricos del proceso obtenidos de (Nirupama, 2010)
Sistema de control para aislamiento de material y/o contención (C2) , tomado para: válvulas de control de sobrellenado en operación de trasiego	0.91	
Protección contra incendios (C3) , tomado para aspersores de	0.84	

² <https://www.gob.mx/cre/articulos/presenta-tu-informe-trimestral-en-materia-de-gas-licuado-de-petroleo>

agua y extintores portátiles.		
Valor del metro cuadrado de la instalación (para cálculo del valor del área de exposición)	\$1,080.00/ m ²	Valor obtenido de los apartados <i>II.1.4</i> y <i>II.1.5</i> de la MIA-P .

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por el algoritmo para calcular el índice **F & EI**.

TABLA I.4.2.2.2 RESULTADOS DEL ALGORITMO *F & EI*

Fire and Explosion Index

Instalación: LPG Storage (Planta Orizaba)	Proceso: Almacenamiento	Analista: I.Q. Ma. Erika Ortiz López	Revisión: I.I. Daniel Calte Mendoza
Material de interés: 405,000 kg de gas L.P. (factor de conversión 0.54 kg/lit)			
Factor del material: 21			
<i>Base factor: 1</i>			
<i>Factor general de riesgo del proceso (F₁)</i>			1.85
<i>Factor especial de riesgo del proceso (F₂)</i>			3.66
<i>Factor de riesgo unitario (F₃ = F₁*F₂)</i>			6.771
<i>Fire and explosión index (F & EI)</i>			142.27
<i>Factor de pérdida de crédito (C1 * C2* C3)</i>			0.733
<i>Radio de exposición</i>	$\frac{0.84 * F \& EI}{3.028}$		40 m

Área de exposición	5,026.56 m ²
Valor del área de exposición (VAE)	\$ 5,428,684.8
Factor de daño (DF)	1
Base MPPD (Daño máximo base probable de daño a la propiedad) (VAE * DF)	\$ 5,428,684.8
Actual MPPD (Base MPPD * CF)	\$ 3, 979,225.9

Comparando el índice *Dow F & Ei* obtenido en la tabla I.4.2.2.2 con la tabla de valores criterio del método (véase la tabla I.4.2.2.3) tenemos que la **Planta Orizaba** cae en la categoría de ALTO riesgo, sin embargo, todavía se encuentra en una categoría de riesgo técnicamente permisible.

TABLA I.4.2.2.3 RESULTADOS DEL ALGORITMO <i>F & Ei</i>	
Índice (<i>F & Ei</i>)	Grado de riesgo
1 - 60	Bajo
61-96	Moderado
97-127	Intermedio
128-158	Alto
159-167	Severo
>168	No permisible

a) Identificación de los peligros (*Hazard identification*)

Para este estudio de riesgo, se usará el método del árbol de fallas para identificar las posibles causas de fallos en los sistemas de almacenamiento de gas L.P. de la **Planta Orizaba** cuyo fallo podría desencadenar accidentes potencialmente indeseables. Se enlistan a continuación, los cuatro eventos identificados como las principales causas que pueden dañar al sistema de

almacenamiento de una planta de almacenamiento y suministro de gas L.P., de acuerdo con la literatura consultada. (Nirupama, 2010):

- **Sobrellenado.** Este accidente puede desencadenar un derrame de gas L.P del tanque a gran escala. Este accidente ocurre cuando el indicador de nivel falla o el operador no observa el nivel de dicho indicador, lo cual causa que el nivel del combustible en el tanque aumente de manera peligrosa. Al mismo tiempo, si la alarma de nivel falla o tarda en mandar una advertencia o el operador no actúa o tarda en actuar después de percibir la alerta de la alarma entonces el nivel del tanque incrementaría de manera vertiginosa hasta que la válvula de entrada de flujo no se cerrara.
- **Sobrepresión del tanque de almacenamiento.** Un tanque de almacenamiento puede presentar ruptura por sobrepresión y desencadenar un derrame potencial del gas. Existen dos razones principales por las cuales se puede producir sobrepresión en un tanque de almacenamiento, sea por bloqueo de la válvula de seguridad o caída repentina de la presión barométrica. Así mismo, si el sistema de alarma por alta presión del tanque de almacenamiento falla o el operador no actúa o tarda en tomar acciones adecuadas después de percibir la alerta de sobrepresión, la presión en el tanque aumentará vertiginosamente.
- **Fuga y/o liberación de gas por negligencia humana.** Puede haber fugas del tanque de almacenamiento por causa de descuidos del (os) operador y fallos en los equipos de control. Si por error, durante operaciones de limpieza de tanques o muestreo, se alinean válvulas en configuración "abierto" y por descuido no se cierran antes de

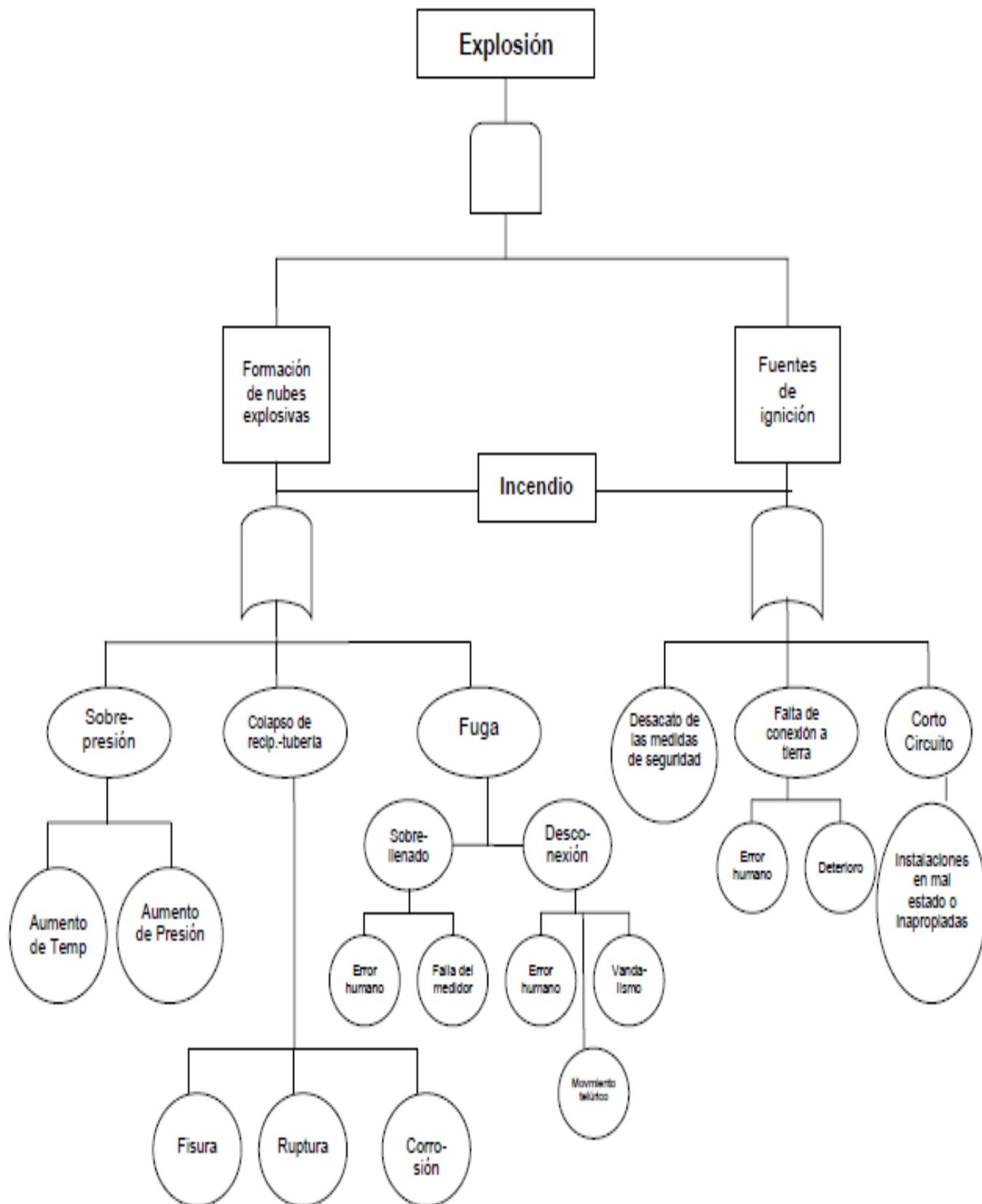
iniciar cualquier operación de trasiego al tanque, se tendría como consecuencia un derrame potencial del gas L.P.

- **Fallas/ Fallos / Daños mecánicas del tanque de almacenamiento.**
Daños de bridas, juntas, empaques, válvulas, mangueras o en casos extremos ruptura del tanque llevarían a un derrame potencial del gas L.P. si las bombas de trasiego no son detenidas.

Si los eventos anteriores no son identificados y controlados, pueden desencadenar consecuencias potencialmente indeseables, a saber:

- Un derrame potencial de gas L.P. precedido por una explosión de una nube de vapor inflamable.
- Fugas de gas L.P. por fallas / fallos / daños mecánicos en tanques de almacenamiento y/o líneas que pudieran causar dardos de fuego (*jetfire*), nubes inflamables y explosivas.
- Incendios, *fireballs* y *BLEVE*.

Por todo ello y de acuerdo a los factores de riesgo, se tiene que en las instalaciones objeto del presente estudio de riesgo, los accidentes o incidentes pueden originarse entre otras causas, por fallas inherentes al sistema, tales como las que a continuación se indican:



Falla / Desviación	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación del riesgo	Componente ambiental afectado
	Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
El operador no observa el indicador de nivel	X		X	X		Árbol de fallos (<i>fault tree</i>)	Atmosfera (emisión de gas L.P.) considerado como gas efecto invernadero
Fallo en el (los) indicador (es) de nivel	X		X	X			
El tanque rebasa el nivel de seguridad de almacenamiento	X		X	X			
No se actúa o se tarda en cerrar la línea de descarga	X		X				
El operador no actúa frente al evento de sobrepresión del tanque	X			X	X	Árbol de fallos (<i>fault tree</i>)	Atmosfera (emisión de gas L.P.) considerado como gas efecto invernadero

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Falla / Desviación	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación del riesgo	Componente ambiental afectado
	Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
Fallo de la alarma de sobrepresión	X			X	X	Árbol de fallos (<i>fault tree</i>)	Atmosfera (emisión de gas L.P.) considerado como gas efecto invernadero
Fallo de válvula de relevo de presión	X			X	X		
Fallo de la válvula de venteo	X			x	X		
Ruptura del tanque por descompresión súbita (fallo de equipos de compresión)	X			x	X		
Alineación inadecuada de válvulas en operación de muestreo	X		x			Árbol de fallos (<i>fault tree</i>)	Atmosfera (emisión de gas L.P.) considerado como gas efecto invernadero

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Falla / Desviación	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación del riesgo	Componente ambiental afectado
	Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
Manguera de trasiego no está debidamente conectada	X		x			Árbol de fallos (<i>fault tree</i>)	Atmosfera (emisión de gas L.P.) considerado como gas efecto invernadero
Descuido del operador durante el trasiego	X		X				
Fallo de bombas (no se detienen)	X		X				
Ruptura de tuberías	X		x		X	Árbol de fallos (<i>fault tree</i>)	Atmosfera (emisión de gas L.P.) considerado como gas efecto invernadero
Fallo en válvulas	X		x		X		
Fallo en mangueras	X		X	X			
Fallo en sellos-empaques	X		X	X			
Fallo en bridas	X		X		X		

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Falla / Desviación	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación del riesgo	Componente ambiental afectado
	Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
Fallo en bombas y compresores	X		X		X		
(t = avería catastrófica del tanque) Debilitamiento del material del tanque	X		X		X	Árbol de fallos (<i>fault tree</i>)	Atmosfera (emisión de gas L.P.) considerado como gas efecto invernadero Por impacto en caso de ruptura, daños a flora adyacente (flora del tipo bloque mesófilo de montaña)
Sobrepresión en el tanque	X		X		X		
(T = Incendio / Explosión) Fuga de combustible por causa de daños mecánicos	X		X		X	Árbol de fallos (<i>fault tree</i>)	Emisiones a la atmosfera por combustión súbita de gas L.P.

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Falla / Desviación	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación del riesgo	Componente ambiental afectado
	Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
Fuga por operación indebida del operador o negligencia	X		X		X		Incendio de flora adyacente a la planta (bosque mesófilo de montaña)
Fuga por sobrepresión	X		X		X		
Fuga por sobrellenado	X		X		X		

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Grupo Ambiental Hábitat Biol. Mappel A.
Jiménez Hernández



A continuación, se mencionan la metodología por defecto utilizada en el análisis de los riesgos de la organización, que aunque existen diferentes métodos, se considera como más apropiado para el nivel de detalle deseado.

Con la información proporcionada se llevó a cabo la identificación de riesgos, aplicando la metodología de estudio de Riesgo y Operatividad (HAZOP). Dicha metodología identifica a través de la aplicación de palabras guía y parámetros de proceso, desviaciones que pueden desencadenar posibles escenarios de riesgo ambiental (como fuga, incendio o una explosión de Gas L.P.), que puedan afectar al personal, al ambiente o a las instalaciones.

Aunque la identificación de riesgos es el objetivo principal del método, los problemas de operatividad deben ser revelados cuando éstos tienen impacto negativo en la rentabilidad de la instalación o conducen también a riesgos. Se determinaron así los escenarios peligrosos para el personal, instalaciones, terceras partes, medio ambiente y las situaciones que derivarían en una pérdida de producción.

El estudio de HAZOP aquí realizado, se basó en un análisis en forma metódica y sistemática de los procesos, la operación, la ubicación de los equipos y del personal en las instalaciones de la Planta de Gas L.P., la acción humana (de rutina o no) y los factores externos, revelando las situaciones riesgosas.

Se enfocó este estudio en determinar cómo un proceso de los que aquí se realizan de manera rutinaria puede apartarse de sus condiciones de diseño y sus condiciones normales de operación; Se plantearon las posibles desviaciones que pudieran ocurrir a través de un multidisciplinario de expertos.

El análisis HAZOP se realizó de acuerdo a la siguiente metodología:

Etapa	Descripción
1	Se determinaron los nodos dentro del circuito seleccionado para el estudio.
2	Se seleccionaron los parámetros importantes del proceso con una palabra guía.

Etapa	Descripción
3	Se identificaron las posibles desviaciones con la combinación de parámetros y palabras guía.
4	Se identificaron las causas que afectan la intención de diseño y se determinaron sus frecuencias
5	Se identificaron las consecuencias sin protecciones y se determinó su gravedad.
6	Se listaron las protecciones existentes del nodo.
7	Se determinó el índice de riesgo sin protecciones y con protecciones usando la matriz de índice de riesgo.
8	Se llevó a cabo una verificación y evaluación para decidir si se acepta o no el riesgo.
9	Se sugieren recomendaciones y se listan para asignarles una clase de jerarquización, con base en la matriz de clase de riesgo para reducir las frecuencias de las causas y/o la gravedad de las consecuencias.
10	Elaboración de un plan de trabajo basándose en la lista de recomendaciones para efectuar las medidas correctivas para mitigar el riesgo.

Metodología de Jerarquización de Riesgos.

Los riesgos identificados mediante la metodología HAZOP fueron jerarquizados cualitativamente asignando valores numéricos en las columnas C y F de las hojas de trabajo HAZOP de acuerdo a las siguientes consideraciones.

[C] **consecuencia:** Definición del Índice de Consecuencias en base a consideraciones económicas y poblacionales.

Rango	Consecuencia	Descripción
4	Catastrófico	Fatalidad/daños irreversibles y pérdidas de producción mayores a USD \$1,000,000.00

3	Severa	Heridas múltiples/daños mayores a propiedades y pérdidas de producción entre \$100,000 y \$1, 000,000 USD.
2	Moderada	Heridas ligeras/daños menores a propiedades y pérdidas de producción entre \$10,000 y \$100,000 USD.
1	Ligera	No hay heridas/daños mínimos a propiedades y pérdidas de producción menores a \$10,000 USD.

[F] frecuencia: Definiciones de las Categorías con base en la Probabilidad de un Evento:

Categoría	Evento	Tiempo en años entre fallas	Rango de probabilidad por año	Definición (con base en el tiempo de vida de operación de la planta)
1	Raro	100 a 320	0.01 a 0.003	No esperado que ocurra
2	Eventual	32 a 100	0.03 a 0.01	Posibilidad remota de que ocurra
3	Posible	10 a 32	0.1 a 0.03	Esperado que ocurra una vez
4	Probable	3 a 10	0.3 a 0.1	Esperado que ocurra más de una vez
5	Frecuente	1 a 3	1 a 0.3	Esperado ocurra cuando menos anualmente

Habiéndose identificado y evaluado los riesgos de la instalación, se realizó la jerarquización de estos mediante la técnica cuantitativa de Matriz de Frecuencia contra Consecuencia. Con lo que se obtiene el valor [R] riesgo de las tablas de trabajo HAZOP:

Matriz de Jerarquización

Consecuencia vs. Probabilidad (C x F = Riesgo).

Riesgo=C x F		CONSECUENCIA			
		1	2	3	4
FRECUENCIA	5	5	10	15	20
	4	4	8	12	16
	3	3	6	9	12
	2	2	4	6	8
	1	1	2	3	4

Una vez obtenido el valor de [R] se realizó así mismo una ponderación del riesgo determinado en función de la aceptabilidad de los mismos de acuerdo a las siguientes consideraciones:

La priorización de una situación de riesgo. Determinada en función del nivel crítico de riesgo, esto es del daño que pueda ocasionar al entorno, el cual en función de la magnitud puede ser: Inaceptable, indeseable, Aceptable con controles y Aceptable.

Rango	Riesgo	Descripción
1, 2 y 3	Bajo	Riesgo generalmente aceptable.
4 a 6	Medio	Se debe de revisar y en su caso modificar los procedimientos de control de proceso.
8 a 10	Alto	Se debe revisar y en su caso modificar los procedimientos y controles, tanto de ingeniería como administrativos, en un periodo de 3 a 12 meses.
12 a 20	Extremo	Se debe revisar y en su caso modificar los procedimientos y controles, tanto de ingeniería

como administrativos, en un período de 3 a 6 meses.

Para la aplicación de dicha metodología se consideran que los principales riesgos potenciales de la instalación se encuentran localizados en áreas específicas y dadas las operaciones a efectuar en la Planta de almacenamiento para distribución de Gas L.P., se consideran las siguientes áreas como nodos a evaluar para la instalación.

Para determinar donde se registran estas fallas, y proceder con la identificación de riesgos, se aplica la metodología: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP), considerando para ello la distribución de la Planta de Almacenamiento, cuyas áreas y operaciones a evaluar son aquellas que involucran el manejo o almacenamiento del material peligroso, es decir del gas, mismas que corresponden a las siguientes:

- ❖ RECEPCIÓN Y SUMINISTRO.
- ❖ TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA
- ❖ ANDEN DE LLENADO DE CILINDROS

En donde los probables peligros, se derivan del manejo y almacenamiento de materiales peligrosos, considerándose como los principales riesgos:

- Fuga de gas L.P., en:
 - ❖ Tuberías.
 - ❖ Mangueras.
 - ❖ Válvulas.
 - ❖ Compresora.
 - ❖ Bomba.
 - ❖ Tanque de almacenamiento fijo.
 - ❖ Cilindros portátiles.
 - ❖ Autotanques.

- Incendio de gas L.P.
 - ❖ Tuberías.
 - ❖ Mangueras.
 - ❖ Válvulas.
 - ❖ Compresora.
 - ❖ Bomba.
 - ❖ Tanque de almacenamiento fijo.
 - ❖ Cilindros portátiles.
 - ❖ Autotanques.

- Explosión de gas L.P.
 - ❖ Tanque de almacenamiento fijo.
 - ❖ Cilindros portátiles.
 - ❖ Autotanques.

De ahí que, considerando las condiciones de operación de las diferentes áreas de trabajo y de acuerdo a los flujos indicados para cada una de estas, se considera dicho parámetro constante a lo largo del sistema, por lo que en las simulación se habla de áreas, no obstante que el origen puede ser cualquier accesorio o dispositivo antes mencionado, aplicándose esa premisa dado que sea cual fuere el punto donde se registre el evento, los flujos se mantienen constantes a lo largo del proceso o sistema.

Observándose, como resultado de la ocurrencia de alguno de los riesgos antes manifestados, y en función de la concentración del gas l.p. y tiempo de exposición, los probables efectos a nivel salud, que a continuación se indican:

- ❖ Irritación de piel y ojos.
- ❖ Quemaduras.
- ❖ Intoxicación por la inhalación, y
- ❖ Muerte.

Además, tomando en cuenta que se requiere de energía eléctrica en el establecimiento, otro riesgo, es la de cortos circuitos o fuentes de ignición; derivados de la generación de energía estática o uso de equipo eléctrico no aprobado para atmósferas inflamables carente de sellos y especificaciones necesarias.

NODOS A EVALUAR PARA LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

Nodo	Descripción
01	RECEPCIÓN Y SUMINISTRO.
02	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA
03	ANDEN DE LLENADO DE CILINDROS

1. RECEPCIÓN Y SUMINISTRO

NODO	Palabra- guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
1.1	No	interrupción flujo	<p>Conexión o acoplamiento inadecuado de las líneas de conducción.</p> <p>Falla mecánica en las bombas de trasiego.</p> <p>Baja presión de aire a instrumentos</p>	<p>Desconexión de la manguera de la toma de recepción y no se accionan las válvulas de seguridad.</p> <p>Fuga de Gas L.P.</p> <p>Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.</p> <p>Disparo o baja de carga en Tanque</p> <p>Cavitación en bomba.</p>	4	2	8
1.2	No	No se realiza inmovilización de la unidad	<p>No se colocaron las calzas.</p> <p>No se accionó el freno de la unidad. Sismo.</p>	<p>Desplazamiento de la unidad.</p> <p>Desacoplamiento de las conexiones. Fuga de Gas L.P.</p> <p>Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.</p>	5	2	10

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

NODO	Palabra- guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
1.3	Distinto	Equipo o sistema distinto al requerido	Se instala un sistema de descarga del auto tanque superior a la capacidad de diseño (flujo) de las líneas de conducción. Se conectan las mangueras de trasiego erróneamente	Incremento de presión en líneas de conducción. Accionamiento de las válvulas de seguridad. Fuga de gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	3	3	9
1.4	No flujo	Aumento de presión	Válvula de paso de la toma de recepción cerrada	Sobrepresión en la línea de conducción (manguera). Desconexión de la manguera. Fuga de Gas L.P. Formación de nubes inflamables. Posible conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	4	2	8

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

NODO	Palabra- guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
				Atrapamiento de gas L.P. en la línea.			
1.5	Distinto	Equipo o conexiones distintas de las del diseño	Se instala en la toma de suministro (carga) un sistema de bombeo superior a la capacidad de diseño (flujo) de las líneas de conducción. Se conectan las mangueras de trasiego erróneas.	Incremento de presión en líneas de conducción. Accionamiento de las válvulas de seguridad. Fuga de gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	3	2	6
1.6	Incremento	Incremento de la presión	Sobrellenado Falla y/o deterioro del medidor magnético. Error humano. Obstrucción en la línea del tanque de almacenamiento.	Sobrepresión en el autotanque. Fuga de gas L.P. Conato de incendio. Deflagración o Explosión. Irritación de piel u ojos en las personas directamente expuestas. Variación en la temperatura.	4	3	12

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

NODO	Palabra- guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
			Falla en el funcionamiento de válvulas	Daño a equipo Perdidas económicas Daño en tuberías			
1.7	Incremento	Incremento de la temperatura	Incendios en predios o áreas próximas a la toma de suministro	Sobrepresión. Fuga de Gas L.P. Incendio. Explosión	3	3	9
1.8	Distinto	Personal operador distinto	Desconocimiento de la operación de trasiego.	Fuga de gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	4	2	8
1.9	No	No existe prevención	Arranque del autotanque estado conectada la toma de suministro.	Deterioro de las líneas de conducción, válvulas o mangueras. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio.	4	2	8
1.10	No	No Hay prevención	Falta de atención en las labores encomendadas	Escape o fuga de gas L.P.	4	2	8

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

NODO	Palabra- guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
			Inicia el trasiego sin haber concluido las conexiones.	Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.			
1.11	Menos	Falta de mantenimiento	Falta de mantenimiento. Negligencia en la implementación de medidas preventivas y correctivas.	Fugas en válvulas. Desperfectos en sello. Corrosión de la línea. Corrosión de la tubería y formación paulatina de pequeños orificios. Fuga de Gas L.P. Incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión en presencia de una fuente de ignición.	3	2	6
1.12	No	No se realiza conexión a tierra	Fallas del sistema de tierras. El operador no conecta la unidad al sistema de tierras.	Generación de energía estática. Probabilidad de incendio en caso de registrarse simultáneamente una fuga de gas L.P.	5	2	10

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

NODO	Palabra- guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
1.13	No	Asegurar la integridad de las instalaciones	Desgaste de los soportes. Manguera expuesta al tránsito vehicular.	Deterioro paulatino de las mangueras. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	4	1	4
1.14	menos	Menor presión en la entrada del tanque	Daño o desgaste mecánico en bombas de trasiego Fugas en equipos o líneas Mal funcionamiento de válvulas	Disparo o baja de carga en tanque de almacenamiento Cavitación en bomba Liberación del gas creando un ambiente altamente tóxico Intoxicación de trabajadores y habitantes de los alrededores			

2. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA

NODO	Palabra-guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
2.1	Mayor	Mayor presión	Se trasiega gas L.P. en estado vapor.	Incremento de la presión en los tanques de almacenamiento.	3	3	9

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

NODO	Palabra-guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
				Accionamiento de la válvula de seguridad. Fuga de combustible. Formación de una nube inflamable. Conato de incendio y/o explosión en presencia de una fuente de ignición.			
2.2	Incremento	Aumento de la presión	Sobrellenado del recipiente. Error humano. Falla y/o deterioro del medidor magnético.	Sobrepresión en el tanque. Accionamiento de las válvulas de seguridad. Fuga de gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición. Deflagración o Explosión. Irritación de piel u ojos en las personas directamente expuestas o la muerte.	3	3	9
2.3	Incremento	Aumento de temperatura	Incendios en predios o áreas próximas	Sobrepresión en los tanques de almacenamiento.	3	3	9

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

NODO	Palabra-guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
				Accionamiento de las válvulas de seguridad. Fuga de Gas L.P. Incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión en presencia de una fuente de ignición.			
2.4	Distinto	La integridad mecánica disminuye, siendo distinta del diseño	El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	3	4	12

3. ANDEN DE LLENADO DE CILINDROS

NODO	Palabra-guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
3.1	No	Falta de controles operacionales	Falta de inspección del	Presentan fugas.	5	2	10

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

NODO	Palabra-guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
			estado que guardan los tanques portátiles. Manejo de tanques en mal estado.	Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión.			
3.2	No	Agentes externos no controlados	Sismos	Caídas de cilindros que pueden provocar fugas de gas l.p	4	1	4
3.3	No	No hay Conexión a tierra	Deterioro del sistema de tierras de alguna de las llenaderas que constituye el muelle.	Generación de electricidad estática. Incendio en caso de presentarse simultáneamente una fuga de gas L.P.	4	2	8
3.4	Incremento	Aumenta la Temperatura	Incendios por factores externos	Sobrecalentamiento de los cilindros. Explosión. Fuga de gas L.P. y formación de nubes inflamables.	3	2	6

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

NODO	Palabra-guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
				Incendio en caso de presentarse simultáneamente una fuga de gas L.P.			
3.5	No	interrupción del flujo	Conexión o acoplamiento inadecuado de las líneas de conducción a la válvula de servicio del cilindro.	Desconexión de la manguera de La toma de carga. Fuga de Gas L.P. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	4	1	4
3.6	No	prevención	Falta de atención en las labores encomendadas. Inicia el trasiego sin haber concluido las conexiones.	Escape o fuga de gas L.P. Sobrellenado de los cilindros portátiles. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	5	2	10
3.7	Menos	mantenimiento	Falta de mantenimiento. Negligencia en	Fugas en pistolas de llenado y en válvulas. Desperfectos en sello.	3	2	6

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

NODO	Palabra-guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	F	C	R
			la Implementación de medidas preventivas y correctivas.	Corrosión de la tubería y formación paulatina de pequeños orificios. Fuga de Gas L.P. Incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión en presencia de una fuente de ignición.			

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Grupo Ambiental Hábitat Biol. Maurel A. Jiménez Hernández

Certificados en



Hábitat

Con la finalidad de jerarquizar los riesgos latentes en las diferentes áreas de la planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P., a continuación se presentan los resultados del análisis Hazop en forma tabulada para facilitar su interpretación:

1. RECEPCIÓN Y SUMINISTRO DE GAS L.P.

NODO	Palabra-guía	Desviación	Índice de riesgo	
1.1	No	interrupción flujo	8	Alto
1.2	No	inmovilización	10	Alto
1.3	Distinto	Equipo o sistema distinto al requerido	9	Alto
1.4	No flujo	Aumento de presión	8	Alto
1.5	No	Interrupción de flujo	5	medio
1.6	No	inmovilización	10	Alto
1.7	Distinto	del diseño	6	medio
1.8	No flujo	Aumento de presión	8	Alto
1.9	Incremento	de presión	12	Extremo
1.10	Incremento	de temperatura	9	Alto
1.11	Distinto	del operador	8	Alto
1.12	No	prevención	8	Alto
1.13	No	prevención	8	Alto
1.14	Menos	mantenimiento	6	medio
1.15	No	Conexión a tierra	10	Alto
1.16	No	asegurar	4	medio

2. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA

NODO	Palabra-guía	Desviación	Índice de riesgo	
2.1	Mayor	presión	9	Alto

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

NODO	Palabra-guía	Desviación	Índice de riesgo	
2.2	Incremento	de presión	9	Alto
2.3	Incremento	de temperatura	9	Alto
2.4	Distinto	de diseño	12	Extremo

3. ANDEN DE LLENADO DE CILINDROS

NODO	Palabra-guía	Desviación	Índice de Riesgo	
3.1	No	NO CONTROL	10	alto
3.2	No	Orden	4	medio
3.3	No	Conexión a tierra	8	alto
3.4	Incremento	de la Temperatura	6	medio
3.5	No	interrupción del flujo	4	medio
3.6	No	prevención	10	alto
3.7	Menos	mantenimiento	6	medio

METODOLOGÍA WHAT IF...?

Para lograr los objetivos de estudio, se realizó un análisis What if...? que comprendiera todo el sistema de regulación y medición de gas, se analizó línea por línea los diagramas de tubería e instrumentación, como buena ayuda en la identificación de los riesgos potenciales en un sistema dado, para identificar consecuencias adversas que pudieran producirse, por ejemplo, fuga, derrame, explosión, etc.

Cuando se condujo el análisis de peligros y funcionamiento, un análisis detallado de los diagramas de tubería e instrumentación se llevó a cabo. El método Qué pasaría si...? Fue usado para identificar peligros posibles en un sistema dado, y para determinar si una consecuencia resultaría (es decir, un derrame, un incendio, una explosión, etc.) El método de qué pasaría si...? es un método para identificar

peligros aprobados por el instituto Americano de Ingenieros Químicos en su publicación de guías de procedimientos para la evaluación de peligros de 1985, (American institute of chemical Engineers (AIChE) Guidelines for Hazard Evaluation procedures, 1985) para plantas actualmente en existencia. Las facetas de estudio individual en cada sistema de proceso, fueron determinadas donde una variable fue medida o fue observada.

Estas variables incluyen:

- ❖ Temperatura
- ❖ Diferencial de Presión
- ❖ Razón de flujo
- ❖ Control e instrumentación
- ❖ Maquinaria
- ❖ Operaciones y personal de mantenimiento (oportunidad para error).

Con el intenso estudio de cada faceta y escenarios Qué pasaría si..? los escenarios de fugas del gas l.p., fueron identificados y jerarquizados para conocer las posibles consecuencias de gravedad que se tendrían tanto al personal como a las instalaciones.

La forma de análisis de identificación de peligros usada en este análisis de riesgos de seguridad de funcionamiento fue originada de la matriz de análisis de riesgos, la matriz fue tomada del "Guidance for Preparation of a Risk Management and Prevention Program, California office of emergency and response Commission of the state of California". Esta matriz de análisis de riesgos consistió de probabilidad de fuga (A) y gravedad de consecuencias por causa de una fuga de sustancias químicas altamente peligrosas (B), Análisis del factor de fuga (A*B). Para varios niveles, Probabilidad de fuga (A) y gravedad de consecuencias por causa de una fuga de sustancias químicas altamente peligrosas (B) son representadas por los valores siguientes:

Probabilidad:

Bajo	Cada 100 años, no esperado en esta planta, pero puede ocurrir.
Mediano	Cada 10 a 100 años, probablemente pueda ocurrir durante la vida del útil de esta planta
Alto	Una vez cada 10 años.

Gravedad de consecuencias:

Bajo	Resulta en problemas en operaciones o lesión singular, o daños a la propiedad menos de \$100,000 (dólares E.U.)
Mediano	Resulta en lesiones múltiples, interrupción significativa de las operaciones, o daños a la propiedad entre \$100,000 (dólares E.U.) y \$ 1,000,000 (dólares E.U.)
Alto	Resulta en muerte o daños a la propiedad, pérdidas de producción más de \$ 1, 000,000 (dólares E.U.)

	Nivel Probabilidad (A)	Gravedad de las consecuencias (B)
Bajo	1	1
Mediano	2	3
Alto	4	5

PROBABILIDAD * CONSECUENCIA = RIESGO		GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS (B)		
		BAJO (1)	MEDIO (3)	ALTO (5)
NIVEL PROBABILIDAD (A)	BAJO (1)	1	3	5

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Grupo Ambiental Hábitat Biol. Manuel A. Jiménez Hernández

Certificados en
ISO 9001:2008.



	MEDIO (2)	2	6	10
	ALTO (4)	4	12	20

Índice de riesgo

BAJO	1-3
MEDIO	4-6
ALTO	10-20



APLICACIÓN DEL MÉTODO WHAT IF...?

Proyecto: ACCESORIOS. BOMBAS.

No	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA	
1	¿Qué pasaría si existiera una restricción en la tubería de entrada a la bomba?	Causaría vaporización del líquido y cavitación dentro de la misma.	Ocurriría una caída de presión, la cual provocaría un mal funcionamiento en la bomba.	Ver diseño e instalación de la misma. Inspección y supervisión de la planta. Mantenimiento preventivo y correctivo. Llevar bitácora de mantenimiento.	
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	* Seguir los procedimientos de seguridad.		1	1	1 BAJO
2	¿Qué pasaría si se instalan los accesorios restrictivos o codos cerca de la apertura de	Aumentaría la cavitación.	Ocurriría una caída de presión. Podría ocurrir una turbulencia en el flujo.	Ver diseño e instalación de la misma. Inspección y supervisión de la planta. Mantenimiento preventivo y correctivo. * Llevar bitácora de mantenimiento.	

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.





No	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA	
	entrada a la bomba?			* Procedimientos de operación.	
		Implementos de Seguridad Instalados	Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
		* Seguir los procedimientos de seguridad.	1	1	1 BAJO
3	¿Qué sucedería si se instala un reductor concéntrico en la entrada de la bomba?	Aumentaría la cavitación. Existiría un mal funcionamiento de la bomba.	Ocurriría una caída de presión. Existiría una acumulación de vapor que puede inferir en el funcionamiento de la misma.	Debe usarse siempre un reductor excéntrico, cuando se reduce el diámetro de la tubería a la entrada de la bomba, y cuando exista la posibilidad de que dentro de la misma haya gas o aire. El reductor debe instalarse con la parte recta hacia arriba. Inspección y supervisión de la planta. Mantenimiento preventivo y correctivo.	

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.



No	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
		Implementos de Seguridad Instalados	Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
		Seguir los procedimientos de seguridad.	1	1	1 BAJO
4	¿Qué sucede si en la instalación se inclina la tubería hacia arriba en dirección a la bomba?	* Cavitación de la bomba.	* Existiría vaporización en la tubería de entrada a la bomba.		En la instalación se debe hacer un desnivel en la tubería de una o dos pulg., en diez pies de longitud entre la bomba y el tanque de almacenamiento, ya que permitirá que el gas fluya hacia el tanque y sea reemplazado por el líquido. Dar mantenimiento preventivo y correctivo.
		Implementos de Seguridad Instalados	Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
		Seguir los procedimientos de seguridad.	1	1	1 BAJO

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

No	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
5	¿Qué pasaría si existiera una gran cantidad de líquidos en largas tuberías a la entrada de la bomba?	Existiría un mal funcionamiento, la bomba cavitaria.	Sucedería una vaporización continua por largo tiempo durante el cual la bomba está llena de vapor.		* Revisión de diseño, operación e instalación. Instale una válvula de retención cerca de la bomba cuando la tubería de descarga es larga con el fin de evitar que el gas retorne a la bomba cuando la misma no esté trabajando. Mantenimiento preventivo y correctivo
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	* Seguir los procedimientos de seguridad.		1	1	1 BAJO
6	* ¿Qué pasaría si la bomba no gira?	Posible vibración. Materiales extraños en su interior.	* Daño por sobrecalentamiento del motor.		Revisión de diseño, operación e instalación. Mantenimiento preventivo y correctivo.

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.



No	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
					Posible atascamiento de las paletas o bien estén quebradas. Rodamientos malos o atascados. Presión diferencial muy avanzada.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	* Seguir los procedimientos de seguridad.		1	1	1 BAJO
7	¿Qué pasaría si existiera un calentamiento del motor o sobrecarga del interruptor?	Posiblemente el motor esté sobrecargado.	Podría sobrecalentarse el motor.		Mantenimiento preventivo y correctivo.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	* Seguir los procedimientos de seguridad.		1	1	1 BAJO

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.



No	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
8	* ¿Qué pasaría si existiera una transferencia lenta de gas vapor?	Existiría un mal funcionamiento del compresor. Posible vibración. Filtro obstruido. Válvulas del compresor en las líneas de succión o de descarga.	* Existiría un retardo en la operación.		Revisión de diseño, operación e instalación. Mantenimiento preventivo y correctivo
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	* Seguir los procedimientos de seguridad.		2	1	2 BAJO

Proyecto: RECEPCIÓN Y SUMINISTRO

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.



NÚMERO DE ACREDITACIÓN: UVPROFPA072 ACREDITADA A PARTIR DE 2005-10-21

No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
9	¿Qué pasaría si existiera una fuga en la descarga del transporte, esto sucedería en el trasvase?	Esto se debe a que no se colocará bien la válvula de globo a la punta de llenado de la toma de recepción, es decir al acoplador relleno para líquido.	Al existir una fuga se formaría una nube flamable. Posible formación de un flamazo. Posible explosión.		Supervisión en la operación. Colocar pull-away Mantenimiento preventivo y correctivo. Procedimiento de operación y mantenimiento.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	* Seguir los procedimientos de seguridad.		4	3	12 ALTO

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.



No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
10	¿Qué pasaría si en la operación se sobrepresionara la tubería de gas líquido en la descarga?	* Se abriría la válvula de relevo hidrostático de acción pop.	Fuga de gas con posible formación de una atmósfera inflamable. Posible flamazo.		Supervisión en la operación. Mantenimiento preventivo y correctivo.
					Procedimiento de operación y mantenimiento.
			Implementos de Seguridad Instalados	Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)
	* Seguir los procedimientos de seguridad.		2	1	2 BAJO
11	¿Qué pasaría si existiera gas atrapado en la tubería de descarga de gas líquido?	Existiría un aumento de presión que sería mayor y entraría en operación la válvula de relevo hidrostático.	Posible ruptura de la mirilla con fuga de gas l.p. provocando con esto una posible atmósfera inflamable. Esto sucedería siempre y cuando las válvulas de relevo no funcionaran.		Paro automático Supervisión y mantenimiento Accionar alarma.

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
			Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	Implementos de Seguridad Instalados				
	Medidas de seguridad. Aplicar los procedimientos del plan programa para la prevención de accidentes.		2	1	2 BAJO
12	¿Qué pasaría si existiera una falla en la válvula de descarga del semirremolque?	Fuga de material de manera continua. Al incendiarse podría aumentar la temperatura del envoltorio metálico del remolque tanque en la superficie en la que se encuentra el gas-vapor. No funcionan las válvulas de seguridad.	Posible formación de nube inflamable con la consecuencia de que al formarse el incendio no podrían llegar a la válvula, por lo que podría calentar el material envoltorio del semirremolque pudiendo crear una nube inflamable.		Paro automático Supervisión y mantenimiento Accionar alarma. Colocar un sistema de enfriamiento en la zona.
		Implementos de Seguridad Instalados	Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.



No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
	Medidas de seguridad. Programa para la prevención de accidentes.		4	3	12 ALTO
13	¿Qué pasaría si existiera una falla en las válvulas de seguridad y se encontrara cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido y la válvula de entrada al tanque de almacenamiento?	Se tendría una contra- presión muy fuerte en toda la línea de gas - líquida, la cual provocaría una fuga en la zona más débil, que en este caso sería la mirilla. No funcionan las válvulas de relevo hidrostático.	Posible formación de nube flamable con la consecuencia de que al formarse el incendio no podría crear una nube inflamable.		Paro automático Supervisión y mantenimiento Accionar alarma. Colocar un sistema de enfriamiento en la zona.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	Medidas de seguridad. Programa para la prevención de accidentes. Brigada contra incendio		2	3	6 MEDIO

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.



Proyecto: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA

No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
14	¿Qué pasaría si se sobrellenara el (los) tanque(s) de almacenamiento por una mala operación en el vapor de gas?	Se abrirían las válvulas de seguridad del multiport las cuales tiene una capacidad de descarga de 294 m3/min.	Posible fuga con formación de una nube inflamable.		Paro automático y Supervisión y mantenimiento Accionar alarma.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	Medidas de seguridad. Ver medidas del programa para la prevención de accidentes. Accionar el sistema de aspersion.		1	5	5 MEDIO
15	¿Qué pasaría si existiera una sobrepresión en el(los) tanque(s) de almacenamiento y	Es casi imposible porque se tienen 6 válvulas de seguridad y en caso de que una de ellas no funcionara las otras	Posible formación de una nube inflamable. Que en el caso de encontrar una fuente de ignición podría provocar una explosión con		Supervisión de la operación y descarga Mantenimiento preventivo y correctivo. Revisión de las

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.



	fallaran las válvulas de seguridad del multiport?	entrarían en operación.	consecuencias mayores.		condiciones del tanque de almacenamiento.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	Procedimientos del Programa para la Prevención de Accidentes. Capacitación del personal de las brigadas. Simulacros.		4	3	12 ALTO

Proyecto: ANDEN DE LLENADO

No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA
16	¿Qué pasaría si se existiera una falla en las válvulas automáticas de llenado?	Mal enroscado de la válvula al recipiente portátil.	Posible fuga de gas l.p. con formación de una nube flamable y explosiva.	Supervisión de la operación Paro automático Mantenimiento preventivo y correctivo. Accionar alarma si fuera

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

				necesario.
Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
Procedimientos del Programa de Prevención de Accidentes. Capacitación del personal. Simulacros.		1	3	3 BAJO

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, se utilizaron los parámetros que se indican a continuación de acuerdo a las especificaciones establecidas por la SEMARNAT para la determinación de las áreas de afectación:

	TOXICIDAD (CONCENTRACIÓN)	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 KW/m ² o 1,500 BTU/Pie ² h	1.0 lb/plg ²
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 KW/m ² o 440 BTU/Pie ² h	0.5 lb/plg ²

NOTAS:

- 1). En modelaciones por toxicidad, deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, deberá utilizarse Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.
- 2). Para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

Conceptos básicos de escenarios de emergencias por fuego y explosión aterrizados al proceso operativo en la instalación:

A continuación se presenta una breve descripción de los riesgos asociados al proyecto incluyendo una breve introducción al fenómeno del fuego, incendios y explosiones que permitirán una comprensión más clara del presente informe y de las consideraciones realizadas para el planteamiento de los escenarios de riesgo modelados.

Los materiales peligrosos pueden presentar riesgos de incendio con características especiales que deben ser comprendidas para diseñar mecanismos de prevención y control.

Comenzaremos con las medidas del potencial de inflamabilidad y continuaremos con una breve explicación de cómo pueden evaluarse los efectos de un incendio.

Medidas del potencial de inflamabilidad

Las medidas más comunes del potencial de inflamabilidad de los materiales que son inflamables o combustibles son:

- 1) puntos de ignición o "flash points",
- 2) límites inferiores de inflamabilidad o de explosión;
- 3) límites superiores de inflamabilidad o de explosión; y
- 4) temperaturas de auto ignición.

Estos datos se encuentran disponibles en diversos manuales y bases de datos de materiales peligrosos si se conocen y se listan normalmente en las hojas de seguridad de materiales (HDS) de sustancias químicas.

Puntos de ignición o "flash points"

El "flash point" o punto de ignición de una sustancia combustible, es en términos simples, la mínima temperatura de un material a la que los vapores sobre su superficie líquida o sólida se incendian y queman cuando son expuestos a una fuente de ignición específica sin causar necesariamente una combustión autosostenida del líquido o sólido. Los puntos de ignición varían de temperaturas muy por debajo de los cero grados Fahrenheit para los gases inflamables (tales como el gas natural, gas LP, propano o butano), y líquidos volátiles inflamables (como la gasolina), a cientos de grados sobre cero para aceites combustibles pesados.

(Nota: La temperatura a la que los vapores sobre un líquido o sólido se incendian y continúan ardiendo debido a la combustión autosostenida del líquido o sólido es conocida como punto de incendio o "fire point". Estas temperaturas se encuentran disponibles en la literatura profesional sólo para una cantidad relativamente pequeña de materiales).

Los materiales con puntos de ignición bajos, en relación con la temperatura ambiente son fácilmente encendidas por una chispa (ya sea de un metal frotándose con otro metal o piedra o debido a la electricidad estática) o una flama de cualquier fuente. Frecuentemente, son sustancias que se encuentran normalmente en estado gaseoso a

temperatura ambiente o líquidos que se evaporan rápidamente o entran en ebullición al momento de ser liberadas. Estos vapores o gases pueden ser a veces transportados por el viento hasta una fuente de ignición a cierta distancia del lugar de descarga del material y generar un "flamazo" de vuelta a la fuente de la emisión causando uno o más de los peligros de fuego que se describen posteriormente.

Las sustancias con puntos de ignición cercanos a la temperatura ambiente también se encienden con facilidad por medio de chispas o flama. La diferencia principal entre estos materiales y los descritos en el párrafo anterior es que la fuente de ignición debe estar más cerca del combustible para que tenga lugar la ignición. Esto sigue a la observación de que tales materiales son generalmente líquidos de volatilidad menor a materiales con puntos de ignición sustancialmente más bajos.

Mientras mayor sea la temperatura del punto de ignición sobre la temperatura ambiente, se vuelve más difícil encender una sustancia. Bajo circunstancias normales, un combustible con un punto de ignición alto no puede encender con una chispa o hasta una flama cercana, a menos que: 1) el combustible sea un líquido rociado al aire en forma de una niebla fina; 2) el combustible sea un sólido dividido finamente; 3) una porción del combustible se haya calentado hasta cerca de su punto de ignición por una fuente de calor cercana y entonces se haya expuesto a una fuente de ignición; o 4) el combustible se caliente a una temperatura igual o mayor a su punto de ignición antes de ser liberado y encuentre una fuente de ignición antes de enfriarse.

Límites de inflamabilidad y explosividad

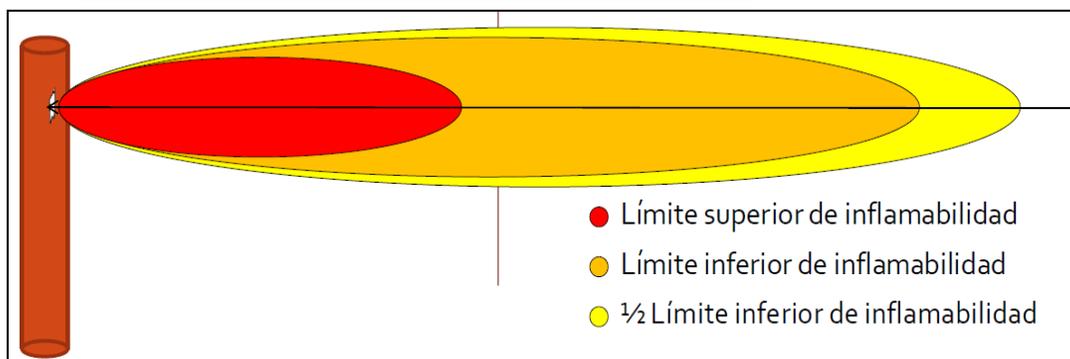
Es bastante bien conocido que la combustión no puede tener lugar en ausencia de una cantidad mínima de oxígeno, ya sea que se encuentre disponible en el aire mezclado con los gases o vapores emanados de una sustancia combustible o de un componente interno del combustible. De la misma forma, debe haber suficientes vapores o gases combustibles disponibles en la mezcla aire-combustible para soportar y sostener la combustión. Así, existen límites inferiores y superiores asociados con las concentraciones del combustible en el aire que se incendian y permiten que las flamas se dispersen alejándose de la fuente de ignición (permiten que las flamas se propaguen). Las concentraciones de combustible por debajo del límite inferior contienen una cantidad

insuficiente de combustible para encender y propagar su flama y se les conoce como demasiado ligeras para arder. Aquellas que se encuentran por encima del límite superior son consideradas demasiado ricas para encender; esto es, contienen demasiado combustible y/o muy poco oxígeno, como es el caso de un motor de automóvil que se encuentra "ahogado".

La concentración mínima de un vapor o gas en el aire que puede incendiarse y propagar flama se le conoce como su concentración límite inferior de inflamabilidad (LII) o su concentración límite inferior de explosividad (LIE o LEL) y usualmente se expresa como un porcentaje por volumen de los vapores combustibles en el aire. Las palabras inflamabilidad y explosividad se utilizan de manera intercambiable, de tal forma que los valores LII son típicamente iguales a los valores LIE en la literatura. La razón detrás de esto es que la concentración de un combustible que arde en el aire también es de esperarse que explote bajo las condiciones apropiadas. Esta suposición es aproximadamente verdadera para algunos combustibles (donde los valores LIE precisos pueden ser ligeramente mayores que los valores LII), pero se ha vuelto ampliamente aceptada a través de décadas de uso.

De manera similar al caso anterior, la concentración máxima de un gas o vapor en el aire que puede incendiarse y propagar flama se le conoce como límite superior de inflamabilidad (LSI) o límite superior de explosividad (LSE o UEL) del combustible. De nuevo, las palabras inflamabilidad y explosividad se usan comúnmente de forma intercambiable.

Los valores LII o LIE se relacionan con los puntos de ignición de las sustancias combustibles en que el punto de ignición es en teoría la temperatura a presión atmosférica a la que una sustancia debe elevarse para producir una concentración de gas o vapor sobre su superficie equivalente a su concentración LII o LIE. Esta relación no siempre se observa en la práctica, sin embargo, a causa de que el equipo y procedimientos de medición del punto de ignición, como se mencionaba anteriormente, no siempre predicen valores precisos.



Descripción gráfica de los límites de inflamabilidad de las sustancias.

Para los casos de fuga del producto que nos interesa, el material fugado comienza con una concentración de 100 % gas – 0 % aire y se diluye hasta una concentración 100 % aire – 0 % gas.

Temperaturas de autoignición

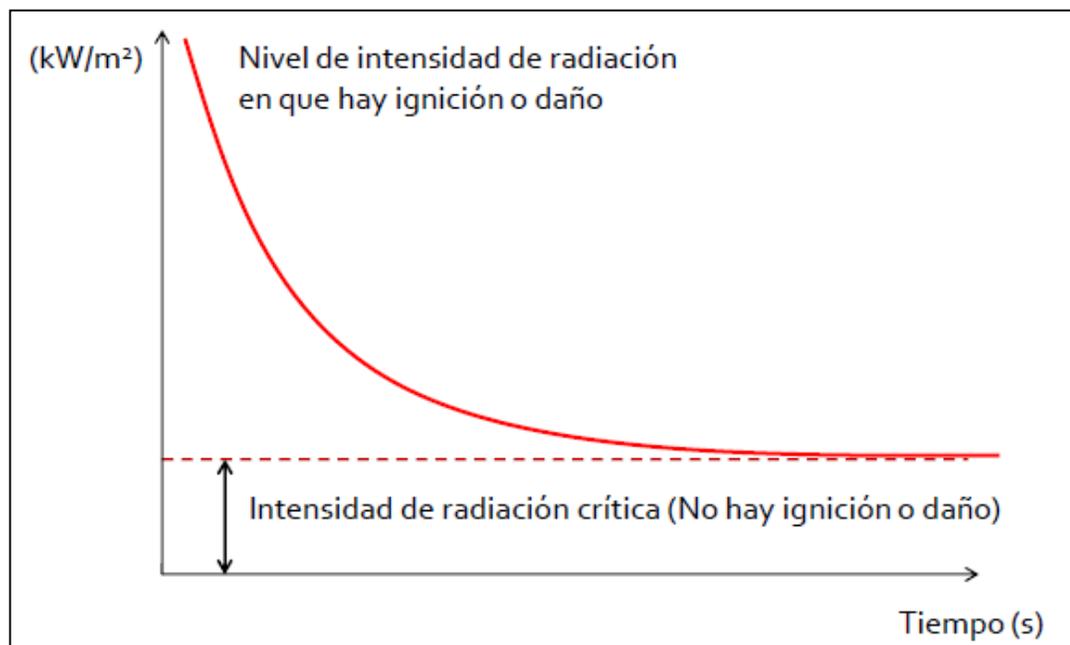
La temperatura de ignición o autoignición (TAI) de una sustancia, ya sea sólida, líquida o gaseosa, es la temperatura mínima para iniciar o causar una combustión autosostenida en ausencia de chispa o flama. Estas temperaturas deben de ser vistas como aproximaciones, aún más que los puntos de ignición o límites de inflamabilidad, debido a los muchos factores que pueden afectar los resultados de las pruebas. De hecho, debemos notar que muchos de los valores que se encuentran actualmente en la literatura fueron determinados utilizando métodos de prueba que ahora se consideran obsoletos. Los nuevos métodos adoptados por la ASTM demuestran frecuentemente temperaturas sustancialmente menores para el inicio de la combustión que métodos anteriores.

Medidas de los efectos de inflamabilidad

Es obvio que el contacto directo con una flama de cualquier tipo no es una buena idea durante cualquier periodo de tiempo prolongado debido a que el calor extremo puede incendiar los materiales combustibles o quemar severamente y destruir el tejido vivo. Lo que puede no entenderse completamente es que el fuego también puede causar daños o lesiones a distancia a través de la transmisión de la radiación térmica, de forma no muy distinta a como el sol calienta la tierra. Tal radiación, la cual es completamente

distinta a la radiación nuclear, es más potente sobre la superficie de la flama y se debilita rápidamente al alejarse en cualquier dirección. En consecuencia, durante una fuga mayor de material peligroso en donde se involucre el fuego, los daños a la propiedad y las lesiones a las personas pueden ocurrir no solo en las áreas donde se encuentra el fuego, sino también en la zona que rodea el incendio.

Los niveles de radiación térmica (también conocidos como flujos de radiación térmica) se miden y se expresan en unidades de potencia por unidad de área, del elemento que recibe la energía.



Gráfica de nivel de intensidad de radiación térmica.

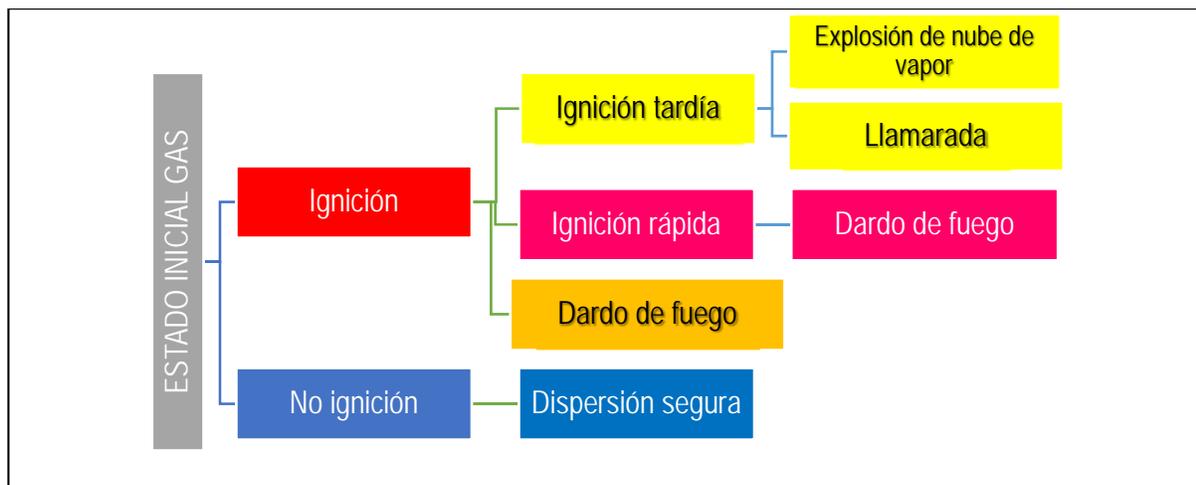
Sin embargo, debido a que el daño o la lesión sostenida por el objeto receptor es una función de la duración de la exposición, así como del nivel, las dosis de radiación térmica nos conciernen también. Estas dosis se determinan al combinar los niveles de radiación con los tiempos de exposición y se expresan en unidades de energía por unidad de tiempo por unidad de área de superficie receptora.

Tipos de fuegos

Existen seis tipos esenciales de fuego, asociados con la descarga de materiales peligrosos, con el tipo de fuego siendo una función no sólo de las características y propiedades de la sustancia derramada sino también de las circunstancias que rodean la emisión y/o ignición. Los seis tipos son:

- ❖ **Flama de chorro (JET FIRE)**
- ❖ Bolas de fuego como resultado de las explosiones de vapor por expansión de líquidos en ebullición (BLEVEs)
- ❖ Fuegos en nubes de vapor o polvo
- ❖ Fuegos en encharcamiento de líquidos
- ❖ Fuegos que involucran sólidos inflamables (como los define el Departamento de Transporte de los EEUU), y
- ❖ Fuegos que involucran combustibles ordinarios

Para la determinación de los escenarios con probabilidad de ocurrencia de acuerdo al tipo de emisión que puede presentarse en la instalación se utilizaron los criterios que se describen en la siguiente figura, de acuerdo con la información proporcionada por dinámica Heurística para la utilización del software



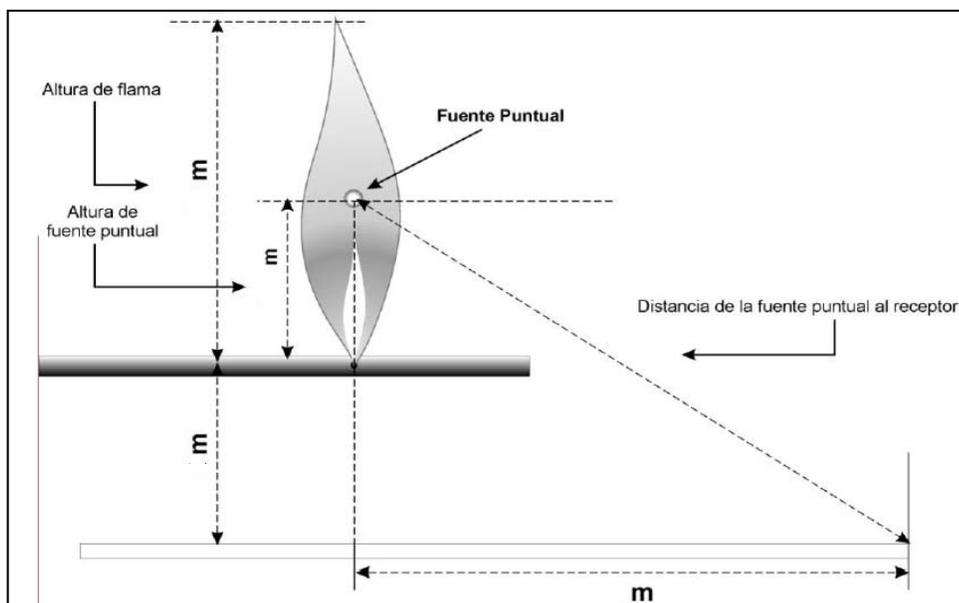
Escenarios con probabilidad de ocurrencia ante la pérdida de contención de gas natural dentro de la instalación. Recuperado de: Dinámica heurística Peligros de fuego de sustancias químicas

De acuerdo con la figura anterior, los escenarios con probabilidad de ocurrencia por pérdida de contención del gas natural dentro de la instalación son:

Dardo de fuego (Jetfire)

Los tanques de almacenamiento, transportes o tuberías que contienen gases bajo presión (ej. gases comprimidos) o sustancias normalmente gaseosas que se han comprimido al punto de convertirse en líquidos (ej. gases licuados comprimidos) pueden descargar gases a alta velocidad, si se perfora o rompe en alguna tubería durante un accidente.

La descarga o ventilación del gas a través del agujero forma un chorro de gas que "sopla" hacia la atmósfera en la dirección en la que se encuentre el agujero, mientras entra y se mezcla con el aire. Si el gas es inflamable y se encuentra una fuente de ignición, puede formarse una flama de chorro de longitud considerable (posiblemente de cientos de pies de largo) a partir de un agujero de menos de un pie de diámetro. Estos chorros presentan un peligro de radiación térmica para las personas y propiedades cercanas y son particularmente peligrosos si chocan con el exterior de un tanque intacto cercano que contenga material peligroso inflamable, volátil y/o autorreactivo. Estos eventos ocurren a veces durante descarrilamientos de múltiples vagones de ferrocarril o en incidentes en plantas químicas atestadas o en instalaciones de procesamiento o almacenaje de petróleo/gas.



Distancia a nivel de piso de la Fuente puntual al receptor. Recuperado de:
Dinámica heurística Peligros de fuego de sustancias químicas

Fuegos de nubes de vapor o polvo

Los vapores emanados de un charco de líquido volátil o los gases que se ventilan de un contenedor o tubería perforada o dañada, si no se incendian inmediatamente, forman una pluma o nube de gas o vapor que se mueve en la dirección del viento. Si esta nube o pluma entra en contacto con una fuente de ignición en un punto en el que su concentración se encuentre dentro del rango de sus límites superior e inferior de inflamabilidad, puede generarse un muro de fuego que se dirige hacia la fuente del gas o vapor, engullendo cualquier cosa que se encuentre en su camino. De forma similar, es posible que el fuego surja a través de nubes de polvos combustibles finamente divididos y suspendidas en el aire, sean o no clasificados formalmente como materiales peligrosos. Las personas o propiedades atrapadas en el interior de la nube pueden resultar severamente lesionadas o dañadas al paso del fuego, si no cuentan con protección adecuada.

Peligros de explosión de sustancias químicas

El diccionario contiene dos definiciones para el verbo explotar que son relevantes para los materiales peligrosos, siendo éstas:

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

- ❖ Arder rápidamente de tal forma que exista una violenta expansión de gases calientes con gran fuerza destructiva y un fuerte ruido (en lo que se conoce como una explosión térmica).
- ❖ Estallar violentamente como resultando de la presión interna (en lo que se conoce como una explosión no térmica).

La primera definición involucra claramente la ignición y emisión de energía térmica de un material o mezcla explosivos y la segunda no lo es. Analizaremos primero las condiciones y factores que definen el potencial de ambos tipos de explosiones, tanto térmicas como no-térmicas, seguido de una explicación de cómo pueden ser medidos los efectos de una explosión, y entonces veremos los distintos tipos de explosiones que cumplen con los criterios anteriores y que pueden encontrarse en accidentes relacionados con materiales peligrosos como es el caso que nos ocupa.

Factores que influyen en el potencial de explosión

Explosiones térmicas

Las definiciones de los límites superiores e inferiores de inflamabilidad presentadas anteriormente explican que estos términos se usan de manera intercambiable con los términos de límites superiores e inferiores de explosividad en el aire. La razón para esto es que una mezcla inflamable de combustible en el aire, por ejemplo, una mezcla dentro del rango de las concentraciones límite superior e inferior de inflamabilidad, puede explotar si se enciende bajo condiciones apropiadas.

El conjunto de condiciones bajo las cuales son más comunes las explosiones de gases o vapores comprende la ignición del material dentro del espacio confinado de un edificio, una tubería de drenaje, un túnel, un tanque de almacenamiento de líquido parcialmente vacío (en tierra o en un transporte marítimo), u otro contenedor.

De lo anterior se deduce que virtualmente todas las sustancias que se manejen bajo condiciones en las que las mezclas aire-combustible se encuentren entre los límites y ocupen una fracción significativa de un espacio cerrado tienen una alta probabilidad de explotar en lugar de simplemente arder cuando se encienden. Sin embargo, debe notarse que las mezclas gaseosas también pueden explotar en momentos en los que se encuentran confinadas sólo parcialmente o aun completamente libres en un ambiente

abierto. Estas últimas explosiones, llamadas explosiones de nubes de vapor no confinadas, a menudo tienen mucho menos potencia que las explosiones en confinamiento, y se ha observado que algunas sustancias tienen una probabilidad mucho mayor de explotar cuando no se encuentran confinadas, que otras. No obstante, eventos previos han demostrado que las explosiones no confinadas pueden ocasionalmente causar un daño devastador y lesiones extensas, especialmente cuando el peso del vapor o gas en el aire excede las 1,000 libras. Por debajo de este peso, las explosiones de nubes de vapor no confinadas son bastante raras y típicamente involucran a relativamente pocos materiales específicos.

La fuerza o potencia de una explosión térmica, de cualquier manera que uno desee expresarla, es una función de tres factores principales:

- ❖ La cantidad de combustible presente que es capaz de explotar.
- ❖ La cantidad de energía disponible en esta porción del combustible
- ❖ La fracción de la energía disponible (conocida como el factor de eficiencia) que se espera sea liberada en el proceso de la explosión.

En términos más simples, se entiende que dos cartuchos de dinamita producen un estallido mayor que uno solo, que las mezclas de aire-combustible por debajo o sobre las concentraciones límites explosivas en el aire pueden no proporcionar fuerza adicional a una explosión y que algunas sustancias contienen mayor energía por unidad de peso que otras.

Explosiones no térmicas

El tipo más sencillo de explosión no térmica a entender es el que se debe a la presurización excesiva de un contenedor de cualquier tipo, sellado o ventilado inadecuadamente. De manera muy similar a como estallaría un globo si se le inyecta demasiado aire, las paredes de un tanque sellado u otro contenedor pueden romperse violentamente si se introduce forzosamente demasiado gas o líquido, si una reacción química interna produce gases o vapores en exceso, o si una reacción u otra fuente de

calor incrementa la presión de vapor interna del contenido hasta el punto en que las paredes se estiren más allá de su punto de ruptura.

Debido a que la ignición o el fuego no se relacionan directamente con el proceso de la explosión, se considera estos eventos como explosiones no térmicas, aunque el contenido del contenedor pueda encenderse de manera subsecuente a su liberación, si se encuentra presente una fuente de ignición apropiada y la sustancia es inflamable o combustible.

Para efectos del presente informe no realizaremos un análisis de explosiones no térmicas toda vez que no se cuenta con depósitos de almacenamiento de gas, en el caso de sobrepresión en tuberías, esta provocaría fuga por junta, unión bridada, válvula o poro, generando alguno de los escenarios descritos líneas arriba dependiendo de las condiciones de ignición que se presenten dentro de la instalación.

Medidas de los efectos de una explosión

Cuando un cohete o un cartucho de dinamita explotan, la violencia y velocidad de las reacciones que toman lugar, producen lo que se conoce como ondas de choque u ondas de impacto. Se puede imaginar a cualquiera de estos tipos de ondas, como una delgada capa de aire o gases altamente comprimidos que se expande en todas direcciones a partir del punto donde se inicia la explosión. Tales ondas pueden moverse a velocidades que rebasan la velocidad del sonido en el aire, y por ende, son capaces de producir "booms" sónicos, es por esto que las explosiones grandes producen un fuerte sonido o "bang".

La potencia de la onda puede medirse en unidades de presión (psi, etc.) y los efectos de las sobrepresiones máximas dentro de la onda (la presión máxima dentro de la onda por encima de la presión atmosférica normal) se pueden relacionar con el nivel de daño a la propiedad o lesiones personales que probablemente resulten.

En apartados posteriores del presente informe se presenta una lista detallada de los posibles efectos de la sobrepresión sobre las personas u objetos. Es importante notar que las sobrepresiones máximas son mayores cerca de la fuente de la explosión y disminuyen rápidamente con la distancia del lugar de la explosión. Adicionalmente debemos notar que la posición del estallido en relación con "superficies reflejantes" cercanas, influye en

la extensión del daño. Por ejemplo, imaginemos una explosión que tiene lugar muy por encima del nivel del suelo. En este tipo de evento elevado o "al aire libre", la onda de choque esférica tiene la oportunidad de viajar y disiparse en todas direcciones en forma simultánea. De la misma forma, si la misma explosión tuviera lugar directamente sobre la superficie del suelo, la mayor parte de la energía liberada se disiparía únicamente hacia arriba y hacia los lados.

La superficie del suelo reflejaría la mayor parte de la energía dirigida hacia abajo, y el resultado neto sería una onda de impacto o de choque con aproximadamente el doble de fuerza, expandiéndose a partir de un volumen de espacio semi-esférico situado sobre la superficie del terreno, esta situación se puede observar en la siguiente figura.

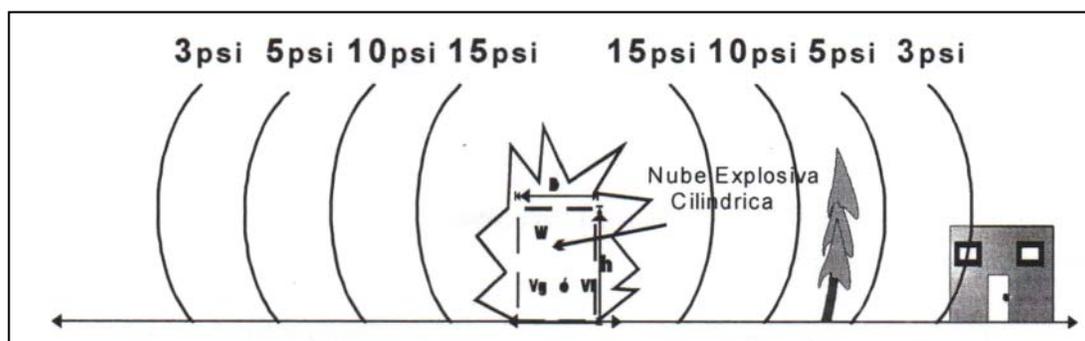


Diagrama de los efectos de sobrepresión provocada por ondas expansivas producto de una explosión Recuperado de: Dinámica heurística Peligros de fuego de sustancias químicas

Además de las lesiones personales y pérdidas materiales causadas por la exposición directa a las sobrepresiones máximas, la onda de choque o impacto tiene el potencial para causar impactos indirectos, estos efectos secundarios de las explosiones incluyen:

- ❖ Fatalidades o lesiones debidas a misiles, fragmentos, y restos en el medio ambiente impulsados por la explosión o por el calor generado.
- ❖ Fatalidades o lesiones debidas al movimiento violento de las personas expuestas y su impacto subsecuente contra la superficie del terreno, muros u otros objetos estacionarios.

Las lesiones más comunes en las personas debido a misiles y objetos similares, pueden atribuirse a la violenta ruptura de vidrios y al impacto de los pedazos que salen disparados.

Los fragmentos pueden incluir pedazos de cualquier contenedor que explote y piezas de estructuras o equipos que se sueltan por la explosión y salen volando. Los restos del ambiente se refieren esencialmente a todo lo demás que haya sido sacado de su lugar. También puede considerarse que la categoría entera abarca situaciones en las que la gente se encuentre enterrada bajo los escombros de edificios colapsados y otras estructuras.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS INSTALACIONES

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, se utilizaron los parámetros que se indican a continuación de acuerdo a las especificaciones establecidas por la SEMARNAT para la determinación de las áreas de afectación:

	TOXICIDAD (CONCENTRACIÓN)	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)
--	------------------------------	------------------------------------------	--------------------------------

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 KW/m ² o 1,500 BTU/Pie ² h	1.0 lb/plg ²
Zona de Amortiguamiento	TLV ₈ o TLV ₁₅	1.4 KW/m ² o 440 BTU/Pie ² h	0.5 lb/plg ²

NOTAS:

- 1). En modelaciones por toxicidad, deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, deberá utilizarse Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.
- 2). Para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

De acuerdo a los resultados, obtenidos por la simulación de eventos utilizando los modelos DE LOS PROGRAMAS SCRI Y ALOHA, se tiene lo siguiente:

RADIOS DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE Y BLEVE

El peligro de explosión en las instalaciones es latente y puede causar pérdidas materiales y humanas. Por lo general el potencial de daño es mayor que un incendio y menor que una fuga tóxica.

Una explosión se define como un evento en el que se libera energía en un período de tiempo muy corto y en un volumen lo suficientemente pequeño para generar una onda de sobrepresión de amplitud finita viajando desde su origen. La sobrepresión es por tanto el parámetro esencial tomado en cuenta en la elaboración de los análisis de consecuencia de una nube inflamable en las instalaciones de la PLANTA DE GAS L.P. ORIZABA PROPIEDAD DE GAS DEL ATLÁNTICO S.A. DE C.V.

Una onda de sobrepresión sufrirá cambios bruscos en su densidad, temperatura y velocidad de partícula al viajar a través del aire. Esto hace que se generen tensiones

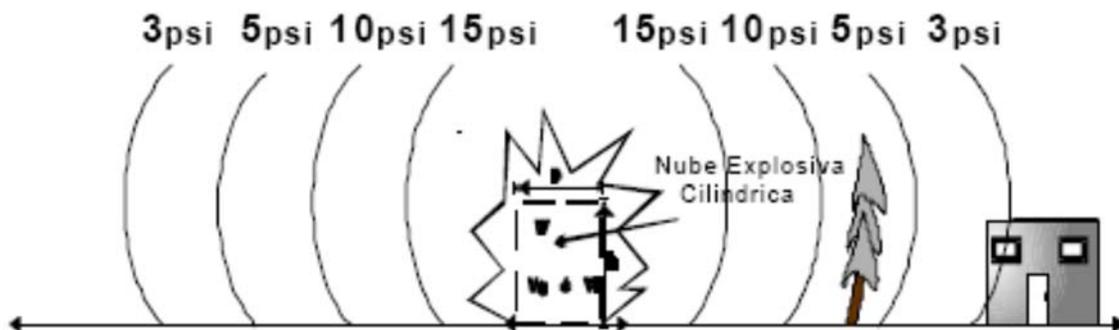
al encontrarse con estructuras cercanas, produciendo daños a edificios y a las personas.

Bajo un escenario de Daño Máximo Catastrófico, la magnitud de la fuga se estimó considerando:

- El tamaño de la fuga estará determinado por el contenido del mayor recipiente del proceso o conjunto de recipientes del proceso conectados entre sí. No se tendrá en cuenta la existencia de válvulas automáticas.
- Se considera la destrucción o daños graves de tanques de almacenamientos mayores, como formadores de nubes explosivas catastróficas.
- No se considera como limitante de la formación de una nube, la existencia de fuentes cercanas de ignición.
- Se incluyen los gases y líquidos empleados como combustibles.

Una vez que se produce la explosión, se generan una serie de ondas expansivas circulares, de tal forma que las ondas de mayor presión están situadas formando una circunferencia cercana al centro de la nube y las de menor presión se sitúan en circunferencias de diámetro mayores. El objetivo del modelo es entonces determinar la magnitud de los diámetros asociados a la sobrepresión de las ondas y los daños producidos en instalaciones.

Esquema conceptual de la modelación de daños por ondas de sobrepresión



A continuación se presentan los daños que cabría esperar por las sobrepresiones generadas, en caso de explosión.

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Sobrepresión (psig)	DAÑOS ESPERADOS
0.03	Rompimiento ocasional de grandes ventanas ya algo dañadas.
0.04	Un ruido alto (143 dB); estruendo sónico de fallas en vidrio.
0.10	Roturas de ventanas pequeñas bajo tensión.
0.15	Presión típica de fallas en vidrio.
0.30	Algunos daños para techos caseros; 10% de vidrios de ventana rotos.
0.40	Daño estructural menor.
0.50 – 1.0	Ventanas generalmente destrozadas; algunos marcos de ventanas dañados.
0.7	Daños menores para estructuras en casas.
1.0	Demolición parcial de casas; convertidas en inhabitables.
1.0 – 2.0	Paneles de metales acanalados desfasados y doblados.
1.0 – 8.0	Rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.
1.3	Estructuras de acero de construcciones ligeramente distorsionadas.
2.0	Desplome parcial de paredes y techos de casas.
2.0 – 3.0	Paredes de block recocido ó paredes de concreto no reforzado destrozadas.
2.3	Límite inferior de daño estructural grave.
2.4 – 12.2	Rango de 1-90% de ruptura de tímpano entre la población expuesta.
2.5	50% de destrucción de casas de ladrillo.
3.0	Estructuras de acero de construcciones distorsionadas y extraídas de sus cimientos.
3.0 – 4.0	Edificios de paneles de acero sin marco.
4.0	Cubiertas rotas de edificios industriales ligeros.

Sobrepresión (psig)	DAÑOS ESPERADOS
5.0	Armazón de madera destrozada.
5.0 – 7.0	Casi completa la destrucción de casas.
7.0	Vagones de tren cargados, volcados.
7.0 – 8.0	Falla de ladrillos no reforzados de 8-12 pulgadas de espesor por corte de las juntas.
9.0	Vagones cerrados de tren con carga demolidos.
10.0	Probable destrucción total de los edificios.
15.5 – 29.0	Rango de 1-99% de fatalidad entre la población expuesta debido a los efectos del choque directo.

Áreas de Afectación por nubes inflamables originadas por la ignición súbita que ocurre al fugarse el gas l.p., de acuerdo a la jerarquización de los riesgos, aquellos susceptibles de presentarse: Incendio u explosión, derivados de una fuga que entra en contacto con una fuente de calor (chispa, flama, etc.), en las siguientes áreas y bajo las condiciones que se indican a continuación:

RIESGOS CON UNA MAYOR PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

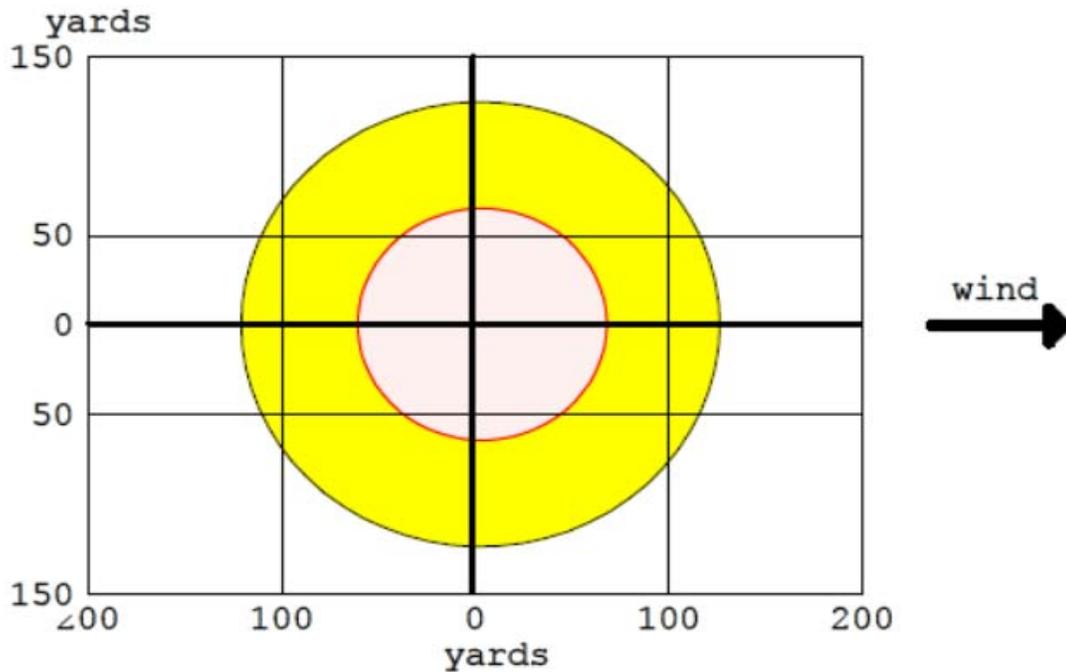
Escenario 1
Formación de nube inflamable, al desconectarse la línea de suministro de gas l.p., y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición.

Thermal Radiation Threat Zone

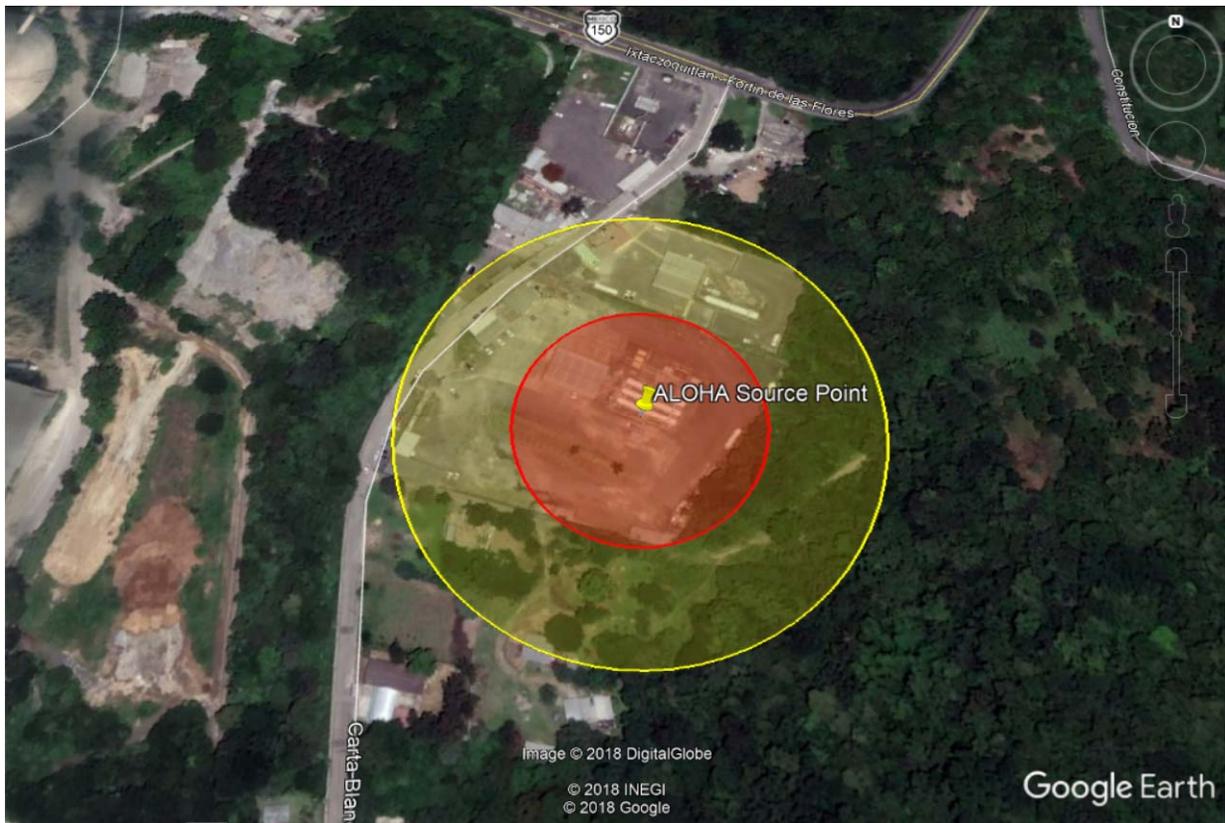
ALOHA® 5.4.7 

```

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
Chemical Name: PROPANE
Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 68 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 127 yards --- (1.4 kW/(sq m))
    
```



- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
- greater than 1.4 kW/(sq m)



Escenario 2

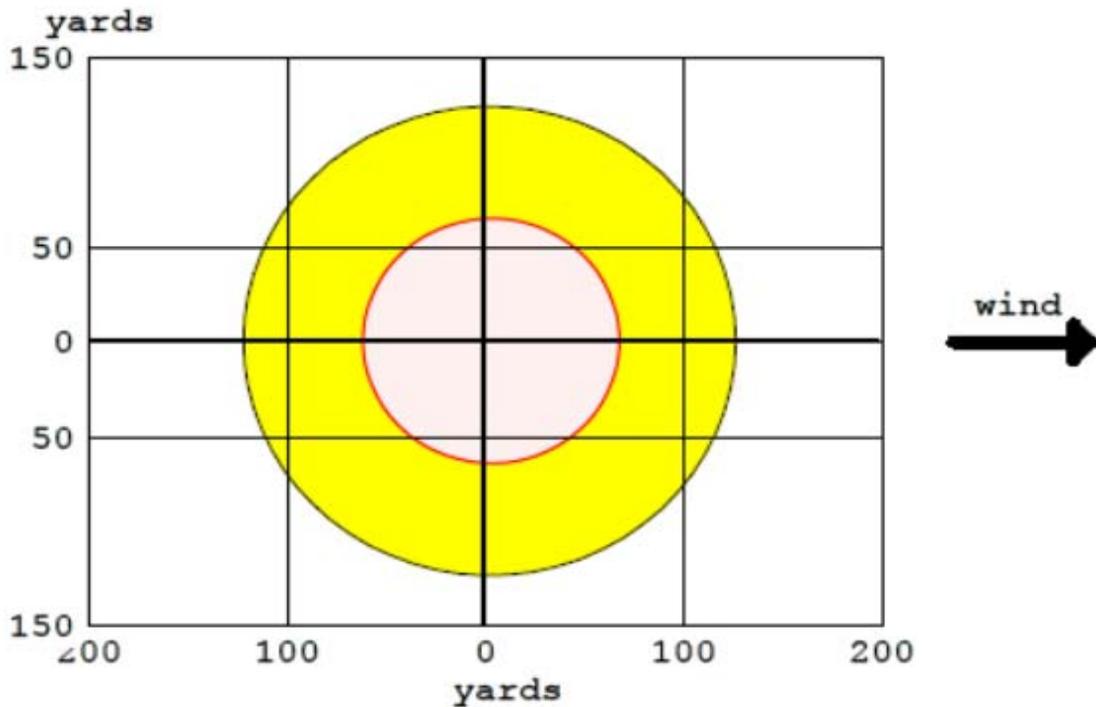
Formación de nube inflamable, al desconectarse la línea de descarga de gas l.p. a autotanques para distribución final, y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición.

(Se aclara que el escenario 2 muestra las mismas condiciones, falla válvula con diámetro de 76 mm, sin embargo el evento es distinto, ya que en el escenario 1 es referente al suministro a tanques de almacenamiento y el escenario 2 es de la descarga a autotanques a distribución final)

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7 

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
 Chemical Name: PROPANE
 Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
 THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 68 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 127 yards --- (1.4 kW/(sq m))



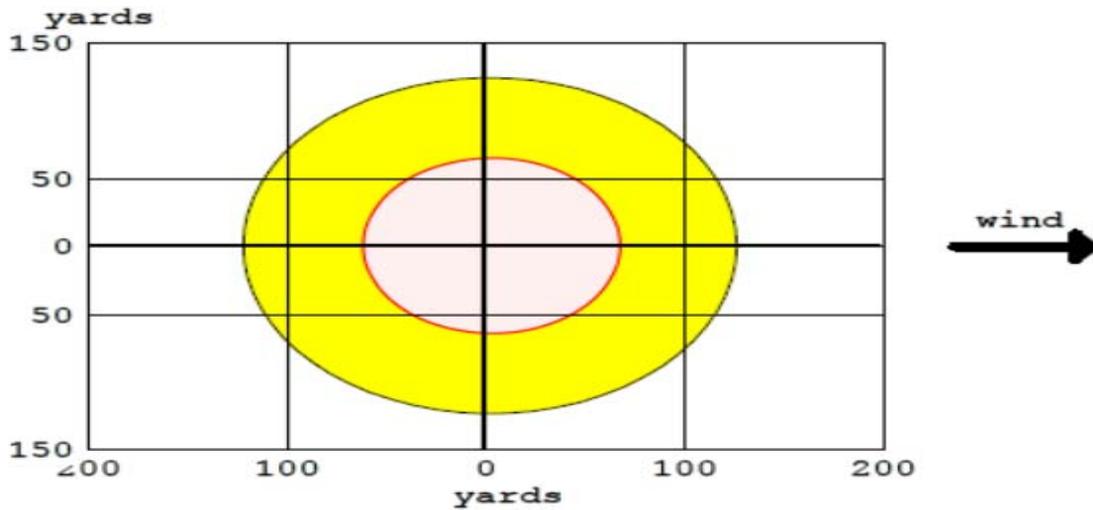
-  greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
-  greater than 1.4 kW/(sq m)



Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
 Chemical Name: PROPANE
 Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
 THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 68 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 127 yards --- (1.4 kW/(sq m))



greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
 greater than 1.4 kW/(sq m)

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

**Grupo Ambiental Hábitat Biol. Manuel A.
Jiménez Hernández**

Certificados en
ISO 9001:2008.

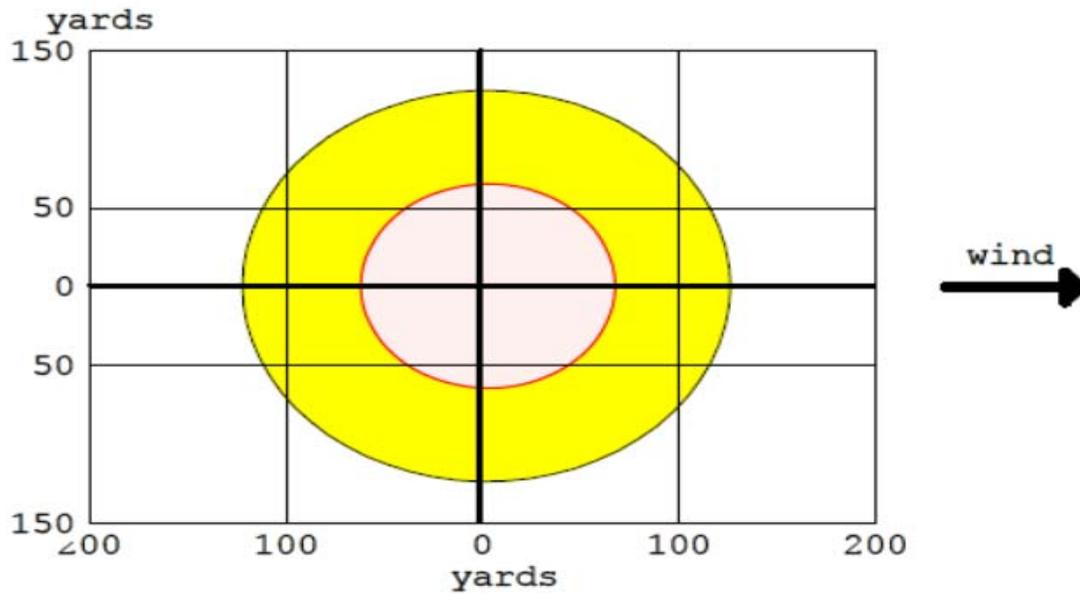


Escenario 3
Formación de nube inflamable, Fuga masiva de gas en la línea de suministro al muelle de llenado, y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición.

Thermal Radiation Threat Zone ALOHA® 5.4.7 

```

Time: October 29, 2018 2224 hours ST (using computer's clock)
Chemical Name: PROPANE
Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 68 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 127 yards --- (1.4 kW/(sq m))
    
```



greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
 greater than 1.4 kW/(sq m)



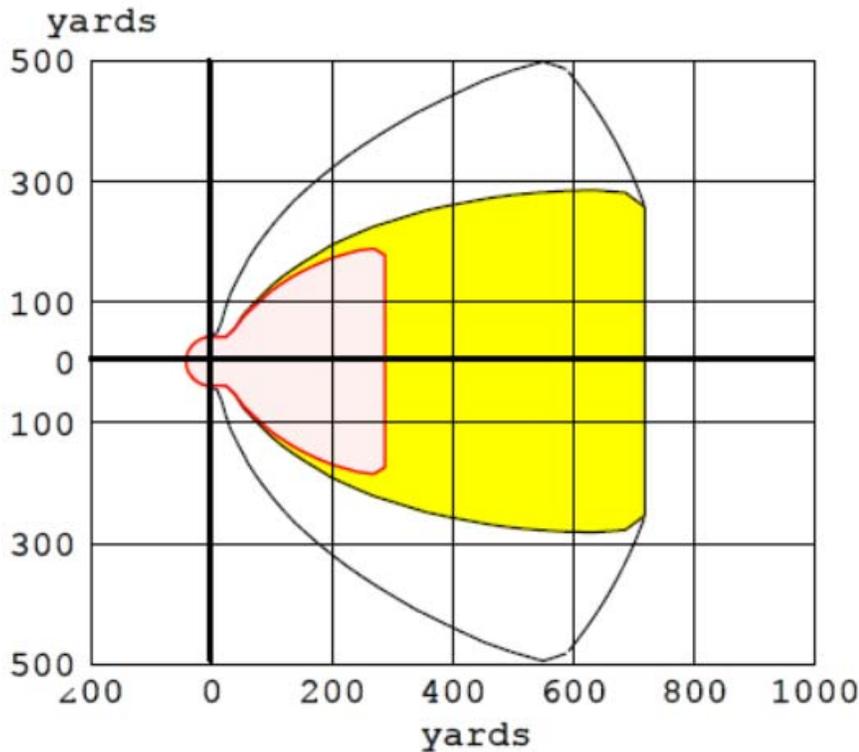
EVENTOS MÁXIMOS CATASTRÓFICOS CON BAJA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA

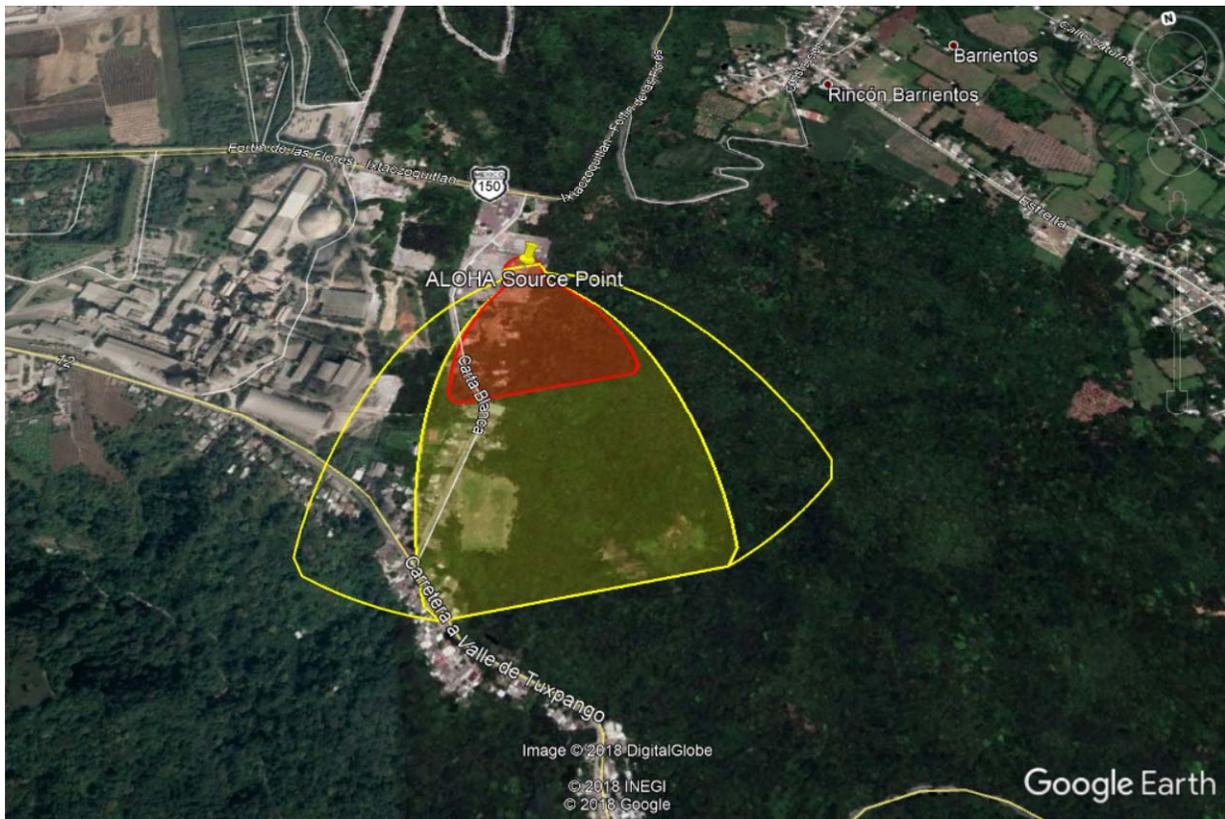
Escenario 4
Formación de nube inflamable, por fuga masiva a través de una válvula de seguridad de un tanque de almacenamiento

Flammable Threat Zone

ALOHA® 5.4.7 

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
Chemical Name: PROPANE
Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
THREAT ZONE:
Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 289 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 718 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)





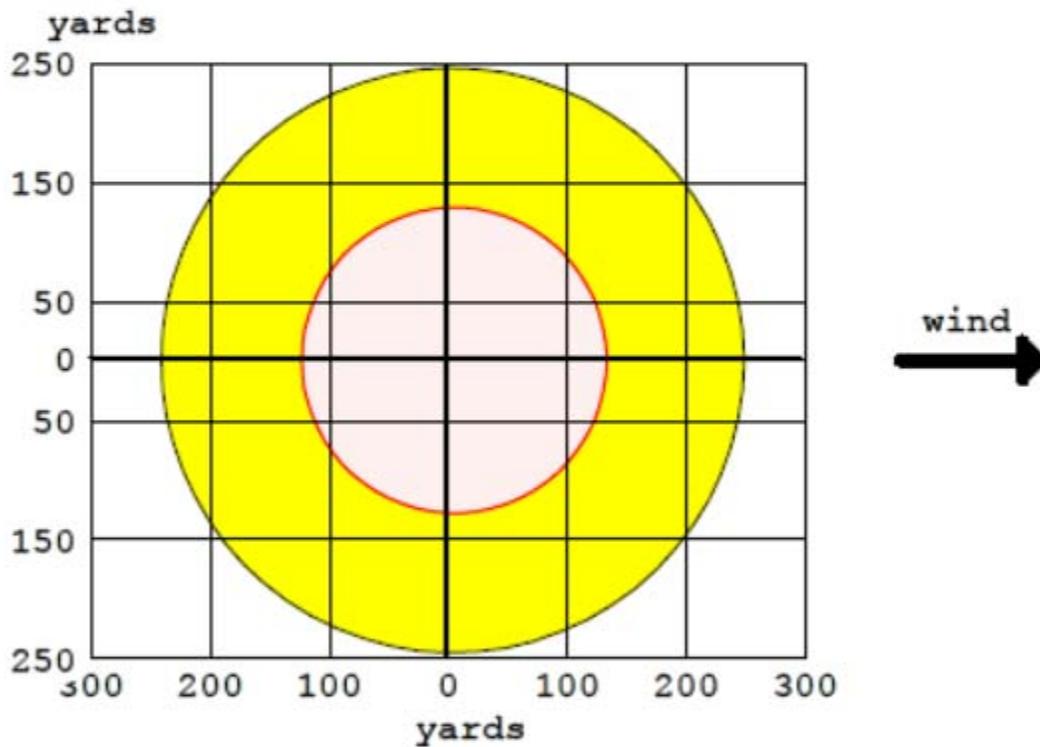
Escenario 5
Bleve: Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de un tanque de almacenamiento fijo en presencia de fuentes de ignición. Afectando directamente a los recipientes contiguos, esto es nube inflamable en los tres tanques estando al 90 % de su capacidad

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7 

```

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
Chemical Name: PROPANE
Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 134 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 250 yards --- (1.4 kW/(sq m))
    
```



- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
- greater than 1.4 kW/(sq m)

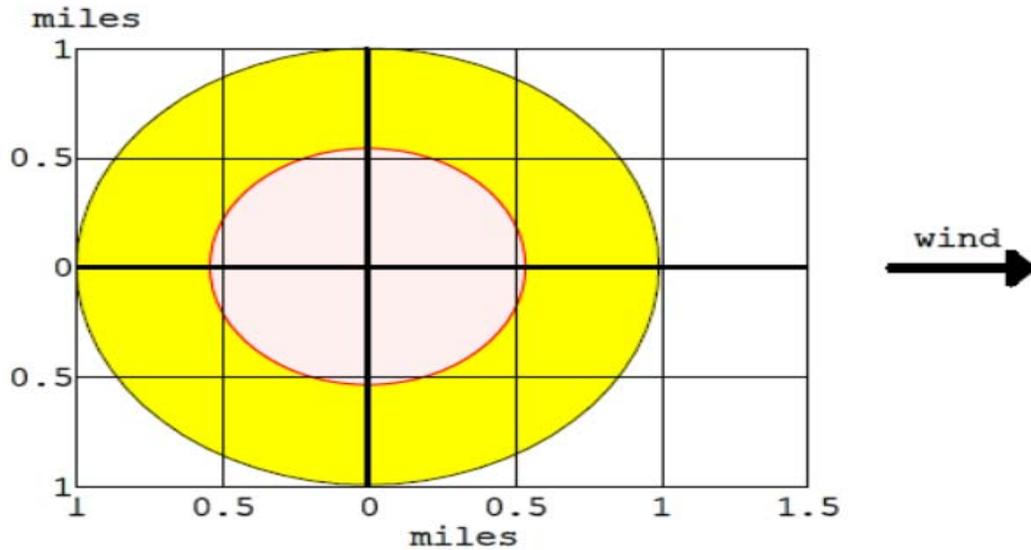
Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.



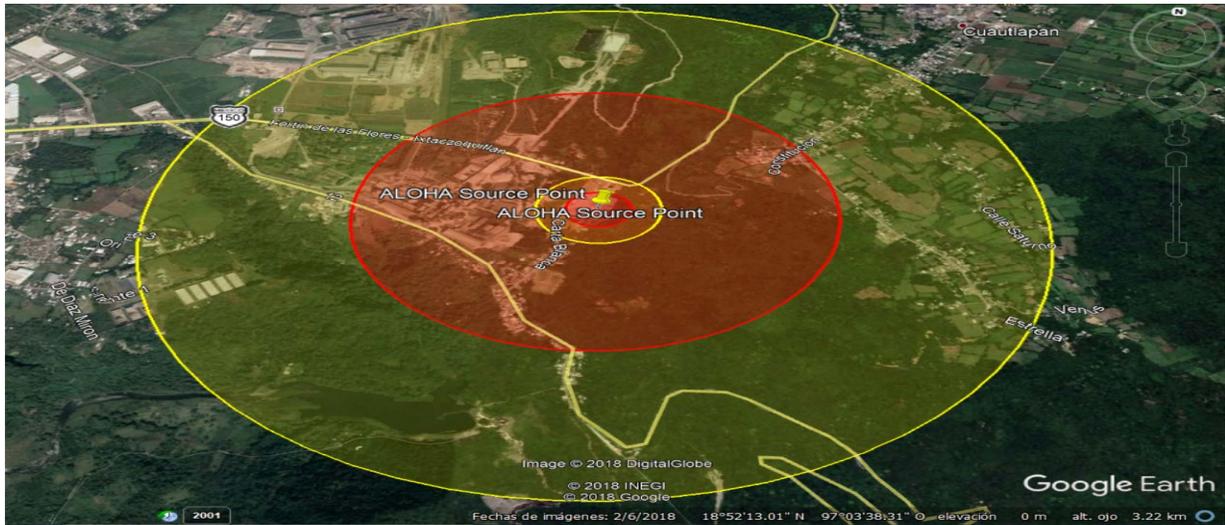
Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
 Chemical Name: PROPANE
 Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
 THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 949 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 1751 yards --- (1.4 kW/(sq m))



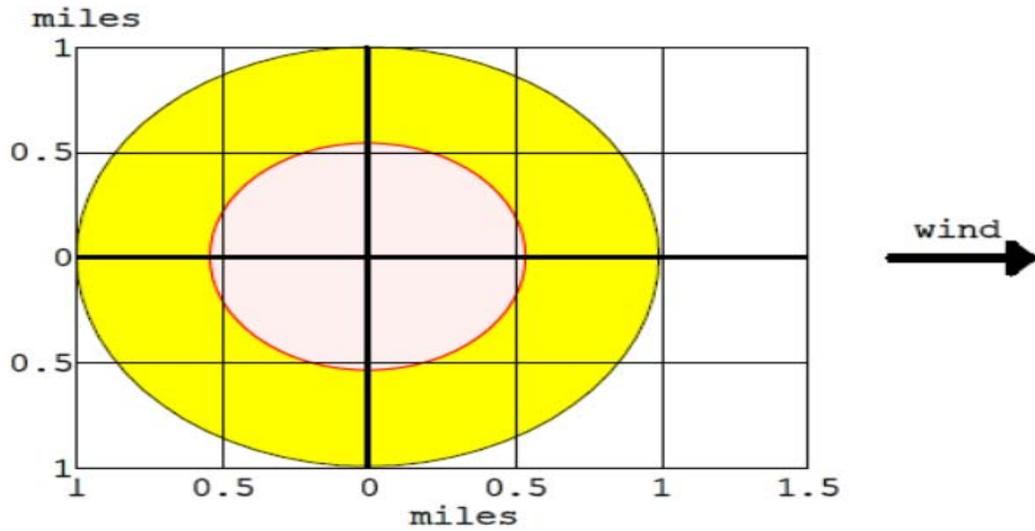
greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
 greater than 1.4 kW/(sq m)



Thermal Radiation Threat Zone

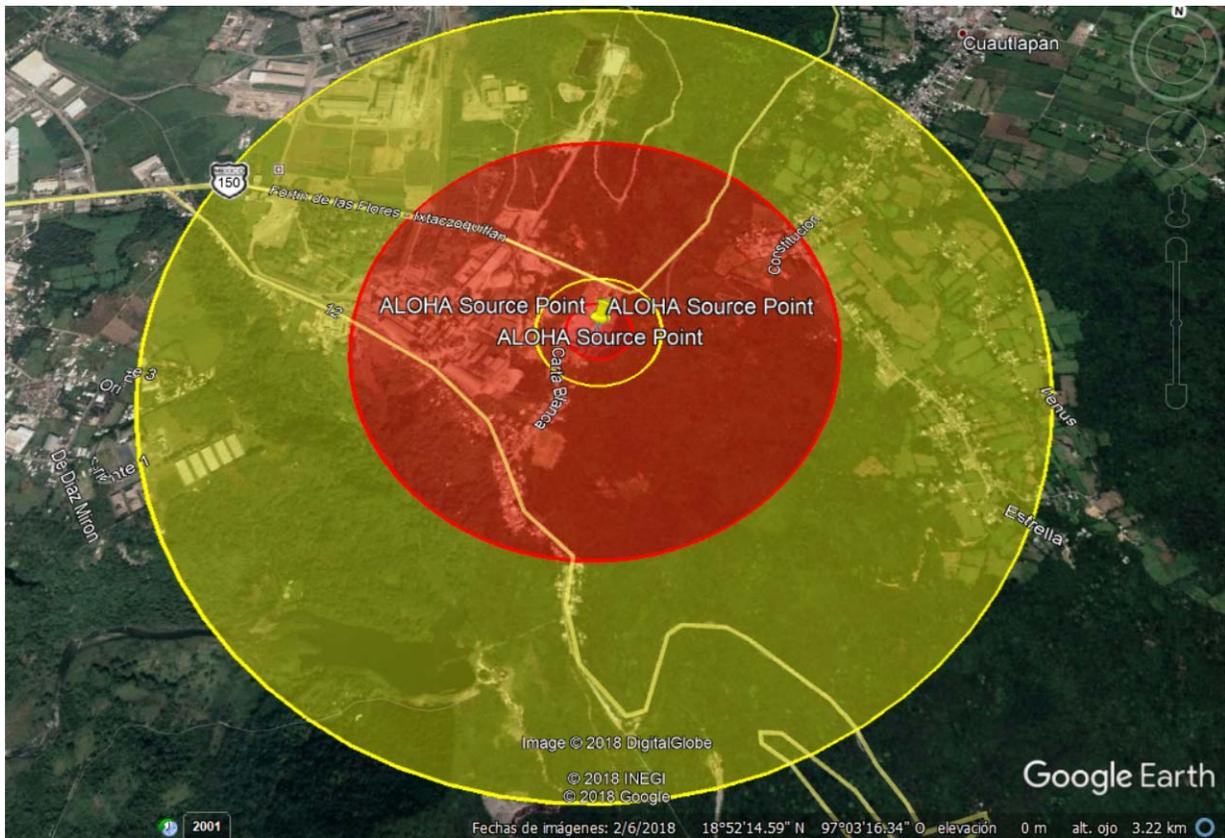
ALOHA® 5.4.7

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
 Chemical Name: PROPANE
 Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 949 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 1751 yards --- (1.4 kW/(sq m))



greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
 greater than 1.4 kW/(sq m)

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.



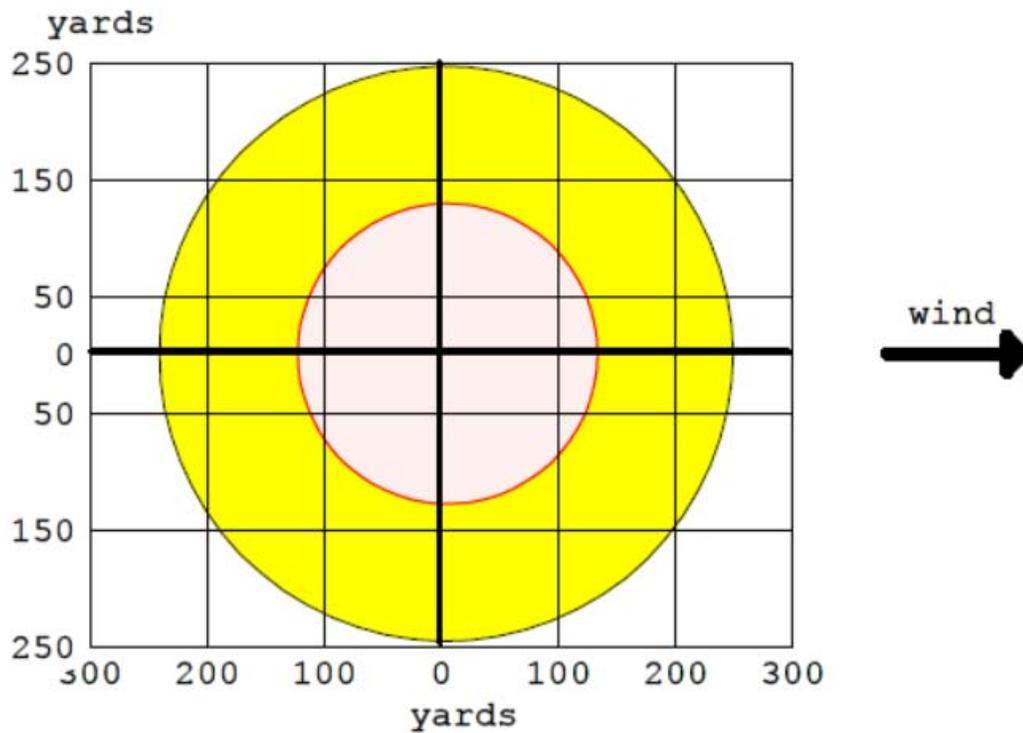
Escenario 6
Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de un tanque de almacenamiento fijo en presencia de fuentes de ignición. Afectando directamente a los recipientes contiguos, esto es nube inflamable en los tres tanques estando al 50 % de su capacidad. A una presión superior a la de alivio.

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7 

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
 Chemical Name: PROPANE
 Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
 THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 134 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 249 yards --- (1.4 kW/(sq m))



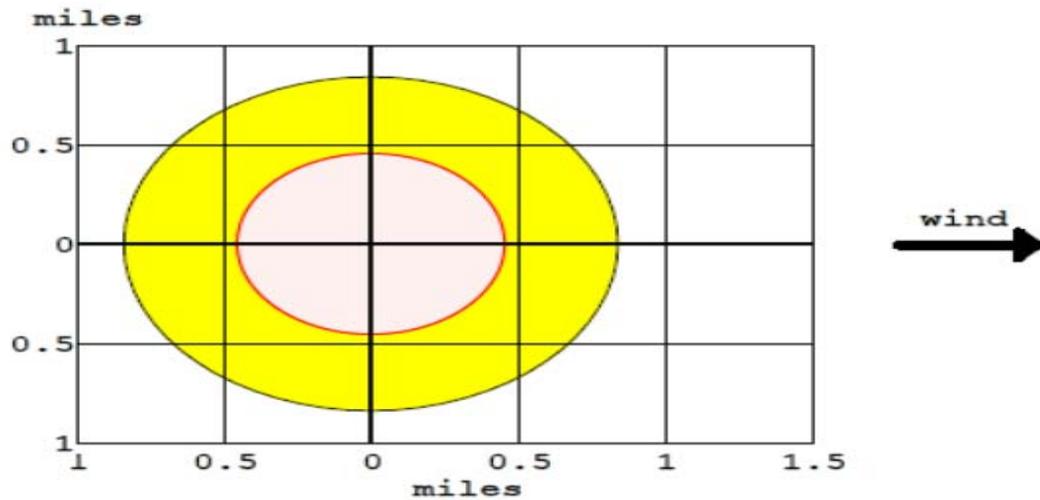
- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
- greater than 1.4 kW/(sq m)



Thermal Radiation Threat Zone

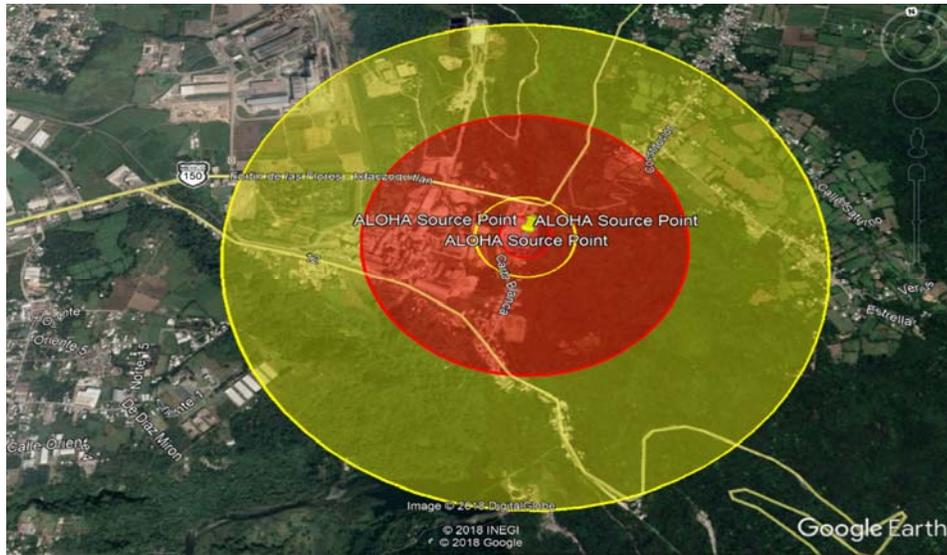
ALOHA® 5.4.7

Time: October 29, 2018 2224 hours ST (using computer's clock)
 Chemical Name: PROPANE
 Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 797 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 1472 yards --- (1.4 kW/(sq m))



greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
 greater than 1.4 kW/(sq m)

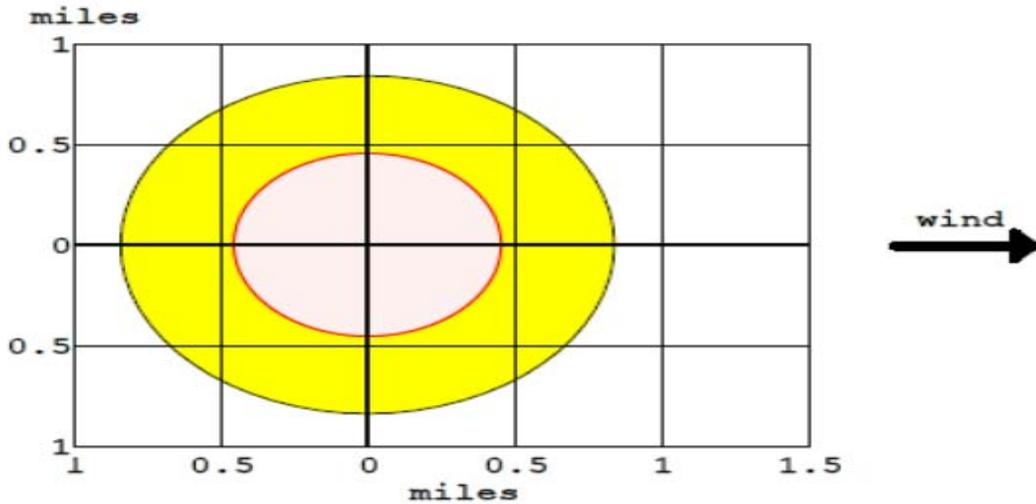
Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.



Thermal Radiation Threat Zone

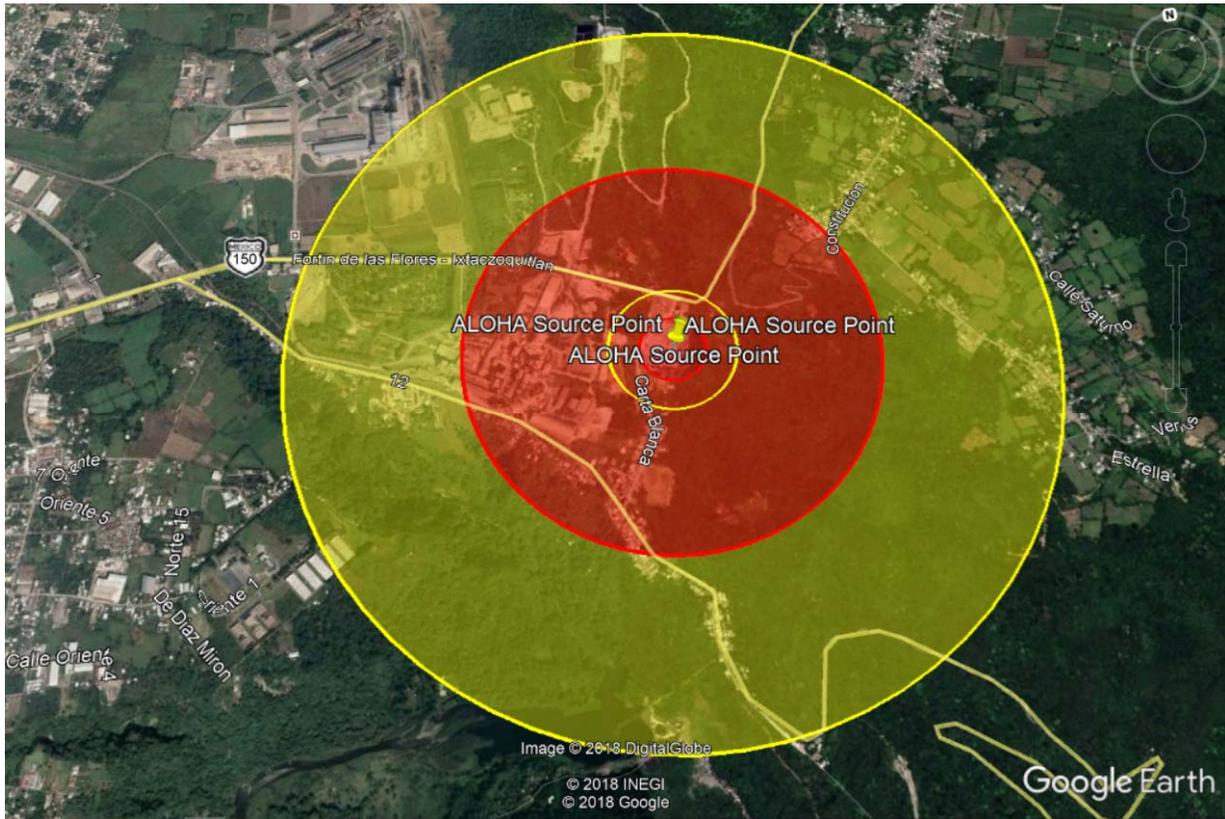
ALOHA® 5.4.7

Time: October 29, 2018 2224 hours ST (using computer's clock)
 Chemical Name: PROPANE
 Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 797 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 1472 yards --- (1.4 kW/(sq m))



greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
 greater than 1.4 kW/(sq m)

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

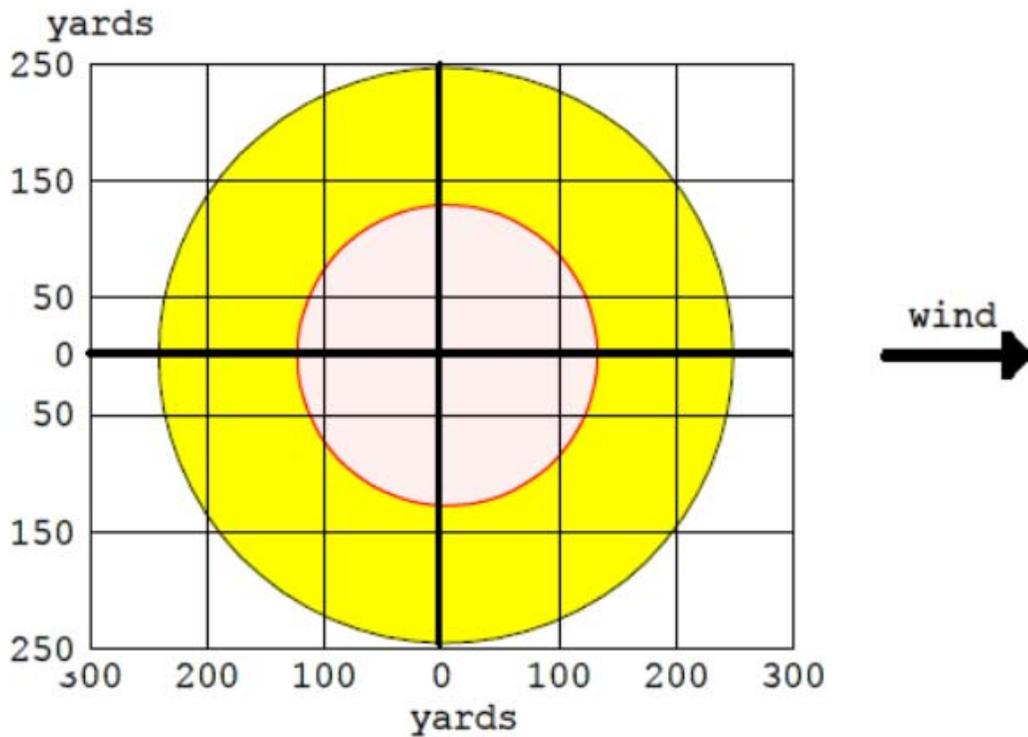


Escenario 7
Bleve: Fuga masiva por colapso de un tanque de almacenamiento fijo en presencia de fuentes de ignición. Afectando directamente a los recipientes contiguos, esto es nube inflamable en los tres tanques estando al 50 % de su capacidad. A una presión inferior a la de alivio.

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7 

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
 Chemical Name: PROPANE
 Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
 THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 134 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 249 yards --- (1.4 kW/(sq m))



- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
- greater than 1.4 kW/(sq m)

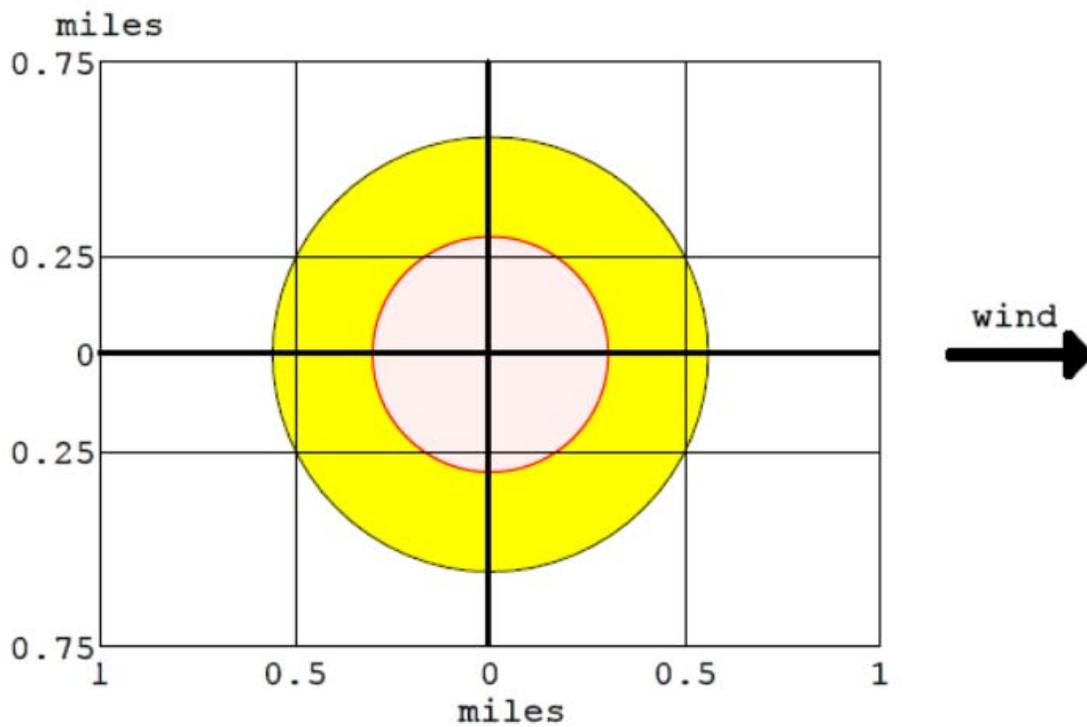


Escenario 8
BLEVE: Fuga masiva por colapso de un autotanque por sobrepresión en presencia de fuentes de ignición.

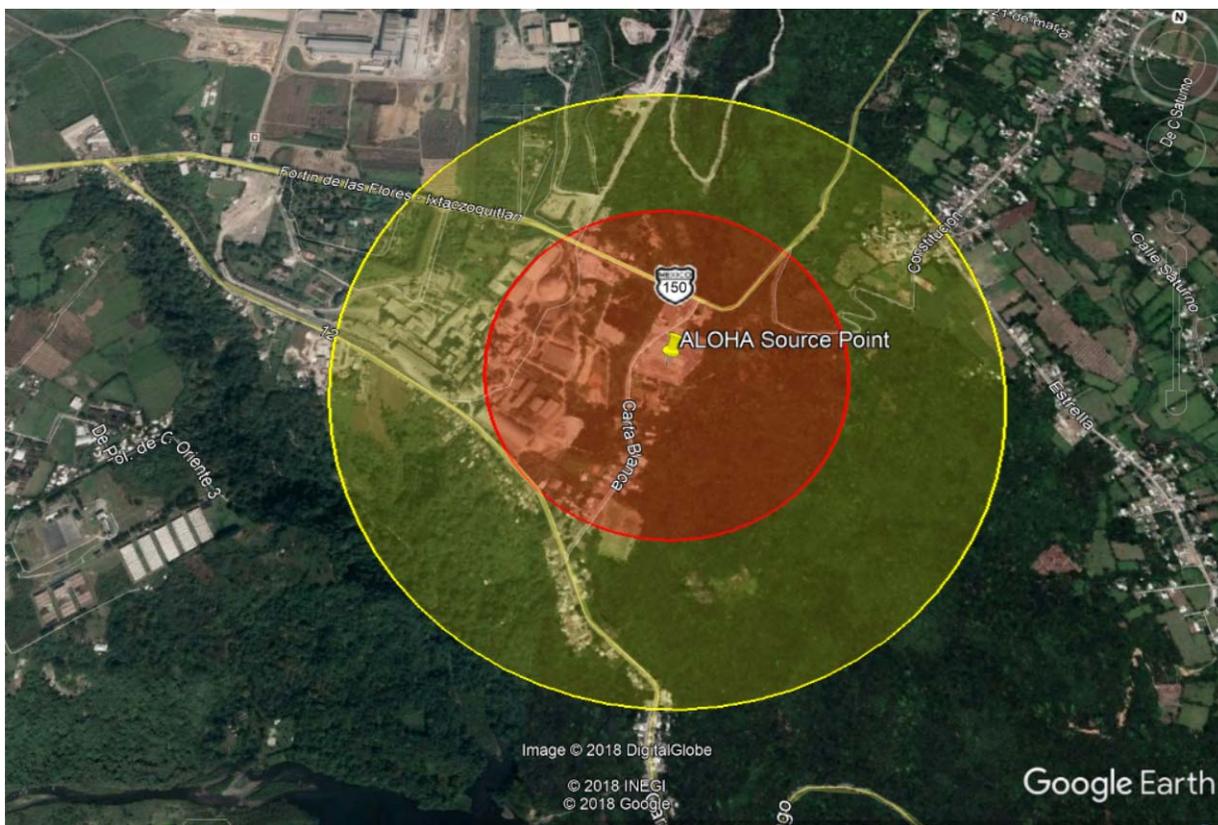
Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7 

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
 Chemical Name: PROPANE
 Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
 THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
 Red : 531 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 981 yards --- (1.4 kW/(sq m))



- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
- greater than 1.4 kW/(sq m)



Escenario 9			
Nube	inflamable	por	colapso de cilindro portátil.

Flammable Threat Zone

ALOHA® 5.4.7



Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 2 meters/second from n at 3 meters

THREAT ZONE:

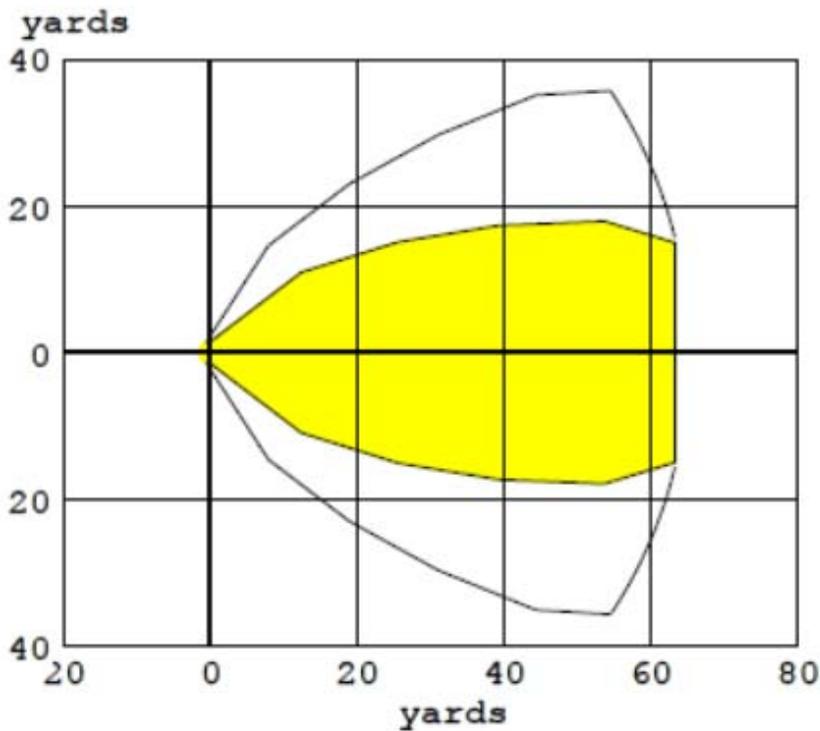
Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Heavy Gas

Red : 24 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

Yellow: 64 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)



- greater than 12600 ppm (60% LEL = Flame Pocket)
- greater than 2100 ppm (10% LEL)
- wind direction confidence lines



Áreas de Afectación por radiación térmica por jet fire al presentarse un incendio de gas l.p. en:

Los efectos que este suceso originaría serían los causados en el entorno por el calor generado e irradiado desde el dardo.

Para la modelación de los radios de afectación que generaría la aparición del dardo de fuego se ha utilizado el modelo de ALOHA 5.4.4 propuesto por la EPA, el cual se mencionó anteriormente en este estudio. Este modelo calcula la radiación superficial emitida por dicho el jetfire considerado como cuerpo sólido.

A partir de la radiación superficial emitida desde el jetfire, se determinaron tres distancias que delimitan zonas de peligrosidad de la radiación emitida por el dardo:

Red Threat Zone: delimita la zona alrededor del dardo de fuego sometida a una radiación de 2 kW/ m² en la cual se considera “pain witin” (dolor o sufrimiento).

Orange Threat Zone: delimita la zona alrededor del dardo de fuego sometida a una radiación térmica de 5 kW/ m².y capaz de provocar quemaduras de segundo grado por una exposición por 60 seg.

Yellow Threat Zone: se refiere a la zona donde se genera una radiación térmica de 2 kW/m² capaz de causar dolor al exponerse durante un periodo de 60 segundos.

Threat = amenaza.

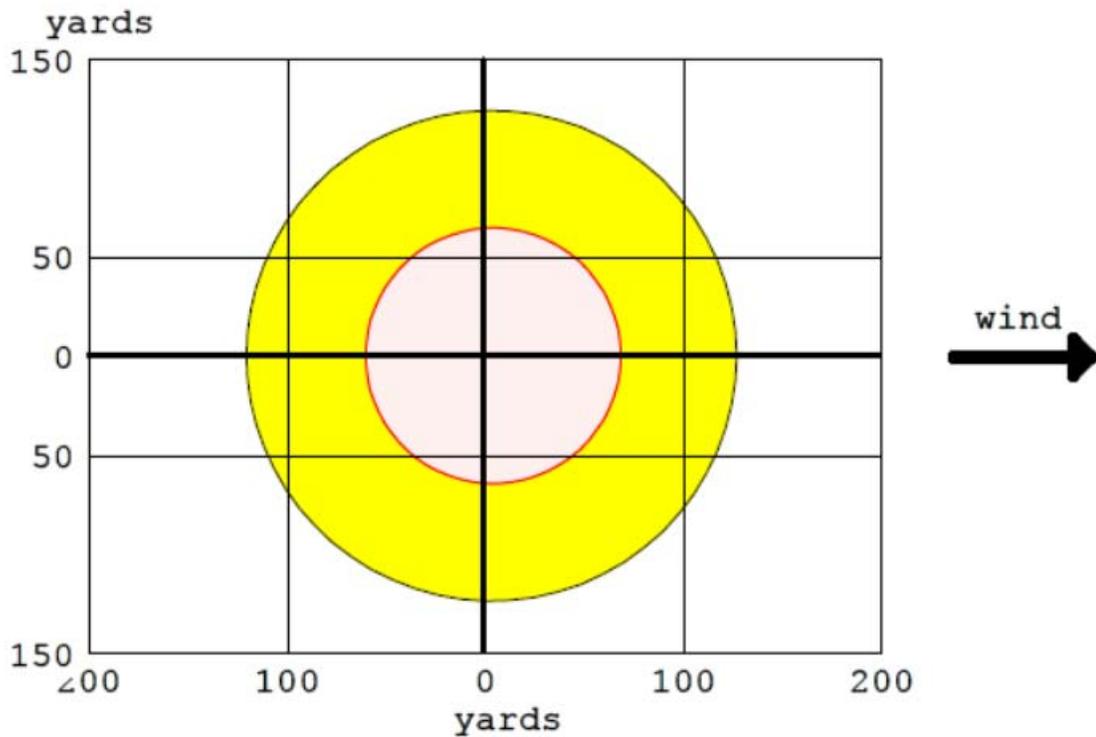
El modelo calcula las dimensiones físicas del dardo de fuego y la radiación térmica que sufriría un receptor (personal o equipos) a una distancia determinada. Dicho de otro modo, la distancia a la cual un objeto está expuesto a una determinada radiación térmica. Cabe mencionar que las distancias calculadas representan la hipótesis más grave posible dentro del supuesto incidental, no teniéndose en cuenta la dirección hacia la que está orientado el dardo. Estas distancias se dan como radios desde el lugar de la fuga, quedando incluidos dentro de las distintas zonas de peligro, lugares no afectados por la radiación prevista por el modelo.

Evento 1
Incendio en la suministro de gas l.p., al fugarse el energético y existir una fuente de ignición.

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7 

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
 Chemical Name: PROPANE
 Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
 THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 68 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 127 yards --- (1.4 kW/(sq m))



- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
- greater than 1.4 kW/(sq m)



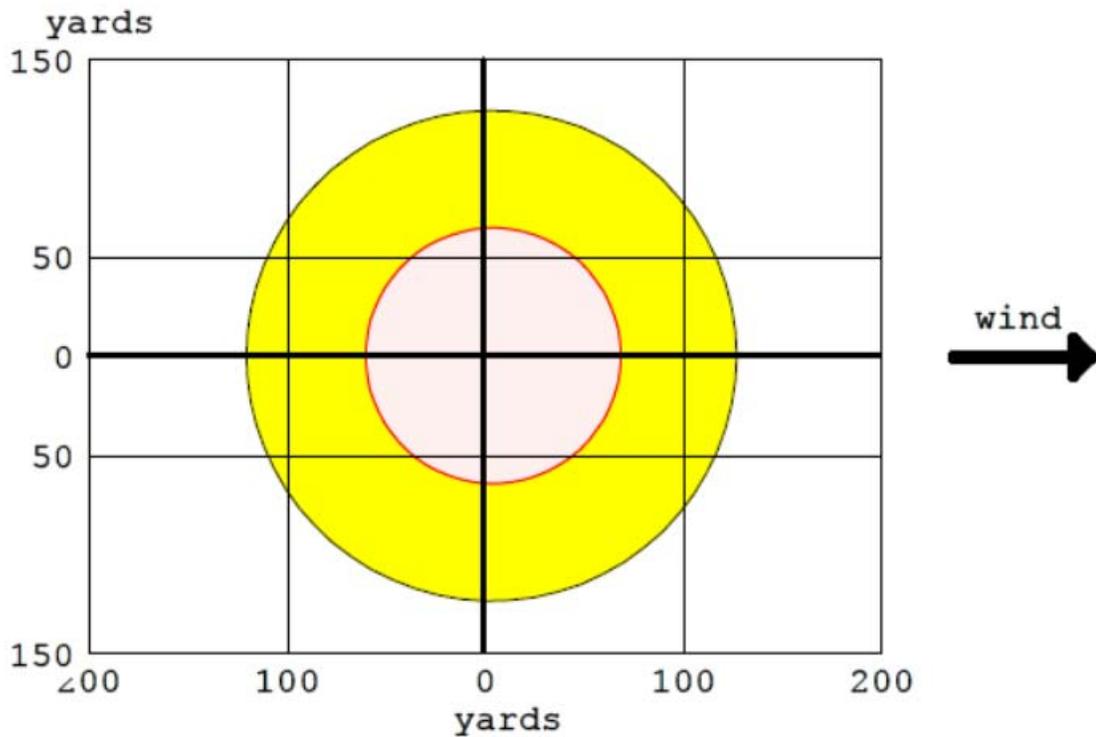
Evento 2

Incendio de gas en la línea de recepción de gas l.p., al fugarse el energético y existir una fuente de ignición.

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7 

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
 Chemical Name: PROPANE
 Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
 THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 68 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 127 yards --- (1.4 kW/(sq m))



- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
- greater than 1.4 kW/(sq m)



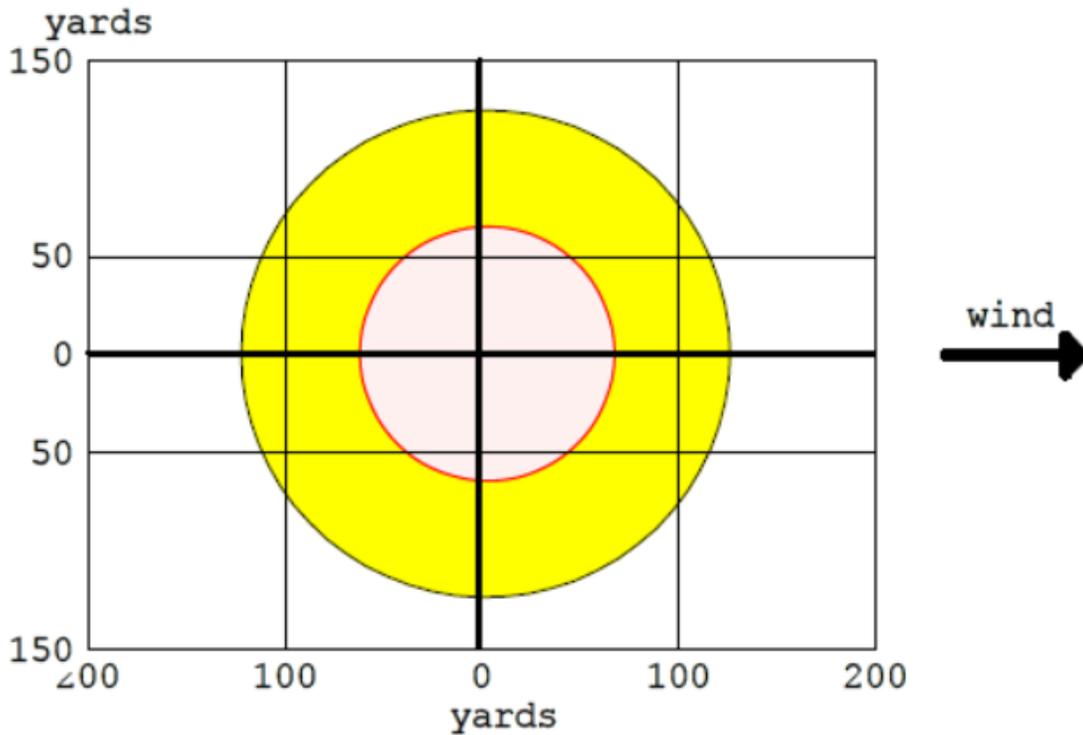
Evento 3

Incendio de gas en la línea de suministro al muelle de llenado, al fugarse el energético y existir una fuente de ignición.

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7 

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
 Chemical Name: PROPANE
 Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
 THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 68 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 127 yards --- (1.4 kW/(sq m))



- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
- greater than 1.4 kW/(sq m)



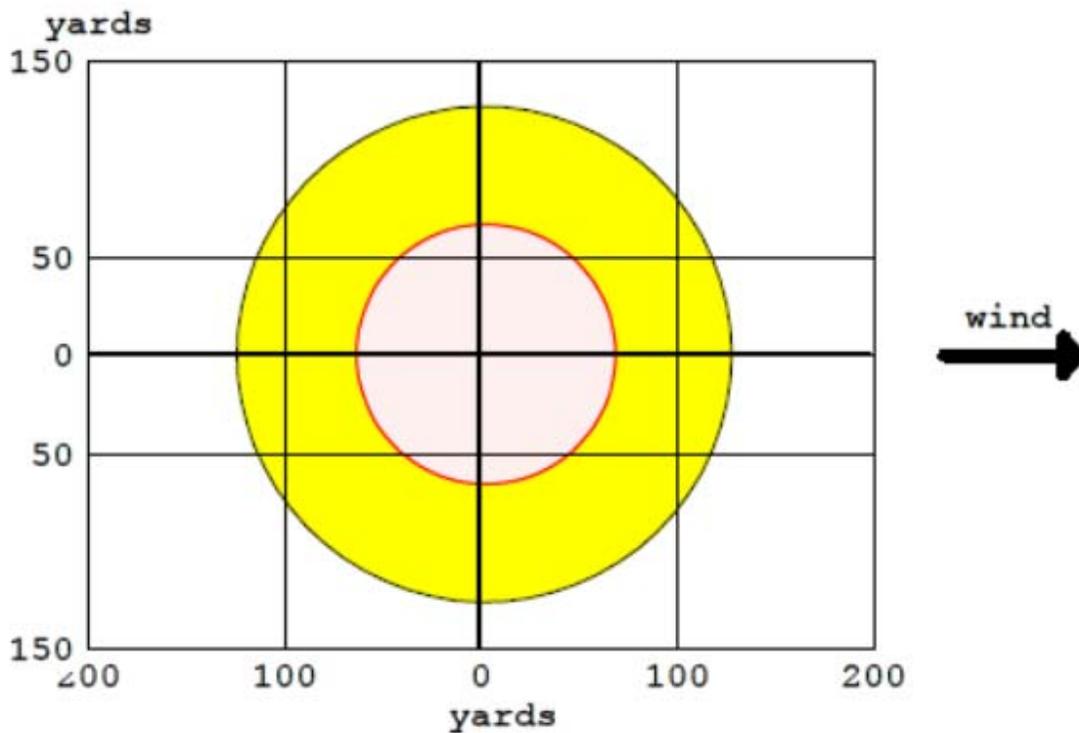
Evento 4

Incendio por una fuga de gas l.p., en un autotanque a través de un orificio de 0.05 m, encontrándose el recipiente a una presión de 5 kg/cm².

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7 

Time: October 29, 2018 2324 hours ST (using computer's clock)
 Chemical Name: PROPANE
 Wind: 2 meters/second from n at 3 meters
 THREAT ZONE:
 Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
 Red : 70 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
 Yellow: 129 yards --- (1.4 kW/(sq m))



- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns withi
- greater than 1.4 kW/(sq m)



II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

Dentro de la zona donde podría generarse una interacción de riesgo a las afueras de la Planta de Gas del Atlántico se localizan industrias y casa habitación; así como pequeños negocios y áreas verdes que podrían verse afectadas en caso de la ocurrencia de alguno de los escenarios propuestos.

Es necesario tomar en cuenta que tanto en las industrias como en los locales y casa habitación antes mencionadas puede residir agravantes de las situaciones aquí mostradas, ya que generalmente en estos sitios se cuenta con otras sustancias que sirven de combustibles en los procesos de elaboración de los productos y a su vez de manera residencial para su uso en actividades cotidianas de la población.

Dentro de las principales precauciones que deben tomarse está poner especial atención en la ocurrencia de fugas a lo largo de toda la línea de gas L.P., dentro y

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

**Grupo Ambiental Hábitat Biol. Manuel A.
Jiménez Hernández**

Certificados en
ISO 9001:2008.



fuera de la instalación, ya que de presentarse una fuga que no se detecte a tiempo corren riesgo todos los equipos que se encuentren dentro de los radios de afectación descritos, en caso de encontrarse una fuente cercana de ignición. Esto debe tenerse en cuenta sobre todo en el tramo de línea dentro de las instalaciones, ya que ahí se encuentran instalados la mayor cantidad de equipos, y es ahí donde existen las probabilidades más altas de fatalidad, debido a la presencia constante del personal. Las interacciones de riesgo respecto al almacenamiento de gas LP pueden presentarse, debido a la cercanía entre los tanques de almacenamiento de este gas, pudiéndose presentar un efecto dominó, en el caso de explosión de uno de los tanques debido a las ondas de sobrepresión que se generarían.

Para todos los escenarios accidentales identificados mediante la metodología Hazop, se consideraron las consecuencias de aquellos que puedan provocar sobre otros equipos de la instalación.

Se considerará como efecto dominó cualquier fenómeno que provoque la propagación de la siniestralidad o consecuencias de un escenario accidental más allá de los límites o efectos que se tendrían en consideración si este escenario se produjera de forma aislada, dadas las mismas condiciones.

Según el Instituto Químico de *Sarriá, (Institut Químic de Sarrià. "Base de càlcul per a escenaris d'accident".2002) .en el efecto dominó se definen dos tipos básicos de escenarios accidentales:

- Escenario propagador. Es aquel escenario que puede provocar un efecto dominó, es decir, las consecuencias del escenario propagador provocan daños a las instalaciones cercanas en una magnitud suficiente como para que se puedan considerar los equipos afectados como nuevos escenarios accidentales con consecuencias propias.
- Escenario receptor. Cualquier escenario que reciba las consecuencias de otro escenario accidental y origine consecuencias nuevas. Un escenario receptor

puede actuar al mismo tiempo como propagador. Al escenario receptor no propagador se le denomina escenario final.

Se pueden definir tres tipos de sucesos iniciadores:

1. Incendio.
2. Explosión.
3. proyectiles.

Estos sucesos iniciadores pueden generar efectos de alcance suficientemente grande como para producir consecuencias de daños en otras unidades o equipos y provocar el efecto dominó. Se consideran los siguientes efectos:

- a. Efecto de la temperatura sobre objetos. Este fenómeno se produce en el caso del cálculo de la radiación térmica. Se realizó un cálculo del alcance de la llama así como la intensidad de esta, para ver los efectos que tiene sobre los equipos cercanos, ver planos radiación térmica.
- b. Efectos físicos y tecnológicos. Las ondas de choque o sobrepresión que aparecen en caso de detonación o deflagración, así como las consecuencias que un accidente puede tener sobre otras instalaciones o sistemas de control centralizado se han de tener en cuenta a la hora de detectar posibles efectos dominó, como se ha mencionado anteriormente, la explosión de la nube de gas no se generó por contener una masa insuficiente para que se produzca este evento cuando no está confinada
- c. Impacto de proyectiles. Este fenómeno se produce en escenarios en los que se pueden generar sobrepresiones, dado que implica la proyección de objetos a cierta distancia del lugar del accidente. No se consideró este escenario dentro del estudio de riesgo, toda vez que no se realiza almacenamiento de producto en tanques que pudieran explotar por sobrecalentamiento (bleve). El tanque de desfogue no opera como tanque de almacenamiento.

Se han consensuado los siguientes valores límite para la consideración de estos efectos:

Interacciones de riesgo.

Tipo de efecto físico peligroso	Zona dominó 1		Zona dominó 2	
	Consecuencias	Valor límite	Consecuencias	Valor límite
Radiación térmica	Fallo de recipientes y equipos protegidos	37.5 kW/m ²	Fallo de recipientes y equipos no protegidos	12.5 kW/m ²
Sobrepresión	Fallo de recipientes y equipos a presión	350 mbar	Fallo de recipientes y equipos atmosféricos o a baja presión	160 mbar

Fuente Procedimiento de evaluación de riesgos tecnológicos en el entorno Servicio de Protección Civil Barcelona, 2002.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

La instalación de Gas L.P. se encuentra ubicada a 1.65 Km de la localidad Ixtaczoquitlán, por lo que sus principales afectados en caso de una emergencia sería su personal propio y el personal que se encuentre en las instalaciones cercanas a la planta; como lo son el complejo cementero, además de los habitantes que colindan con la fuente de emergencia.

Los terrenos colindantes que albergan masa arbórea se verían directamente afectados, de igual manera las áreas verdes establecidas.

CAPITULO III

SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

**Grupo Ambiental Hábitat Biol. Manuel A.
Jiménez Hernández**

Certificados en
ISO 9001:2008.



III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

El presente estudio, se realizó utilizando como apoyo los datos de las memorias técnico descriptivas de las instalaciones de la Planta de almacenamiento de gas L.P., por lo que las recomendaciones que se indican están orientadas al mejoramiento de la operación y del mantenimiento de los equipos.

- Supervisar la aplicación del procedimiento de descarga de los semirremolques a tanques de almacenamiento, verificando que la posición de las válvulas de servicio sea la correcta de acuerdo a la operación que se esté realizando (cerradas o abiertas).
- Supervisar la aplicación del programa de calibración de las válvulas de seguridad instaladas en todo el sistema de recepción, almacenamiento y distribución de Gas L.P.
- Dar seguimiento a la aplicación y supervisar que se apliquen los procedimientos operativos de mantenimiento y seguridad implementados por la planta.
- Dar seguimiento y aplicar el programa de mantenimiento preventivo establecido por la empresa para llevar a cabo los cambios y limpiezas de los accesorios, válvulas, mangueras, conectores, copies, manómetros y medidores de flujo.
- Supervisar en forma permanente la operación de recepción y suministro de los tanques de almacenamiento de la Planta.
- Verificar que los tanques de almacenamiento de gas LP se encuentren en óptimas condiciones, que no presenten corrosión o fisuras.
- Verificar que todas las válvulas instaladas se encuentren calibradas de acuerdo a las especificaciones requeridas.
- Mantener vigentes todas las autorizaciones de la STPS respecto a los recipientes sujetos a presión.

- Llevar a cabo el programa de revisión periódica de los extintores, donde se deberá verificar, fecha de última recarga, verificar que el nivel de presión en los extintores que así lo requieran, sea el adecuado, verificar estado de soportes, conexiones y mangueras.
- Llevar a cabo los programas de verificación o pruebas, que certifiquen la calidad integral y resistencia mecánica de los equipos (Medición de espesores en tuberías y recipientes, radiografiado, certificación de accesorios y conexiones, pruebas hidrostáticas y neumáticas, etc.).
- Poner en práctica los programas de revisión de los diversos sistemas de comunicación de emergencias.
- Verificar que el personal que labora en las instalaciones de la Planta de almacenamiento cuente con el equipo necesario de protección personal y de primeros auxilios de acuerdo al trabajo que este realice.
- Verificar la correcta disposición de los residuos industriales generados dentro de las instalaciones. Que se deberá poner especial énfasis en aquellas áreas que resultaron ser las de mayor riesgo, de acuerdo con los resultados de este estudio de riesgo.
- Contar con el manuales de operaciones y hojas de seguridad (de las sustancias químicas) disponibles en todo momento tanto para las áreas como para los equipos.
- Contar con procedimientos de emergencia disponibles a todo el personal de acuerdo con las características de cada área y mantenerlo actualizado.
- Sustituir los tanques cuya vida útil haya expirado.
- Verificar permanentemente que se cuente con el equipo de seguridad (extintores, trajes, máscaras, etc) cercano a las áreas de riesgo y verificar que este se encuentre en óptimas condiciones para su uso en caso de emergencia.
- Contar con un programa de mantenimiento del sistema eléctrico de toda la Planta, para asegurar que se encuentre en óptimas condiciones en todo momento.

- Implementar un programa permanente de señalización de las rutas de evacuación y puntos de reunión, de manera que estén siempre visibles.
- Realizar simulacros de evacuación general, de acuerdo a lo indicado en el Programa Interno de Protección Civil.
- Capacitar al personal en general en el manejo de extintores y capacitar constantemente a los elementos de la brigada de emergencia.
- Implementar un programa de revisión de los diques de contención de los tanques de almacenamiento, así como limpieza de los mismos, verificando que estos sean impermeables y no dejen escapar las sustancias que deberán contener en caso de alguna eventualidad.
- Verificar el funcionamiento del equipo y material utilizado para el control de derrames de las distintas sustancias que se manejan.

NORMAS DE SEGURIDAD

Esta función contempla la determinación y establecimiento de lineamientos e infraestructura de salvaguarda, aplicables al inmueble, considerando sus características y el tipo de actividad o servicio que presta, con el propósito de reducir al mínimo la incidencia de riesgos en su interior, se establecen las siguientes instrucciones o normas de seguridad y comportamiento.

- El personal de la Planta de almacenamiento viste ropa de trabajo de algodón, de acuerdo a las labores que realice. Por lo que no está permitido el uso de ropa de tela sintética, ya que ésta genera estática, lo que representa un riesgo para los trabajadores y en general para la planta.
- Prohibido Fuego.
- Prohibido Fumar.
- Prohibido el acceso a las zonas de almacenamiento y trasiego para el personal ajeno a la empresa.
- Prohibido los protectores metálicos en las suelas y tacones de los zapatos, peines, excepto los de aluminio.
- Prohibido el uso de flamas

- Prohibido toda clase de lámparas de mano a base de combustión y las eléctricas que no sean apropiadas, para atmósferas de gas inflamable.
- Prohibido el acceso a las zonas restringidas de para el personal ajeno a la empresa.
- No improvisar instalaciones eléctricas.
- Corregir o dar a visto de las condiciones peligrosas e inseguras.
- No usar maquinas o vehiculos sin estar capacitado y/o autorizado para ello.
- Usar las herramientas apropiadas y cuida su conservación.
- Todas las heridas requieren atención. Acude al servicio médico o botiquín de primeros auxilios y repórtalo de inmediatamente a tu supervisor en turno y/o jefe de área y/o proceso.
- No improvisar, Seguir las instrucciones y cumplir con lo señalado en las Normas.

ORDEN Y LIMPIEZA.

- Mantener limpia y ordenada el área de trabajo.
- No dejar materiales alrededor de las máquinas, Colocarlos en un lugar seguro o en el lugar destinados para su almacenaje.
- Guarda ordenadamente los materiales y herramientas de trabajo que se utilicen en la jornada laboral. No dejar en lugares inseguros.
- No obstruir los pasillos, escaleras, puertas o salida de emergencia.

III.1.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD

RECURSOS MATERIALES

En la Planta de Almacenamiento y Distribución de Gas L.P., Planta Orizaba propiedad de Gas del Atlántico S.A. de C.V., se tienen integradas 4 Brigadas de emergencia como ya se mencionó con anterioridad, están instalados 46 extintores de 9 Kg. PQS ABC, 3 extintores móviles tipo carretilla de 70 kilogramos y 7 extintores de 9 Kg. CO₂., así mismo se cuenta con DOS equipos completos de bomberos colocados en el área de recepción.

SISTEMA DE AGUA

La planta cuenta con un sistema contra incendio fijo y otro portátil. En el caso de los tanques de almacenamiento de Gas L.P., además de las medidas de seguridad citadas, se cuenta con un sistema de rociadores por aspersión que son alimentados por la cisterna de seguridad y a los hidrantes.

Las áreas donde se maneja Gas L.P. cuentan con válvulas de seguridad y válvulas de corte rápido de flujo. Para el control preventivo se cuenta con instrumentos de medición de temperatura, presión y flujo local.

La red distribuidora, está construida con tubo de acero al carbón cédula 40. Esta tubería estará instalada subterránea a una profundidad de 1.0 metros; la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tuberías de 51 mm de diámetro.

Cada tanque cuenta con tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba, con diámetros de 51 mm; el rociado se hace colocando las boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería.

CONTROL Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR INCENDIOS.

Es importante mencionar que la Planta de Almacenamiento de Gas L.P., Planta Orizaba, propiedad de la empresa Gas del Atlántico S.A. de C.V., se construyó aplicando la mejor tecnología existente en ese momento y se actualiza constantemente, por lo que, durante una contingencia, el tiempo de respuesta es inmediato.

La red distribuidora, está construida con tubo de acero al carbón cédula 40. Esta tubería quedó instalada de forma subterránea a una profundidad de 1.0 metros; la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tuberías de 152 mm de diámetro.

Cada tanque cuenta con tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba, con diámetros de 51 mm. El rociado se hace largo de la tubería.

Las instalaciones eléctricas, accesorios y equipos están protegidos con material a prueba de explosiones. Todas las conexiones y líneas cuentan con válvulas de retroceso que minimizan cualquier fuga.

Aún con un manejo inadecuado no se pueden provocar derrames de gas, aunque sí es probable que se presenten fugas ya que éstas se dispersan y diluyen rápidamente. Por eso es recomendable instalar detectores de mezclas explosivas y detectores de humo. Las medidas con que se cuenta para prevenir impactos de ondas explosivas están consideradas en el Plan de Contingencias, en el Plan de Emergencias y en el Manual de Procedimientos de Operación de la Planta.

PLANOS ARQUITECTÓNICOS

Derivado del recorrido que se realizó por la zona circundante al inmueble, se elaboró un croquis en el que se detallaron las calles que lo delimitan, las instalaciones riesgosas que en un momento dado pudieran poner en peligro la integridad física del inmueble bajo la responsabilidad del Coordinador del Programa Interno de Protección Civil y, en el mismo, se señalan las zonas de seguridad o puntos de reunión adecuados para dar cabida a todo el personal, en caso de realizarse evacuaciones del edificio; además de lo anterior, se registró la ubicación de instituciones que pudieran prestar apoyo en caso de presentarse situaciones de emergencia.

SISTEMAS E INFRAESTRUCTURA PARA LA SEGURIDAD

Los tanques de almacenamiento y maquinaria para el trasiego están dentro de una zona de seguridad con piso y muro de concreto, con el declive adecuado para evitar la acumulación de las precipitaciones pluviales.

Todas las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos son amplias para el fácil y seguro movimiento de los vehículos, se encuentran conterminación de pavimento con las pendientes apropiadas para desalojar las aguas pluviales, el piso dentro de las zonas de almacenamiento es de concreto con un declive del 1% apropiado para el desalojo de las aguas de lluvia. Todas las demás áreas libres permanecen limpias y despejadas de todo tipo de materiales combustibles, así como de objetos ajenos a la operación de la Planta.

BARDAS O DELIMITACIÓN DEL PREDIO

El terreno que ocupa la planta se tiene delimitado totalmente alrededor, por medio de muros ciegos de tabique con estructura de concreto con una altura mínima de 3.0 metros.

EDIFICIOS

Las construcciones destinadas para servicios sanitarios, oficinas, cuarto de controles, subestación eléctrica y cuarto de máquinas se localizan al oeste del terreno de la planta. El área de venta al público y la caseta de vigilancia con su sanitario se localizan a un lado del acceso, al oeste de la planta. Mientras que el taller mecánico, servicios sanitarios, almacén y un área libre también se encuentran al sur de la planta. Los materiales con que están contruidos en su totalidad son materiales incombustibles como: losa de concreto, paredes de tabique y concreto y con estructura metálica con techumbre de lámina metálica, con puertas y ventanas metálicas.

ZONA DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA

La protección de la zona de almacenamiento y de las isletas de recepción y suministros están contruidas con postes de concreto armado de 1.00 metros de altura sobre el nivel del piso general de la planta y diámetro de 0.25 metros con un máximo entre postes de 1.00 metros; las bombas y la compresora se encuentran dentro de la zona de almacenamiento y además se cumple con las distancias mínimas requeridas. Las zonas de protección permiten una amplia ventilación natural y el fácil acceso a cualquier parte dentro de dichas zonas. El piso dentro de las zonas de protección es de concreto y se cuenta con el desnivel adecuado (1% de pendiente) para el desalojo de las aguas pluviales dentro de las mencionadas zonas. A un costado del tanque se cuenta con una escalera metálica con pasarela para tener acceso a la lectura de los instrumentos de medición y para mantenimiento de los accesorios del tanque. En la zona de almacenamiento de la Planta se observa los 3 tanques de almacenamiento de 250,000 litros base agua cada uno.

MUELLE DE LLENADO

El muelle de llenado se localiza al lado suroeste de la zona de almacenamiento a una distancia de 10.40 metros de los recipientes de almacenamiento. Está contruido en su

totalidad con materiales incombustibles; su techo es de lámina metálica sobre estructura metálica la cual está soportada por columnas metálicas; su piso esta relleno de tierra con terminación de concreto; cuenta en sus bordes de carga y descarga con protecciones de ángulo de acero y topes de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por los vehículos que tengan acceso al mismo. Además cuenta con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc marca Carboline tipo R.P. 480, pintura de enlace epóxico catalizador tipo R.P. 680, cuyas dimensiones son las siguientes:

- Largo total: 17.00 m
- Ancho: 14.00 m
- Altura del piso: 1.20 m
- Altura del techo: 3.70 m
- Superficie: 196.98 m²

III.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

A continuación se describen las medidas preventivas tendientes a la prevención y minimización de riesgos identificados durante el presente estudio.

- Cualquier cambio, modificación o adición de equipo y accesorios de servicios y seguridad, se deberá evaluar por una Unidad de Verificación acreditada ante la Entidad Mexicana de Acreditación.
- Mantener en buenas condiciones de funcionamiento y operatividad el sistema contra incendio, incluyendo las bombas eléctricas y de combustión interna, tuberías e hidrantes.
- Establecer un programa de revisión y recarga permanente y oportuna de los extintores portátiles de toda la planta y se mantenga vigente su carga en buenas condiciones y libre de obstrucciones para su uso en caso necesario.
- Establecer y dar seguimiento al programa de capacitación para el personal de nuevo ingreso, así como cursos de actualización para el personal que ya labora en la Planta.

- Establecer un Programa de auditorías de seguridad para su implementación al menos una vez por año.
- Contar con todos los permisos y registros correspondientes para la operación de la Planta y llevar a cabo la actualización de aquellos que tenga vigencia definida.
- Contar con pruebas que garanticen la operatividad de los tanques de almacenamiento de por lo menos cada 5 años, así como mantener un registro de los resultados obtenidos.
- Mantener las instalaciones de la Planta limpias y libres de materiales ajenos a las actividades que se realizan.
- Aplicar las recomendaciones realizadas en el Programa para la Prevención de Accidentes a Nivel Interno y Externo de la Planta.
- Aplicar las recomendaciones señaladas en el Programa de Protección Civil de la localidad donde se ubica la Planta.

La Planta cuenta con un Plan de Contingencias, cuyo objetivo es dar a conocer las medidas que se deben de considerar en caso de presentarse una emergencia en las instalaciones, de acuerdo al tipo de siniestro que se presente. Dicho Programa de contingencia está dividido en cuatro etapas que son las siguientes:

1. ESTADO DE RIESGO: caracterizado por tener actos y/o condiciones inseguras dentro de la instalación, el cual puede ser minimizado con la presencia de los siguientes elementos:

- Manual de Seguridad.
- Programas de Mantenimiento.
- Procedimientos operativos.
- Reglamento Interno de trabajo.
- Información permanente al personal de la Planta.
- Inventario de recursos materiales del plan de Contingencias.

2. ESTADO DE ALARMA: Este es el segundo estado de una probable contingencia u se determina por el aviso oportuno de alerta al personal, los elementos requeridos para su atención son;
 - Análisis preliminar de Riesgo.
 - Manual de Paros de emergencia.
3. ESTADO DE EMERGENCIA: este estado es ya una amenaza a la integridad de las personas, instalaciones y comunidad: Las instrucciones necesarias se indican en los siguientes documentos:
 - Plan de emergencias.
4. ESTADO DE DESASTRE: Este es la última situación y la más crítica en donde ya no se cuenta con los medios para su control. Los elementos y medidas se encuentran en los siguientes documentos:
 - Análisis y consecuencias potenciales de un desastre.
 - Plan de evacuación.

Ante cualquier contingencia, se requiere de la aplicación de medidas de control entre las que se encuentran las siguientes:

- Plan de organización para emergencias.
- Objetivo del plan de organización para emergencias.
- Consideraciones para la integración de la organización.

A continuación se muestran los programas de mantenimiento e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicarán durante la operación normal de la Planta de Almacenamiento.

- Gas del Atlántico S.A. de C.V. (Planta Orizaba), cuenta con un Programa de Mantenimiento, las actividades indicadas en dicho programa se realizan de forma periódica lo cual mantiene en constante monitoreo e inspección las áreas y componentes de la instalación en general. Es de destacar que los riesgos siempre están presentes, sin embargo, el mantenimiento preventivo y correctivo

es uno de los instrumentos que previenen eventualidades que puedan suscitarse en la Organización y operación de la misma.

- Gas del Atlántico S.A. de C.V. (Planta Orizaba), lleva a cabo Auditorías de Seguridad con el principal objetivo el mejoramiento continuo y aseguramiento de las instalaciones e infraestructura que repercutan en mejores condiciones de trabajo y de la vida de sus trabajadores, a través del cumplimiento de las Leyes, Reglamentos y Normas Oficiales Mexicanas en materia de seguridad e higiene, de prevención y protección de vidas humanas, de las instalaciones y del medio ambiente.
- Gas del Atlántico S.A. de C.V. (Planta Orizaba), obtiene de manera periódica sus Dictámenes de Verificación de instalaciones Eléctricas con una Acreditada en materia de Energía Eléctrica, correspondientes a las instalaciones de la Planta Orizaba, con el objetivo de ofrecer condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra: Las descargas eléctricas, efectos térmicos, sobre corrientes, corrientes de falla y sobretensiones.
- Gas del Atlántico S.A. de C.V. (Planta Orizaba), realiza de manera periódica, los Dictámenes de Medición Ultrasónica de Espesores, con el objetivo de garantizar la integridad de los tanques que almacenan Gas L.P.

CAPITULO IV

RESUMEN

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

**Grupo Ambiental Hábitat Biol. Manuel A.
Jiménez Hernández**

Certificados en
ISO 9001:2008.



IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

La planta de almacenamiento y Estación de Carburación de Gas del Atlántico, S.A. de C.V., Planta orizaba se sitúa en un área que presenta un riesgo ambiental alto por tormentas eléctricas, pero sin ningún otro riesgo climatológico ni geológico. Esto es mitigado por el diseño de construcción de la instalación con materiales resistentes.

La construcción de la planta se apega de acuerdo a la norma NOM-001-SESH-2014, "Plantas de distribución de Gas LP., diseño, construcción y condiciones seguras en su operación" emitida por la Secretaría de Energía, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de Octubre de 2014. Las áreas con las que cuenta la instalación son las siguientes:

- Estacionamiento
- Sanitarios
- Almacén
- Muelle de llenado
- Sistema contra incendio

Los procesos principales realizados en la instalación son:

- Procedimiento de descarga
- Procedimiento de llenado de autotanques
- Procedimiento de llenado de recipientes transportables
- Procedimiento de llenado de tanques de vehículos particulares

La planta cuenta con tres recipientes de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especiales para contener Gas L.P. con capacidades de 250,000 L al 100% de agua, se localizan de tal manera que cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.

De acuerdo con las metodologías empleadas para la identificación y jerarquización de riesgos, los escenarios dictaminados como Alto y Extremo fueron.

Escenario	Clasificación del riesgo
FUGA	Alto
JETFIRE	Alto
BLEVE	Extremo
NUBE INFLAMABLE	Alto

Una vez modelado cada uno de los escenarios para las diferentes instalaciones, se determinó que respecto con su severidad, la ocurrencia de una BLEVE es el escenario más catastrófico que puede suscitarse en la instalación; ya que los alcances de ésta pueden salir de los límites de la planta y afectar tanto a la población como a la flora y fauna circundante.

La probabilidad de que este escenario ocurriera en alguno de los tanques de almacenamiento es sumamente baja, siendo casi nulo que se presente. Para el caso de la formación de una nube inflamable, su frecuencia de ocurrencia hace de éste un escenario Extremo, sin embargo, la simulación de estos eventos se consideran para conocer las afectaciones que se tendrían en caso de presentarse un evento de esta magnitud y poder establecer mecanismos de respuesta inmediata a través de los dispositivos de control y seguridad para prevenir las desviaciones en el proceso y para capacitación del personal que labora en la planta, de tal manera que se garantice la seguridad de las instalaciones y del entorno de la Planta.

De la modelación de los eventos considerados como máximos probables, se establece que la Planta de Gas L.P., se clasifica como una empresa de Riesgo Aceptable, ya que cuenta con dispositivos, sistemas de control y seguridad, como son principalmente válvulas de relevo hidrostático en tuberías, válvulas de seguridad en tanques de almacenamiento, válvulas de presión diferencial en líneas de retorno de bombas a tanque de almacenamiento y válvulas de corte rápido operadas de manera automática y en forma remota, así mismo, el sistema de bombeo y compresión del Gas L.P., cuenta con interruptores de sobrecarga, por lo que una desviación en el proceso será controlada de manera inmediata.

Aunado a lo anterior, la planta cuenta con un sistema contra incendio fijo y portátil, además de que el área de almacenamiento se cuenta con un sistema de enfriamiento de agua por aspersión.

Por lo que la instalación cuenta con equipo suficiente para prevenir y mitigar las emergencias que pudieran ocurrir.

IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

Derivado de los análisis con diferentes metodologías utilizadas para evaluar escenarios riesgosos dentro de la instalación de la Planta de Gas del Atlántico Ixtaczoquitlán (Orizaba), así como del análisis de los sistemas de protección y procedimientos de seguridad con los que cuenta la Organización, se puede determinar que la operación de la Planta en general cumple con las especificaciones técnicas, de normas y procedimientos que permiten una operación de bajo riesgo. Sin embargo, dicho análisis, ha permitido identificar algunas posibles desviaciones con respecto a los propósitos de diseño y operación que podrían generar una situación de emergencia. Estas desviaciones se describen en la siguiente tabla:

1. RECEPCIÓN Y SUMINISTRO DE GAS L.P.

NODO	Palabra- guía	Desviación	Índice de riesgo	
1.1	No	interrupción flujo	8	Alto
1.2	No	inmovilización	10	Alto
1.3	Distinto	Equipo o sistema distinto al requerido	9	Alto
1.4	No flujo	Aumento de presión	8	Alto
1.5	No	Interrupción de flujo	5	medio
1.6	No	inmovilización	10	Alto
1.7	Distinto	del diseño	6	medio
1.8	No flujo	Aumento de presión	8	Alto
1.9	Incremento	de presión	12	Extremo
1.10	Incremento	de temperatura	9	Alto
1.11	Distinto	del operador	8	Alto
1.12	No	prevención	8	Alto
1.13	No	prevención	8	Alto
1.14	Menos	mantenimiento	6	medio
1.15	No	Conexión a tierra	10	Alto
1.16	No	asegurar	4	medio

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

2. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA

NODO	Palabra-guía	Desviación	Índice de riesgo	
2.1	Mayor	presión	9	Alto
2.2	Incremento	de presión	9	Alto
2.3	Incremento	de temperatura	9	Alto
2.4	Distinto	de diseño	12	Extremo

3. ANDEN DE LLENADO DE CILINDROS

NODO	Palabra-guía	Desviación	Índice de Riesgo	
3.1	No	NO CONTROL	10	alto
3.2	No	Orden	4	medio
3.3	No	Conexión a tierra	8	alto
3.4	Incremento	de la Temperatura	6	medio
3.5	No	interrupción del flujo	4	medio
3.6	No	prevención	10	alto
3.7	Menos	mantenimiento	6	medio

Proyecto: **ACCESORIOS. BOMBAS.**

No	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA	
1	¿Qué pasaría si existiera una restricción en la tubería de entrada a la bomba?	Causaría vaporización del líquido y cavitación dentro de la misma.	Ocurriría una caída de presión, la cual provocaría un mal funcionamiento en la bomba.	Ver diseño e instalación de la misma. Inspección y supervisión de la planta. Mantenimiento preventivo y correctivo. Llevar bitácora de mantenimiento.	
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	* Seguir los procedimientos de seguridad.		1	1	1 BAJO
2	¿Qué pasaría si se instalan los accesorios restrictivos o codos cerca de la apertura de entrada a la bomba?	Aumentaría la cavitación.	Ocurriría una caída de presión. Podría ocurrir una turbulencia en el flujo.	Ver diseño e instalación de la misma. Inspección y supervisión de la planta. Mantenimiento preventivo y correctivo. * Llevar bitácora de mantenimiento. * Procedimientos de operación.	
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	* Seguir los procedimientos de seguridad.		1	1	1 BAJO
3	¿Qué sucedería si se instala un	Aumentaría la cavitación.	Ocurriría una caída de presión.	Debe usarse siempre un reductor excéntrico, cuando se reduce el	

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

No	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
	reductor concéntrico en la entrada de la bomba?	Existiría un mal funcionamiento de la bomba.	Existiría una acumulación de vapor que puede inferir en el funcionamiento de la misma.		diámetro de la tubería a la entrada de la bomba, y cuando exista la posibilidad de que dentro de la misma haya gas o aire. El reductor debe instalarse con la parte recta hacia arriba. Inspección y supervisión de la planta. Mantenimiento preventivo y correctivo.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	Seguir los procedimientos de seguridad.		1	1	1 BAJO
4	¿Qué sucede si en la instalación se inclina la tubería hacia arriba en dirección a la bomba?	* Cavitación de la bomba.	* Existiría vaporización en la tubería de entrada a la bomba.		En la instalación se debe hacer un desnivel en la tubería de una o dos pulg., en diez pies de longitud entre la bomba y el tanque de almacenamiento, ya que permitirá que el gas fluya hacia el tanque y sea reemplazado por el líquido. Dar mantenimiento preventivo y correctivo.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	Seguir los procedimientos de seguridad.		1	1	1 BAJO

No	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
5	¿Qué pasaría si existiera una gran cantidad de líquidos en largas tuberías a la entrada de la bomba?	Existiría un mal funcionamiento, la bomba cavitaria.	Sucedería una vaporización continua por largo tiempo durante el cual la bomba está llena de vapor.		* Revisión de diseño, operación e instalación. Instale una válvula de retención cerca de la bomba cuando la tubería de descarga es larga con el fin de evitar que el gas retorne a la bomba cuando la misma no esté trabajando. Mantenimiento preventivo y correctivo
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	* Seguir los procedimientos de seguridad.		1	1	1 BAJO
6	* ¿Qué pasaría si la bomba no gira?	Posible vibración. Materiales extraños en su interior.	* Daño por sobrecalentamiento del motor.		Revisión de diseño, operación e instalación. Mantenimiento preventivo y correctivo. Posible atascamiento de las paletas o bien estén quebradas. Rodamientos malos o atascados. Presión diferencial muy avanzada.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	* Seguir los procedimientos de seguridad.		1	1	1 BAJO
7	¿Qué pasaría si existiera un calentamiento	Posiblemente el motor esté sobrecargado.	Podría sobrecalentarse el motor.		Mantenimiento preventivo y correctivo.

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

No	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
	del motor o sobrecarga del interruptor?				
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	* Seguir los procedimientos de seguridad.		1	1	1 BAJO
8	* ¿Qué pasaría si existiera una transferencia lenta de gas vapor?	Existiría un mal funcionamiento del compresor. Posible vibración. Filtro obstruido. Válvulas del compresor en las líneas de succión o de descarga.	* Existiría un retardo en la operación.		Revisión de diseño, operación e instalación. Mantenimiento preventivo y correctivo
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	* Seguir los procedimientos de seguridad.		2	1	2 BAJO

Proyecto: RECEPCIÓN Y SUMINISTRO

No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA			
9	¿Qué pasaría si existiera una fuga en la descarga del transporte, esto sucedería en el trasvase?	Esto se debe a que no se colocará bien la válvula de globo a la punta de llenado de la toma de recepción, es decir al acoplador relleno para líquido.	Al existir una fuga se formaría una nube flamable. Posible formación de un flamazo. Posible explosión.		Supervisión en la operación. Colocar pull-away Mantenimiento preventivo y correctivo. Procedimiento de operación y mantenimiento.			
						Implementos de Seguridad Instalados		Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
						* Seguir los procedimientos de seguridad.	4	3
10	¿Qué pasaría si en la operación se sobrepresionara la tubería de gas líquido en la descarga?	* Se abriría la válvula de relevo hidrostático de acción pop.	Fuga de gas con posible formación de una atmósfera inflamable. Posible flamazo.		Supervisión en la operación. Mantenimiento preventivo y correctivo. Procedimiento de operación y mantenimiento.			
						Implementos de Seguridad Instalados		Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
						* Seguir los procedimientos de seguridad.	2	1

No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
11	¿Qué pasaría si existiera gas atrapado en la tubería de descarga de gas líquido?	Existiría un aumento de presión que sería mayor y entraría en operación la válvula de relevo hidrostático.	Posible ruptura de la mirilla con fuga de gas l.p. provocando con esto una posible atmósfera inflamable. Esto sucedería siempre y cuando las válvulas de relevo no funcionaran.		Paro automático Supervisión y mantenimiento Accionar alarma.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	Medidas de seguridad. Aplicar los procedimientos del plan programa para la prevención de accidentes.		2	1	2 BAJO
12	¿Qué pasaría si existiera una falla en la válvula de descarga del semirremolque?	Fuga de material de manera continua. Al incendiarse podría aumentar la temperatura del envoltorio metálico del remolque tanque en la superficie en la que se encuentra el gas-vapor. No funcionan las válvulas de seguridad.	Posible formación de nube flamable con la consecuencia de que al formarse el incendio no podrían llegar a la válvula, por lo que podría calentar el material envoltorio del semirremolque pudiendo crear una nube inflamable.		Paro automático Supervisión y mantenimiento Accionar alarma. Colocar un sistema de enfriamiento en la zona.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	Medidas de seguridad. Programa para la prevención de accidentes.		4	3	12 ALTO

No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
13	¿Qué pasaría si existiera una falla en las válvulas de seguridad y se encontrara cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido y la válvula de entrada al tanque de almacenamiento?	Se tendría una contrapresión muy fuerte en toda la línea de gas - líquida, la cual provocaría una fuga en la zona más débil, que en este caso sería la mirilla. No funcionan las válvulas de relevo hidrostático.	Posible formación de nube flamable con la consecuencia de que al formarse el incendio no podría crear una nube inflamable.		Paro automático Supervisión y mantenimiento Accionar alarma. Colocar un sistema de enfriamiento en la zona.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	Medidas de seguridad. Programa para la prevención de accidentes. Brigada contra incendio		2	3	6 MEDIO

Proyecto: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA

No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
14	¿Qué pasaría si se sobrellenara el (los) tanque(s) de almacenamiento por una mala operación en el vapor de gas?	Se abrirían las válvulas de seguridad del multiport las cuales tiene una capacidad de descarga de 294 m3/min.	Posible fuga con formación de una nube inflamable.		Paro automático Supervisión y mantenimiento Accionar alarma.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	Medidas de seguridad. Ver medidas del programa para la prevención de accidentes.		1	5	5 MEDIO

	Accionar el sistema de aspersión.				
15	¿Qué pasaría si existiera una sobrepresión en el(los) tanque(s) de almacenamiento y fallaran las válvulas de seguridad del multiport?	Es casi imposible porque se tienen 6 válvulas de seguridad y en caso de que una de ellas no funcionara las otras entrarían en operación.	Posible formación de una nube inflamable. Que en el caso de encontrar una fuente de ignición podría provocar una explosión con consecuencias mayores.		Supervisión de la operación y descarga Mantenimiento preventivo y correctivo. Revisión de las condiciones del tanque de almacenamiento.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	Procedimientos del Programa para la Prevención de Accidentes. Capacitación del personal de las brigadas. Simulacros.		4	3	12 ALTO

Proyecto: ANDEN DE LLENADO

No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
16	¿Qué pasaría si se existiera una falla en las válvulas automáticas de llenado?	Mal enroscado de la válvula al recipiente portátil.	Posible fuga de gas l.p. con formación de una nube flamable y explosiva.		Supervisión de la operación Paro automático Mantenimiento preventivo y correctivo. Accionar alarma si fuera necesario.
	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
	Procedimientos del Programa de Prevención de Accidentes. Capacitación del personal. Simulacros.		1	3	3 BAJO

IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

Se anexa informe Técnico

Cambiando al mundo... sin cambiar el planeta.

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

V.1.1 Planos de localización

Croquis de la Planta de Almacenamiento

Proyecto Civil

- PRO-CIV-01
- PRO-CIV-03

Proyecto Mecánico

- PRO-ME-01

Proyecto Eléctrico

- PRO-EL-02
- PRO-EL-03

V.1.2 Fotografías

Ver anexo Memoria Fotográfica

V.1.3 Videos

No Aplica