



GAS DEL ATLÁNTICO S.A. DE C.V.
Planta Serdán

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL



**Planta de almacenamiento de gas L.P.
y estación de carburación**



GAS DEL ATLÁNTICO S.A. DE C.V.
Planta Zerdán

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL



Planta de almacenamiento de gas L.P.
y estación de carburación

IV. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

m) El Regulado, deberá presentar antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de Plantas de Almacenamiento de Gas L.P. y Estaciones de Carburación, o de procesos similares de almacenamiento, describir brevemente, en forma de tabla; el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso acciones realizadas para su atención.

IV.1.1 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.

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 Ixhuatpec, Ciudad de México en 1984, 2013 la explosión de la planta de gas L.P., del grupo Tomza, del Estado de Puebla y la Explosión de Hospital Materno de Cuajimalpa, 29 de enero de 2015, causada por una fuga de gas de un camión que abastecía al hospital, entre otros.

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 las 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)

ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES RELACIONADOS CON EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.							
AÑO	CUIDAD Y/O PAÍS	INSTALACIÓN	EVENTO	CAUSA	NIVEL DE AFECTACIÓN (COMPONENTE S PARA SU AFECTACIÓN)	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN	FUENTE
1984	San Juan	distribución de gas	Fuga incontrolada de gas en el semirremolque proveedor durante trasiego a tanque de almacenamiento de la planta.	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: válvulas del operador responsable del trasiego, pues hubo un tiempo de respuesta de 5 minutos para detectar la fuga.	DAÑOS a instalaciones y personas en un radio de hasta 403 m a la redonda de las explosiones	distancias de 100 m y 200 m	Roman & Vázquez-Molina (1984)
N/D	Italia	almacenamiento de gas L.P. ubicada en un recinto industrial parcialmente confinado	• Charco de gas en estado líquido • Evaporación del gas y formación de nube • Dispersión de la nube • Fuente de ignición alcanzada por la nube de gas • Flash fire proveedor de gas • Incendio tipo charco • Fuga "poolfire" de gas • BLEVE • Fireball		Daños graves a instalaciones en un radio de 30 m).		(Bubbico & Marchini, 2008)
1988	Corona del Sur	Planta de almacenamiento			AMBIENTALES (AFECTADOS)	ATENCIÓN	

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

ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES RELACIONADOS CON EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.							
AÑO	CUIDAD Y/O PAÍS	INSTALACIÓN	EVENTO	CAUSA	NIVEL DE AFECTACIÓN (COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS)	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN	FUENTE
1998	Bucheon, Corea del Sur	Planta de almacenamiento de gas L.P. (muelle de recepción) que descarga de combustible en zona de distribución de gas	Fuga incontrolada de gas con probable fuente del semirremolque proveedor o de un autotank de distribución	Fallo de la válvula de seguridad de los tanques. Causas no son claras, instalaciones y daños graves a equipo e instalaciones en un radio de 130 m a la redonda del accidente.		(Park et al., 2006)	
1984	San Juan Ixhuatepec, CDMX	Centro de almacenamiento y distribución de gas L.P. (operado por PEMEX)	Probable sobrellenado de un tanque lo cual provocó la ruptura de una tubería de alimentación, subsiguiente formación de nube de gas que fue dispersada por el viento.	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 recipientes almacenamiento y/o por negligencia humana.		(López-Molina, Vázquez-Román, & Díaz-Ovalle, 2012)	

- n) El Regulado deberá corregir las inconsistencias en la aplicación de las metodologías de Análisis de Riesgo: Análisis ¿Qué pasa si...? y Hazop de acuerdo con las especificaciones propias de la mismas, considerando lo siguiente:
- Deberá presentar la división de las diferentes instalaciones en áreas, nodos o sistemas para la aplicación de las metodologías de riesgo Análisis ¿Qué pasa si...? y Hazop, basados en la descripción de la operación del Proceso y a los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) del Proyecto,
 - Deberá realizar preguntas creíbles, congruentes y específicas
 - Deberá presentar salvaguardas de los sistemas y/o equipos.
 - Deberá presentar desviaciones que deriven de causas que sean creíbles y congruentes.
 - No debe evaluar los riesgos de otras instalaciones o fuera de la instalación del Proyecto
 - Deberá considerar recomendaciones adecuadas y congruentes al escenario de riesgo planteado.
- o) El Regulado, una vez corregidas las deficiencias de las metodologías Análisis Hazop y ¿Qué pasa si?, deberá realizar la jerarquización de riesgos de las metodologías de Riesgos Hazop y ¿Qué pasa si?.

1.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización

Metodología "¿Qué pasa si...?"

Esta metodología se aplicó para detectar las áreas críticas dentro de la instalación, y realizar una descripción detallada de los riesgos que existen en estas.

El método de ¿Qué pasa 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).

En este análisis se formuló una lista de preguntas o preocupaciones relativas a peligros, situaciones de peligro, o eventos de accidentes específicos que podrían producir una consecuencia indeseable en el sistema o proceso. Para cada una de estas preguntas, el equipo consideró el escenario de incidente, se identificaron las consecuencias de interés, y se realizó una evaluación cualitativa de la seriedad de estas consecuencias, su posibilidad y el riesgo general planteado.

Una vez determinada la parte del proceso a verificar, los pasos a seguir durante la aplicación de esta metodología fueron los siguientes:

- Revisión del diagrama de flujo aplicable, detectando los puntos potencialmente riesgosos, o aquellos en que ya se hayan tenido incidentes o eventos de riesgos.
- Se establecieron los tipos de riesgos a analizar en el área seleccionada, tomando siempre en consideración aquellos que pueden incidir en el personal e instalaciones dentro del área de trabajo y los que en un momento dado pueden afectar las instalaciones fuera de la misma.
- Aplicación de la pregunta ¿Qué pasa si...? en cada una de las áreas seleccionadas.
- Si las respuestas a la pregunta base implican peligro, se evalúan las consecuencias, en una primera fase en forma preliminar y posteriormente en forma detallada.
- Proposición de acciones para eliminar o reducir el riesgo.

Los escenarios de fugas del gas I.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 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)		
NIVEL PROBABILIDAD (A)	BAJO (1)	BAJO (1)	MEDIO (3)	ALTO (5)
	BAJO (1)	1	3	5
	MEDIO (2)	2	6	10
	ALTO (4)	4	12	20

Índice de riesgo

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

Puesto que, en la instalación, su principal actividad es el manejo de una sustancia inflamable; las áreas más vulnerables a presentar fallas y desastres son:

- Estación de Carburación de Gas L.P.
- Tanques de almacenamiento de Gas L.P.

- Muelle de llenado

A continuación, se muestran las tablas obtenidas del análisis realizado:

Bajo	Cada 100 años, no esperado en esta planta puede ocurrir.
Alto	Una vez cada 10 años.

Gravedad de consecuencias:

Bajo	Resultado en problemas en operaciones o lesión singular, o daños a la propiedad menos de \$100,000 (dólares E.U.)
Mediano	Resultado 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	Resultado 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
Mediano	2
Alto	3

Nivel Probabilidad (A)	Gravedad de las consecuencias (B)			Riesgo
	Bajo (1)	Medio (2)	Alto (3)	
Bajo (1)	Bajo	Medio	Alto	Riesgo
Medio (2)	Medio	Alto	Alto	
Alto (3)	Alto	Alto	Alto	

Índice de riesgo

Alto	10-20
Medio	5-10
Bajo	1-5

Puesto que, en la instalación, su principal actividad es el manejo de una sustancia inflamable, las áreas más vulnerables a presentar fallas y desastres son:

- Estación de Carburación de Gas L.P.
- Tanques de almacenamiento de Gas L.P.

APLICACIÓN DEL MÉTODO WHAT IF...?

Área: ACCESORIOS, BOMBAS.		Fecha: 1 1/marzo/2019	No. Plano: PRO-ME-01	Membros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
No. CASO	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.	Supervisor de planta Área de mantenimiento
2	¿Qué pasaría si se instalan los accesorios o codos cerca de la apertura de entrada a la bomba? Aumentaría la cavitación.	Seguir los procedimientos de seguridad.	Probabilidad (A) Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B) 1 BAJO	Supervisor de planta Área de mantenimiento
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.	Seguir los procedimientos de seguridad.	Probabilidad (A) Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B) 1 BAJO	Supervisor de planta Área de mantenimiento

APLICACIÓN DEL MÉTODO WHAT IF...

pag. 10

ACCESORIOS. BOMBAS.		Fecha: 1 1/marzo/2019		No. Plano: PRO-ME-01		Miembros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
No. CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA	RESPONSABLE		
3	Seguir los procedimientos de seguridad.	Implementos de Seguridad instalados	Probabilidad (A) 1 Gravedad de Consecuencia (B) 1	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B) 1 BAJO	Supervisor de planta Área de mantenimiento	Seguir los procedimientos de seguridad.	
	¿Qué sucede si se instala un reductor de cavitación.		Existiría una acumulación de vapor.	haya gas o aire. El reductor debe instalarse con la parte recta hacia arriba.	Supervisor de planta Área de mantenimiento	¿Qué sucede si en la tubería hacia arriba en Cavitación de la bomba. dirección a la bomba?	
	Seguir los procedimientos de seguridad.		Probabilidad (A) 1 Gravedad de Consecuencia (B) 1	Inspección y supervisión de la planta. Mantenimiento preventivo y correctivo.	Supervisor de planta Área de mantenimiento	¿Qué sucede si en la tubería hacia arriba en Cavitación de la bomba. dirección a la bomba?	
4	Seguir los procedimientos de seguridad.	Implementos de Seguridad instalados	Probabilidad (A) 1 Gravedad de Consecuencia (B) 1	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B) 1 BAJO	Supervisor de planta Área de mantenimiento	Seguir los procedimientos de seguridad.	
	¿Qué sucede si en la tubería hacia arriba en Cavitación de la bomba. dirección a 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.	Supervisor de planta Área de mantenimiento	¿Qué sucede si en la tubería hacia arriba en Cavitación de la bomba. dirección a la bomba?	
	Seguir los procedimientos de seguridad.		Probabilidad (A) 1 Gravedad de Consecuencia (B) 1	reemplazado por el líquido. Dar mantenimiento preventivo y correctivo.	Supervisor de planta Área de mantenimiento	¿Qué sucede si en la tubería hacia arriba en Cavitación de la bomba. dirección a la bomba?	
5	Seguir los procedimientos de seguridad.	Implementos de Seguridad instalados	Probabilidad (A) 1 Gravedad de Consecuencia (B) 1	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B) 1 BAJO	Supervisor de planta Área de mantenimiento	Seguir los procedimientos de seguridad.	
	¿Qué pasaría si Existiría un mal funcionamiento, la cantidad de líquidos en bomba cavitaria.		Sucedría 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	Supervisor de planta	¿Qué pasaría si Existiría un mal funcionamiento, la cantidad de líquidos en bomba cavitaria.	

ACCESORIOS, BOMBAS.		Fecha: 1 1/marzo/2019	No. Plano: PRO-ME-01	Membros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA	RESPONSABLE
6	largas tuberías a la entrada de la bomba?			fin de evitar que el gas retorne a la bomba cuando la misma no esté trabajando. • Mantenimiento preventivo y correctivo	Área de mantenimiento
	Implementos de Seguridad Instalados	Probabilidad (A) 1	Gravedad de Consecuencia (B) 1	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B) 1 BAJO	Supervisor de planta Área de mantenimiento
	" Seguir los procedimientos de seguridad.				
7	bomba no gira? * ¿Que pasaría si la bomba no gira?	Materiales extraños en su interior. Válvulas del compresor. Filtro obstruido.	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.	Supervisor de planta Área de mantenimiento
	Implementos de Seguridad Instalados	Probabilidad (A) 3	Gravedad de Consecuencia (B) 1	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B) 3 BAJO	
	" Seguir los procedimientos de seguridad.				
7	¿Que pasaría si existiera un calentamiento del motor o sobrecarga del interruptor?	Posible vibración. Materiales extraños en su interior.	Podría sobrecalentarse el motor.	• Mantenimiento preventivo y correctivo.	Supervisor de planta Área de mantenimiento
	Implementos de Seguridad Instalados	Probabilidad (A) 1	Gravedad de Consecuencia (B) 1	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B) 1 BAJO	
	" Seguir los procedimientos de seguridad.				

ACCESORIOS, BOMBAS.		Fecha: 1 1/marzo/2019		No. Plano: PRO-ME-01		Membros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		
No. CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA		CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA		RESPONSABLE
7	Implementos de Seguridad Instalados	* Seguir los procedimientos de seguridad.		1	1	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B) 1 BAJO		Supervisor de planta Área de mantenimiento Subdirector de planta
				1	1	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B) 2 BAJO		
8	Implementos de Seguridad Instalados	* Seguir los procedimientos de seguridad.		2	1	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)		Supervisor de planta Área de mantenimiento Subdirector de planta
				2	1	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)		

RECEPCIÓN Y SUMINISTRO		Area:		Fecha:		No. Plano:		Membros del equipo:	
1/marzo/2019		PRO-ME-01		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza		pág. 13	
No. CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA		CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA		RESPONSABLE	
		Implementos de Seguridad instalados		Gravedad de Consecuencia (B)		Factor de Análisis de Riesgos			
9	¿Qué pasaría si no se colocara bien la válvula de globo a la descarga del llenado de la toma de recepción, es decir al acoplador para llenado líquido.	Este se debe a que		Al existir una fuga se formaría una nube inflamable.		Supervisión en la operación.		Supervisor de planta	
		transporte, esto la toma de recepción, es decir al acoplador		Posible formación de un flammazo.		Colocar pull-away			
		sucedería, en el llenado para		Posible explosión.		Procedimiento de operación y mantenimiento.			
10	¿Qué pasaría si en la operación se sobrepresionara la tubería de gas líquido en la descarga?	* Seguir los procedimientos de seguridad.		Fuga de gas con posible formación de una atmósfera inflamable.		Supervisión en la operación.		Supervisor de planta	
		Implementos de Seguridad instalados		Gravedad de Consecuencia (B)		Factor de Análisis de Riesgos			
		Probabilidad (A)		2		1			
11	¿Qué pasaría si existiera gas atrapado en la tubería de operación la válvula de relévo hidrostático.	* Seguir los procedimientos de seguridad.		Posible ruptura de la milla con fuga de gas l.p. provocando con esto una posible atmósfera inflamable.		Paro automático		Supervisor de planta	
		Implementos de Seguridad instalados		Gravedad de Consecuencia (B)		Factor de Análisis de Riesgos			
		Probabilidad (A)		2		1			
1/marzo/2019		PRO-ME-01		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza		pág. 14	

RECEPCIÓN Y SUMINISTRO		Fecha:	No. Plano:	Miembros del equipo:	
Área:		1/marzo/2019	PRO-ME-01	Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
PREGUNTA/CASO		RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA	RESPONSABLE
11	Medidas de seguridad.	Aplicar los procedimientos del plan programa para la prevención de accidentes.	2	2 BAJO	Área de mantenimiento Supervisor de planta
	¿Qué pasará si...?	Fuga de material de manera continua.			
12	¿Qué pasará si...?	Al incendiarse podría aumentar la temperatura del con la consecuencia de que al posible formación de nube inflamable			Área de mantenimiento Supervisor de planta
	¿Qué pasará si...?	Existera una falla en la válvula de descarga del remolque tanque a la válvula, por lo que podría calentar formarse el incendio no podrían llegar			Área de mantenimiento Supervisor de planta
13	¿Qué pasará si...?	envolvente metálico formarse el incendio no podrían llegar			Área de mantenimiento Supervisor de planta
	¿Qué pasará si...?	Existera una falla en la válvula de descarga del remolque tanque a la válvula, por lo que podría calentar formarse el incendio no podrían llegar			Área de mantenimiento Supervisor de planta
14	¿Qué pasará si...?	gas-vapor. que se encuentra el semirremolque pudiendo crear una zona.			Área de mantenimiento Supervisor de planta
	¿Qué pasará si...?	No funcionan las válvulas de seguridad.			Área de mantenimiento Supervisor de planta
15	Medidas de seguridad.	Programa para la prevención de accidentes.	4	ALTO	Área de mantenimiento Supervisor de planta
	¿Qué pasará si...?	Existera una fuga en la válvula de globo a la punta de llenado de descarga			Área de mantenimiento Supervisor de planta

Area: RECEPCIÓN Y SUMINISTRO		Fecha: 1/marzo/2019		No. Plano: PRO-ME-01		Membros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
No. CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA	RESPONSABLE		
12	¿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 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 mirla. No funcionarían las válvulas de relevo hidrostático.	Probabilidad (A) Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)	Personal de patio Personal de mantenimiento Área de planta Supervisor de planta Supervisor de planta		
13				Paro automático Supervisión y mantenimiento Accionar alarma. Colocar un sistema de entramiento en la zona. Supervisión de la repulpa y descarga	Personal de patio Personal de mantenimiento Área de planta Supervisor de planta Supervisor de planta	Personal de patio Área de mantenimiento Supervisor de planta Supervisor de planta	

Caso		No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCION RECOMENDADA	RESPONSABLE
14			¿Qué pasaría si se	Se abrieran las	Posible fuga con formación de una	Baro automático	Supervisor de planta
ALMACENAMIENTO		Area:	Fecha:	No. Plano:		Miembros del equipo:	
			1/marzo/2019	PRO-ME-01		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jimenez Hernández	

No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA	RESPONSABLE
	Área: TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Fecha: 1/marzo/2019	No. Plano: PRO-ME-01	Miembros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calte Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
	¿sobrellenara el (los) tanque(s) de seguridad del multiport las cuales tienen una capacidad de descarga de 294 m ³ /min. operación en el vapor de gas?	válvulas de seguridad del multiport las cuales tienen una capacidad de descarga de 294 m ³ /min.	nube inflamable.	Supervisión y mantenimiento Accionar alarma.	Área de mantenimiento Personal de patio
	Medidas de seguridad. Ver medidas del programa para la prevención de accidentes. Accionar el sistema de aspirón.	Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)	
		1	5	MEDIO 5	
15	¿Qué pasaría si existiera una sobrepresión en el(los) tanque(s) de almacenamiento y fallaran las válvulas de seguridad del multiport? 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.	Probable formación de una nube inflamable. Que en el caso de encontrar una fuente de ignición podría provocar una explosión con consecuencias mayores.	Possible formation of a flammable cloud.	Supervisión de la operación y descarga Mantenimiento preventivo y correctivo. Revisión de las condiciones del tanque de almacenamiento.	Supervisor de planta Área de mantenimiento Personal de patio
	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.	4	3	12 ALTO	RESPONSABLE

Simulacros.									
No.	CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA	RESPONSABLE			
Área: TANQUES DE ALMACENAMIENTO		Fecha: 1/marzo/2019	No. Plano: PRO-ME-01	Membros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández					

No. CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA	RESPONSABLE
	ANDEN DE LLENADO	Fecha: 1/marzo/2019	No. Plano: PRO-ME-01	Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Miembros del equipo:	

Área: Supervisor de planta	Mal enroscado de la válvula al recipiente portatil.	Posible fuga de gas L.P. con formación de una nube flammable y explosiva.	Supervisión de la operación	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)	3 BAJO	Supervisor de planta	RESPONSABLE
Área de mantenimiento	Existencia de una falla en las válvulas de llenado?	Fuga de gas con posible formación de una nube flammable y explosiva.	Mantenimiento preventivo y correctivo.	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)	3 BAJO	Personal de patio	RESPONSABLE

Área: ESTACIÓN DE CARBURACIÓN		Fecha: 1/marzo/2019	No. Plano: PRO-ME-01	Membros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
No. CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA	RESPONSABLE
	¿Qué pasará si existe una fuga en la descarga del	Esto se debe a que no se colocará bien la válvula de globo a la salida de la Bomba formadora de un tamaño	Al existir una fuga se formará una nube inflamable.	Mantenimiento preventivo y correctivo. Colocar ball-away Supervisión en la operación	Supervisor de planta

Area: ESTACIÓN DE CARBURACIÓN		Fecha: 1/marzo/2019		No. Plano: PRO-ME-01		Mieembros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
No. CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA		CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA	
17	¿Qué pasaría si existiera una fuga en la descarga del transporte, esto sucedería en el trasvase? de gas líquido?	Este 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.		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)	Supervisión en la operación. Colocar pull-away Mantenimiento preventivo y correctivo. Procedimiento de operación y mantenimiento.
		Al existir una fuga se formaría una nube inflamable. Posible formación de un flamazo.					
18	¿Qué pasaría si en la operación se sobrepresionara la tubería de gas de líquido en la descarga?	* Se abriría la válvula de relevo hidrostático de acción pop. Posible fuga de gas L.P. con posible flamazo.		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)	Supervisión en la operación. Mantenimiento preventivo y correctivo. Procedimiento de operación y mantenimiento.
		Fuga de gas con posible formación de una atmósfera inflamable.					
19	¿Qué pasaría si existiera gas atrapado en la tubería de descarga de gas líquido?	Posible ruptura de la milla con fuga de gas l.p. provocando con esto una posible atmósfera inflamable. Esto sucedería siempre y cuando las válvulas de relevo no funcionaran.		Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)	Paro automático Supervisión y mantenimiento. Accionar alarma.
		de relevo hidrostático.					
Medidas de seguridad.		* Seguir los procedimientos de seguridad.		2		2 BAJO	

Área: ESTACIÓN DE CARBURACIÓN		Fecha: 1/marzo/2019	No. Plano: PRO-ME-01	Membros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
No. CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA
20	¿Que pasaría si existiera una falla en la válvula de descarga del remolque tanque a la válvula, por lo que podría calentarse el material envolvente de que al posible formación de nube inflamable con la consecuencia de que al semirremolque pudiendo crear una zona.	Al incendiarse podría aumentar la temperatura del remolque tanque en la superficie en la que se encuentra el gas-vapor. No funcionan las válvulas de seguridad.	Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
21	Medidas de seguridad. Programa para la prevención de accidentes.	Programa para la prevención de accidentes.	4	3	12 ALTO
22	Fuga de material de vehículo que se suministra al manifiesto de descarga del remolque tanque.	Fuga de material de vehículo que se suministra al manifiesto de descarga del remolque tanque.	Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
23	Aplicar los procedimientos del plan programa para la prevención de accidentes.	Programa para la prevención de accidentes.	Probabilidad (A)	Gravedad de Consecuencia (B)	Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)
RESPONSABLE		CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA	
RESPONSABLE		CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA	

Area: ESTACIÓN DE CARBURACIÓN		Fecha: 1/marzo/2019		No. Plano: PRO-ME-01		Membros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
No. CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA		CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA	
		Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)		Gravedad de Consecuencia (B)	
21	¿Qué pasaría si existiera una falla en las válvulas de toda la línea de gas – seguridad y se encontrara cerrada provocaría una fuga en la zona más débil, 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 milla.		Posible formación de nube inflamable con la consecuencia de que al formarse el incendio podría crear una nube inflamable.		Paro automático Supervisión y mantenimiento Accionar alarma. Colocar un sistema de enfriamiento en la zona.	
		No funcionan las válvulas de relevo hidrostático.		Probabilidad (A)		Gravedad de Consecuencia (B)	
20	Medidas de seguridad. Programa para la prevención de accidentes.	Brigada contra incendio		2		3	
		Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)		Gravedad de Consecuencia (B)	
22	¿Qué pasaría si presenta una temperatura del sistema de la desconexión de la manguera de suministro al vehículo que se está cargando?	Se provocaría una fuga de gas L.P. al suministrar el vehículo que se está cargando.		Posible formación de nube inflamable con la consecuencia de que al formarse el incendio podría crear una nube inflamable.		Paro automático Supervisión y mantenimiento Accionar alarma. Colocar un sistema de enfriamiento en la zona.	
		Programa para la prevención de accidentes.		2		3	
No. CASO	Medidas de seguridad.	Implementos de Seguridad Instalados		Probabilidad (A)		Gravedad de Consecuencia (B)	
		Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)		Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)		Factor de Análisis de Riesgos (A) x (B)	
RESPONSABLE	RESPONSABLE	Área de mantenimiento Personal de patio		Área de mantenimiento Personal de patio		Supervisor de planta Área de mantenimiento Personal de patio	
		Mantenimiento		Mantenimiento		Mantenimiento	

pag. 21

Metodología HAZOP

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 con 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.
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.

Etapa	Descripción
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	Etapa
10	

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

Riesgo=C x F		CONSECUENCIA			
FRECUENCIA		1	2	3	4
	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 periodo de 3 a 6 meses.

Para la aplicación se encuentran localizados en áreas específicas y dadas las operaciones a efectuar en la metodología se consideran que los principales riesgos potenciales de la instalación 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 de Gas L.P. de auto tanques
- Tomas de suministro o carga de Gas L.P.
- Tanques de la planta de almacenamiento
- Anden de llenado de cilindros portátiles
- Tanque de almacenamiento de la estación de carburación de Gas L.P.
- Isla de llenado de la toma de carburación

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 (en planta de almacenamiento y estación de carburación)
 - Cilindros portátiles.
 - Auto tanques.
 - Área de llenado de automóviles

➤ Incendio de gas L.P.

- Tuberías.
- Mangueras.
- Válvulas.
- Compresora.
- Bomba.
- Tanque de almacenamiento fijo. (en planta de almacenamiento y estación de carburación)
- Cilindros portátiles.
- Auto tanques.
- Área de llenado de automóviles

➤ Explosión de gas L.P.

- Tanque de almacenamiento fijo. (en planta de almacenamiento y estación de carburación)
- Cilindros portátiles.

- Auto tanques.

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 Estación de Carburación de Gas L.P.

Nodo	Descripción
1	Recepción de Gas L.P.
2	Suministro de Gas L.P. para distribución final
3	Tanques de la planta de almacenamiento
4	Anden de llenado de cilindros portátiles
5	Tanque de almacenamiento de la estación de carburación de Gas L.P.
6	Isla de llenado de la toma de carburación

Nombre del estudio:	Analisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación
Equipo:	Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández
NODO	1
Palabra guía	Desviación
Causas posibles	Conexión de acoplamiento inadecuado de las líneas de conducción; Fuga de Gas L.P. en la zona de llenado de tanques
Consecuencias	Desconexión de la manguera de la toma de recepción y no se accionan las válvulas de seguridad. Fuga de Gas L.P. Formación de nubes inflamables. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.
Sistemas de Control	Dispositivos de paro de emergencia Sistema contra incendio Procedimiento para la recepción
Recomendaciones	Realización de mantenimientos preventivos a dispositivos de revisión de equipos y accesorios que conforman al sistema antes del llenado de tanques
Fecha:	1/marzo/2019
Versión:	PRIMERA

1.1	No	No hay flujo	Conexión de acoplamiento inadecuado de las líneas de conducción; Fuga de Gas L.P. en la zona de llenado de tanques	Desconexión de la manguera de la toma de recepción y no se accionan las válvulas de seguridad. Fuga de Gas L.P. Formación de nubes inflamables. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Dispositivos de paro de emergencia Sistema contra incendio Procedimiento para la recepción	Realización de mantenimientos preventivos a dispositivos de revisión de equipos y accesorios que conforman al sistema antes del llenado de tanques	4	2	8
1.2	No	no se inmovilizo auto tanque	No se colocaron las calzas en auto tanque No se accionó el freno de la unidad. Sismo.	Desplazamiento de la unidad; Desacoplamiento de las conexiones. Fuga de Gas L.P. en la zona de llenado de tanques	Dispositivos de paro de emergencia Sistema de cierre de válvulas para la recepción	Verificar que se siga el procedimiento para la recepción del gas L.P. Realización de mantenimientos preventivos a dispositivos de revisión de equipos y accesorios que conforman al sistema	5	2	10
1.3	Distinto	Equipo o sistema de descarga del auto tanque superior a la capacidad de diseño al requerido	Se instala un sistema de descarga del auto tanque superior a la capacidad de diseño al requerido	Incremento de presión en líneas de conducción. Accionamiento de las válvulas de seguridad. Fuga de Gas L.P.	Dispositivos de paro de emergencia Sistema de cierre de válvulas	Mantenimiento preventivo Verificar el funcionamiento y	3	3	9



Nombre del estudio:		Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación	
Equipo:		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
Plano:		PRO-ME-01	
Fecha:		1/marzo/2019	
Versión:		PRIMERA	

Palabra guía		Desviación		Causas posibles		Sistemas de Control		Recomendaciones		F C		R	
--------------	--	------------	--	-----------------	--	---------------------	--	-----------------	--	-----	--	---	--

NODO 2		No		No hay flujo		Desconexión de la manguera de la toma de suministro (carga).		Dispositivos de paro de emergencia		Verificación y supervisión de actividades que se apaguen a los procedimientos		5 1		5	
2.1		Mas		Conexión inadecuado de las líneas de conducción.		Fuga de Gas L.P. Formación de nubes inflamables. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.		Cierre de válvulas Sistema de procedimientos para el suministro		Mantenimiento constante. Contar con los equipos y materiales necesarios y acordes a la actividad		5 3		4	

NODO 3		No		No se inmovilizo auto tanque		Desplazamiento de la unidad. Desacoplamiento de las conexiones. Fuga de Gas L.P. Formación de nubes inflamables. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.		Dispositivos de paro de emergencia		Supervisión de actividades y que estas se cumplan de acuerdo con el procedimiento establecido		5 2		10	
2.2		Distinto		Se instala en la toma de la unidad. No se accionó el freno de mano. Se colocaron las calzas. No se inmovilizo auto tanque		Desplazamiento de la unidad. Desacoplamiento de las conexiones. Fuga de Gas L.P. Formación de nubes inflamables. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.		Cierre de válvulas Sistema de procedimientos para el suministro		Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apaguen a los procedimientos establecidos		5 2		10	

Equipo:		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Plano:		PRO-ME-01		Fecha:		Versión:		PRIMERA	
Nombre del estudio:		Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación		Propósito de acuerdo con el diseño:		2. Suministro de gas L.P. para distribución final		Propósito de acuerdo con el diseño:		Versión:		PRIMERA	

[illegible]

bq8 35

Nombre del estudio:		Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación		Propósito de acuerdo con el diseño:		2. Suministro de gas L.P. para distribución final				
Equipo:		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calte Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Plano: PRO-ME-01		Fecha:	1/marzo/2019	Versión:	PRIMERA	
NODO 2	Palabra guía	Desviación	Causas posibles Consecuencias		Sistemas de Control	Recomendaciones		F	C	R
2.3	No	No se	Irritación de piel u ojos en las personas directamente expuestas.					4	5	
2.4	Incremento	Aumento de temperatura	Incendios en predios o áreas próximas a la toma de suministro Sobrepresión en caso de fallar válvulas de seguridad y que no se mitigue la fuente de calor Incendio. Explosión		Contar con los equipos y materiales necesarios y acordes a la actividad Procedimientos de seguridad	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos Contar con un adecuado sistema contra incendios Colocar sistemas de extinción en puntos estratégicos de la instalación		3	3	9
2.6	Distinto	Personal distinto de la operación	Procedimientos inadecuados por desconocimiento de la operación de trasiego. Error humano.		Dispositivos de paro de emergencia Válvulas de seguridad Sistema contraincendios	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido		4	2	8
2.7	No	No se realizan procedimientos de prevención	Arranque del auto tanque estado conectada la toma de suministro.		Dispositivos de paro de emergencia Válvulas de seguridad	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos		4	2	8

Nombre del estudio:		Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación		Propósito de acuerdo con el diseño:		2. Suministro de gas L.P. para distribución final				
Equipo:		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calte Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Plano:	PRO-ME-01	Fecha:	1/marzo/2019	Versión:	PRIMERA	
NODO 2	Palabra guía	Desviación	Causas posibles Consecuencias		Sistemas de Control	Recomendaciones		F	C	R
2.7	Diseño		Procedimientos inadecuados por desconocimiento de la operación de trasiego. Error humano.	Formación de nubes inflamables. Deflagración o Explosión. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Sistema contraincendios	Contar con un adecuado sistema contra incendios Colocar sistemas de extinción en puntos estratégicos de la instalación Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido				5
2.8	No	No se realizan procedimientos de prevención	Falta de atención en las labores encomendadas. Inicia el trasiego sin haber concluido las conexiones. Procedimientos inadecuados por desconocimiento de la operación de trasiego. Error humano.	Fuga de Gas L.P. Formación de nubes inflamables. Deflagración o Explosión. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Contar con los equipos y materiales necesarios y acordes a la actividad Procedimientos de seguridad	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido		4	2	8

Nombre del estudio:	Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación	Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández			
		Ing. Daniel Calle Mendoza			
Equipo:		Biol. Manuel A. Jiménez Hernández			
Propósito de acuerdo con el diseño:		Plano:	PRO-ME-01	Fecha:	1/marzo/2019
2. Suministro de gas L.P. para distribución final					
				Versión:	PRIMERA

NODO 2	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Sistemas de Control	Recomendaciones	F	C	R
2.9	Menos	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.	Contar con los equipos y materiales necesarios y acordar a la actividad procedimientos de seguridad Sistema contra incendios Válvulas de seguridad	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	3	2	6
2.10	No	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.	Contar con los equipos y materiales necesarios y acordar a la actividad procedimientos de seguridad	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	5	2	10
2.11	No	Asegurar soportes, Manguera expuesta al tránsito vehicular, Desgaste de los	Deterioro paulatino de las mangueras, Fuga de Gas L.P., Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Contar con los equipos y materiales necesarios y acordar a la actividad procedimientos de seguridad	Mantenimiento constante, Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos	4	1	4	

Nombre del estudio:	Equipo:	NODO 2		Palabra guía	Desviación	Causas posibles		Sistemas de Control	Recomendaciones	F	C	R	Versión:	Fecha:	Proyecto de acuerdo con el diseño:	Propósito de acuerdo con el diseño:	Nombre del estudio:
Analisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación	Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	Analisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación	Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Sistemas de Control	Recomendaciones	F	C	R	PRIMERA	1/marzo/2019	1/marzo/2019	PRO-ME-01	Propósito de acuerdo con el diseño:	Analisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación
2. Suministro de gas L.P. para distribución final		2.11	No	Conexión a líneas.	El operador no conecta la unidad al sistema de líneas.	Fugas de Gas L.P. Probabilidad de incendio en cascada de registros simultáneamente una fuga de Gas L.P.	Procedimientos de seguridad	Contar con los equipos y materiales necesarios y acordar a la actividad	Capacidad del personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	3	3	3					2. Suministro de gas L.P. para distribución final
2. Suministro de gas L.P. para distribución final		2.12	No	Fallas del sistema de líneas.	Exposición en presencia de una fuente de ignición.	Fugas de Gas L.P. Probabilidad de incendio en cascada de registros simultáneamente una fuga de Gas L.P.	Procedimientos de seguridad	Contar con los equipos y materiales necesarios y acordar a la actividad	Capacidad del personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	3	3	3					2. Suministro de gas L.P. para distribución final

Nombre del estudio:		Equipo:		Fecha:		Versión:		PRIMERA	
Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calte Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		PRO-ME-01		1/marzo/2019			
Propósito de acuerdo con el diseño:		3. Tanques de almacenamiento de la planta de almacenamiento y distribución							
NODO 3	Palabra-Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Sistemas de Control	Recomendaciones	F	C	R	
3.1	Mayor	Mayor presión	Incremento de la presión en los tanques de almacenamiento. Fuga de gas L.P. de seguridad. Formación de una nube inflamable. Conato de incendio y/o explosión en presencia de una fuente de ignición.	Procedimientos de seguridad contra incendios. Válvulas de seguridad. Paro de emergencia	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos. Contar con los equipos y materiales necesarios y acordes a la actividad. Mantenimiento constante.	3	3	9	
3.2	Incremento	Aumento de la presión	Sobrellenado del recipiente. Error humano. Falla y/o deterioro del medidor magnético.	Procedimientos de seguridad contra incendios. Válvulas de seguridad. Paro de emergencia	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos. Contar con los equipos y materiales necesarios y acordes a la actividad. Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido.	3	3	9	
3.3	Incremento	Aumento de temperatura o áreas próximas	Sobrepresión en los tanques	Procedimientos de seguridad	Mantenimiento constante.	3	3	9	

Nombre del estudio:		Equipo:		Propósito de acuerdo con el		3. Tanques de almacenamiento de la planta de	
Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación		Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calte Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Plano: PRO-ME-01 Fecha: 1/marzo/2019 Versión: PRIMERA		Almacenamiento y distribución	
NODO 3	Palabra- guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Sistemas de Control	Recomendaciones	F C R
3.1	Mayor	La integridad mecánica de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión durante el almacenamiento.	El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión durante el almacenamiento.	Incremento de la presión en los tanques fuga de energético.	Procedimientos de seguridad Sistema contra incendios Valvulas de seguridad Procedimientos de paro de emergencia	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos y contar con los equipos y materiales necesarios y capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	3 3 3
3.2	Incremento	Aumento de la presión	Sobrepresión en el tanque. Explosión en presencia de una fuente de ignición. Incendio en presencia de una fuente de ignición. Fuga de Gas L.P. válvulas de seguridad. Accionamiento de las	Sobrepresión en el tanque. Explosión en presencia de una fuente de ignición. Incendio en presencia de una fuente de ignición. Fuga de Gas L.P. válvulas de seguridad. Accionamiento de las	Sistema contra incendios Valvulas de seguridad Procedimientos de paro de emergencia	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos y contar con los equipos y materiales necesarios y capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	3 3 3
3.4	Distinto	siendo distinta del diseño		Incremento de la presión en los tanques fuga de energético.	Procedimientos de seguridad Sistema contra incendios Valvulas de seguridad Procedimientos de paro de emergencia	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos y contar con los equipos y materiales necesarios y capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	3 4 12

Nombre del estudio:	Equipo:	NODO 4	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Sistemas de Control	Recomendaciones	Fecha:	1/marzo/2019	Versión:	PRIMERA
Propósito de acuerdo al diseño: 4. Andén de llenado de cilindros	Plano: PRO-ME-01 Fecha:	Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Desviación Falta de inspección del estado que guardan los tanques operacionales	Causas posibles Falta de inspección del estado que guardan los tanques operacionales Manejo de tanques en mal estado.	Consecuencias Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión.	Sistemas de Control Sistema contra incendios Válvulas de seguridad Paro de emergencia	Recomendaciones Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos Contar con los equipos y materiales necesarios y capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido.	Fecha:	1/marzo/2019	Versión:	PRIMERA
4.1	No	Falta de controles operacionales Falta de inspección del estado que guardan los tanques operacionales Manejo de tanques en mal estado.	Falta de inspección del estado que guardan los tanques operacionales Manejo de tanques en mal estado.	Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión.	Sistema contra incendios Válvulas de seguridad Paro de emergencia	Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos Contar con los equipos y materiales necesarios y capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido.	5	2	10			
4.2	No	Agentes externos no controlados Sismos	Caldas de cilindros que pueden provocar fugas de gas L.P.	Sistema contra incendios Válvulas de seguridad Paro de emergencia	Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos Contar con los equipos y materiales necesarios y capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido.	4	1	4				
4.3	No	No hay Conexión a tierra Deterioro del sistema de tierras de alguna	Generación de electricidad en caso de presentarse	Procedimientos de seguridad	Mantenimiento constante.	4	2	8				

Nombre del estudio:		Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación		Propósito de acuerdo al diseño:		4. Andén de llenado de cilindros			
Equipo:		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Caste Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Plano:		PRO-ME-01			
Palabra		Desviación		Causas posibles		Sistemas de Control			
NODO 4		Palabra guía		de las llenaderas que constituye el muelle.		Sistema de seguridad contra incendios			
4.4	Incremento	Aumenta la temperatura	Incendio en el andén	Incendio en caso de presentarse simultáneamente una fuga de gas L.P.	Fuga de gas L.P. y formación de nubes inflamables.	Sistema de seguridad contra incendios	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos establecidos. Contar con los equipos y materiales necesarios y acordar a la actividad Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido		
								Procedimientos de seguridad	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos establecidos. Contar con los equipos y materiales necesarios y acordar a la actividad Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido
4.5	No	Interrupción del flujo	Conexión inadecuada de las líneas de conducción	Desconexión de la manguera de la toma de carga. Fuga de Gas L.P.	Procedimientos de seguridad	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos establecidos. Mantenimiento constante.	4	1	4

Nombre del estudio:		Equipo:		Propósito de acuerdo al diseño:		4. Andén de llenado de cilindros	
Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Plano: PRO-ME-01		Fecha: 1/marzo/2019	
NODO 4		Palabra guía		Consecuencias		Sistemas de Control	
Desviación		Causas posibles		a la válvula de servicio del cilindro.		Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
Falta de atención en los labores encomendados. Inicia el traslado sin haber concluido las conexiones.		Fuga de Gas L.P.		Fugas en pistolas de llenado y en válvulas. Desperfectos en sello. Corrosión de la tubería y formación paulatina de pequeños orificios.		Procedimientos de seguridad contra incendios	
Falta de mantenimiento. Negligencia en la implementación de medidas preventivas y correctivas.		Falta de mantenimiento. Negligencia en la implementación de medidas preventivas y correctivas.		Falta de mantenimiento. Negligencia en la implementación de medidas preventivas y correctivas.		Procedimientos de seguridad contra incendios	
Menos		No		No		No	
4.7		4.6		4.5		4.4	
Equipo:		Equipo:		Equipo:		Equipo:	
Nombre del estudio:		Nombre del estudio:		Nombre del estudio:		Nombre del estudio:	

Nombre del estudio:		Equipo:		Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación		Propósito de acuerdo al diseño:		4. Andén de llenado de cilindros	
Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación		Propósito de acuerdo al diseño:		4. Andén de llenado de cilindros	
Plano:		Plano:		Plano:		Plano:		Plano:	
PRO-ME-01		PRO-ME-01		PRO-ME-01		PRO-ME-01		PRO-ME-01	
Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:		Fecha:	
1/marzo/2019		1/marzo/2019		1/marzo/2019		1/marzo/2019		1/marzo/2019	
Versión:		Versión:		Versión:		Versión:		Versión:	
PRIMERA		PRIMERA		PRIMERA		PRIMERA		PRIMERA	
F		F		F		F		F	
C		C		C		C		C	
R		R		R		R		R	
NODO 4		NODO 4		NODO 4		NODO 4		NODO 4	
Palabra guía		Palabra guía		Palabra guía		Palabra guía		Palabra guía	
Desviación		Desviación		Desviación		Desviación		Desviación	
Causas posibles		Causas posibles		Causas posibles		Causas posibles		Causas posibles	
Consecuencias		Consecuencias		Consecuencias		Consecuencias		Consecuencias	
Sistemas de Control		Sistemas de Control		Sistemas de Control		Sistemas de Control		Sistemas de Control	
Recomendaciones		Recomendaciones		Recomendaciones		Recomendaciones		Recomendaciones	
F		F		F		F		F	
C		C		C		C		C	
R		R		R		R		R	
4.6		4.6		4.6		4.6		4.6	
No		No		No		No		No	
prevención		prevención		prevención		prevención		prevención	
Falta de atención en las labores encomendadas. Inicia el traslado sin haber concluido las conexiones.		Falta de atención en las labores encomendadas. Inicia el traslado sin haber concluido las conexiones.		Falta de atención en las labores encomendadas. Inicia el traslado sin haber concluido las conexiones.		Falta de atención en las labores encomendadas. Inicia el traslado sin haber concluido las conexiones.		Falta de atención en las labores encomendadas. Inicia el traslado sin haber concluido las conexiones.	
Incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión en presencia de una fuente de ignición.		Incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión en presencia de una fuente de ignición.		Incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión en presencia de una fuente de ignición.		Incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión en presencia de una fuente de ignición.		Incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión en presencia de una fuente de ignición.	
Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido.		Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido.		Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido.		Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido.		Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido.	
F		F		F		F		F	
C		C		C		C		C	
R		R		R		R		R	
3		3		3		3		3	
5		5		5		5		5	
8		8		8		8		8	
PRIMERA		PRIMERA		PRIMERA		PRIMERA		PRIMERA	

Nombre del estudio:		Equipo:		Plano:		Fecha:		Versión:		PRIMERA					
Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		PRO-ME-01		1/marzo/2019									
NODO 5		Palabra guía		Desviación		Causas posibles		Consecuencias		Sistemas de Control		Recomendaciones		F C R	
5.1	Distinto	Mayor	presión			Se trasiega Gas L.P. en estado vapor.	Incremento de la presión en los tanques de almacenamiento, acciónamiento de la válvula de seguridad, fuga de combustible, inflamable, conato de incendio y/o explosión en presencia de una fuente de ignición.	Sistema contra incendios, Válvulas de seguridad, Paro de emergencia	Procedimientos de seguridad, Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos, contar con los equipos y materiales necesarios y acordar a la actividad, capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	3	3	9			
5.2	Incremento	de	de presión			Sobrellenado del recipiente, falla y/o deterioro del medidor magnético, posible.	Sobrepresión en el tanque, acciónamiento 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.	Sistema contra incendios, Válvulas de seguridad, Paro de emergencia	Mantenimiento constante, Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos, contar con los equipos y materiales necesarios y acordar a la actividad, capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	3	3	9			

Nombre del estudio:		Equipo:		Propósito de acuerdo con el diseño:		5. Tanque de almacenamiento de la estación de carburación de gas L.P.	
Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación		Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Plano: PRO-ME-01		Fecha: 1/marzo/2019	
Palabra guía		Desviación		Causas posibles		Sistemas de Control	
NODO 5		Palabra guía		Consecuencias		Recomendaciones	
5.3		Incremento		de temperatura		3 3 3	
5.4		Distinto		de diseño		3 4 12	
5.5		Incremento		de presión		3 3 3	
5.6		Distinto		de diseño		3 4 12	
5.7		Mejor		de presión		3 3 3	
5.8		Mejor		de presión		3 3 3	
5.9		Mejor		de presión		3 3 3	
5.10		Mejor		de presión		3 3 3	
5.11		Mejor		de presión		3 3 3	
5.12		Mejor		de presión		3 3 3	
5.13		Mejor		de presión		3 3 3	
5.14		Mejor		de presión		3 3 3	
5.15		Mejor		de presión		3 3 3	
5.16		Mejor		de presión		3 3 3	
5.17		Mejor		de presión		3 3 3	
5.18		Mejor		de presión		3 3 3	
5.19		Mejor		de presión		3 3 3	
5.20		Mejor		de presión		3 3 3	
5.21		Mejor		de presión		3 3 3	
5.22		Mejor		de presión		3 3 3	
5.23		Mejor		de presión		3 3 3	
5.24		Mejor		de presión		3 3 3	
5.25		Mejor		de presión		3 3 3	
5.26		Mejor		de presión		3 3 3	
5.27		Mejor		de presión		3 3 3	
5.28		Mejor		de presión		3 3 3	
5.29		Mejor		de presión		3 3 3	
5.30		Mejor		de presión		3 3 3	
5.31		Mejor		de presión		3 3 3	
5.32		Mejor		de presión		3 3 3	
5.33		Mejor		de presión		3 3 3	
5.34		Mejor		de presión		3 3 3	
5.35		Mejor		de presión		3 3 3	
5.36		Mejor		de presión		3 3 3	
5.37		Mejor		de presión		3 3 3	
5.38		Mejor		de presión		3 3 3	
5.39		Mejor		de presión		3 3 3	
5.40		Mejor		de presión		3 3 3	
5.41		Mejor		de presión		3 3 3	
5.42		Mejor		de presión		3 3 3	
5.43		Mejor		de presión		3 3 3	
5.44		Mejor		de presión		3 3 3	
5.45		Mejor		de presión		3 3 3	
5.46		Mejor		de presión		3 3 3	
5.47		Mejor		de presión		3 3 3	
5.48		Mejor		de presión		3 3 3	
5.49		Mejor		de presión		3 3 3	
5.50		Mejor		de presión		3 3 3	
5.51		Mejor		de presión		3 3 3	
5.52		Mejor		de presión		3 3 3	
5.53		Mejor		de presión		3 3 3	
5.54		Mejor		de presión		3 3 3	
5.55		Mejor		de presión		3 3 3	
5.56		Mejor		de presión		3 3 3	
5.57		Mejor		de presión		3 3 3	
5.58		Mejor		de presión		3 3 3	
5.59		Mejor		de presión		3 3 3	
5.60		Mejor		de presión		3 3 3	
5.61		Mejor		de presión		3 3 3	
5.62		Mejor		de presión		3 3 3	
5.63		Mejor		de presión		3 3 3	
5.64		Mejor		de presión		3 3 3	
5.65		Mejor		de presión		3 3 3	
5.66		Mejor		de presión		3 3 3	
5.67		Mejor		de presión		3 3 3	
5.68		Mejor		de presión		3 3 3	
5.69		Mejor		de presión		3 3 3	
5.70		Mejor		de presión		3 3 3	
5.71		Mejor		de presión		3 3 3	
5.72		Mejor		de presión		3 3 3	
5.73		Mejor		de presión		3 3 3	
5.74		Mejor		de presión		3 3 3	
5.75		Mejor		de presión		3 3 3	
5.76		Mejor		de presión		3 3 3	
5.77		Mejor		de presión		3 3 3	
5.78		Mejor		de presión		3 3 3	
5.79		Mejor		de presión		3 3 3	
5.80		Mejor		de presión		3 3 3	
5.81		Mejor		de presión		3 3 3	
5.82		Mejor		de presión		3 3 3	
5.83		Mejor		de presión		3 3 3	
5.84		Mejor		de presión		3 3 3	
5.85		Mejor		de presión		3 3 3	
5.86		Mejor		de presión		3 3 3	
5.87		Mejor		de presión		3 3 3	
5.88		Mejor		de presión		3 3 3	
5.89		Mejor		de presión		3 3 3	
5.90		Mejor		de presión		3 3 3	
5.91		Mejor		de presión		3 3 3	
5.92		Mejor		de presión		3 3 3	
5.93		Mejor		de presión		3 3 3	
5.94		Mejor		de presión		3 3 3	
5.95		Mejor		de presión		3 3 3	
5.96		Mejor		de presión		3 3 3	
5.97		Mejor		de presión		3 3 3	
5.98		Mejor		de presión		3 3 3	
5.99		Mejor		de presión		3 3 3	
5.100		Mejor		de presión		3 3 3	

Nombre del estudio:		Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas		Propósito de acuerdo con el diseño:		6. Isla de llenado de la toma de carburación.	
Equipo:	Palabra	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Sistemas de Control	Recomendaciones	PRIMERA
Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández							
6.1	No	control	Falta de inspección del estado que guardan los dispensarios y los sistemas de llenado	Presentan fugas. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión.	Procedimientos de seguridad Sistema contra incendios Valvulas de seguridad Paro de emergencia	Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos Contar con los equipos y materiales necesarios y acordes a la actividad Capacitar al personal y verificar que el personal conozca y cumpla el procedimiento establecido	5
6.2	No	Orden	Sismos	Daños en los dispensarios. Pueden provocar fugas de gas L.P.	Procedimientos de seguridad Sistema contra incendios Valvulas de seguridad Paro de emergencia	Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos Contar con los equipos y materiales necesarios y acordes a la actividad Capacitar al personal y verificar que el personal conozca y cumpla las actividades establecidas	4
6.3	No	Conexión a tierra	Detonero del sistema de tierras de alguna de los dispensarios	Generación de electricidad estática. Incendio en caso de	Procedimientos de seguridad	Mantenimiento constante.	4
6.4	No	Desviación	Desviación	Desviación	Procedimientos de seguridad	Mantenimiento constante.	4
NODO 6	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Sistemas de Control	Recomendaciones	F C R
Equipo:							
Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández							
Plano: PRO-ME-01	Fecha: 1/marzo/2019	Versión:					

Nombre del estudio:		Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas		Propósito de acuerdo con el diseño:		6. Isla de llenado de la toma de carburación.	
Equipo:		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Plano: PRO-ME-01		Fecha: 1/marzo/2019	
NODO 6		Palabra guía		Causas posibles		Sistemas de Control	
6.5	No	Orden	Sismos	presentarse simultáneamente una fuga de Gas L.P.	Sistema contra incendios	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos y contar con los equipos y materiales necesarios y acordados a la actividad	F C R
6.4	No	Interrupción del flujo	Conexión o acoplamiento inadecuado de las líneas de conducción a la válvula de servicio	Desconexión de la manguera del sistema de llenado. Fuga de Gas L.P.	Procedimientos de seguridad	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos y contar con los equipos y materiales necesarios y acordados a la actividad	F C R
6.5	No	Desviación	Causas posibles	Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Procedimientos de seguridad	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos y contar con los equipos y materiales necesarios y acordados a la actividad	F C R
6.5	No	Falta de atención en las labores encomendadas	Escape o fuga de Gas L.P. Sobrellenado.	Procedimientos de seguridad	Sistema contra incendios	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos y contar con los equipos y materiales necesarios y acordados a la actividad	F C R

Nombre del estudio:		Equipo:		Palabra guía		NODO 6	
Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Desviación		Causas posibles	
Propósito de acuerdo con el diseño:		Plano: PRO-ME-01		Sistemas de Control		Consecuencias	
6. Isla de llenado de la toma de carburación.		Fecha: 1/marzo/2019		Recomendaciones		Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos	
PRIMERA		Versión:		F C R		2	
6							
Falta de mantenimiento.		Falta de mantenimiento.		Falta de mantenimiento.		Falta de mantenimiento.	
Negligencia en la implementación de medidas preventivas y correctivas.		Negligencia en la implementación de medidas preventivas y correctivas.		Negligencia en la implementación de medidas preventivas y correctivas.		Negligencia en la implementación de medidas preventivas y correctivas.	
Fugas de sistema de llenado y en válvulas.		Fugas de sistema de llenado y en válvulas.		Fugas de sistema de llenado y en válvulas.		Fugas de sistema de llenado y en válvulas.	
Corrosión de la tubería y formación paulatina de pequeños orificios.		Corrosión de la tubería y formación paulatina de pequeños orificios.		Corrosión de la tubería y formación paulatina de pequeños orificios.		Corrosión de la tubería y formación paulatina de pequeños orificios.	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio en presencia de una fuente de ignición.		Incendio en presencia de una fuente de ignición.		Incendio en presencia de una fuente de ignición.		Incendio en presencia de una fuente de ignición.	
Explosión en presencia de una fuente de ignición.		Explosión en presencia de una fuente de ignición.		Explosión en presencia de una fuente de ignición.		Explosión en presencia de una fuente de ignición.	
Procedimientos de seguridad		Procedimientos de seguridad		Procedimientos de seguridad		Procedimientos de seguridad	
Sistema contra incendios		Sistema contra incendios		Sistema contra incendios		Sistema contra incendios	
Válvulas de seguridad		Válvulas de seguridad		Válvulas de seguridad		Válvulas de seguridad	
Paro de emergencia		Paro de emergencia		Paro de emergencia		Paro de emergencia	
Arreglo de emergencia		Arreglo de emergencia		Arreglo de emergencia		Arreglo de emergencia	
Desviación		Desviación		Desviación		Desviación	
No se realizó		No se realizó		No se realizó		No se realizó	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Fuga		Fuga		Fuga		Fuga	
Corrosión		Corrosión		Corrosión		Corrosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.	
Incendio		Incendio		Incendio		Incendio	
Explosión		Explosión		Explosión		Explosión	
Fuga de Gas L.P.		Fuga de Gas L.P.		Fuga de			

Con la finalidad de jerarquizar los riesgos latentes en las diferentes áreas de la Estación de Carburación 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. Auto Tanques: Recepción de Gas L.P. a Tanques de Planta de Almacenamiento y distribución:

NODO	Palabra guía	Desviación	Índice de Riesgo	
1.1	No	No hay flujo	8	ALTO
1.2	No	no se inmovilizo auto tanque	10	ALTO
1.3	Distinto	Equipo o sistema DISTINTO al requerido	9	ALTO
1.4	Mas	Aumento de presión	12	EXTREMO

2. Tomas de suministro y carga de gas L.P. (Auto tanque-Tanque de Almacenamiento):

NODO	Palabra guía	Desviación	Índice de Riesgo	
2.1	No	No hay flujo	5	MEDIO
2.2	No	No se inmovilizo auto tanque	10	ALTO
2.3	Distinto	Equipo o sistema DISTINTO al requerido	6	MEDIO
2.4	Mas	Aumento de presión	12	EXTREMO
2.5	Incremento	Aumento de temperatura	9	ALTO
2.6	Distinto	Personal distinto de la operación	8	ALTO
2.7	No	No se realizan procedimientos de prevención	8	ALTO
2.8	No	No se realizan procedimientos de prevención	8	ALTO
2.9	Menos	Mantenimiento	6	MEDIO
2.10	No	Conexión a tierra	10	ALTO
2.11	No	Asegurar	4	MEDIO

3. Tanques de almacenamiento de la planta:

NODO	Palabra-guía	Desviación	Índice de Riesgo	
3.1	Mayor	Mayor presión	9	ALTO
3.2	Incremento	Aumento de la presión	9	ALTO
3.3	Incremento	Aumento de temperatura	9	ALTO
3.4	Distinto	La integridad mecánica disminuye, siendo distinta del diseño	12	EXTREMO

4. Anden de llenado de cilindros:

NODO	Palabra guía	Desviación	Índice de Riesgo	
4.1	No	Falta de controles operacionales	10	ALTO
4.2	No	Agentes externos no controlados	4	MEDIO

NODO	Palabra guía	Desviación	Índice de Riesgo	
4.3	No	No hay Conexión a tierra	8	ALTO
4.4	Incremento	Aumenta la Temperatura	6	MEDIO
4.5	No	interrupción del flujo	4	MEDIO
4.6	No	prevención	10	ALTO
4.7	Menos	mantenimiento	6	MEDIO

5. Tanque de almacenamiento de la estación de carburación de gas L.P.:

NODO	Palabra guía	Desviación	Índice de Riesgo	
5.1	Mayor	presión	9	ALTO
5.2	Incremento	de presión	9	ALTO
5.3	Incremento	de temperatura	9	ALTO
5.4	Distinto	de diseño	12	EXTREMO

6. Isla de llenado de la toma de carburación:

NODO	Palabra guía	Desviación	Índice de Riesgo	
6.1	No	control	10	ALTO
6.2	No	Orden	4	MEDIO
6.3	No	Conexión a tierra	8	ALTO
6.4	No	interrupción del flujo	4	MEDIO
6.5	No	prevención	10	ALTO
6.6	Menos	Mantenimiento	6	MEDIO

Analizando la matriz de evaluación, se tiene que los riesgos de mayor significancia son los:

- Riesgos cuya probabilidad de ocurrencia varían con una frecuencia entre 10 y 100 años. Aceptables con controles, es decir, aquellos que se consideran aceptables y que pueden evitarse mediante la capacitación y óptimas condiciones de operación, lo cual se puede ejercer mediante la correcta operación de los instrumentos de control y la aplicación de los procedimientos. Sumándose a ello la capacitación y mantenimiento constante del equipo.
- Seguidos de los anteriores, están aquellos eventos que pueden ocurrir en un periodo de entre 1 y 10 años, mismos que requieren de controles, así como la verificación constante de éstos aunado a la supervisión tanto en la aplicabilidad de procedimientos como en las condiciones del equipo.
- Riesgos que pueden ocurrir más de una vez al año, que por su alta probabilidad, se consideran como indeseables; de ahí que deben mitigarse mediante controles ingenieriles y administrativos.

Jerarquización de los riesgos con HAZOP

Como resultado de la aplicación de las metodologías HAZOP se identificaron y desarrollaron las desviaciones a las operaciones y se definieron los siguientes riesgos:

- Fuga de gas en la Estación de Carburación.
- Fuga de gas por conexiones de instrumentos.
- Fuga de gas por mal funcionamiento de válvulas de instrumentos.
- Incendio – explosión en tanque de almacenamiento de Gas, por fugas con generación de atmósfera explosiva y posible fuente de ignición
- Incendio – explosión en tanques de almacenamiento de gas LP, por fugas con generación de atmósfera explosiva y posible fuente de ignición
- Fuga en línea de gas con generación de nube explosiva.
- Fuga en proceso de descarga de gas de auto tanque con generación de atmósfera explosiva.

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	TLV8 o TLV15	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

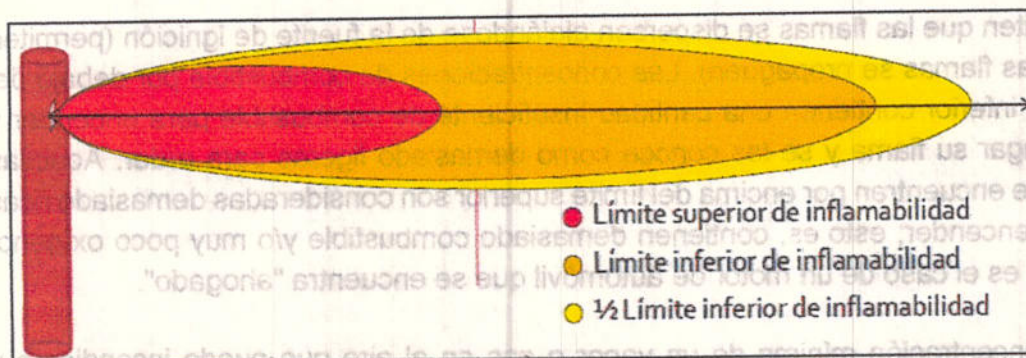
Es bastante bien conocido que la combustión no puede tener lugar en ausencia de una cantidad mínima de oxígeno, ya sea que se encuentre disponible en el aire mezclado con los gases o vapores emanados de una sustancia combustible o de un componente interno del combustible. De la misma forma, debe haber 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 auto ignición

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.

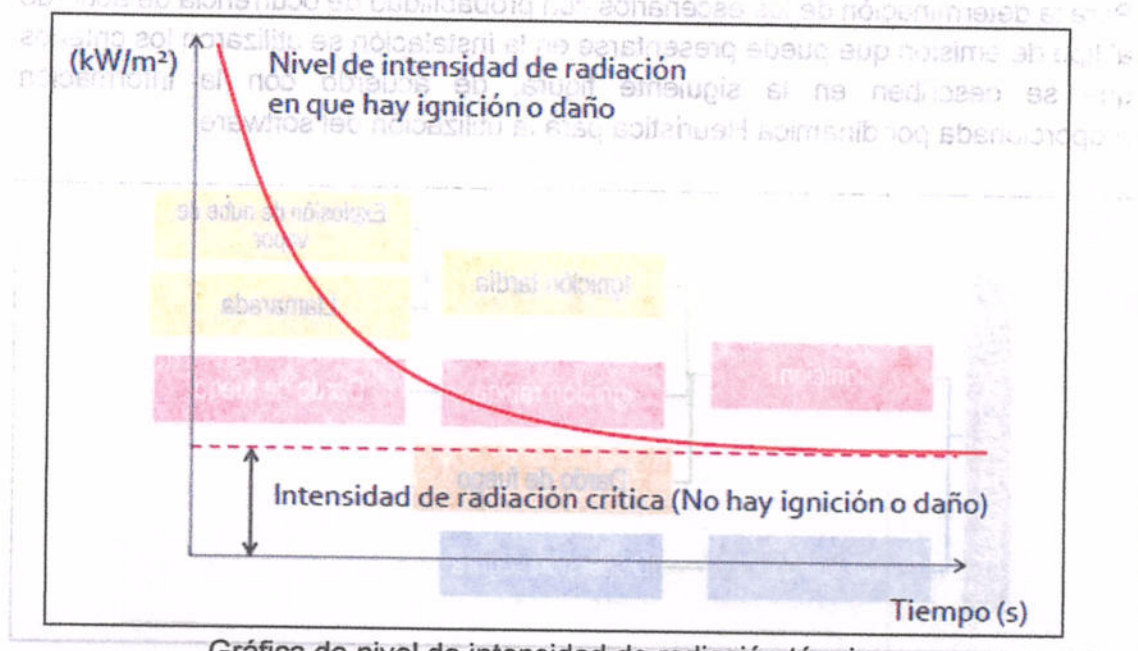
Medidas de los efectos de inflamabilidad

Es obvio que el contacto directo con una flama de cualquier tipo no es una buena idea durante cualquier período 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.

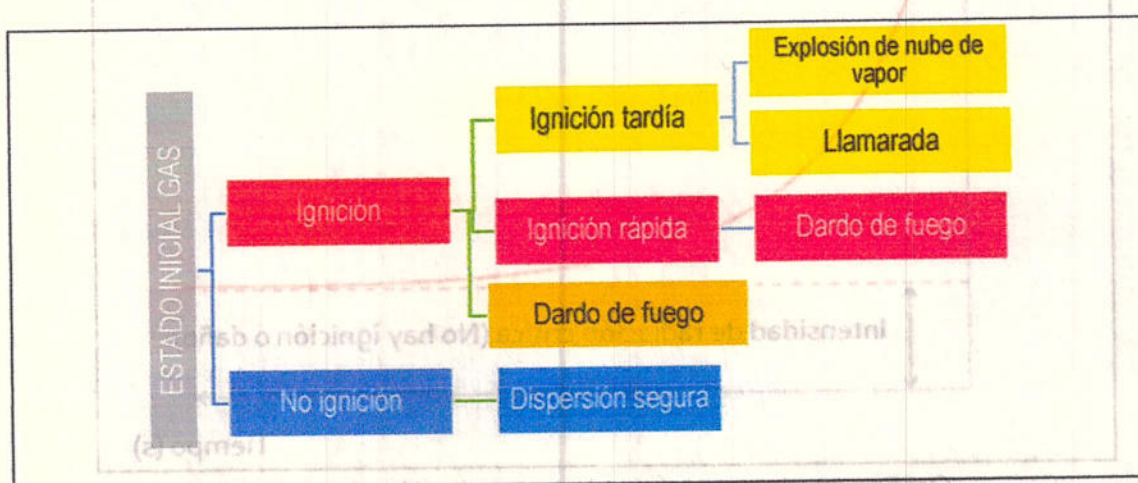
Tipos de fuegos

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

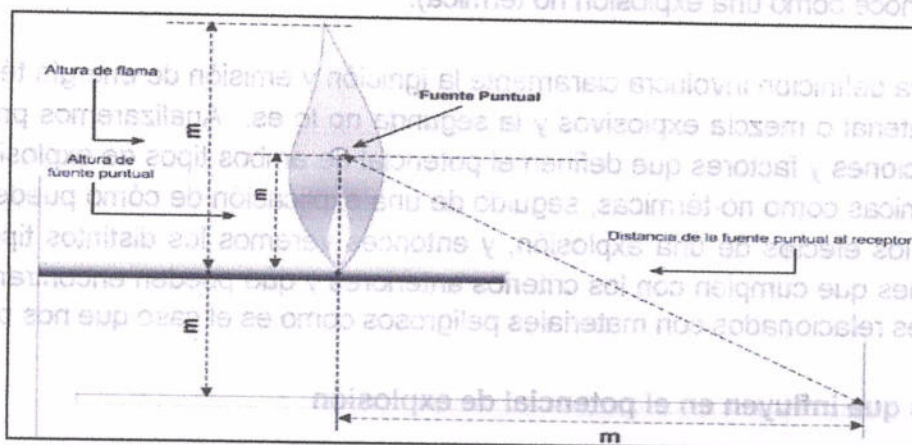
Para la determinación de los escenarios con probabilidad de ocurrencia de acuerdo al tipo de emisión que puede presentarse en la instalación se utilizaron los criterios que se describen en la siguiente figura, de acuerdo con la información proporcionada por dinámica Heurística para la utilización del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



De acuerdo con la figura anterior, los escenarios con probabilidad de ocurrencia por perdida 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:

- 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.

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 o válvula o poro, generando alguno de los escenarios descritos líneas arriba.

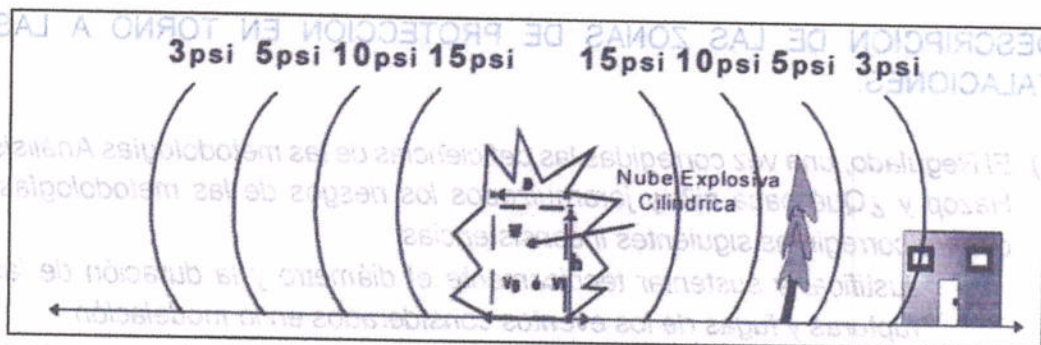


Diagrama de los efectos de sobrepresión provocada por ondas expansivas producto de una explosión Recuperado de: Dinámica heurística Peligros de fuego de sustancias químicas

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.

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.

V. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.

p) El Regulado, una vez corregidas las deficiencias de las metodologías Análisis Hazop y ¿Qué pasa si?, y jerarquizados los riesgos de las metodologías, deberá corregir las siguientes inconsistencias:

- Justificar y sustentar técnicamente el diámetro y la duración de las rupturas y fugas de los eventos considerados en la modelación
- El Regulado, deberá utilizar la longitud del tanque de almacenamiento que presenta en los datos del ERA, en la memoria técnica del anexo 7, longitud: 15,163 cm y realizar la simulación con los datos correctos.
- El Regulado, deberá utilizar la composición del Gas L.P. presentada en la hoja de seguridad del componente, en la realización de la simulación, toda vez que el propano y el gas L.P., sus propiedades varían sustancialmente.
- El Regulado, debe presentar plano a escala, con acotaciones, dirección de los vientos, norte geográfico, distancias, y los puntos de interés, así como las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, de los eventos simulados.

V.1.1 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 con 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	TLV8 o TLV15	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 con 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 almacenamiento y estación de carburación.

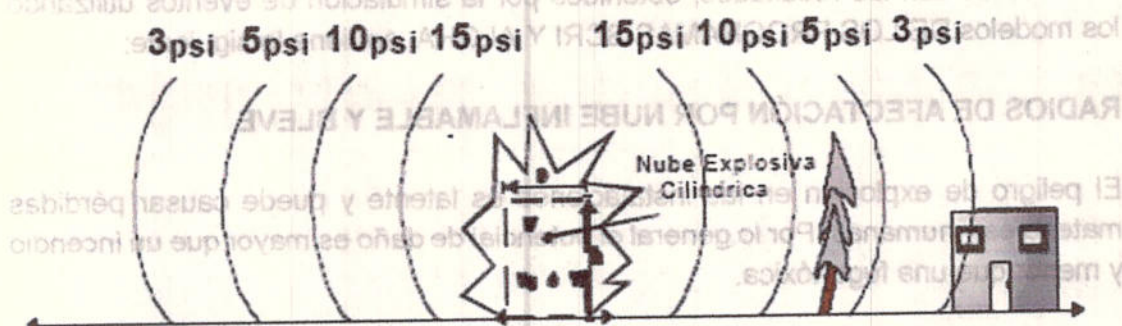
Una onda de sobrepresión sufrirá cambios bruscos en su densidad, temperatura y velocidad de partícula al viajar a través del aire. Esto hace que se generen tensiones al encontrarse con estructuras cercanas, produciendo daños a edificios y a las personas.

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.

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.

Sobrepresión (psig)	DAÑOS ESPERADOS
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.
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 con 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 del tanque de almacenamiento de la planta, presentándose una fuente de ignición.

 SCRI FUEGO Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones	
MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) REPORT DE RESULTADOS	
DATOS GENERALES	
Datos de la modelación Nombre: Evento 1 Fecha: 10/04/2019 12:00:00 p. m.	
Instalación Nombre: Gas del Atlántico S.A. de C.V. (Cd. Serdan) Dirección: CARRETERA FEDERAL PUERTO ORIZABA, TRAMO SERDAN-ESPERANZA, KM 12+800, Cd. Serdan, Puebla, Mexico, Tel. 0000000000 Ubicación: Lat: 18° 58' 14.79 N Lon: 97° 35' 40.00 E	
Descripción Formación de nube inflamable, al desconectarse la línea de suministro de gas L.P. y no se accionan las válvulas de cierre de tanque de almacenamiento de la planta, presentándose una fuente de ignición.	
DATOS DE LA SUSTANCIA	
Identificación Nombre: Gas L.P. CAS: No Aplica	
Propiedades Peso Molecular: 44.10 kg/kmol Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref.: 1678.19 J/kg·K Temperatura de Ebullición: 247.73 K Calor de Vaporización a Temp. Ebul.: 440524.42 J/kg Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebul.: 2271.06 J/kg·K Densidad del líquido a Temp. Ebul.: 591.82 kg/m³ Constante de Presión de saturación P: 1.00 (Predeterminado = 1.0) Constante de Presión de saturación C: 0.0 (Predeterminado = 0.0) Relación de Calores específicos (Gamma): 1.11 Concentración Estequiométrica: 9.56 Calor de Combustión: 46045.82 kJ/kg	
PARAMETROS DE ENTRADA	
Características de la emisión Tipo de emisión: Emisión de chorro horizontal Tasa de emisión de la masa fuente (qm): 0.0634 kg/s Duración de la fuente continua (tcd): 480 s Masa de la fuente continua (qtcs): 30.432 kg Masa de la fuente instantánea (qtis): 0 kg Área de la fuente (as): 1.7895E+06 m² Velocidad del vapor vertical (ws): 0 m/s Ancho medio de la fuente (bs): 0.00887 m Altura de la fuente (hs): 2.09 m Velocidad del vapor horizontal (wh): 1.4488E+08 m/s	
Propiedades del gas de emisión Temperatura del gas fuente (ts): 347.33 K Densidad del gas fuente (rhos): 2.4453 kg/m³ Fracción de masa del líquido (cmdd): 0 Constante de presión de saturación A (spa): 9.8108	
Parámetros de campo Tiempo promedio de concentración (tav): 5.0 s Altura de capa de neblado (hna): 8320.00 m Distancia máxima viento abajo (xffa): 2.00 m Altura de medida de concentración (zp(1)): 20.00 m Altura de medida de concentración (zp(2)): 10.00 m	
Fecha de creación: miércoles, 10 de abril de 2019 SCRI Fuego 2.0 Pág. 1	

Altura de medida de concentración (zp(3)):	5.00 m
Altura de medida de concentración (zp(4)):	2.00 m
Parámetros adicionales	
Multiplicador de subpaso (ncalc):	1
Número de subpasos de cálculo (nasm):	3
Aceleración de la gravedad (grav):	9.81 m/s ²
Constante de los gases (rr):	8.314 J/mol·K
Constante de Von Karman (kk):	0.410
Propiedades meteorológicas ambientales	
Peso molecular del aire ambiental (wmae):	0.028879 kg
Capacidad calorífica del aire a presión constante (cpaa):	1009.8 J/kg·K
Densidad del aire ambiental (rhoa):	1.2172 kg/m ³
Altura de medición ambiental (za):	10.00 m
Presión atmosférica ambiental (pa):	101320.000 pa
Velocidad del viento ambiental (ua):	2.00 m/s
Temperatura ambiental (ta):	289.15 K
Humedad relativa (rh):	40.0 %
Velocidad de fricción ambiental (ustr):	0.509 m/s
Valor de estabilidad atmosférica (stab):	A (Muy Inestable)
Longitud inversa de Monin-Obukhov (ala):	0.08953 1/m
Altura de rugosidad de superficie (z0):	0.8 m
DISTANCIAS DE AFECTACIÓN	
0 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m
2100 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m
12600 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m

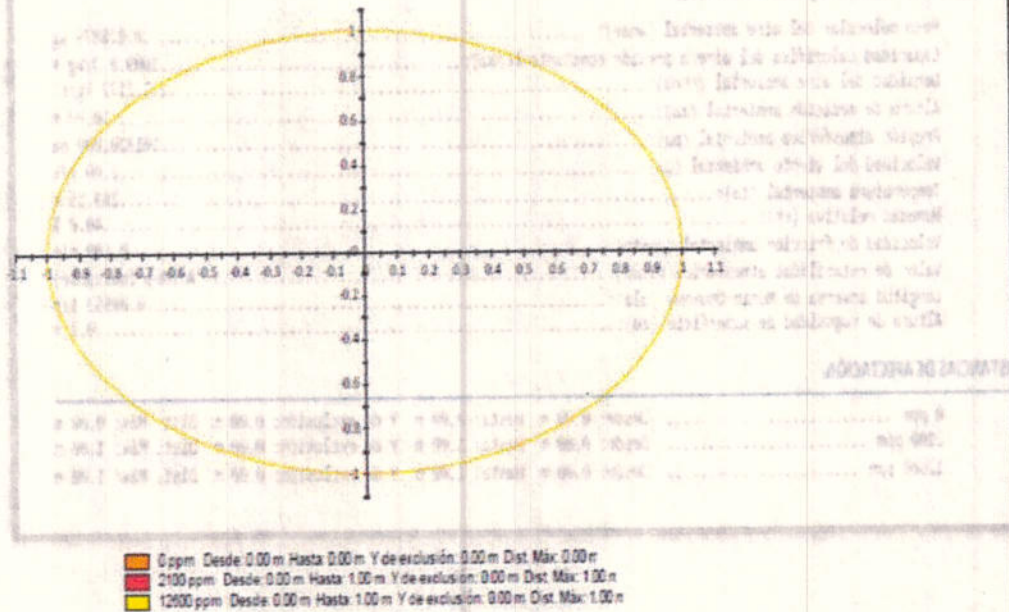


SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN

Gráfica de Radios de Afectación a la altura de interés (20.00 m)
A (Muy Inestable) Temp:16.0°C Hum:40 % Viento:2.0 m/s a 10.00 m



Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1154 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -47.6° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 2 meters/second from SE at 2 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 16° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 3.24 meters Tank Length: 15.163 meters
Tank Volume: 125000 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 16° C
Chemical Mass in Tank: 53,965 kilograms
Tank is 85% full
Circular Opening Diameter: 5.1 centimeters
Opening is 0.50 meters from tank bottom
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 1,640 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 94,249 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 115 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 317 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)



Flammable Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: April 11, 2019 1154 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters

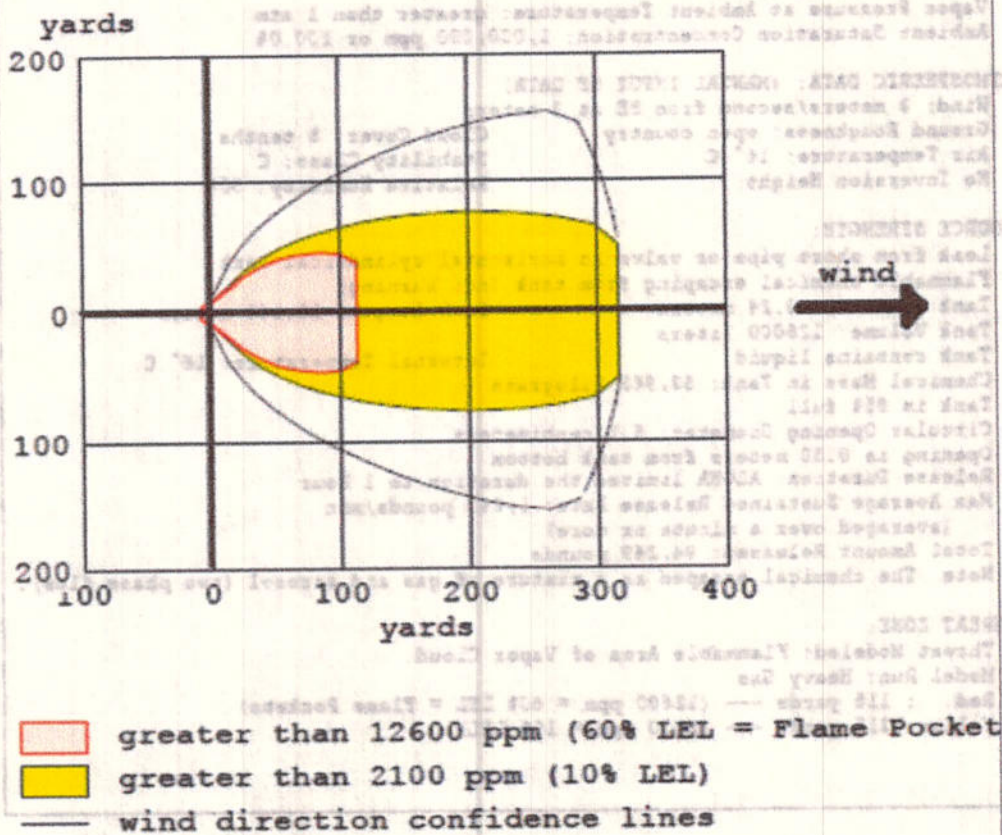
THREAT ZONE:

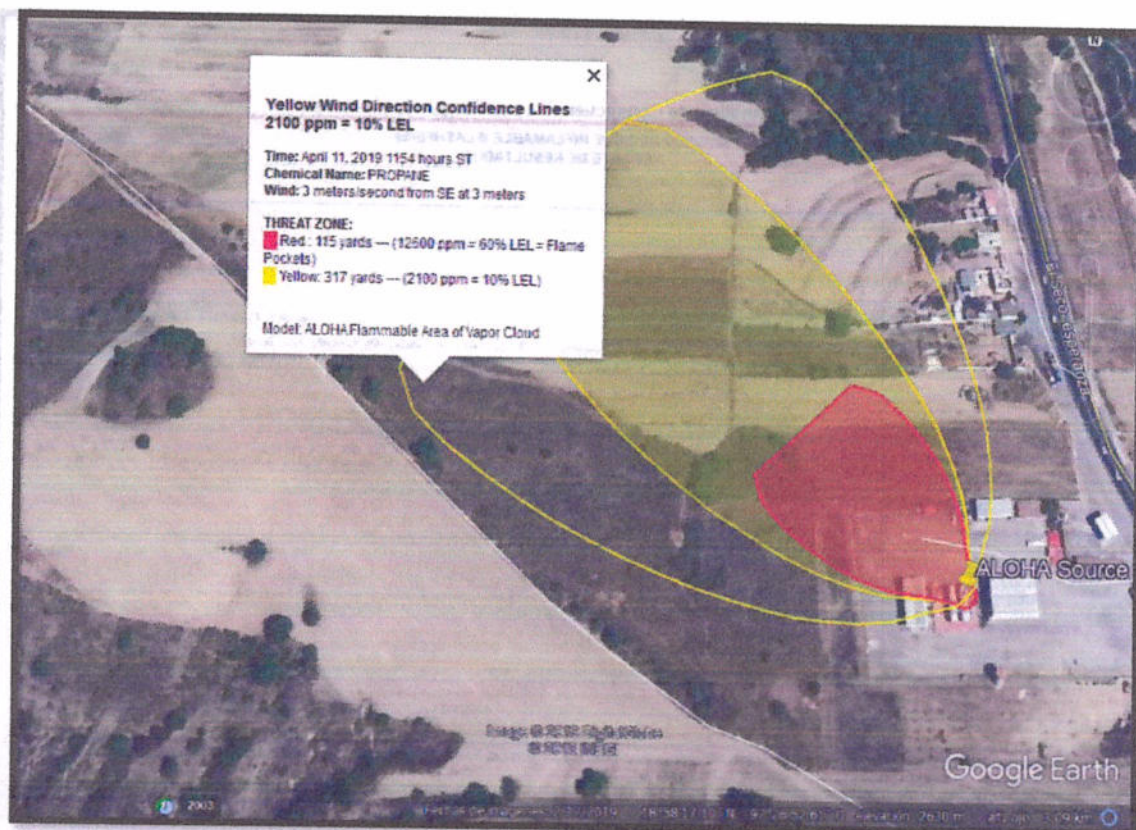
Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Heavy Gas

Red : 115 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 317 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)





Escenario 2

Formación de nube inflamable, al desconectarse la línea de descarga de gas l.p. del tanque de almacenamiento 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 51 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 y la falla se presenta en las conexiones del tanque de almacenamiento)



SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) REPORT DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la Modelación

Nombre: Evento 2
Fecha: 10/04/2019 12:00:00 p. m.

Instalación

Nombre: Gas del Atlántico S.A. de C.V. (Cd. Serdán)
Dirección: CARRETERA FEDERAL PUEBLA ORIZABA, TRAMO SERDAN-ESPERANZA, KM 32+000, Cd. Serdán, Puebla, Mexico, Tel.16000000
Ubicación: Lat:18° 58' 14.79 N Lon:97° 35' 00.00 E

Descripción

Formación de nube inflamable, al desconectarse la línea de descarga de gas l.p. del tanque de almacenamiento y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición.
(Se aclara que el escenario 1 muestra las mismas condiciones, falla válvula con diámetro de 51 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 autotankers a distribución final y la falla se presenta en las conexiones del tanque de almacenamiento).

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: Gas l.p.
CAS: No Aplica

Propiedades

Peso Molecular 44.10 g/mol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref. 1678.19 J/kg·K
Temperatura de Ebullición 247.71 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebul. 406524.42 J/kg
Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebul. 2271.06 J/kg·K
Densidad del líquido a Temp. Ebul. 591.82 kg/m³
Constante de Presión de saturación B -1.00 (Predeterminado = -1.0)
Constante de Presión de saturación C 0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma) 1.11
Concentración Estequiométrica 9.50 %
Calor de Combustión 46045.82 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Características de la emisión

Tipo de emisión: Emisión de chorro horizontal

Fecha de impresión: 10/04/2019

2019-04-10

Página 1

Escenario 2
Formación de nube inflamable, al desconectarse la línea de descarga de gas l.p. del tanque de almacenamiento y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición.
(Se aclara que el escenario 1 muestra las mismas condiciones, falla válvula con diámetro de 51 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 autotankers a distribución final y la falla se presenta en las conexiones del tanque de almacenamiento).

Tasa de emisión de la masa fuente (qs):	0.0634 kg/s
Duración de la fuente continua (tsd):	400 s
Masa de la fuente continua (qtcs):	25.376 kg
Masa de la fuente instantánea (qtis):	0 kg
Área de la fuente (as):	0 m²
Velocidad del vapor vertical (ws):	1.7895 m/s
Ancho medio de la fuente (bs):	0 m/s
Altura de la fuente (hs):	668.87 m
Velocidad del vapor horizontal (us):	2.09 m/s
	1.4488 m/s
Propiedades del gas de emisión	
Temperatura del gas fuente (ts):	247.73 K
Densidad del gas fuente (rhos):	2.4453 kg/m³
Fracción de masa del líquido (cmel):	0
Constante de presión de saturación A (spa):	9.8108
Parámetros de campo	
Tiempo promedio de concentración (tav):	5.0 s
Altura de capa de mezclado (hmx):	8328.00 m
Distancia máxima viento abajo (vffm):	2.00 m
Altura de medida de concentración (zp(1)):	20.00 m
Altura de medida de concentración (zp(2)):	10.00 m
Altura de medida de concentración (zp(3)):	5.00 m
Altura de medida de concentración (zp(4)):	2.00 m
Parámetros adicionales	
Multiplicador de subpaso (ncalc):	1
Número de subpasos de cálculo (nsse):	3
Aceleración de la gravedad (grav):	9.81 m/s²
Constante de los gases (rr):	8.314 J/mol·K
Constante de Von Karman (kk):	0.410
Propiedades meteorológicas ambientales	
Peso molecular del aire ambiental (wmae):	0.028879 kg
Capacidad calorífica del aire a presión constante (cpas):	1009.8 J/kg·K
Densidad del aire ambiental (rhoa):	1.2172 kg/m³
Altura de medición ambiental (za):	10.00 m
Presión atmosférica ambiental (pa):	101120.000 Pa
Velocidad del viento ambiental (ua):	2.00 m/s
Temperatura ambiental (ta):	289.15 K
Humedad relativa (rh):	40.0 %
Velocidad de fricción ambiental (ustr):	0.509 m/s
Valor de estabilidad atmosférica (stab):	A (Muy Inestable)
Longitud inversa de Monin-Obukhov (ala):	0.00953 1/m
Altura de rugosidad de superficie (z0):	0.05 m
DISTANCIAS DE AFECTACIÓN	
0 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m V de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m
2100 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m V de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m
12600 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m V de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m

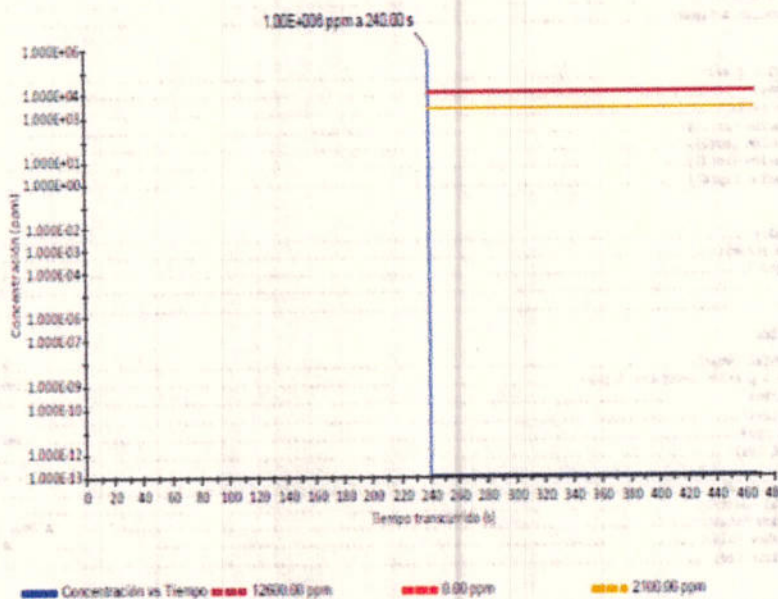


SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) GRÁFICA DE RADIACIÓN CONTRA DISTANCIA

Concentración promedio en la dirección del viento a la altura de interés (20.00 m)
A (Muy Inestable) Temp:16.0°C Hum:40 % Vto:2.0 m/s a 10.00 m



La emisión es finita, con un tiempo de duración de 480 s

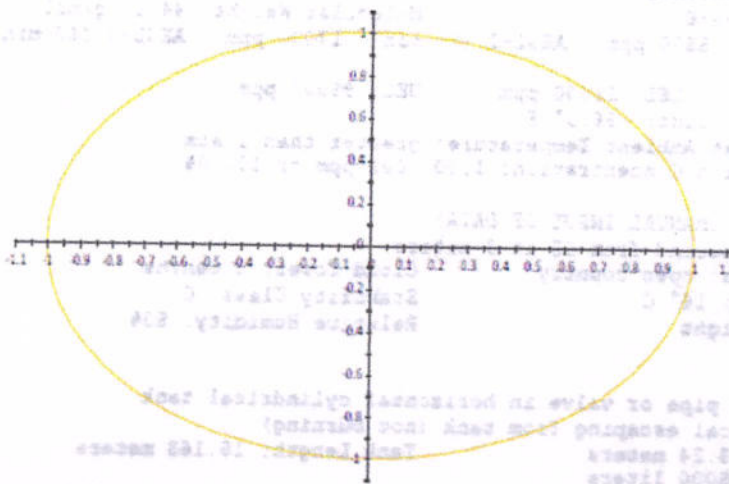


SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN

Gráfica de Radios de Afectación a la altura de interés (20.00 m)
A (Muy Inestable) Temp:16.0°C Hum:40 % Viento:2.0 m/s a 10.00 m



- 0 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m
- 2100 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m
- 12000 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m

Fecha de impresión: 20 de abril de 2019

SCRI Fuego 3.0

Pág. 1

Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6
Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

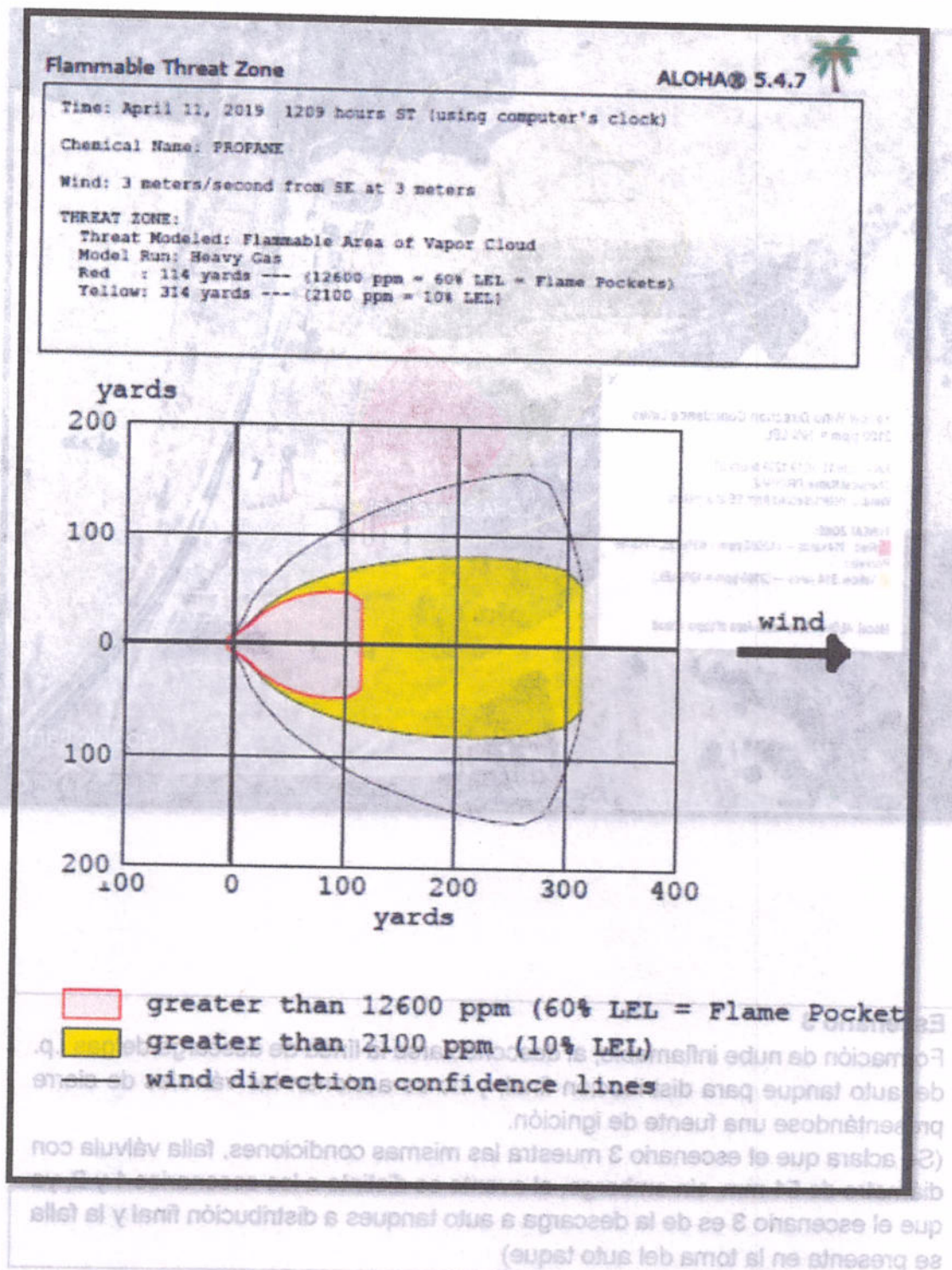
Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country
Air Temperature: 16° C
No Inversion Height
Cloud Cover: 5 tenths
Stability Class: C
Relative Humidity: 50%

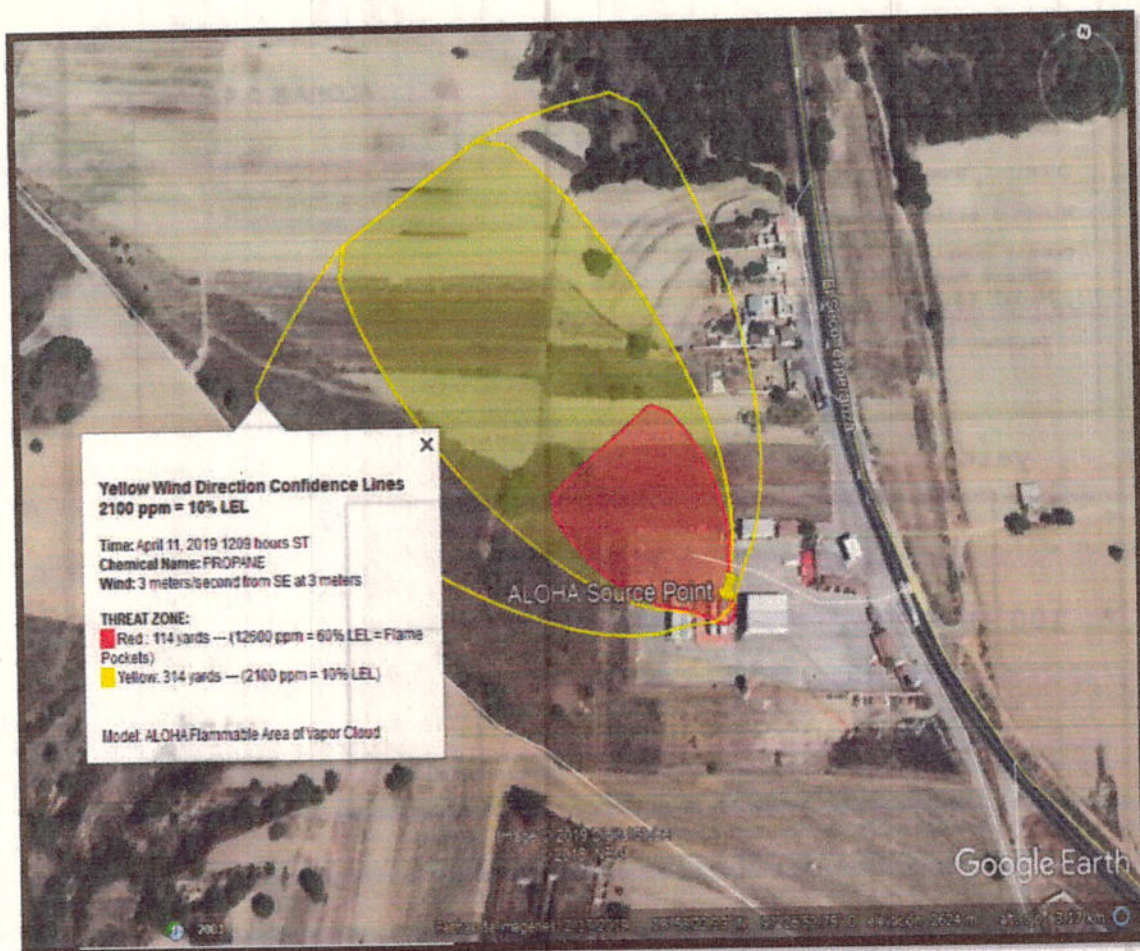
SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 3.24 meters
Tank Length: 15.163 meters
Tank Volume: 125000 liters
Internal Temperature: 16° C
Tank contains liquid
Chemical Mass in Tank: 53,965 kilograms
Tank is 85% full
Circular Opening Diameter: 5.1 centimeters
Opening is .50 meters from tank bottom
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 1,640 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 94,434 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 114 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 314 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)





Escenario 3

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

(Se aclara que el escenario 3 muestra las mismas condiciones, falla válvula con diámetro de 51 mm, sin embargo, el evento es distinto a los escenarios 1 y 2, ya que el escenario 3 es de la descarga a auto tanques a distribución final y la falla se presenta en la toma del auto tanque)



SCR FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) REPORT DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre:Evento 3
Fecha:10/04/2019 12:00:00 p. m.

Instalación

Nombre:Gas del Atlántico S.A. de C.V. (Cd. Serdan)
Dirección:CARRETERA FEDERAL PUEBLA ORIZABA, TRAMO SERDAN-ESPERANZA, KM 32+800, Cd. Serdan, Puebla, Mexico, Tel.10000000
Ubicación:Lat:18° 58' 14.79 N Lon:97° 15' 00.00 E

Descripción

Formación de nube inflamable, al desconectarse la línea de descarga de gas l.p. del auto tanque para distribución final, y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición.
(Se aclara que el escenario 3 muestra las mismas condiciones, falla válvula con diámetro de 51 mm, sin embargo, el evento es distinto a los escenarios 1 y 2, ya que el escenario 3 es de la descarga a auto tanques a distribución final y la falla se presenta en la toma del auto tanque)

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre:Gas l.p.
CAS:No Aplica

Propiedades

Peso Molecular48.71 kg/kmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref.1678.19 J/kg-K
Temperatura de ebullición247.73 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebull.406524.42 J/kg
Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebull.2271.06 J/kg-K
Densidad del líquido a Temp. Ebull.591.82 kg/m³
Constante de Presión de saturación B5.00 (Predeterminado = -1.0)
Constante de Presión de saturación C0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma)1.12
Concentración Estequiométrica9.50 %
Calor de Combustión46045.82 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Características de la emisión

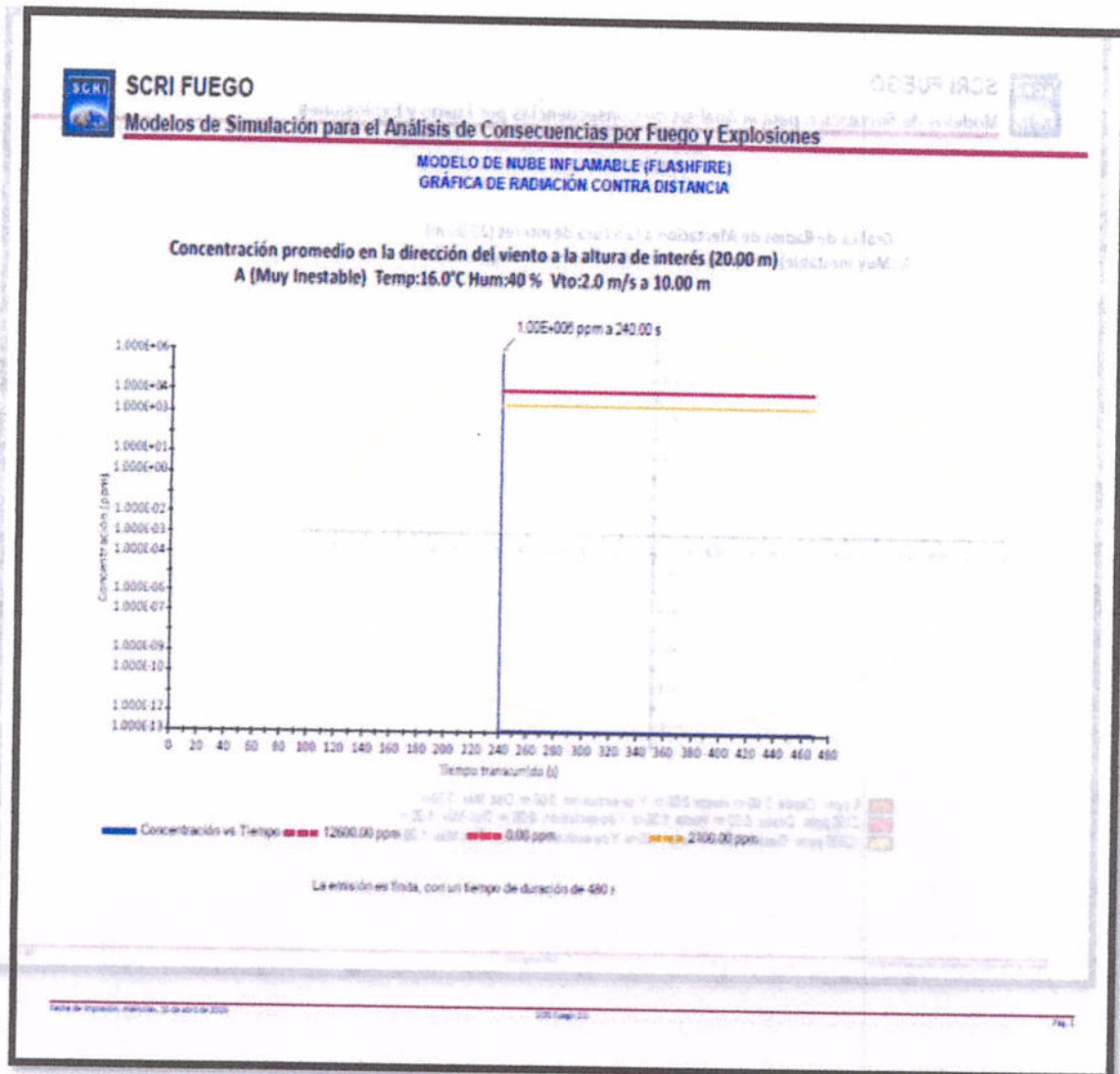
Tipo de emisión:Emisión de chorro horizontal
Tasa de emisión de la masa fuente (qs):0.0634 kg/s
Duración de la fuente continua (tsd):480 s

Fecha de impresión: 10/04/2019 12:00:00

SCR FUEGO

Reporte de Resultados

Masa de la fuente continua (qtcs):	30.432 kg
Masa de la fuente instantánea (qtis):	0 kg
Área de la fuente (as):	1.7895E+00 m ²
Velocidad del vapor vertical (wv):	0 m/s
Ancho medio de la fuente (bs):	1.668.57 m
Altura de la fuente (hs):	2.89 m
Velocidad del vapor horizontal (wh):	1.4488E-08 m/s
Propiedades del gas de emisión	
Temperatura del gas fuente (ts):	247.73 K
Densidad del gas fuente (rhos):	2.2453 kg/m ³
Fración de masa del líquido (cmel):	0
Constante de presión de saturación A (spa):	9.3108
Parámetros de campo	
Tiempo promedio de concentración (tau):	5.0 s
Altura de capa de mezclado (hmx):	8.120.00 m
Distancia máxima viento abajo (xfta):	2.00 m
Altura de medida de concentración (zp(1)):	20.00 m
Altura de medida de concentración (zp(2)):	10.00 m
Altura de medida de concentración (zp(3)):	5.00 m
Altura de medida de concentración (zp(4)):	2.00 m
Parámetros adicionales	
Multiplicador de sobrepeso (ncalc):	1
Número de subpasos de cálculo (nsub):	3
Aceleración de la gravedad (grav):	9.81 m/s ²
Constante de los gases (rr):	8.314 J/mol-K
Constante de Van Karman (vk):	0.410
Propiedades meteorológicas ambientales	
Peso molecular del aire ambiental (wmaa):	0.028879 kg
Capacidad calorífica del aire a presión constante (cpaa):	1009.8 J/kg-K
Densidad del aire ambiental (rhoa):	1.2172 kg/m ³
Altura de medición ambiental (za):	10.00 m
Presión atmosférica ambiental (pa):	101320.000 pa
Velocidad del viento ambiental (ua):	2.00 m/s
Temperatura ambiental (ta):	289.15 K
Humedad relativa (rh):	40.0 %
Velocidad de fricción ambiental (uastf):	0.509 m/s
Valor de estabilidad atmosférica (stab):	A (Muy Inestable)
Longitud inversa de Monin-Obukhov (ala):	0.08953 1/m
Altura de rugosidad de superficie (z0):	0.5 m
DISTANCIAS DE AFECTACIÓN	
0 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m
2100 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m
32600 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m



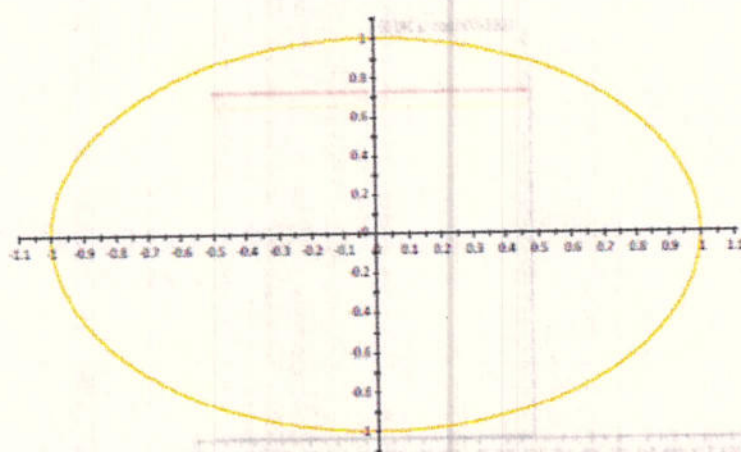


SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE)
GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN

Gráfica de Radios de Afectación a la altura de interés (20.00 m)
A (Muy Inestable) Temp:16.0°C Hum:40 % Viento:2.0 m/s a 10.00 m



0 ppm: Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m
2100 ppm: Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m
12900 ppm: Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m

Text Summary

ALOHA 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 16° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 2.25 meters Tank Length: 11.29 meters
Tank Volume: 45000 liters Internal Temperature: 16° C
Tank contains liquid
Chemical Mass in Tank: 19,427 kilograms
Tank is 85% full
Circular Opening Diameter: 5.1 centimeters
Opening is 0.50 meters from tank bottom
Release Duration: 15 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 1,620 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 42,258 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 113 yards --- (12600 ppm = 50% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 312 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

Flammable Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters

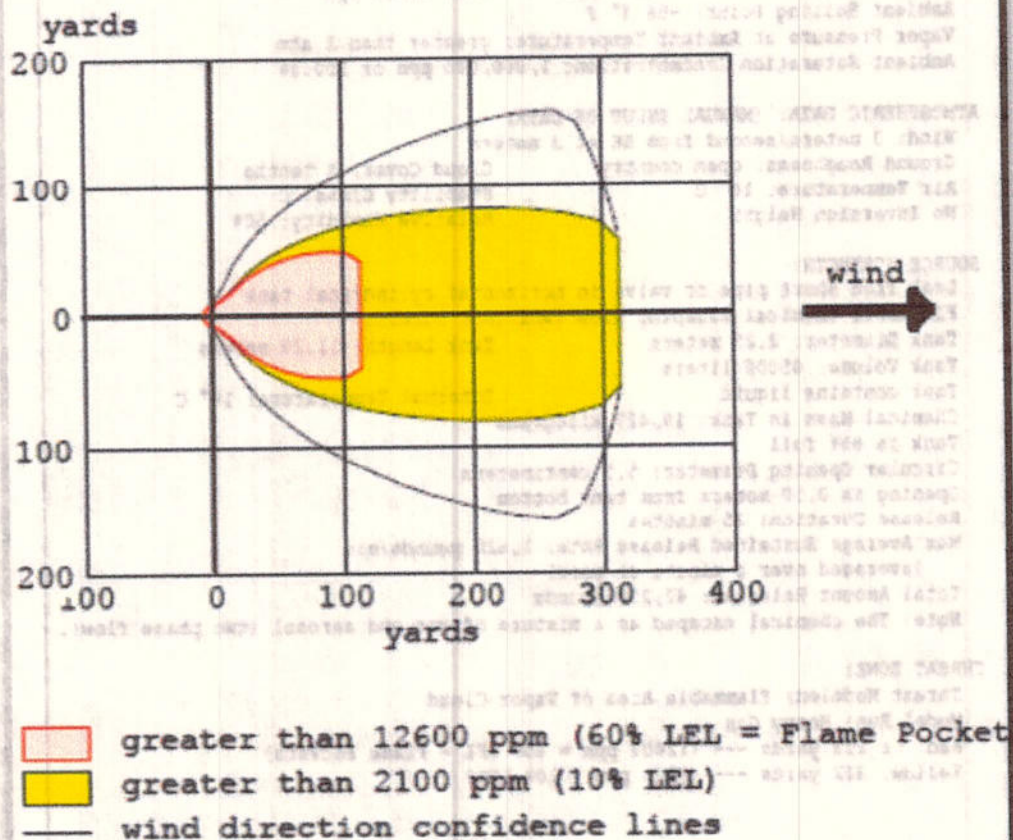
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Heavy Gas

Red : 113 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 312 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)





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, considerando diámetro de la válvula



SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: Evento 4
 Fecha: 20/04/2019 12:00:00 p. m.

Instalación

Nombre: Gas del Atlántico S.A. de C.V. (Cd. Serdan)
 Dirección: CARRETERA FEDERAL PUERTO ORIZABA, TRAMO SERDAN-ESPERANZA, KM 32+000, Cd. Serdan, Puebla, Mexico, Tel. 1000000
 Ubicación: Lat: 18° 58' 54.79 N Lon: 97° 35' 04.00 E

Descripción

Formación de nube inflamable, por fuga masiva a través de una válvula de seguridad de un tanque de almacenamiento, considerando diámetro de la válvula.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: Gas L.P.
 CAS: No Aplica

Propiedades

Peso Molecular: 49.71 g/kgmol
 Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref.: 1678.19 J/kg.K
 Temperatura de Ebullición: 247.73 K
 Calor de Vaporización a Temp. Ebul.: 460524.42 J/kg
 Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebul.: 2271.06 J/kg.K
 Densidad del líquido a Temp. Ebul.: 591.82 kg/ml
 Constante de Presión de saturación B: 1.00 (Predeterminado = 1.0)
 Constante de Presión de saturación C: 0.0 (Predeterminado = 0.0)
 Relación de Calores específicos (Gamma): 1.11
 Concentración Estequiométrica: 9.50 %
 Calor de Combustión: 46045.82 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Características de la emisión

Tipo de emisión: Emisión de chorro horizontal
 Tasa de emisión de la masa fuente (kg/s): 10.0634 kg/s
 Duración de la fuente continua (tsd): 400 s
 Masa de la fuente continua (qtcs): 4012.56 kg
 Masa de la fuente instantánea (qtis): 0 kg

Área de la fuente (as):	1.7895E+06 m ²
Velocidad del vapor vertical (ws):	2.0 m/s
Ancho medio de la fuente (zs):	668.87 m
Altura de la fuente (hs):	2.05 m
Velocidad del vapor horizontal (wh):	1.4488E+00 m/s
Propiedades del gas de emisión	
Temperatura del gas fuente (ts):	347.73 K
Densidad del gas fuente (rhoS):	2.4453 kg/m ³
Fracción de masa del líquido (cmw0):	0
Constante de presión de saturación A (spa):	9.8108
Parámetros de campo	
Tiempo promedio de concentración (tav):	5.0 s
Altura de capa de mezclado (hmx):	8320.00 m
Distancia máxima viento abajo (xfta):	2.00 m
Altura de medida de concentración (zp(1)):	20.00 m
Altura de medida de concentración (zp(2)):	10.00 m
Altura de medida de concentración (zp(3)):	5.00 m
Altura de medida de concentración (zp(4)):	2.00 m
Parámetros adicionales	
Multiplicador de subpaso (ncalc):	1
Número de subpasos de cálculo (nuse):	3
Aceleración de la gravedad (grav):	9.81 m/s ²
Constante de los gases (rr):	8.314 J/mol·K
Constante de Von Karman (vk):	0.410
Propiedades meteorológicas ambientales	
Peso molecular del aire ambiental (wmae):	0.028879 kg
Capacidad calorífica del aire a presión constante (cpae):	1009.8 J/kg·K
Densidad del aire ambiental (rhoae):	1.2172 kg/m ³
Altura de medición ambiental (za):	10.00 m
Presión atmosférica ambiental (pa):	101320.000 pa
Velocidad del viento ambiental (ua):	2.00 m/s
Temperatura ambiental (ta):	289.15 K
Humedad relativa (rh):	40.0 %
Velocidad de fricción ambiental (uastf):	0.509 m/s
Valor de estabilidad atmosférica (stab):	A (Muy Inestable)
Longitud inversa de Monin-Obukhov (ala):	0.08953 1/m
Altura de rugosidad de superficie (z0):	0.2 m
DISTANCIAS DE AFECTACIÓN	
0 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m
2100 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m
12600 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m



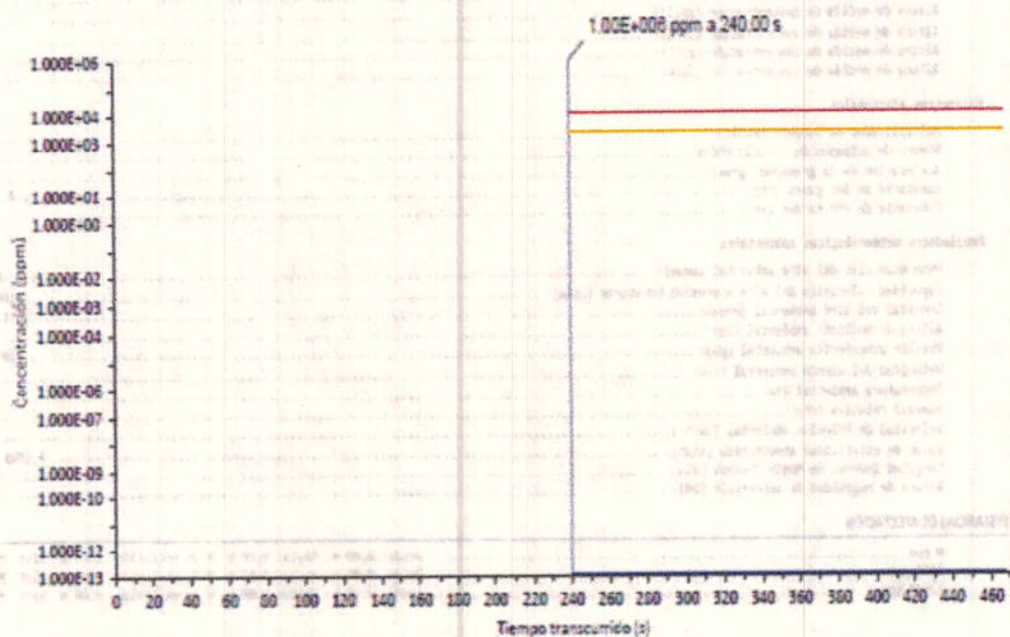
SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) GRÁFICA DE RADIACIÓN CONTRA DISTANCIA

Concentración promedio en la dirección del viento a la altura de interés (20.00 m)

A (Muy Inestable) Temp:16.0°C Hum:40 % Vto:2.0 m/s a 10.00 m



Concentración vs Tiempo 12600.00 ppm 0.00 ppm 2100.00 ppm

La emisión es finita, con un tiempo de duración de 480 s

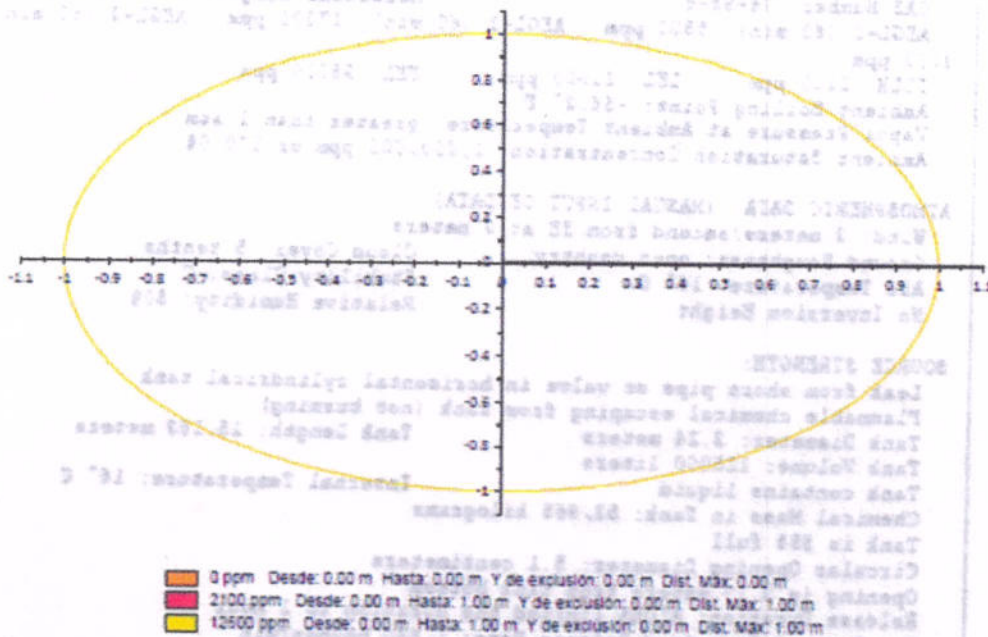


SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN

Gráfica de Radios de Afectación a la altura de interés (20.00 m)
A (Muy Inestable) Temp:16.0°C Hum:40 % Viento:2.0 m/s a 10.00 m



Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6
Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 23000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country
Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 16° C
Stability Class: C
No Inversion Height
Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 3.24 meters
Tank Length: 15.163 meters
Tank Volume: 125000 liters
Internal Temperature: 16° C
Tank contains liquid
Chemical Mass in Tank: 53,965 kilograms
Tank is 85% full
Circular Opening Diameter: 5.1 centimeters
Opening is 3.17 meters from tank bottom
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 1,640 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 91,028 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 113 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 314 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

Flammable Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters

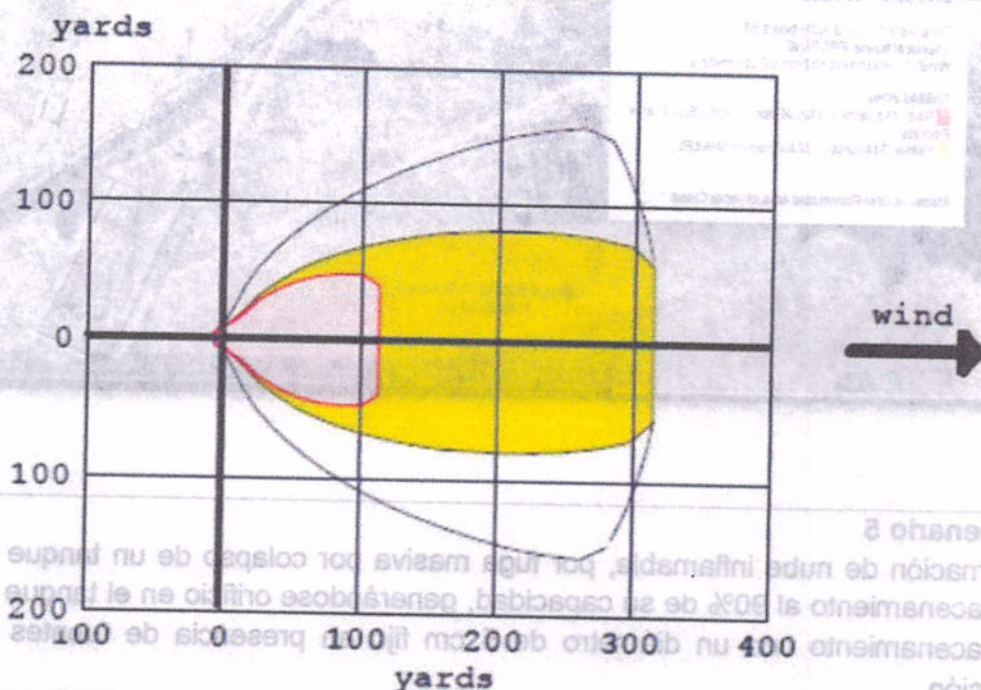
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

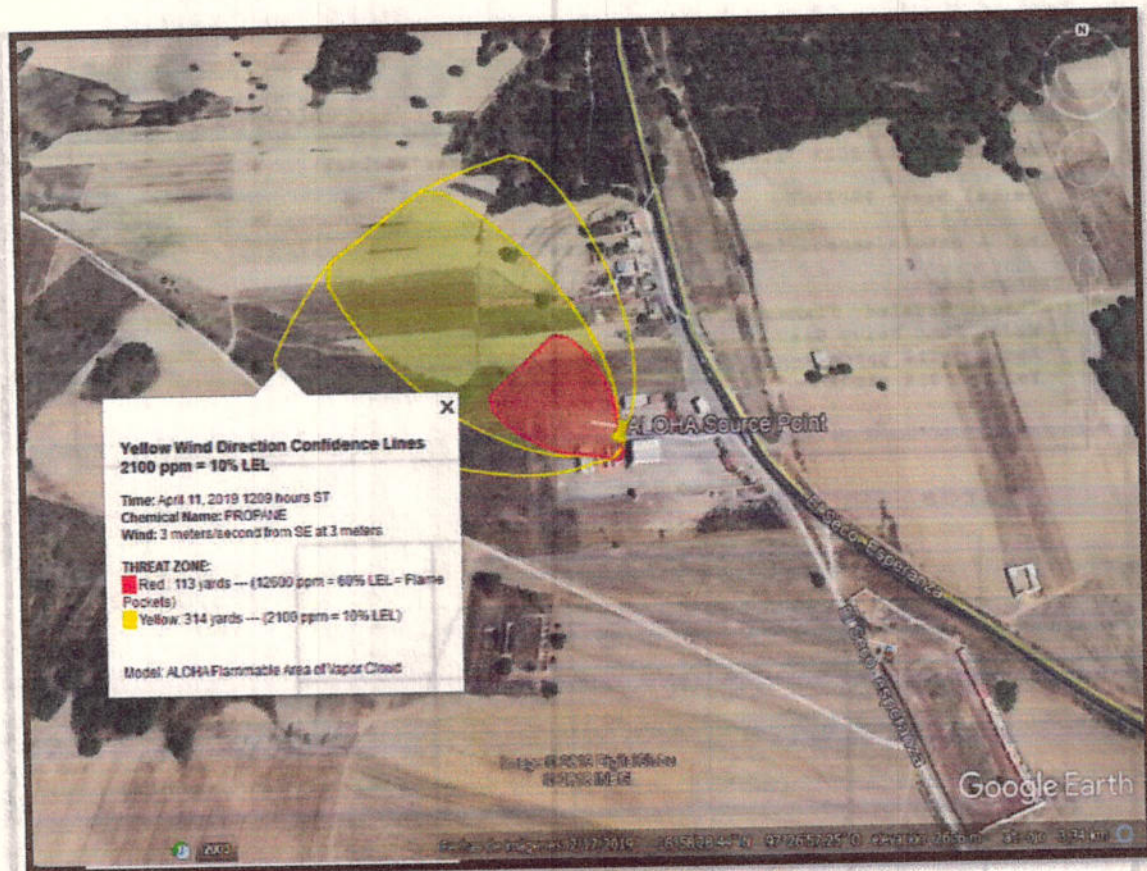
Model Run: Heavy Gas

Red : 113 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 314 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

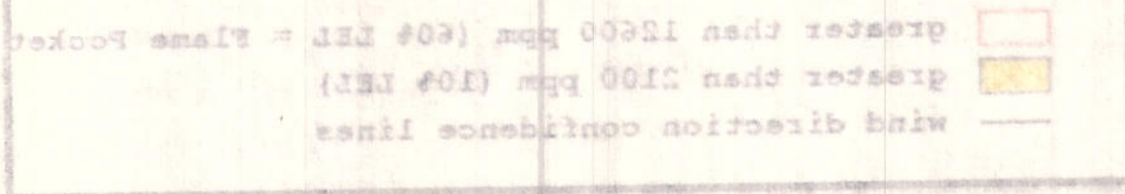


- greater than 12600 ppm (60% LEL = Flame Pocket)
- greater than 2100 ppm (10% LEL)
- wind direction confidence lines



Escenario 5

Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de un tanque de almacenamiento al 90% de su capacidad, generándose orificio en el tanque de almacenamiento con un diámetro de 5 cm fijo en presencia de fuentes de ignición.





SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: Evento 5
Fecha: 10/04/2019 12:00:00 p. m.

Instalación

Nombre: Gas del Atlántico S.A. de C.V. (Cd. Serdán)
Dirección: CARRETERA FEDERAL PUEBLA ORIZABA, TRAMO SERDAN-ESPERANZA, KM 32+800, Cd. Serdán, Puebla, Mexico, Tel. 10000000
Ubicación: Lat: 18° 58' 14.79" N Lon: 97° 35' 00.00" E

Descripción

Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de un tanque de almacenamiento al 90% de su capacidad, generándose orificio en el tanque de almacenamiento con un diámetro de 5 cm fijo en presencia de fuentes de ignición.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: Gas L.P.
CAS: No Aplica

Propiedades

Peso Molecular: 49.71 kg/kmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref.: 1678.19 J/kg·K
Temperatura de Ebullición: 247.73 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebul.: 406524.42 J/kg
Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebul.: 2271.06 J/kg·K
Densidad del líquido a Temp. Ebul.: 591.82 kg/m³
Constante de Presión de saturación B: 1.00 (Predeterminado = 1.0)
Constante de Presión de saturación C: 0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma): 1.11
Concentración Estequiométrica: 9.50 %
Calor de Combustión: 46045.82 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Características de la emisión

Tipo de emisión: Emisión de chorro horizontal
Tasa de emisión de la masa fuente (qs): 0.0634 kg/s
Duración de la fuente continua (tsd): 480 s
Masa de la fuente continua (qtcs): 30.432 kg
Masa de la fuente instantánea (qtis): 0 kg
Área de la fuente (as): 1.7895E+06 m²
Velocidad del vapor vertical (ws): 0 m/s
Ancho medio de la fuente (bs): 668.87 m
Altura de la fuente (hs): 2.09 m
Velocidad del vapor horizontal (us): 1.4488E+08 m/s

Propiedades del gas de emisión

Temperatura del gas fuente (ts): 247.73 K
Densidad del gas fuente (rhos): 2.4453 kg/m³
Fracción de masa del líquido (rmed0): 0
Constante de presión de saturación A (spa): 9.8108

Parámetros de campo

Tiempo promedio de concentración (tav): 5.0 s
Altura de capa de mezclado (hmx): 8320.00 m
Distancia máxima viento abajo (xffa): 1000.00 m
Altura de medida de concentración (zp(1)): 20.00 m

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Riesgo de Fuego y Explosión

Altura de medida de concentración (zp(2)).....10.00 m
 Altura de medida de concentración (zp(3)).....5.00 m
 Altura de medida de concentración (zp(4)).....2.00 m

Parámetros adicionales

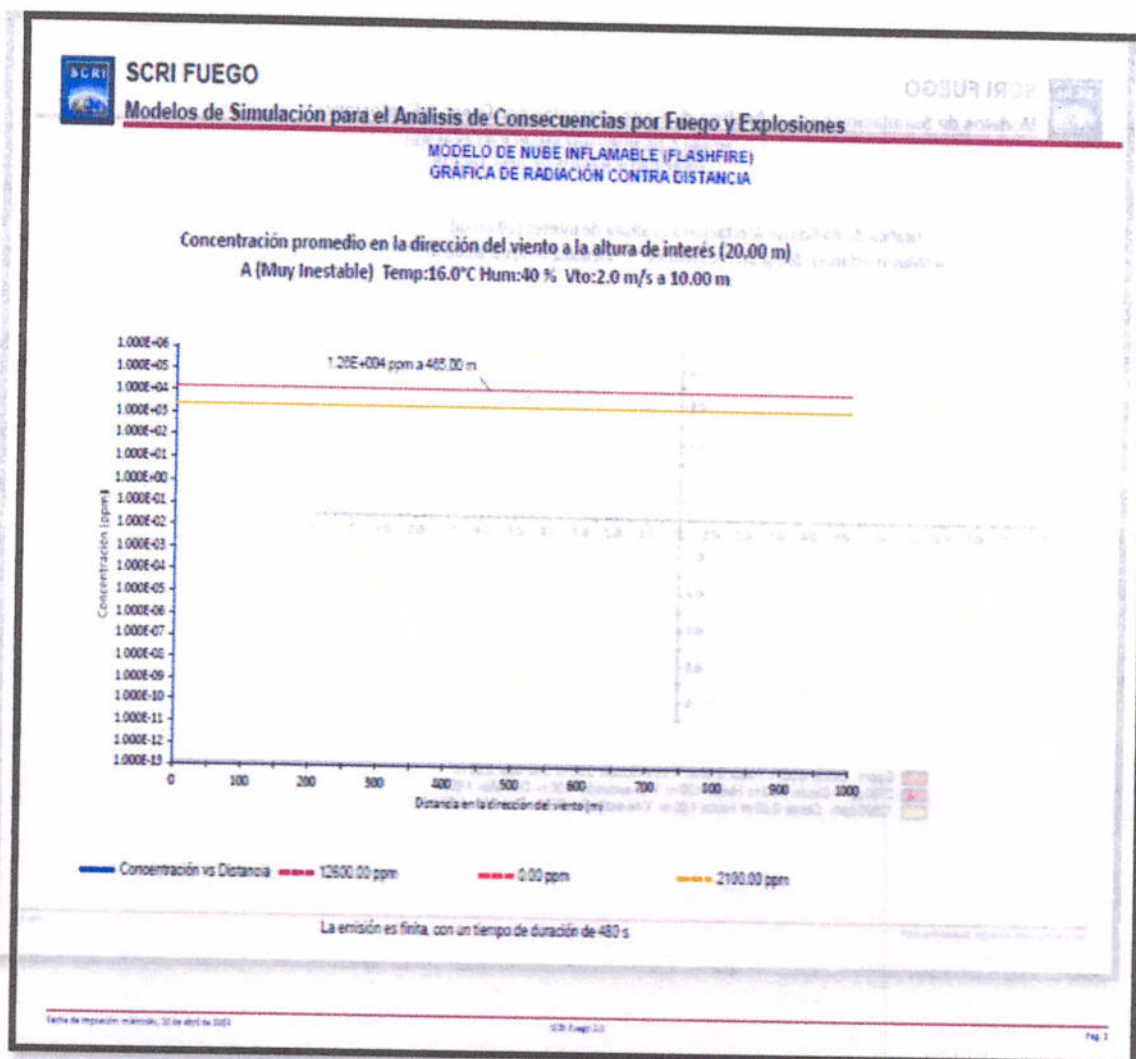
Multiplicador de subpaso (ncalc):.....1
 Número de subpasos de cálculo (nssm):.....3
 Aceleración de la gravedad (grav):.....9.81 m/s²
 Constante de los gases (R):.....8.314 J/mol·K
 Constante de Von Karman (Kk):.....0.410

Propiedades meteorológicas ambientales

Peso molecular del aire ambiental (wmae):.....18.028879 kg
 Capacidad calorífica del aire a presión constante (cpaa):.....1009.8 J/kg·K
 Densidad del aire ambiental (rhoa):.....1.2172 kg/m³
 Altura de medición ambiental (za):.....10.00 m
 Presión atmosférica ambiental (pa):.....101320.000 pa
 Velocidad del viento ambiental (ua):.....2.00 m/s
 Temperatura ambiental (ta):.....289.15 K
 Humedad relativa (rh):.....40.0 %
 Velocidad de fricción ambiental (ustr):.....0.509 m/s
 Valor de estabilidad atmosférica (stab):.....A (Muy Inestable)
 Longitud inversa de Monin-Obukhov (als):.....0.00953 1/m
 Altura de rugosidad de superficie (z0):.....0.8 m

DISTANCIAS DE AFECTACIÓN

Concentración	Desde	Hasta	Y de exclusión	Dist. Máx.
0 ppm	0.00 m	0.00 m	0.00 m	0.00 m
2100 ppm	0.00 m	1.02 m	0.00 m	1.02 m
12600 ppm	0.00 m	1.02 m	0.00 m	1.02 m



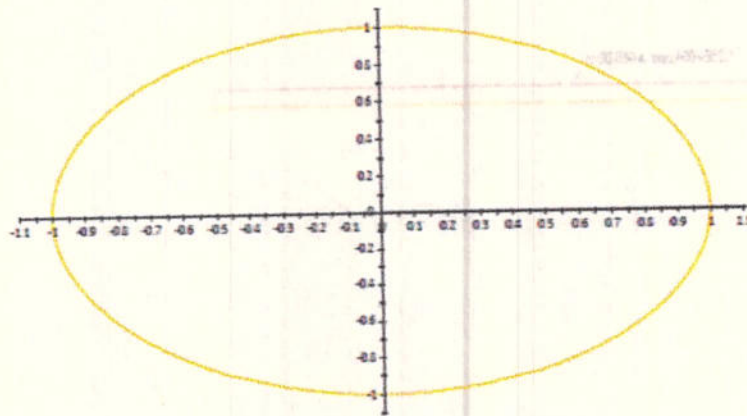


SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN

Gráfica de Radios de Afectación a la altura de interés (20.00 m)
A (Muy Inestable) Temp:16.0°C Hum:40 % Viento:2.0 m/s a 10.00 m



0 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m
2100 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m
12500 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 1.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 1.00 m

Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 16° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 3.24 meters Tank Length: 15.163 meters
Tank Volume: 125000 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 16° C
Chemical Mass in Tank: 57,022 kilograms
Tank is 90% full
Circular Opening Diameter: 5 centimeters
Opening is 0 meters from tank bottom
Release Duration: 32 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 4,160 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 125,712 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 191 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 515 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

Flammable Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters

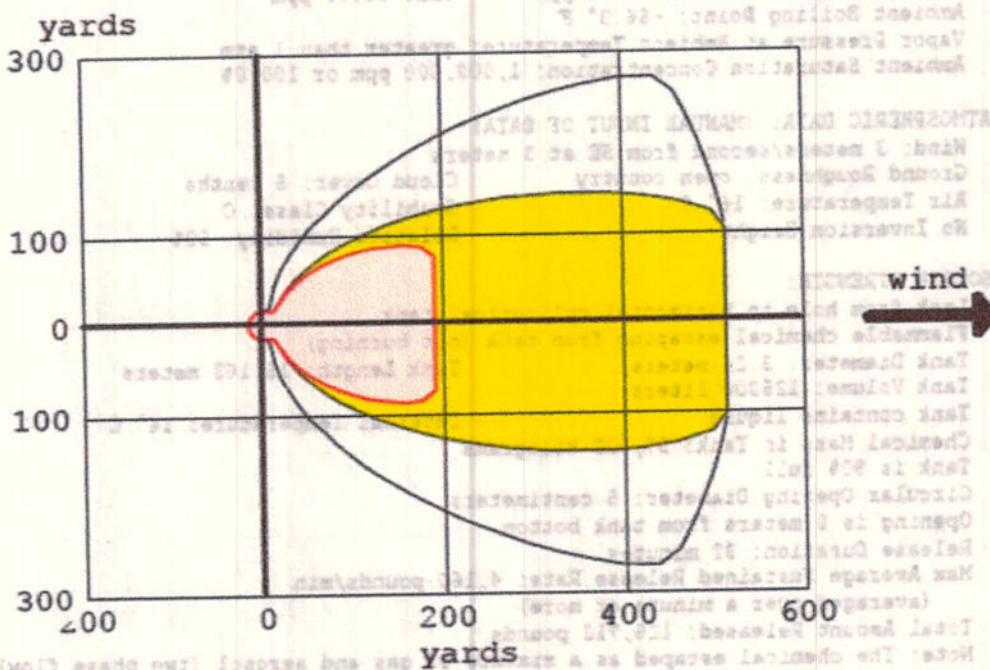
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Heavy Gas

Red : 191 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 515 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)



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



Escenario 6

Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de un tanque de almacenamiento fijo al 50% de su capacidad, generándose orificio en el tanque de almacenamiento con un diámetro de 5 cm en presencia de fuentes de ignición. A una presión superior a la de alivio.



SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: Evento 6
Fecha: 10/04/2019 12:00:00 p. m.

Instalación

Nombre: Gas del Atlántico S.A. de C.V. (Cd. Serdan)
Dirección: CARRETERA FEDERAL PUEBLA ORIZABA, TRAMO SERDAN-ESPERANZA, KM 32+000, Cd. Serdan, Puebla, Mexico, Tel.10000000
Ubicación: Lat:18° 58' 14.79 N Lon:97° 35' 00.00 E

Descripción

Escenario 6
Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de un tanque de almacenamiento fijo al 50% de su capacidad, generándose orificio en el tanque de almacenamiento con un diámetro de 5 cm en presencia de fuentes de ignición, a una presión superior a la de alivio.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: Gas L.P.
CAS: No Aplica

Propiedades

Peso Molecular 44.10 kg/kmol
Capacidad Calorífica del gas a Temp. Ref. 1678.19 J/kg-K
Temperatura de Ebullición 347.73 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebul. 406524.42 J/kg
Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebul. 2271.06 J/kg-K
Densidad del líquido a Temp. Ebul. 591.82 kg/m³
Constante de Presión de saturación E 1.00 (Predeterminado = 1.0)
Constante de Presión de saturación C 0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (gamma) 1.11
Concentración Estequiométrica 9.50 %
Calor de Combustión 46045.62 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Características de la emisión

Tipo de emisión: Emisión de chorro horizontal
Tasa de emisión de la masa fuente (q_g): 0.0634 kg/s
Duración de la fuente continua (t_{vd}): 400 s
Masa de la fuente continua (q_{ts}): 30.432 kg

Fecha de impresión: miércoles, 10 de abril de 2013

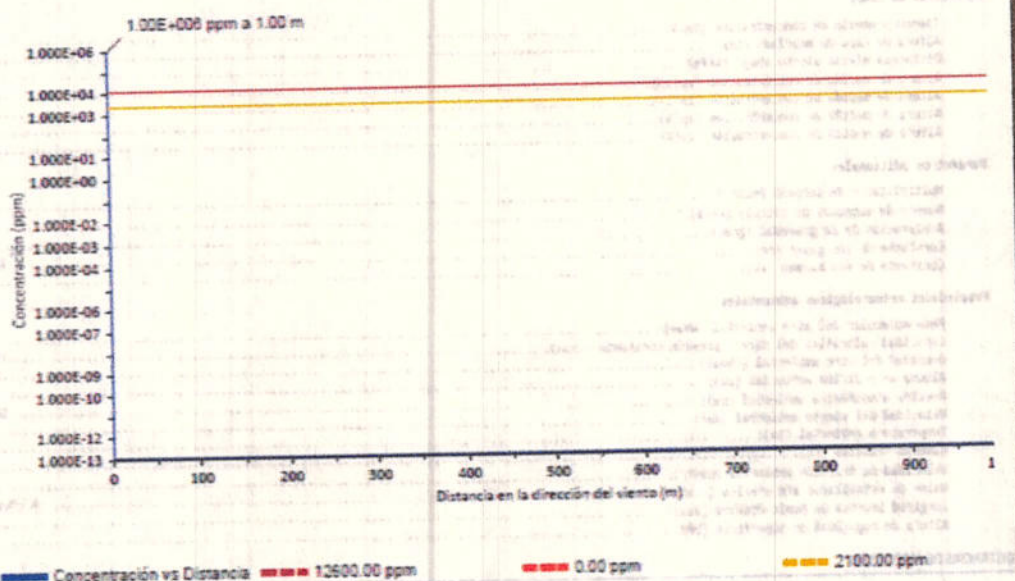


SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE)
GRÁFICA DE RADIACIÓN CONTRA DISTANCIA

Concentración promedio en la dirección del viento a la altura de interés (20.00 m)
A (Muy Inestable) Temp:16.0°C Hum:40 % Vto:2.0 m/s a 10.00 m



La emisión es finita, con un tiempo de duración de 480 s

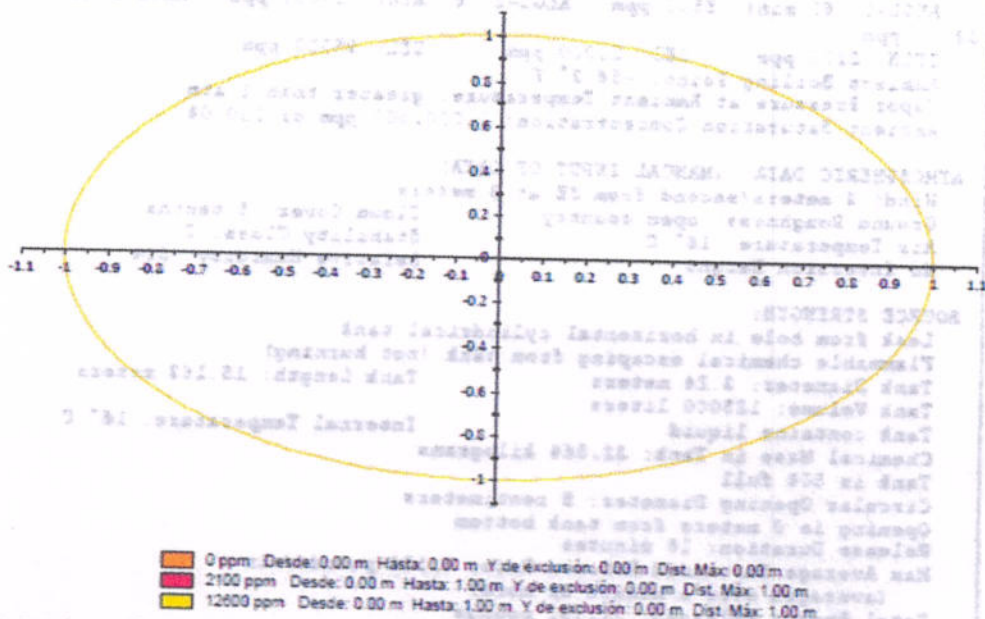


SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN

Gráfica de Radios de Afectación a la altura de interés (20.00 m)
A (Muy Inestable) Temp:16.0°C Hum:40 % Viento:2.0 m/s a 10.00 m



Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6
Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 23000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country
Air Temperature: 16° C
No Inversion Height
Cloud Cover: 5 tenths
Stability Class: C
Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 3.24 meters
Tank Length: 15.163 meters
Tank Volume: 125000 liters
Internal Temperature: 16° C
Tank contains liquid
Chemical Mass in Tank: 32,564 kilograms
Tank is 50% full
Circular Opening Diameter: 5 centimeters
Opening is 0 meters from tank bottom
Release Duration: 18 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 4,150 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 71,791 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 191 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 314 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

Flammable Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters

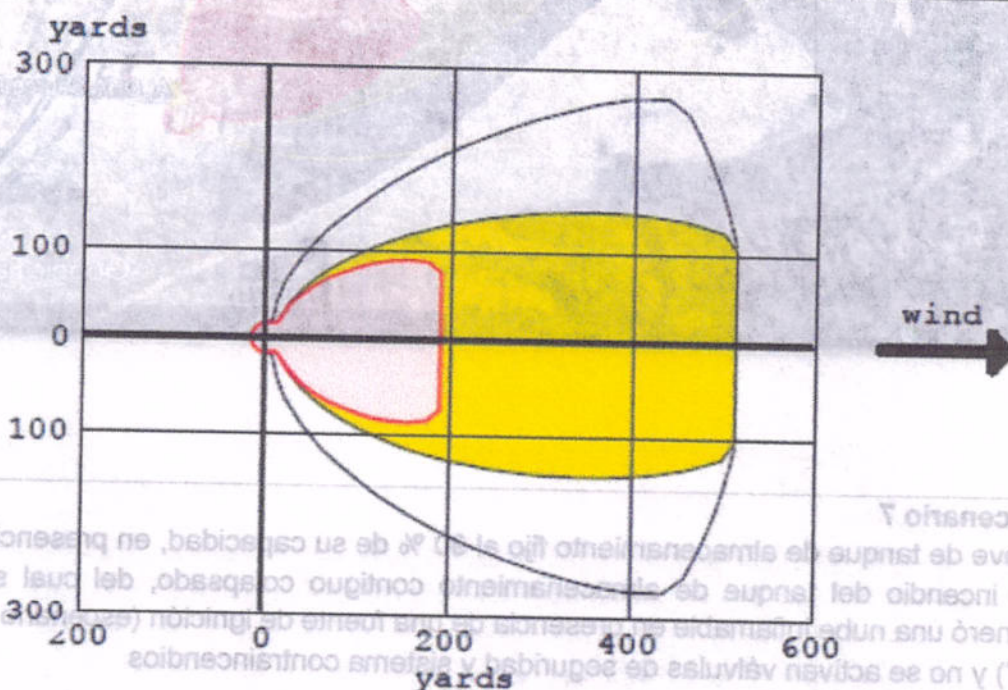
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Heavy Gas

Red : 191 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 514 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

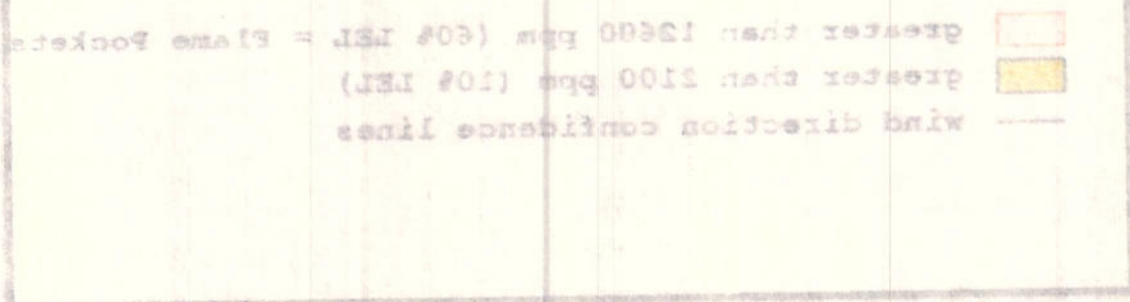


- greater than 12600 ppm (60% LEL = Flame Pockets)
- greater than 2100 ppm (10% LEL)
- wind direction confidence lines



Escenario 7

Bleve de tanque de almacenamiento fijo al 90 % de su capacidad, en presencia de incendio del tanque de almacenamiento contiguo colapsado, del cual se generó una nube inflamable en presencia de una fuente de ignición (escenario 6 y 7) y no se activan válvulas de seguridad y sistema contraincendios





SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIRE BALL) REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: Evento 7
Fecha: 10/04/2019 12:00:00 p.e.

Instalación

Nombre: Cd. Serdan
Dirección: Carretera federal Puebla-Orizaba, tramo Serdan-Expiranza, km 32+800, Cd. Serdan, Puebla, Mexico,
Tel. 1800000000
Ubicación: Lat: 18° 58' 14.84" N Long: 97° 26' 00.00" E

Descripción

Bleve de tanque de almacenamiento fijo al 90 % de su capacidad en presencia de incendio del tanque de almacenamiento contiguo colapsado del cual se generó una nube inflamable en presencia de una fuente de ignición (escenario 6 y 7) y no se activan válvulas de seguridad y sistema contraincendios.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: Gas L.P.
CAS: No Aplica

Propiedades

Peso Molecular: 49.71 kg/kmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref.: 1678.19 J/kg·K
Temperatura de Ebullición: 247.73 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebul.: 406534.42 J/kg
Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebul.: 2271.06 J/kg·K
Densidad del líquido a Temp. Ebul.: 591.82 kg/m³
Constante de Presión de saturación B: 1.00 (Predeterminado = 1.0)
Constante de Presión de saturación C: 0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma): 1.11
Concentración Estequiométrica: 9.50 %
Calor de Combustión: 46045.82 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Datos de la fuente

Masa del combustible: 67500.00 kg
Fracción radiante: 0.30

Datos meteorológicos

Nombre: Cd. Serdan
Humedad relativa: 48 %
Temperatura: 289.2 K (16.0 °C)

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO

Diámetro de la bola de fuego ($D_{max} = 5.8 \cdot M^{(1/3)}$): 236.15 m
Altura al centro de la bola de fuego ($H = 0.75 \cdot D_{max}$): 177.12 m
Duración de la bola de fuego: 16.6 s

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS (DISTANCIA DE RADIACIÓN $D = (W \cdot 2 \cdot K \cdot 2)^{(1/2)} \cdot D_{max}/2$)			
Distancia a nivel de piso del centro de la bola de fuego al receptor (m)	Distancia del centro de la bola de fuego al receptor (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
10.00	177.40	0.77	98.44
15.00	177.75	0.77	98.00
20.00	178.24	0.77	97.38
30.00	179.64	0.77	95.68
40.00	181.58	0.77	93.38
70.00	190.45	0.76	83.90
100.00	205.48	0.75	72.47
150.00	232.10	0.73	54.22
200.00	267.15	0.71	39.95
300.00	330.44	0.65	9.25

DISTANCIA CALCULADA A NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS	
Radiación (kW/m ²)	Distancia a nivel de piso (m)
5.00	687.28
0.00	
1.48	1288.02

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (t = 16.99 s)			
Efecto	Radiación (kW/m ²)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s	Distancia (m) Centro SF A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ^{4/3} s	3.41	85.00	846.25 827.51
Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{4/3} s	7.65	250.00	574.61 546.63
Quemaduras de 1do. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ^{4/3} s	12.85	500.00	448.67 411.58
Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ^{4/3} s	36.38	2000.00	272.45 287.05

Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6
Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country
Air Temperature: 16° C
No Inversion Height
Cloud Cover: 5 tenths
Stability Class: C
Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 3.24 meters Tank Length: 15.162 meters
Tank Volume: 125000 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 16° C
Chemical Mass in Tank: 32,564 kilograms
Tank is 50% full
Circular Opening Diameter: 5.1 centimeters
Opening is 0.50 meters from tank bottom
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 1,620 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 70,796 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 113 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 312 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

Flammable Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters

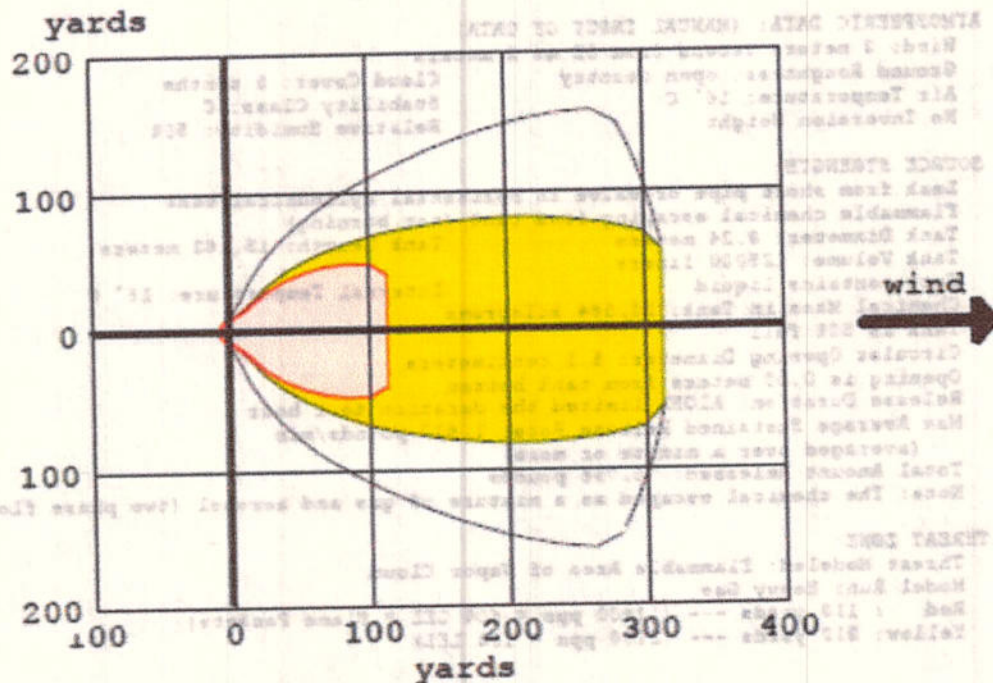
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Heavy Gas

Red : 113 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 312 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)



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



THREAT ZONE:
 Red: 113 yards --- (12500 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
 Yellow: 312 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

Model: ALOHA Flammable Area of Vapor Cloud

Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6
Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

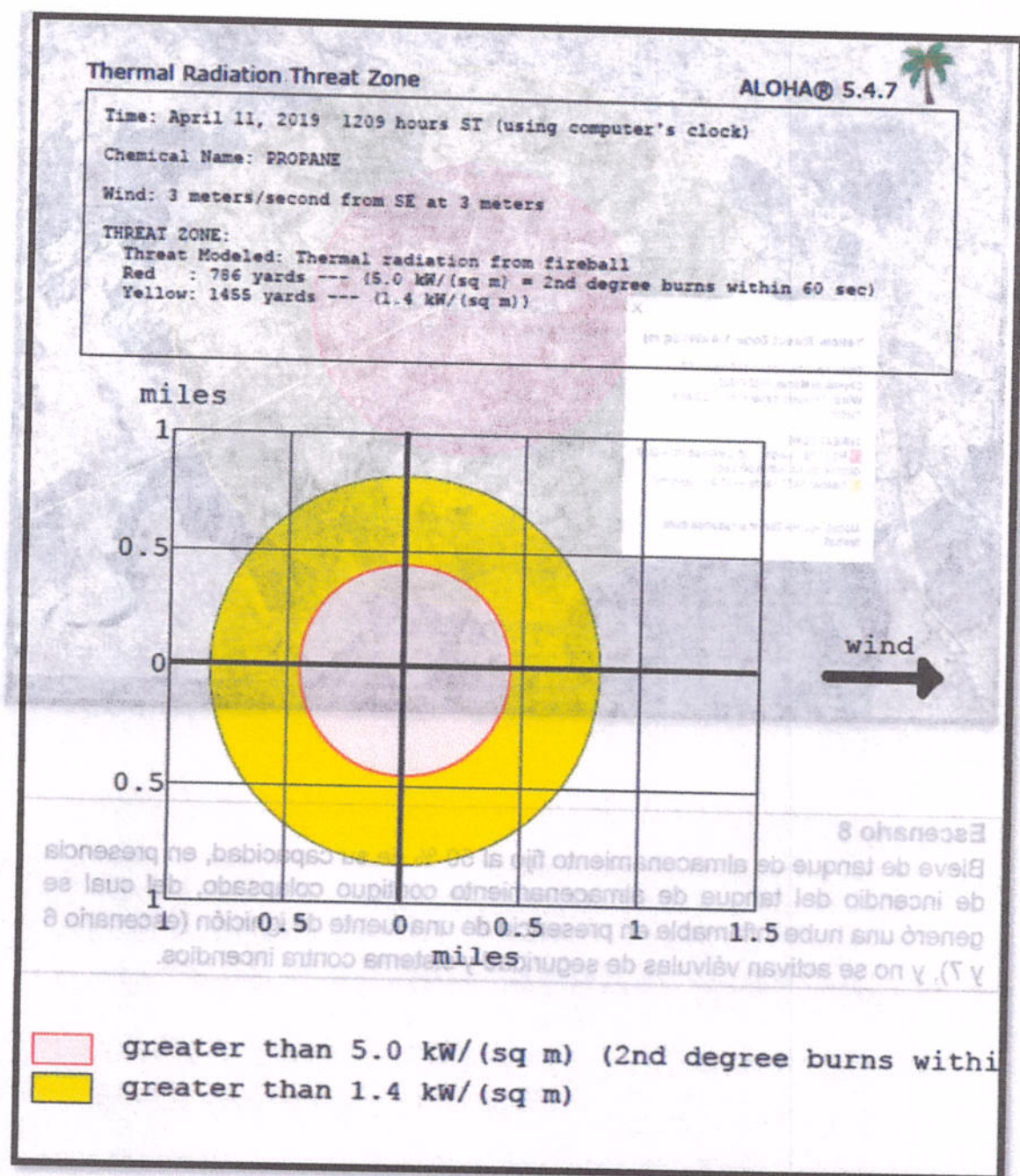
Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 16° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

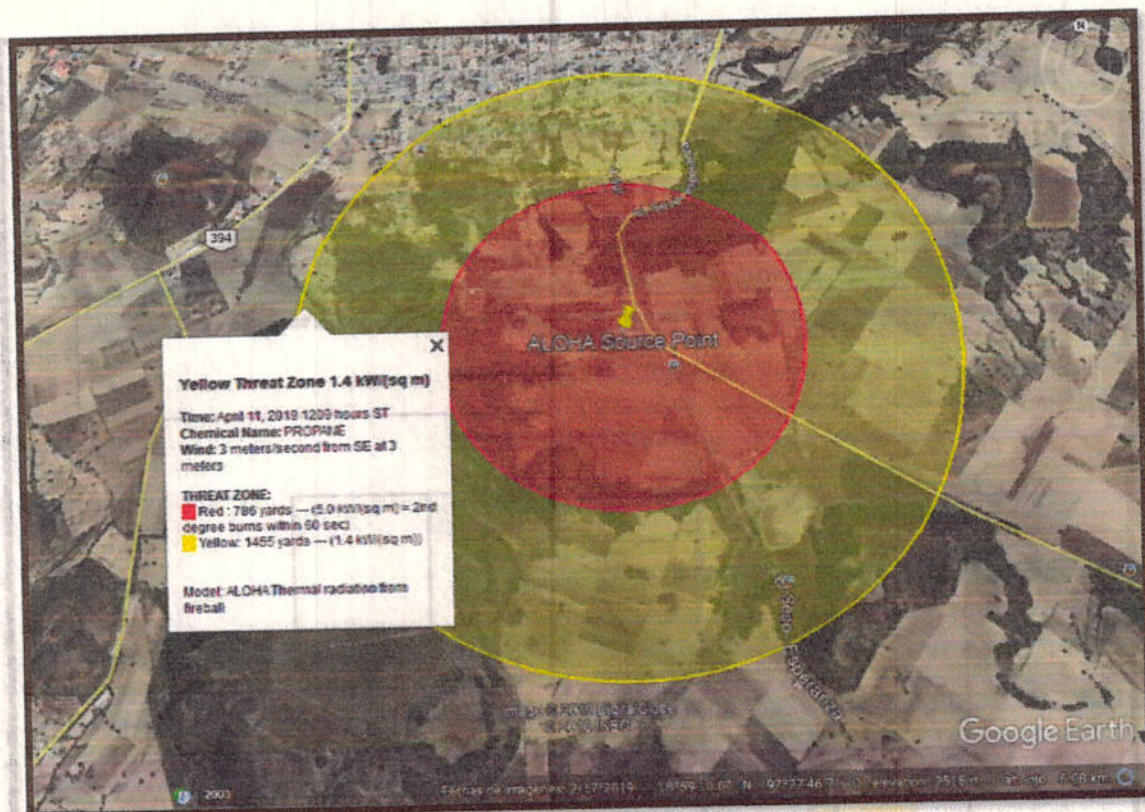
SOURCE STRENGTH:

BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
Tank Diameter: 3.24 meters Tank Length: 15.163 meters
Tank Volume: 125000 liters
Tank contains liquid
Internal Storage Temperature: 16° C
Chemical Mass in Tank: 57,022 kilograms
Tank is 90% full
Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%
Fireball Diameter: 244 yards Burn Duration: 14 seconds

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
Red : 786 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 1455 yards --- (1.4 kW/(sq m))





Escenario 8

Bleve de tanque de almacenamiento fijo al 50 % de su capacidad, en presencia de incendio del tanque de almacenamiento contiguo colapsado, del cual se generó una nube inflamable en presencia de una fuente de ignición (escenario 6 y 7), y no se activan válvulas de seguridad y sistema contra incendios.

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



SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIRE BALL) REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: Evento 8
Fecha: 10/04/2019 12:00:00 a.m.
Instalación:
Nombre: Cd. Serdan
Dirección: Carretera federal Puebla-Orizaba, tramo Serdan-Esperanza, km 32+800, Cd. Serdan, Puebla, Mexico, Tel.10000000
Ubicación: Lat:18° 58' 14.04 N Lon:97° 25' 00.00 E

Descripción

Bleve de tanque de almacenamiento fijo al 50 % de su capacidad en presencia de incendio del tanque de almacenamiento contiguo colapsado del cual se generó una nube inflamable en presencia de una fuente de ignición (escenario 6 y 7) y no se activan válvulas de seguridad y sistema contraincendios.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: Gas L.P.
CAS: No Aplica

Propiedades

Peso Molecular 49.71 kg/kmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref. 1678.19 J/kg-K
Temperatura de Ebullición 247.73 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebul. 400524.42 J/kg
Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebul. 2271.06 J/kg-K
Densidad del líquido a Temp. Ebul. 591.82 kg/m3
Constante de Presión de saturación B -1.00 (Predeterminado = -1.0)
Constante de Presión de saturación C 0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma) 1.11
Concentración Estequiométrica 9.50 %
Calor de Combustión 40045.82 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Datos de la fuente

Masa del combustible: 33750.00 kg
Fracción radiante: 0.30

Datos meteorológicos

Nombre : (Cd. Serdan)
 Humedad relativa : 40 %
 Temperatura : 28.2 °C (16.0 °C)

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO

Diámetro de la bola de fuego ($D_{max} = 5.8 \cdot W^{1/3}$): 187.44 m
 Altura al centro de la bola de fuego ($H = 0.75 \cdot D_{max}$): 140.58 m
 Duración de la bola de fuego: 14.8 s

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS (DISTANCIA DE RADIACIÓN $D = (W^2 \cdot R^2)^{1/2} - D_{max}/2$)

Distancia a nivel de piso del centro de la bola de fuego al receptor (m)	Distancia del centro de la bola de fuego al receptor (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m^2)
5.00	180.67	0.79	180.72
10.00	180.93	0.79	180.29
15.00	181.37	0.79	99.58
20.00	181.99	0.79	98.60
30.00	183.74	0.78	95.91
40.00	186.16	0.78	92.37
70.00	197.04	0.77	78.67
100.00	172.52	0.75	61.92
150.00	205.58	0.73	43.61
200.00	244.46	0.71	30.03

DISTANCIA CALCULADA A NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS

Radiación (kW/m^2)	Distancia a nivel de piso (m)
1.40	1831.67
0.00	..
5.00	551.26

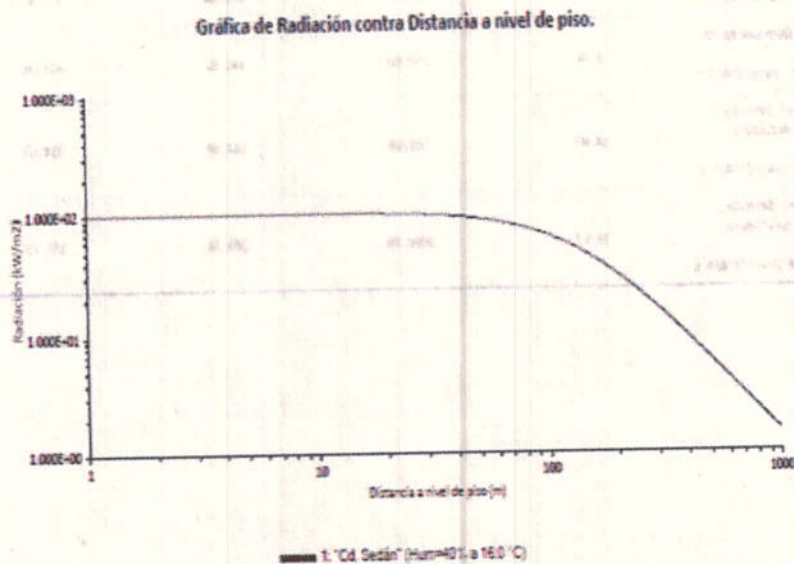
DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (t = 14.78 s)				
Efecto	Radiación (kW/m ²)	Dosis (kJ/m ²) ^{4/3} s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 95 (kW/m ²) ^{4/3} s	3.71	85.00	670.84	635.47
Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{4/3} s	8.34	250.00	441.92	418.96
Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ^{4/3} s	14.02	500.00	344.08	314.63
Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ^{4/3} s	39.67	2000.00	209.54	155.39



SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIRE BALL) GRÁFICA DE RADIACIÓN CONTRA DISTANCIA



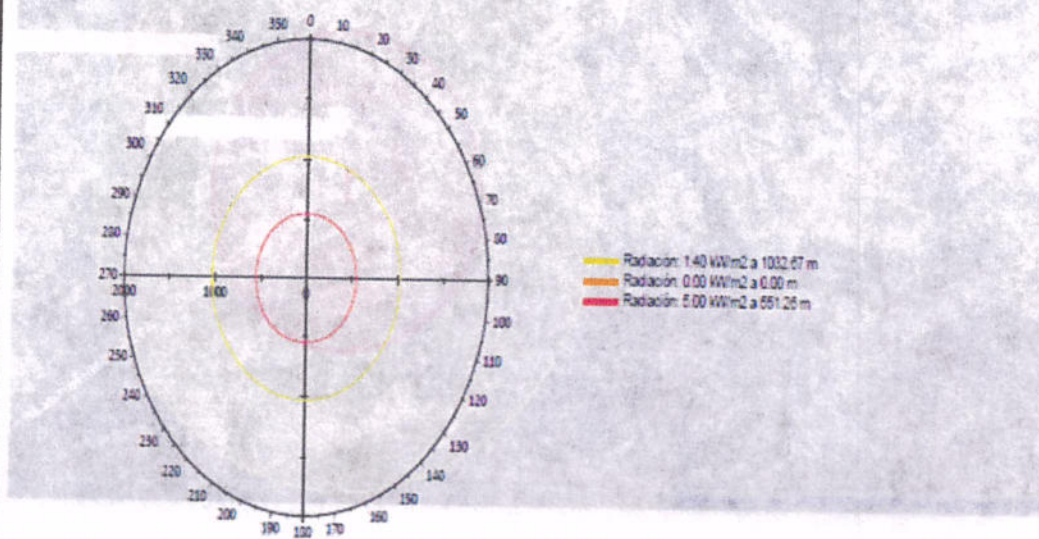


SCRI FUEGO

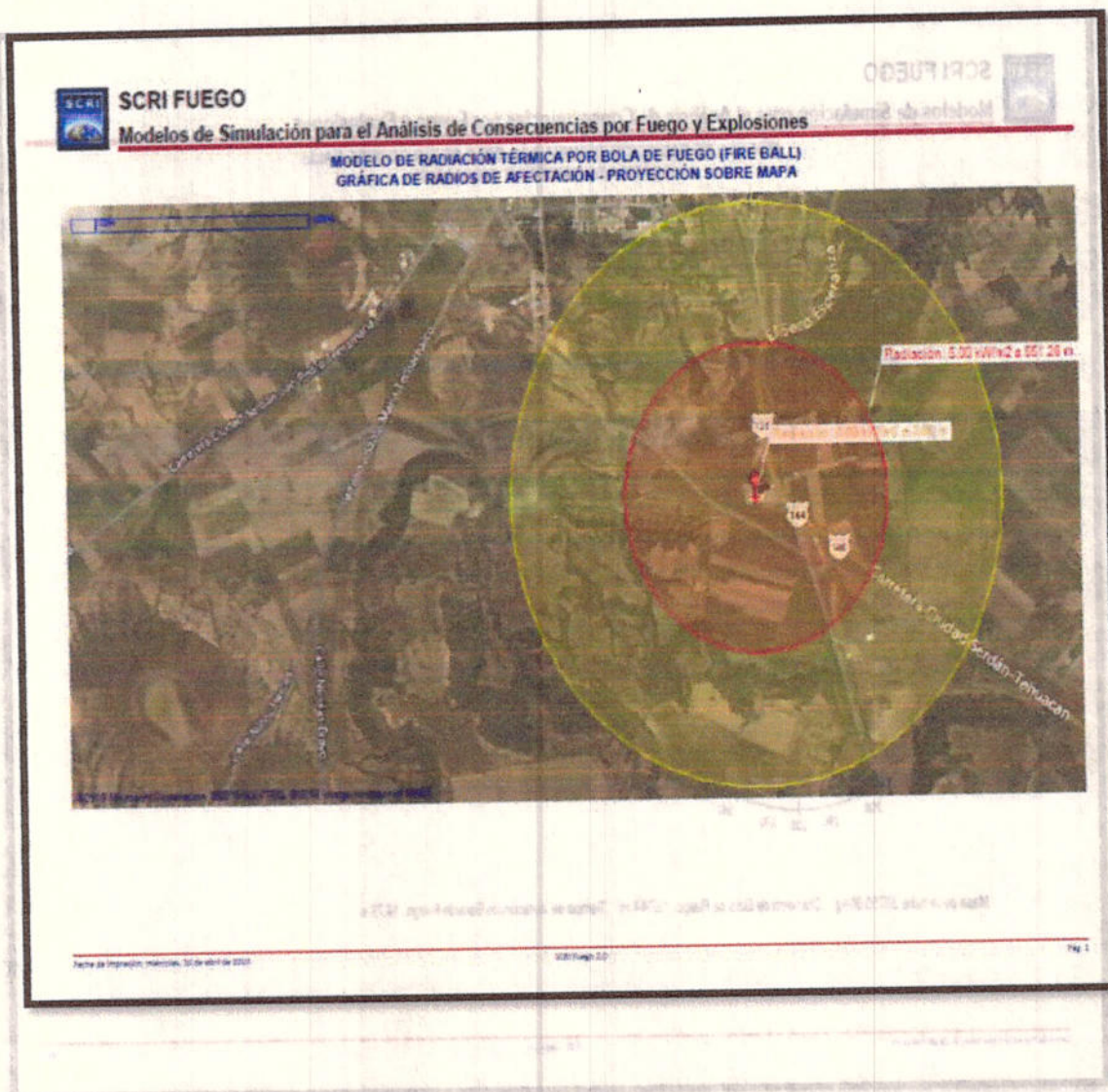
Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIRE BALL)
GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN A 10000

Gráfica de Radios de Afectación



Masa de la nube 33750.00 kg Diámetro de Bola de Fuego: 157.44 m Tiempo de duración de Bola de Fuego: 14.75 s



Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6
Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 23000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.2° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country
Air Temperature: 16° C
No Inversion Height
Cloud Cover: 5 tenths
Stability Class: C
Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 3.24 meters
Tank Volume: 125000 liters
Tank Length: 15.163 meters
Tank contains liquid
Internal Temperature: 16° C
Chemical Mass in Tank: 32,564 kilograms
Tank is 50% full
Circular Opening Diameter: 5.1 centimeters
Opening is 0.50 meters from tank bottom
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 1,620 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 70,796 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 113 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 312 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

Flammable Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters

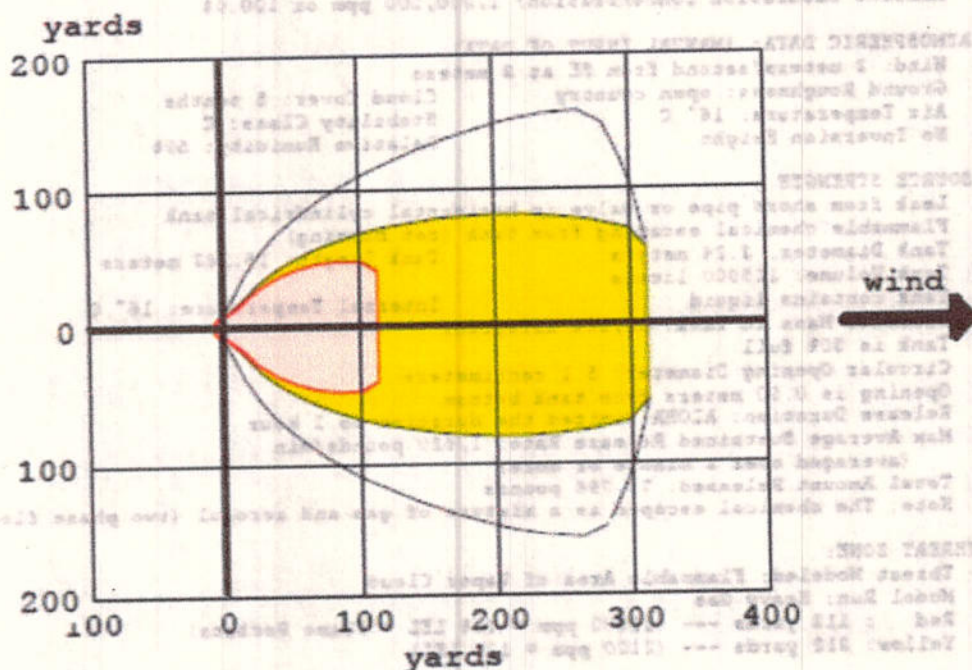
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

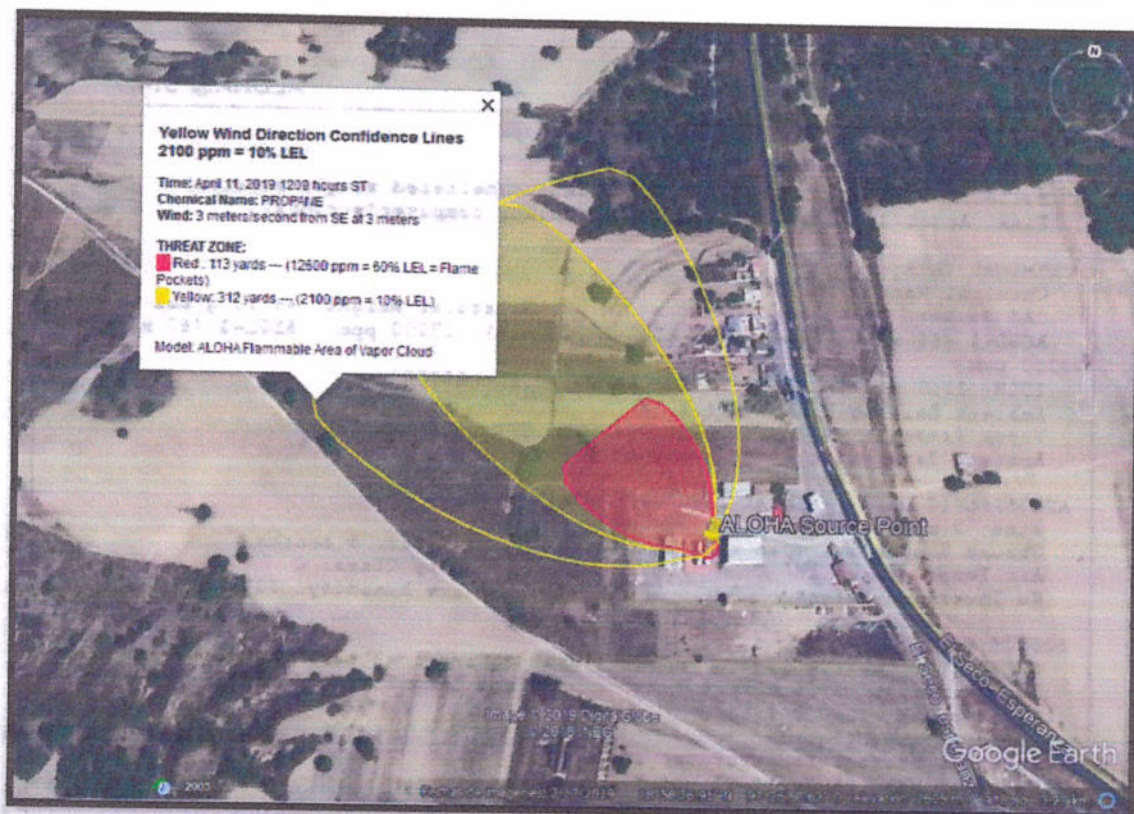
Model Run: Heavy Gas

Red : 113 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 212 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)



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



THREAT ZONE:
Red: 113 yards --- (12500 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 312 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)



Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6
Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 23000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 2.1000% UEL: 95.0000%
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

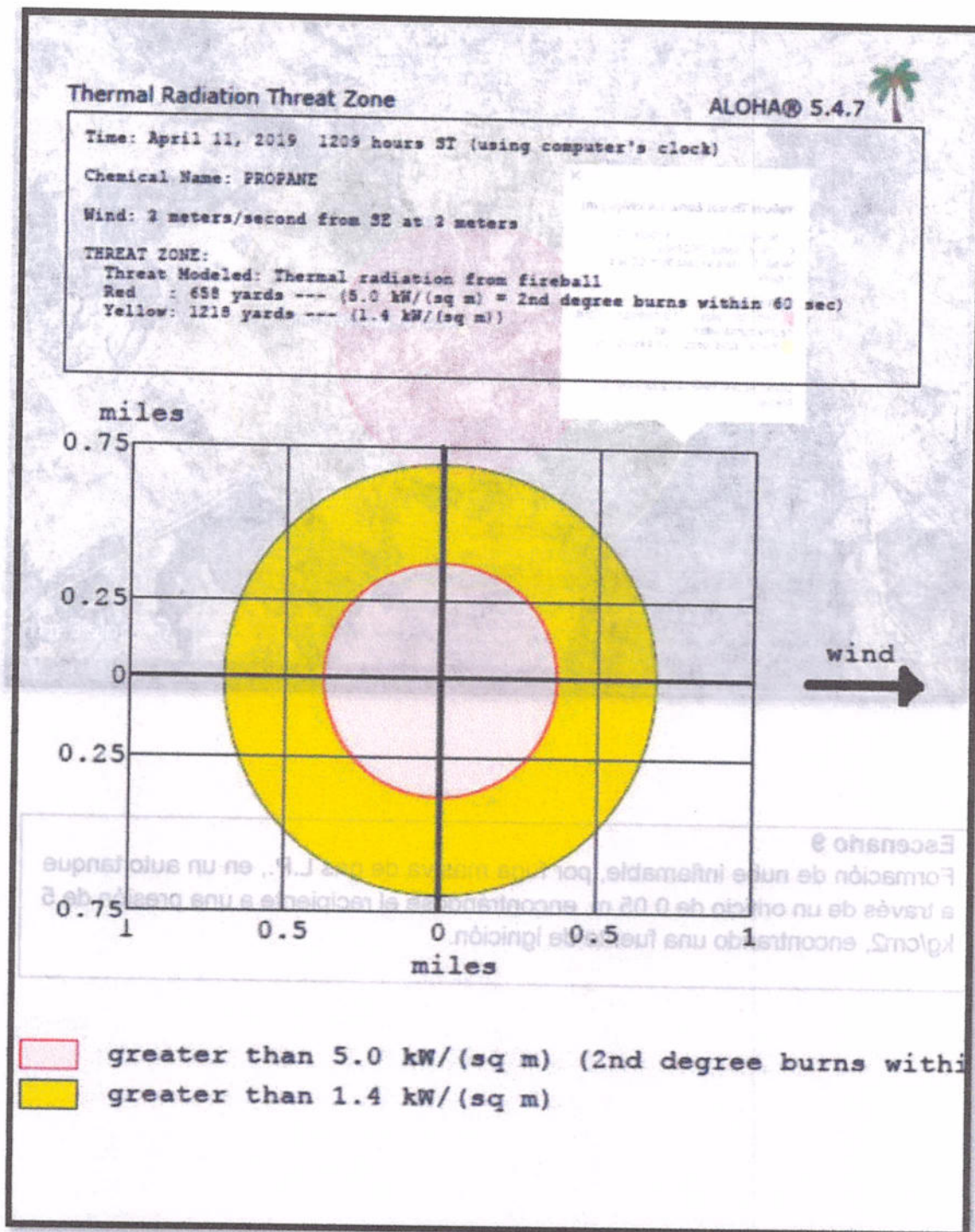
Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 16° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

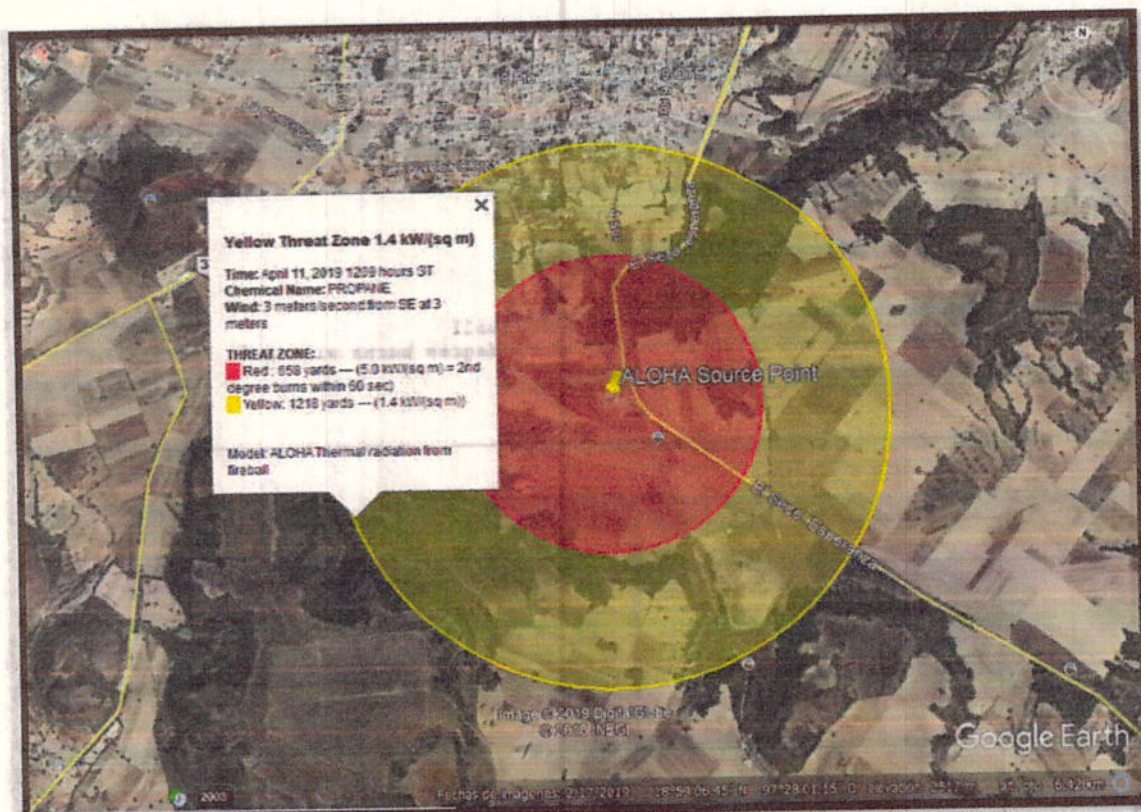
SOURCE STRENGTH:

BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
Tank Diameter: 3.24 meters Tank Length: 15.163 meters
Tank Volume: 125000 liters
Tank contains liquid
Internal Storage Temperature: 16° C
Chemical Mass in Tank: 22,564 kilograms
Tank is 50% full
Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%
Fireball Diameter: 203 yards Burn Duration: 12 seconds

THREAT ZONE:

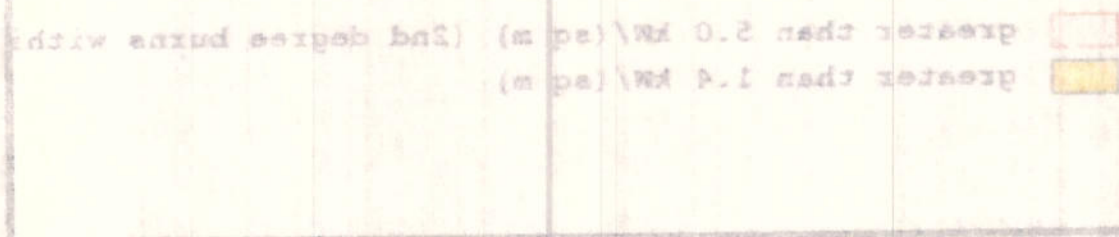
Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
Red : 458 yards --- (8.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 1218 yards --- (1.4 kW/(sq m))





Escenario 9

Formación de nube inflamable, por fuga masiva de gas L.P., en un auto tanque a través de un orificio de 0.05 m, encontrándose el recipiente a una presión de 5 kg/cm², encontrando una fuente de ignición.





SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE)

REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: Evento 9
 Fecha: 10/04/2019 12:00:00 a.m.
 Instalación
 Nombre:
 Dirección: Carretera Federal Puebla-Orizaba, tramo Serdan-Asperanza, km 32+800, Cd. Serdan, Puebla, Mexico, Tel. 10000000
 Ubicación: Lat: 18° 58' 14.84 N Lon: 97° 26' 39.75 E
 Descripción
 Formación de nube inflamable, por fuga masiva de gas l.p., en un auto tanque a través de un orificio de 0.05 m, encontrándose el recipiente a presión de 5 kg/cm2, encontrando una fuente de ignición.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: Gas L.P.
 CAS: No Aplica

Propiedades

Peso Molecular: 40.71 kg/kmol
 Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref.: 1678.19 J/kg.K
 Temperatura de Ebullición: 247.73 K
 Calor de Vaporización a Temp. Ebul.: 486524.42 J/kg
 Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebul.: 2271.06 J/kg.K
 Densidad del líquido a Temp. Ebul.: 591.82 kg/m3
 Constante de Presión de saturación B: 1.00 (Predeterminado = 1.0)
 Constante de Presión de saturación C: 0.0 (Predeterminado = 0.0)
 Relación de Calores específicos (Cp/Cv): 1.11
 Concentración Estequiométrica: 9.50 %
 Calor de Combustión: 46045.82 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Características de la emisión

Tipo de emisión: Emisión instantánea o de corta duración
 Tasa de emisión de la masa fuente (qs): 0 kg/s
 Duración de la fuente continua (tsd): 0 s
 Masa de la fuente continua (qtcd): 0 kg
 Masa de la fuente instantánea (qtis): 251.25 kg
 Área de la fuente (as): 1.7895E+06 m2
 Velocidad del vapor vertical (wv): 0 m/s
 Ancho medio de la fuente (bs): 668.87 m
 Altura de la fuente (hs): 2.6539E+05 m
 Velocidad del vapor horizontal (wh): 0 m/s

Propiedades del gas de emisión

Temperatura del gas fuente (ts): 247.73 K
 Densidad del gas fuente (rhoS): 2.4453 kg/m3
 Fracción de masa del líquido (cmadl): 0.54
 Constante de presión de saturación A (spa): 5.8108

Parámetros de campo

Tiempo promedio de concentración (tav): 5.0 s
 Altura de capa de neblado (hnx): 8320.00 m
 Distancia máxima viento abajo (xoffe): 500.00 m
 Altura de medida de concentración (rp(1)): 1.00 m
 Altura de medida de concentración (rp(2)): 5.00 m

Altura de medida de concentración (zp(3)).....10.00 m
Altura de medida de concentración (zp(4)).....20.00 m

Parámetros adicionales

Multiplicador de subpaso (ncalc).....1
Número de subpasos de cálculo (nssm).....3
Aceleración de la gravedad (grav).....9.81 m/s²
Constante de los gases (R).....8.314 J/mol·K
Constante de Von Karman (K).....0.410

Propiedades meteorológicas ambientales

Peso molecular del aire ambiental (wmae).....0.028879 kg
Capacidad calorífica del aire a presión constante (cpaa).....1009.8 J/kg·K
Densidad del aire ambiental (rhoa).....1.2172 kg/m³
Altura de medición ambiental (za).....10.00 m
Presión atmosférica ambiental (pa).....101320.000 pa
Velocidad del viento ambiental (ua).....2.00 m/s
Temperatura ambiental (ta).....289.15 K
Humedad relativa (rh).....40.0 %
Velocidad de fricción ambiental (ustr).....0.509 m/s
Valor de estabilidad atmosférica (stab).....A (Muy Inestable)
Longitud inversa de Monin-Obukhov (ola).....0.08953 1/m
Altura de rugosidad de superficie (z0).....0.8 m

DISTANCIAS DE AFECTACIÓN

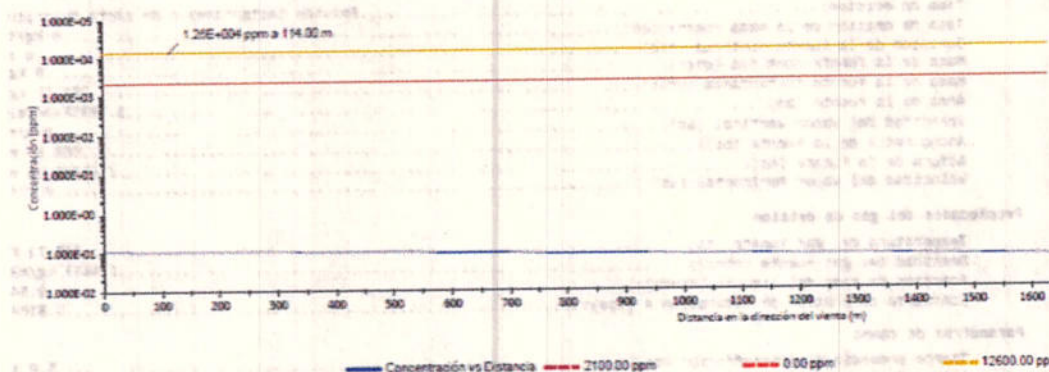
0 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m
2100 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m
12600 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m

SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) GRÁFICA DE RADIACIÓN CONTRA DISTANCIA

Concentración promedio en la dirección del viento a la altura de interés (2.00 m)
A (Muy Inestable) Temp:16.0°C Hum:40 % Vto:2.0 m/s a 10.00 m



Text Summary

ALOHA 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 16° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 2.25 meters Tank Length: 11.29 meters
Tank Volume: 45000 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 16° C
Chemical Mass in Tank: 19,427 kilograms
Tank is 85% full
Circular Opening Diameter: .05 meters
Opening is 0.11 meters from tank bottom
Release Duration: 12 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 4,130 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 42,829 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 191 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 513 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

Flammable Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters

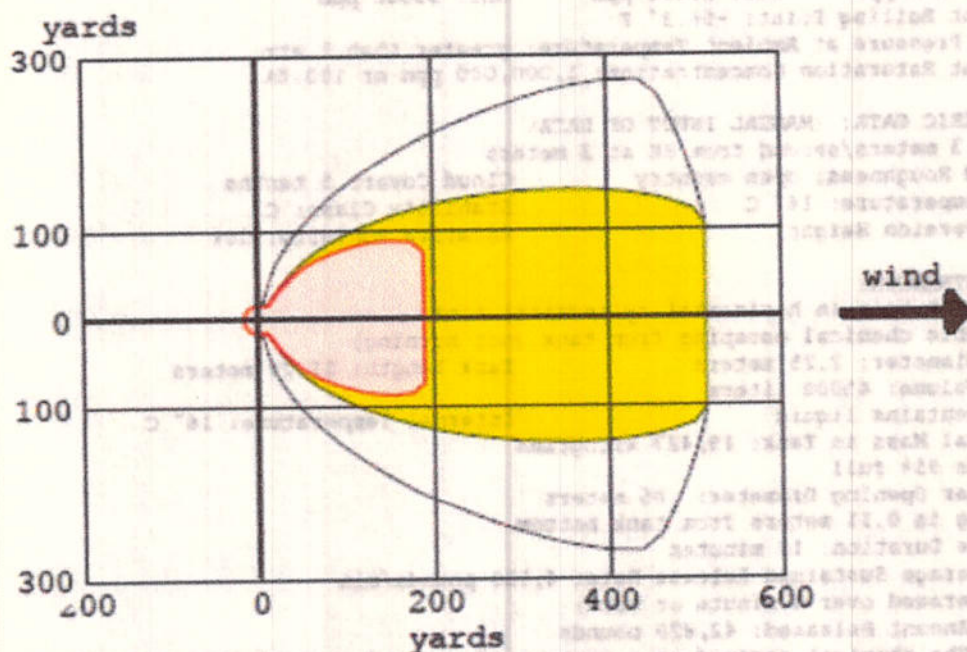
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

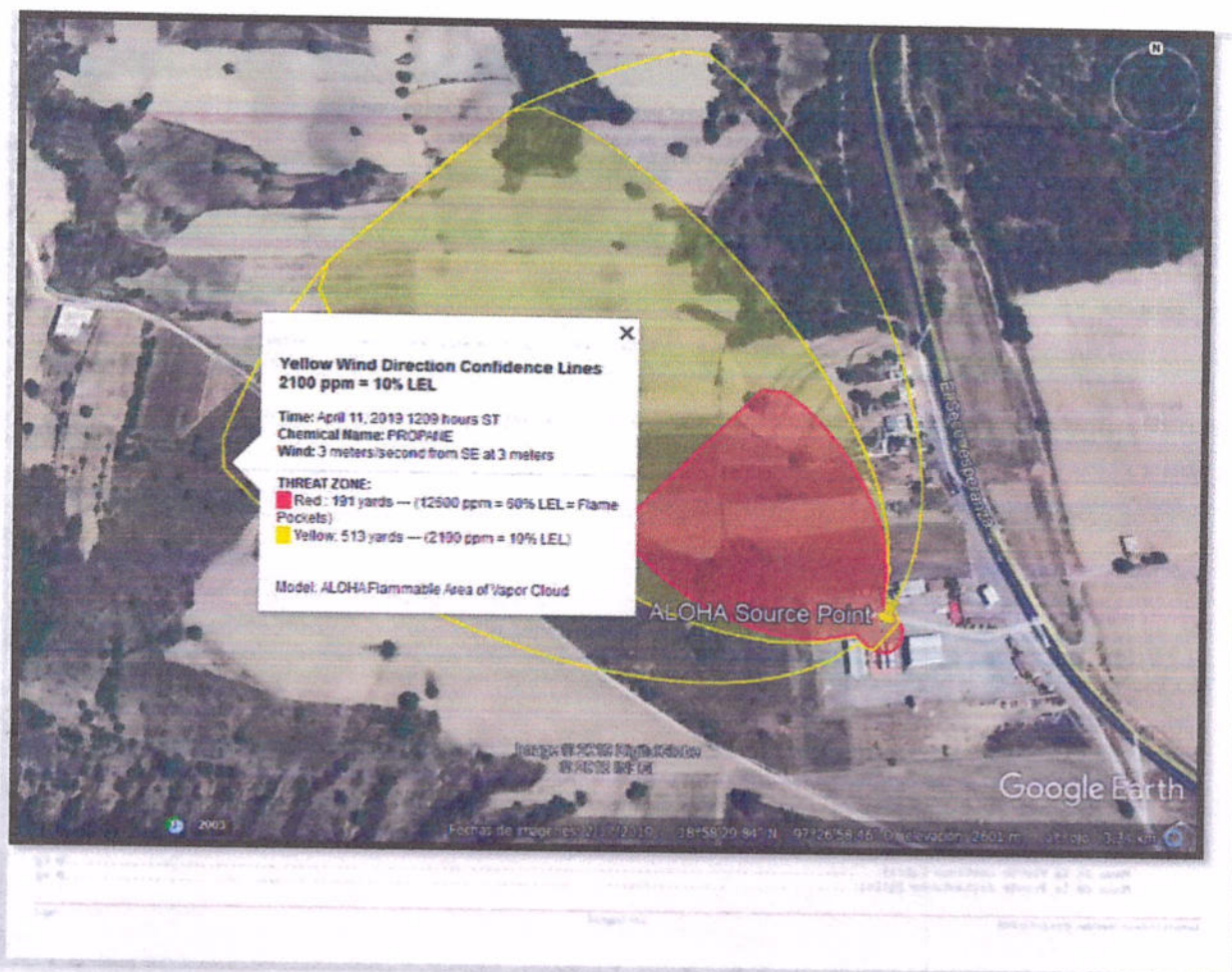
Model Run: Heavy Gas

Red : 191 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 513 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)



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



Escenario 10

Formación de nube inflamable, por fuga masiva a través de una válvula de seguridad de tanque de almacenamiento de la estación de carburación, considerando diámetro de la válvula



SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) REPORTO DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre:Evento 10
Fecha:10/04/2019 12:00:00 a.m.

Instalación

Nombre:Evento 9
Dirección:Carretera federal Puebla-Orizaba, tramo Serdán-Esperanza, km 32+000, Cd. Serdán, Puebla, Mexico, Tel.1000000000
Ubicación:latitud: 19° 58' 14.84 N lon: 97° 26' 39.75 E

Descripción

Formación de nube inflamable, por fuga masiva a través de una válvula de seguridad de tanque de almacenamiento de la estación de carburación, considerando diámetro de la válvula.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre:Gas L.P.
CAS:No aplica

Propiedades

Peso Molecular49.71 kg/kmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref.1678.19 J/kg.K
Temperatura de ebullición247.73 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebul.400524.42 J/kg
Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebul.2271.06 J/kg.K
Densidad del líquido a Temp. Ebul.591.82 kg/m3
Constante de Presión de saturación P1.00 (Predeterminado = 1.0)
Constante de Presión de saturación C1.11
Relación de Calores específicos (Gamma)1.11
Concentración Estequiométrica9.50 %
Calor de Combustión46045.82 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Características de la emisión

Tipo de emisión:Emisión instantánea o de corta duración
Tasa de emisión de la masa fuente (qst):0.0 kg/s
Duración de la fuente continua (tsd):0.0 s
Masa de la fuente continua (qtcs):0.0 kg
Masa de la fuente instantánea (qtis):0.0 kg

Escenario 10
Formación de nube inflamable, por fuga masiva a través de una válvula de seguridad de tanque de almacenamiento de la estación de carburación, considerando diámetro de la válvula

Área de la fuente (as): 0 m²
 Velocidad del vapor vertical (av): 0 m/s
 Ancho medio de la fuente (bs): 0 m
 Altura de la fuente (hs): 0 m
 Velocidad del vapor horizontal (ah): 0 m/s

Propiedades del gas de emisión

Temperatura del gas fuente (ts): 0 K
 Densidad del gas fuente (rho): 0 kg/m³
 Fracción de masa del líquido (cmol): 0.54
 Constante de presión de saturación A (spa): 0

Parámetros de campo

Tiempo promedio de concentración (taw): 0.0 s
 Altura de capa de mezclado (tmx): 0.00 m
 Distancia máxima viento abajo (xftw): 0.00 m
 Altura de medida de concentración (zp(1)): 0.00 m
 Altura de medida de concentración (zp(2)): 0.00 m
 Altura de medida de concentración (zp(3)): 0.00 m
 Altura de medida de concentración (zp(4)): 0.00 m

Parámetros adicionales

Multiplicador de subpaso (ncalc): 0
 Número de subpasos de cálculo (nsm): 0
 Aceleración de la gravedad (grav): 0.00 m/s²
 Constante de los gases (re): 0.000 J/mol·K
 Constante de Von Karman (ak): 0.000

Propiedades meteorológicas ambientales

Peso molecular del aire ambiental (wmae): 0 kg
 Capacidad calorífica del aire a presión constante (cpaa): 0 J/kg·K
 Densidad del aire ambiental (rhoa): 0 kg/m³
 Altura de medición ambiental (za): 0.00 m
 Presión atmosférica ambiental (pa): 0.000 pa
 Velocidad del viento ambiental (ua): 0.00 m/s
 Temperatura ambiental (ta): 0 K
 Humedad relativa (rh): 0 K
 Velocidad de fricción ambiental (ustr): 0 m/s
 Valor de estabilidad atmosférica (stab): (Munin-Obrukov)
 Longitud inversa de Munin-Obrukov (ala): 0 1/m
 Altura de rugosidad de superficie (z0): 0 m

DISTANCIAS DE AFECTACIÓN

Concentración	Desde	Hasta	V de exclusión	Dist. Máx.
0 ppm	0.00 m	0.00 m	0.00 m	0.00 m
2100 ppm	0.00 m	0.00 m	0.00 m	0.00 m
12600 ppm	0.00 m	0.00 m	0.00 m	0.00 m

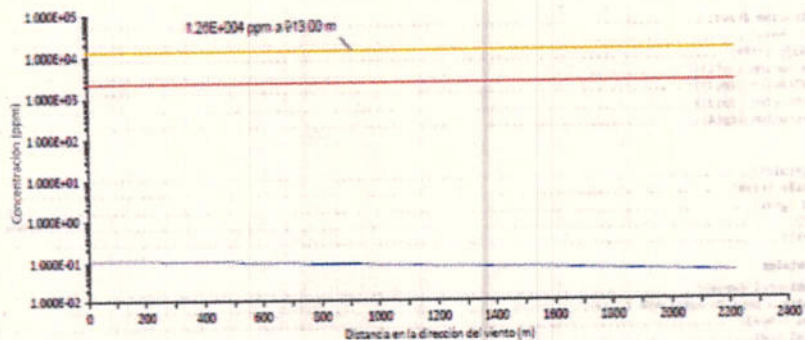


SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) GRÁFICA DE RADIACIÓN CONTRA DISTANCIA

Concentración promedio en la dirección del viento a la altura de interés (50.00 m)
A (Muy Inestable) Temp:16.0°C Hum:40 % Vto:2.0 m/s a 10.00 m



Concentración vs Distancia 2100.00 ppm 0.00 ppm 1.29E+04 ppm

La emisión es instantánea

Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 16° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 1.19 meters Tank Length: 4.49 meters
Tank Volume: 5000 liters Internal Temperature: 16° C
Tank contains liquid
Chemical Mass in Tank: 2,159 kilograms
Tank is 85% full
Circular Opening Diameter: 5.1 centimeters
Opening is 1.19 meters from tank bottom
Release Duration: 4 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 1,620 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 4,379 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 113 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 312 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

Flammable Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters

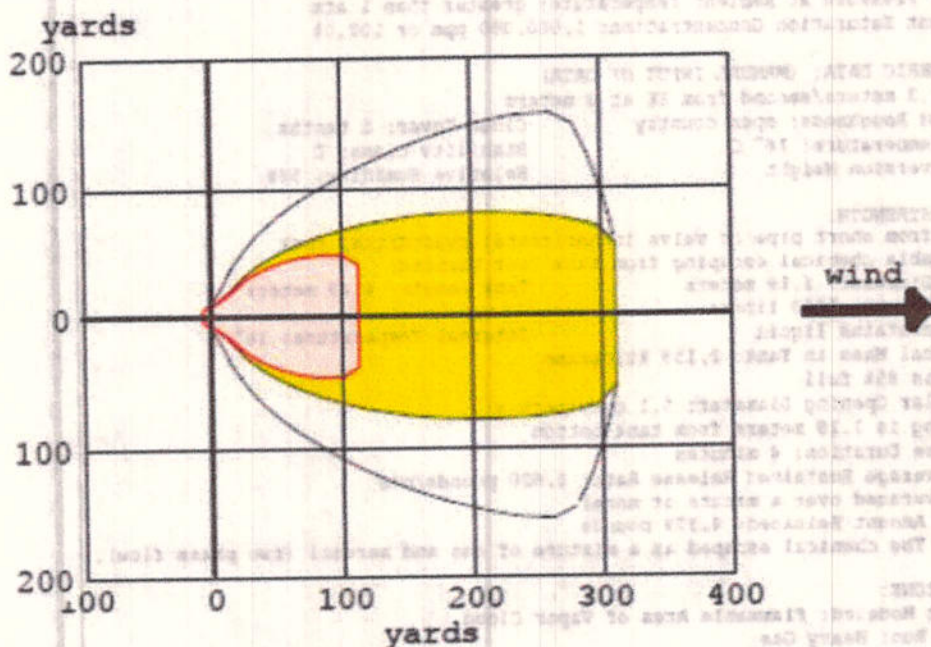
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Heavy Gas

Red : 113 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 312 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)



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



Escenario 11

Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de tanque de almacenamiento de la estación de carburación, al 90% de su capacidad, generándose orificio en el tanque de almacenamiento con un diámetro de 5 cm fijo en presencia de fuentes de ignición.



SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: Evento 11
 Fecha: 10/04/2019 12:00:00 a.s.

Instalación

Nombre: Evento 9
 Dirección: Carretera federal Puebla-Orizaba, tramo Serdán-Expiranza, km 32+000, Cd. Serdán, Puebla, Mexico, Tel.10000000
 Ubicación: Lat:18° 58' 24.54 N Lon:97° 26' 39.75 E

Descripción

Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de tanque de almacenamiento de la estación de carburación, al 90 % de su capacidad, generando orificio en el tanque de almacenamiento con un diámetro de 5 cm fijo en presencia de fuentes de ignición.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: Gas L.P.
 CAS: No Aplica

Propiedades

Peso Molecular 49.71 kg/kmol
 Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref. 1678.19 J/kg-K
 Temperatura de Ebullición 247.73 K
 Calor de Vaporización a Temp. Ebul. 406524.42 J/kg
 Capacidad Calorífica del Líquido a Temp. Ebul. 2271.86 J/kg-K
 Densidad del líquido a Temp. Ebul. 591.62 kg/m³
 Constante de Presión de saturación B 1.00 (Predeterminado = 1.0)
 Constante de Presión de saturación C 0.0 (Predeterminado = 0.0)
 Relación de Calores específicos (Gamma) 1.11
 Concentración Estequiométrica 9.50 %
 Calor de Combustión 40045.82 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Características de la emisión

Tipo de emisión: Emisión instantánea o de corta duración
 Tasa de emisión de la masa fuente (kg/s): 0 kg/s
 Duración de la fuente continua (s): 0 s
 Masa de la fuente continua (kg): 0 kg
 Masa de la fuente instantánea (kg): 0 kg

Área de la fuente (as):	0.00 m ²
Velocidad del vapor vertical (wv):	0.00 m/s
Ancho medio de la fuente (bs):	0.00 m
Altura de la fuente (hs):	0.00 m
Velocidad del vapor horizontal (us):	0.00 m/s

Propiedades del gas de emisión

Temperatura del gas fuente (ts):	0.00 K
Densidad del gas fuente (rhoS):	0.00 kg/m ³
Fración de masa del líquido (cmel):	0.54
Constante de presión de saturación A (spa):	0.00

Parámetros de campo

Tiempo promedio de concentración (tav):	0.00 s
Altura de capa de mezclado (hmx):	0.00 m
Distancia máxima viento abajo (xftm):	0.00 m
Altura de medida de concentración (zp(1)):	0.00 m
Altura de medida de concentración (zp(2)):	0.00 m
Altura de medida de concentración (zp(3)):	0.00 m
Altura de medida de concentración (zp(4)):	0.00 m

Parámetros adicionales

Multiplicador de subpaso (ncalc):	0.00
Número de subpasos de cálculo (nsm):	0.00
Aceleración de la gravedad (grav):	0.00 m/s ²
Constante de los gases (rv):	0.000 J/mol-K
Constante de Von Karman (sk):	0.000

Propiedades meteorológicas ambientales

Peso molecular del aire ambiental (wmae):	0.00 kg
Capacidad calorífica del aire a presión constante (cpaa):	0.00 J/kg-K
Densidad del aire ambiental (rhoa):	0.00 kg/m ³
Altura de medición ambiental (za):	0.00 m
Presión atmosférica ambiental (pa):	0.000 pa
Velocidad del viento ambiental (ua):	0.00 m/s
Temperatura ambiental (ta):	0.00 K
Humedad relativa (rh):	0.00 %
Velocidad de fricción ambiental (ustr):	0.00 m/s
Valor de estabilidad atmosférica (stab):	(Monin-Obukhov)
Longitud inversa de Monin-Obukhov (ala):	0.00 m
Altura de rugosidad de superficie (z0):	0.00 m

DISTANCIAS DE AFECTACIÓN

0 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m
2100 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m
12000 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m

Fecha de impresión: miércoles, 20 de abril de 2023 10:01:50 AM

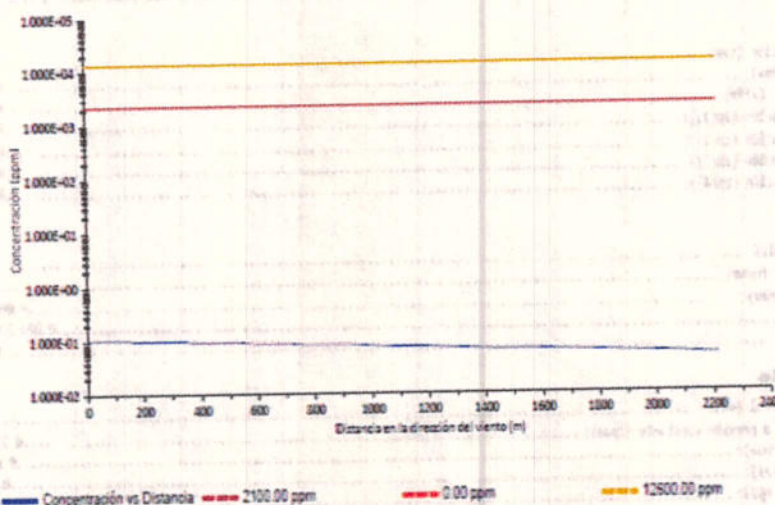


SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) GRÁFICA DE RADIACIÓN CONTRA DISTANCIA

Concentración promedio en la dirección del viento a la altura de interés (50.00 m)
A (Muy Inestable) Temp:16.0°C Hum:40 % Vto:2.0 m/s a 10.00 m



La emisión es instantánea

Fecha de impresión: miércoles, 30 de abril de 2014

SCRI Fuego 3.0

Pág. 1

Text Summary

ALOHA 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6
Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 16° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in vertical cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 1.19 meters Tank Length: 4.49 meters
Tank Volume: 5000 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 16° C
Chemical Mass in Tank: 2,261 kilograms
Tank is 90% full
Circular Opening Diameter: 5 centimeters
Opening is 0.05 meters from tank bottom
Release Duration: 2 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 4,040 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 5,029 pounds
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 188 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 499 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

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

Flammable Threat Zone

ALOHA 5.4.7

Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters

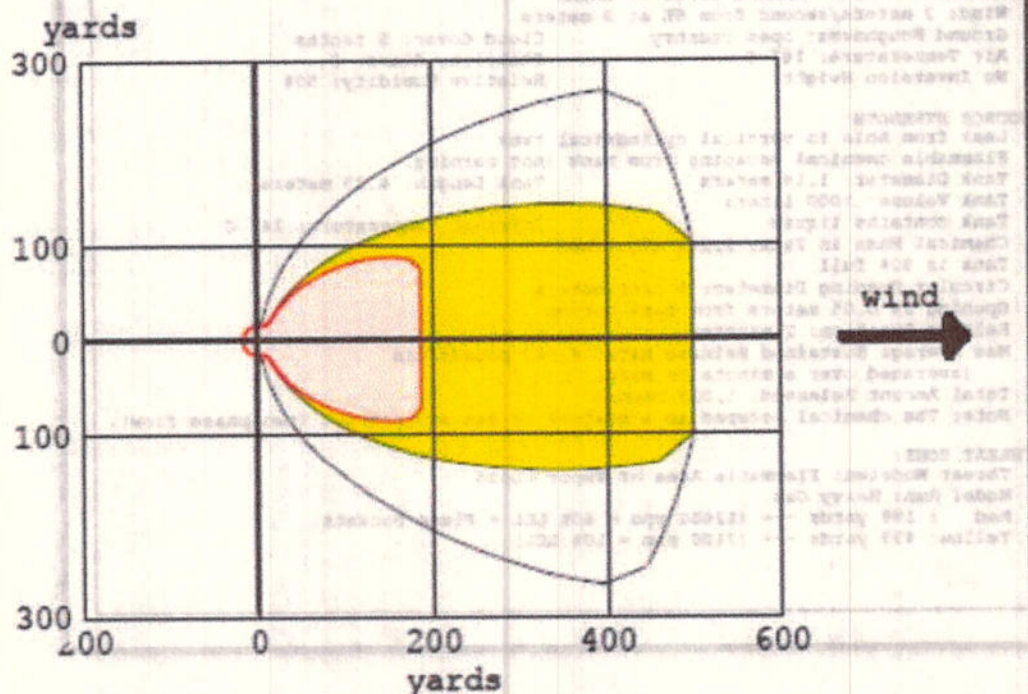
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

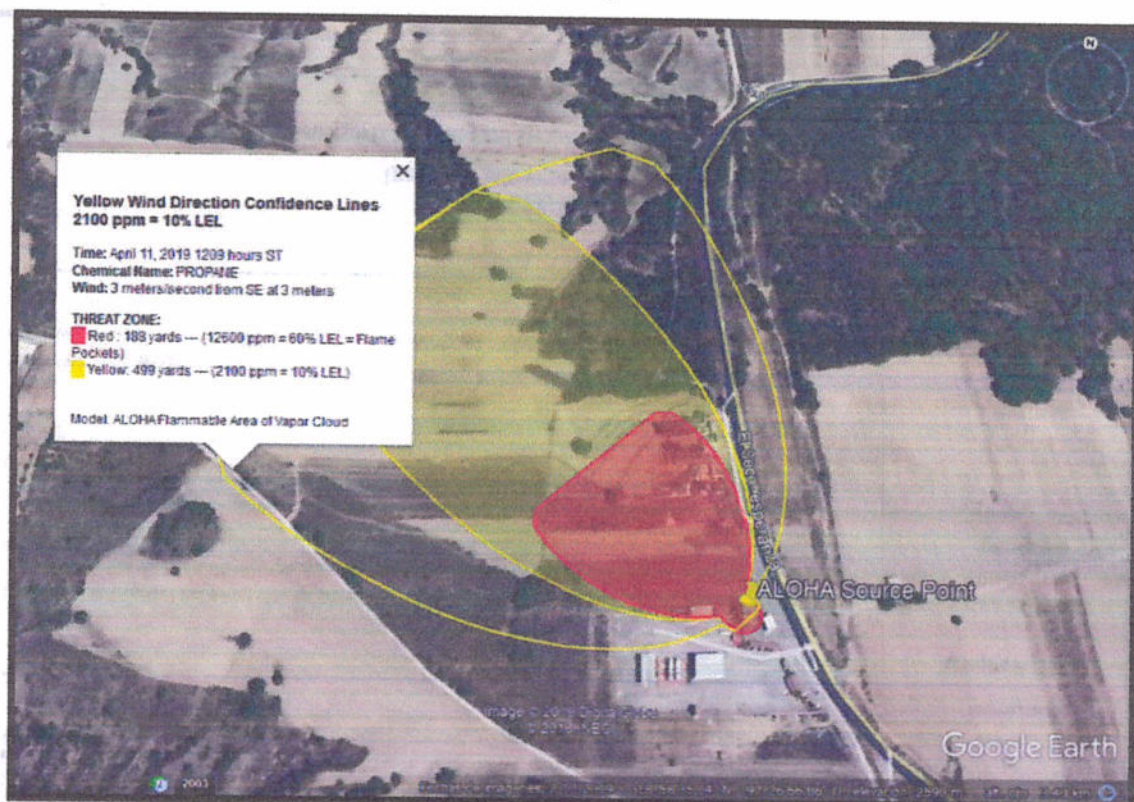
Model Run: Heavy Gas

Red : 189 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 499 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)



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



Escenario 12

Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de tanque de almacenamiento fijo de la estación de carburación al 50% de su capacidad, generándose orificio en el tanque de almacenamiento con un diámetro de 5 cm en presencia de fuentes de ignición. A una presión superior a la de alivio.



SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE NUBE INFLAMABLE (FLASHFIRE) REPORTO DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: Evento 12
Fecha: 18/04/2019 12:00:00 a.m.

Instalación

Nombre: Evento 9
Dirección: Carretera federal Puebla-Orizaba, tramo Serdán-Expiranza, km 12+000, Cd. Serdán, Puebla, Mexico, Tel. 1000000
Ubicación: Lat: 18° 58' 14.64 N Lon: 97° 26' 39.75 E

Descripción

Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de tanque de almacenamiento de la estación de carburación, al 50 % de su capacidad, generándose orificio en el tanque de almacenamiento con un diámetro de 5 cm en presencia de fuentes de ignición. A una presión superior a la de alivio.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: Gas L.P.
CAS: No Aplica

Propiedades

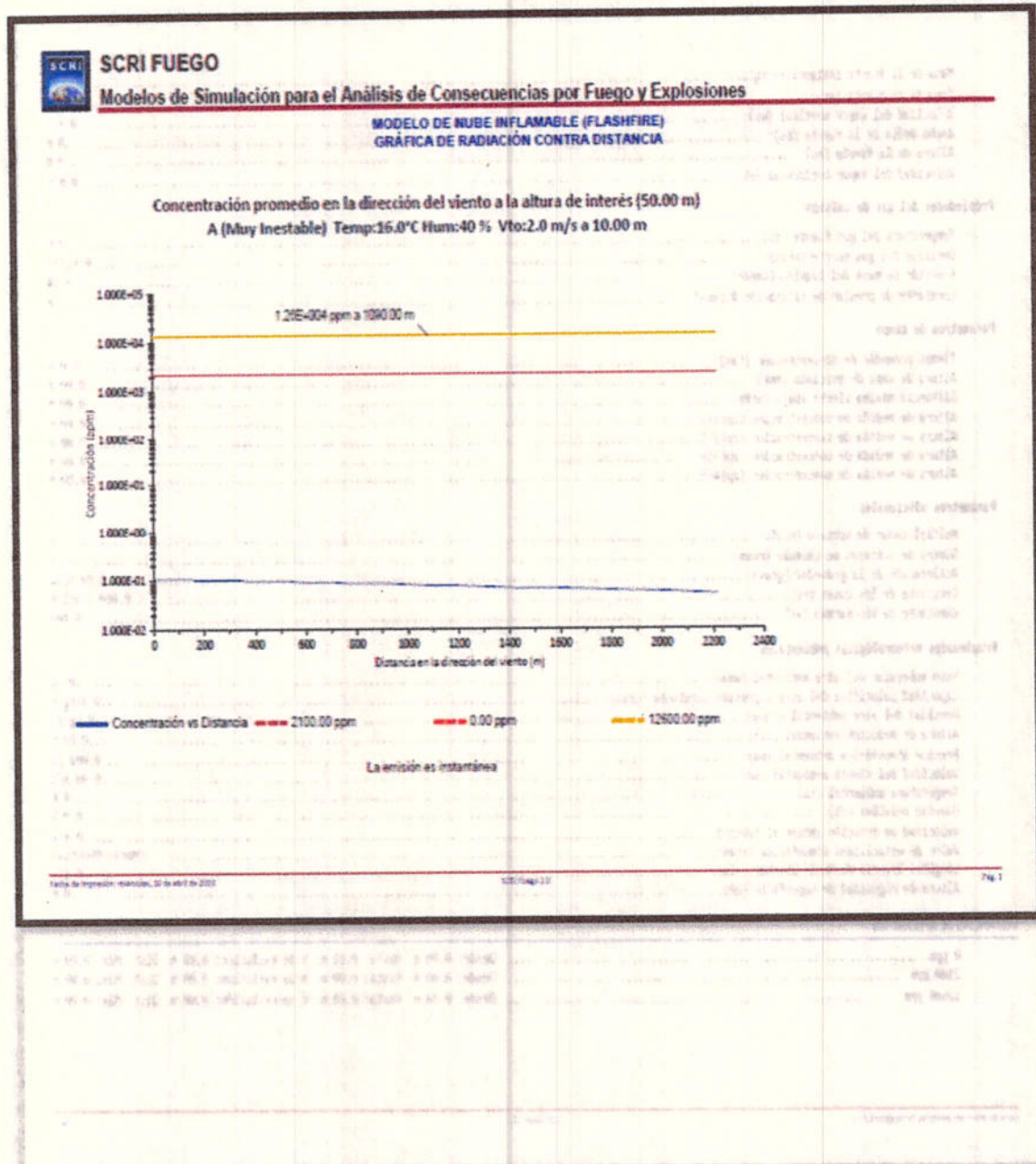
Peso Molecular 49.71 kg/kmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref. 1678.19 J/kg-K
Temperatura de Ebullición 247.73 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebul. 406524.42 J/kg
Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebul. 2271.06 J/kg-K
Densidad del líquido a Temp. Ebul. 591.82 kg/m³
Constante de Presión de saturación B -1.00 (Predeterminado = -1.0)
Constante de Presión de saturación C 0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma) 1.11
Concentración Estequiométrica 9.50 %
Calor de Combustión 40049.02 kJ/kg

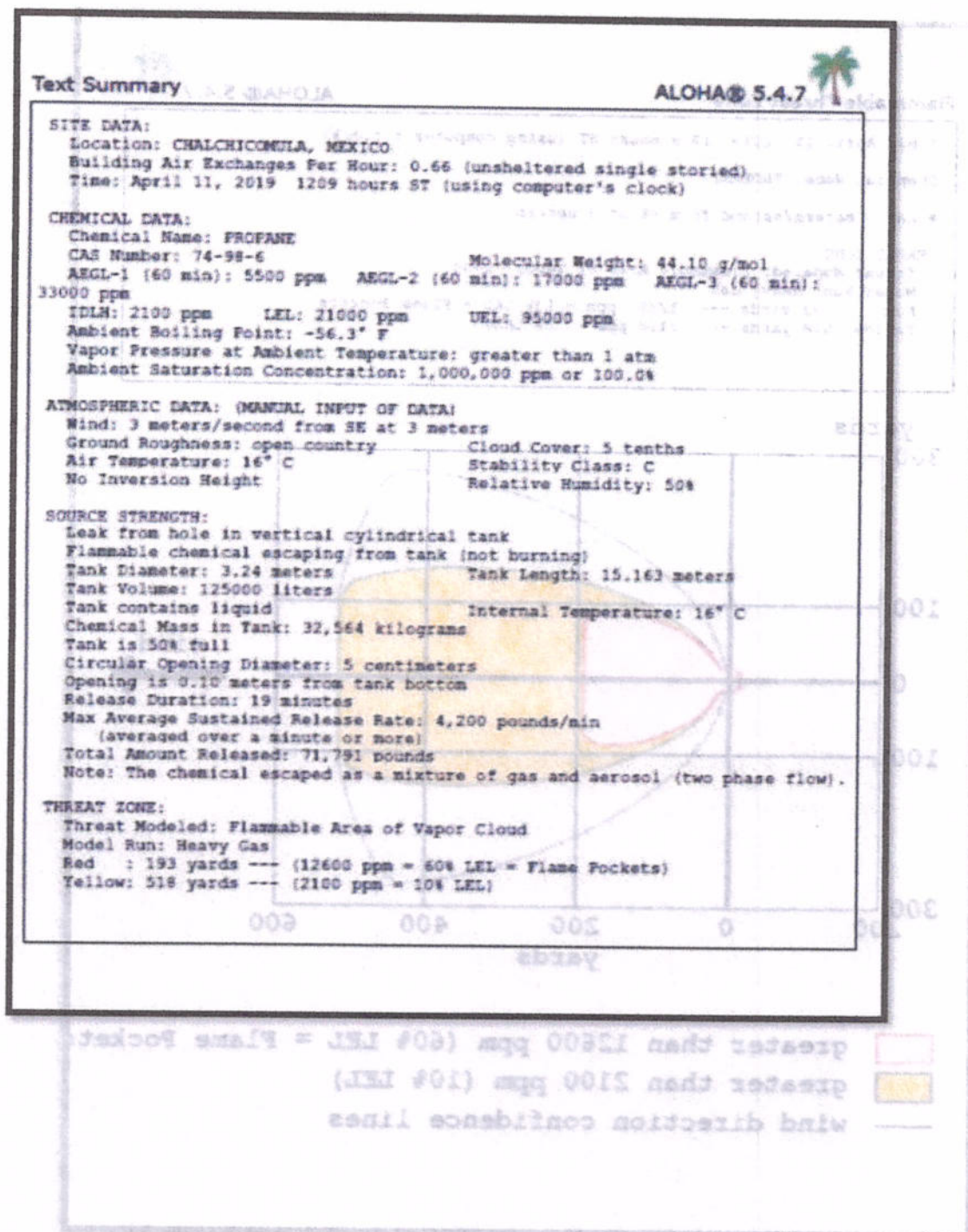
PARÁMETROS DE ENTRADA

Características de la emisión

Tipo de emisión: Emisión instantánea o de corta duración
Tasa de emisión de la masa fuente (q): 0 kg/s
Duración de la fuente continua (t_{sd}): 0 s
Masa de la fuente continua (q_{cs}): 0 kg

Masa de la fuente instantánea (qtis):	0.000	kg
Área de la fuente (as):	0.000	m ²
Velocidad del vapor vertical (vs):	0.000	m/s
Ancho medio de la fuente (ts):	0.000	m
Altura de la fuente (hs):	0.000	m
Velocidad del vapor horizontal (us):	0.000	m/s
Propiedades del gas de emisión		
Temperatura del gas fuente (ts):	0.000	K
Densidad del gas fuente (rho):	0.000	kg/m ³
Fracción de masa del líquido (cmdd):	0.000	
Constante de presión de saturación A (spa):	0.000	
Parámetros de campo		
Tiempo promedio de concentración (tav):	0.000	s
Altura de capa de mezclado (hmc):	0.000	m
Distancia máxima viento abajo (xmf):	0.000	m
Altura de medida de concentración (zp(1)):	0.000	m
Altura de medida de concentración (zp(2)):	0.000	m
Altura de medida de concentración (zp(3)):	0.000	m
Altura de medida de concentración (zp(4)):	0.000	m
Parámetros adicionales		
Multiplicador de subgrupo (mcalc):	0.000	
Número de subgrupos de cálculo (nsm):	0.000	
Aceleración de la gravedad (grav):	0.000	m/s ²
Constante de los gases (rv):	0.000	J/mol-K
Constante de Von Karman (vk):	0.000	
Propiedades meteorológicas ambientales		
Peso molecular del aire ambiental (wmaa):	0.000	kg
Capacidad calorífica del aire a presión constante (cpaa):	0.000	J/kg-K
Densidad del aire ambiental (rhoa):	0.000	kg/m ³
Altura de medición ambiental (za):	0.000	m
Presión atmosférica ambiental (pa):	0.000	pa
Velocidad del viento ambiental (ua):	0.000	m/s
Temperatura ambiental (ta):	0.000	K
Humedad relativa (rh):	0.000	
Velocidad de fricción ambiental (ustr):	0.000	m/s
Valor de estabilidad atmosférica (stab):	0.000	(Monin-Obukhov)
Longitud inversa de Monin-Obukhov (ala):	0.000	1/m
Altura de rugosidad de superficie (z0):	0.000	m
DISTANCIAS DE AFECTACIÓN		
0 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m	Dist. Mx: 0.00 m
2100 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m	Dist. Mx: 0.00 m
12600 ppm	Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m	Dist. Mx: 0.00 m





Flammable Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters

THREAT ZONE:

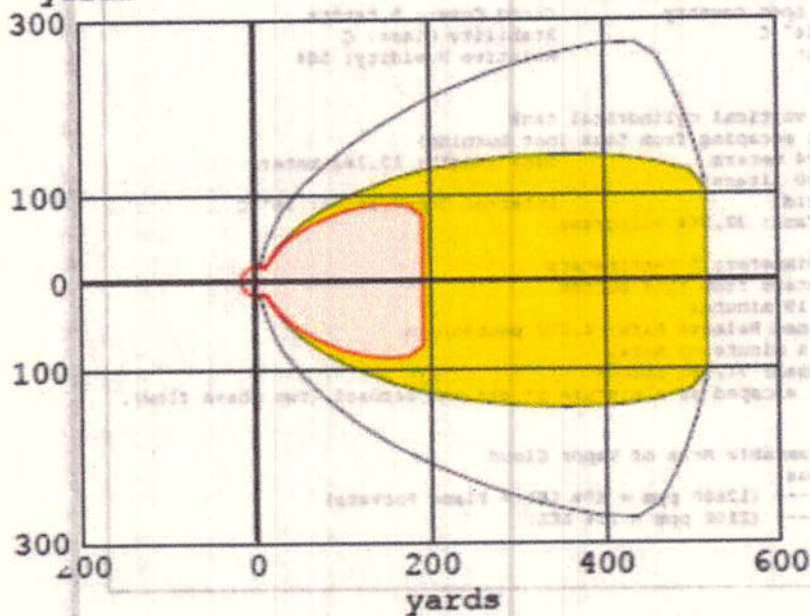
Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud

Model Run: Heavy Gas

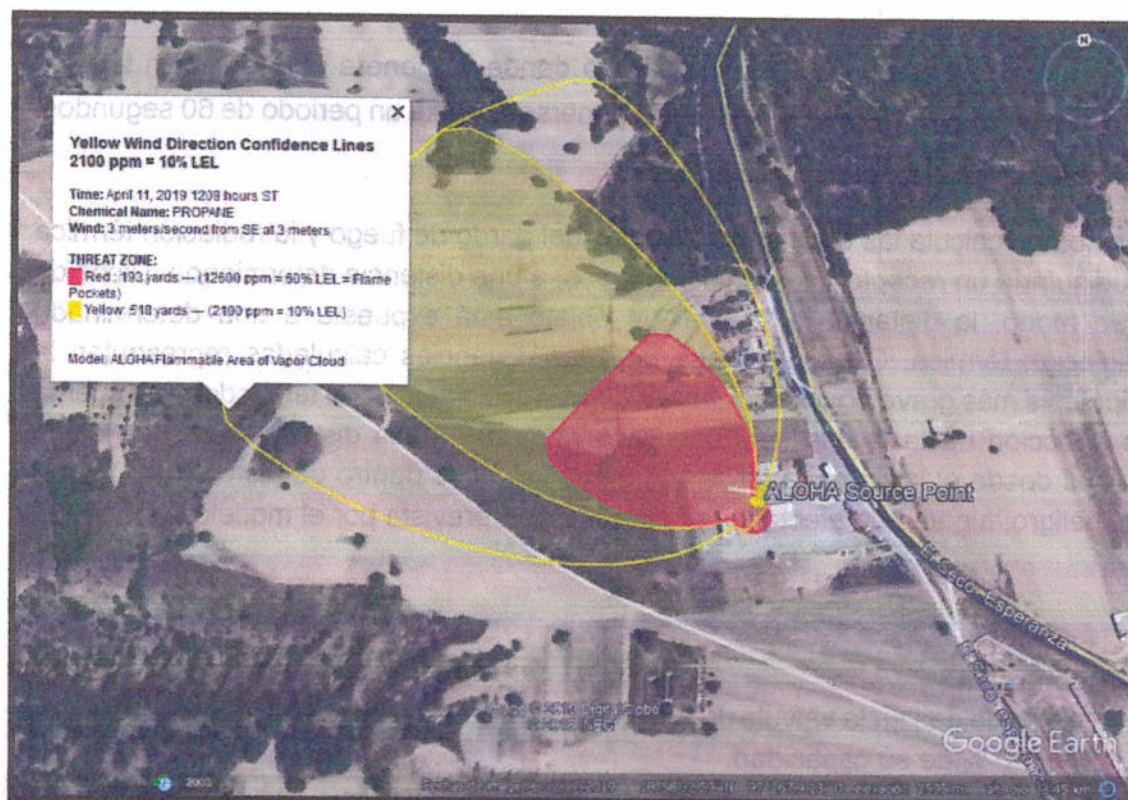
Red : 193 yards --- (12600 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)

Yellow: 518 yards --- (2100 ppm = 10% LEL)

yards



- greater than 12600 ppm (60% LEL = Flame Pockets)
- 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/ m^2 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/ m^2 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/m^2 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 teniendo 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.

Escenario 13

Incendio de gas en la válvula de seguridad de tanque de almacenamiento de gas L.P. al 90 % de su capacidad.

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 genera la aparición del dardo de fuego se ha utilizado el modelo de ALOHA 2.4.4 propuesto por la EPA, el cual se mencionó anteriormente en este estudio. Este modelo calcula la radiación superficial emitida por dicho jet fire considerando como cuerpo sólido.

A partir de la radiación superficial emitida desde el jet fire, 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/m^2 en la cual se considera "pain with" (dolor o sufrimiento).

Orange Threat Zone: delimita la zona alrededor del dardo de fuego sometida a una radiación térmica de 5 kW/m^2 y capaz de provocar quemaduras de segundo grado por una exposición por 60 seg.



SCR FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE) REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre:Evento 13
Fecha:10/04/2019 12:00:00 a.m.

Instalación

Nombre:Gas del Atlántico S.A. de C.V.
Dirección:Carretera federal Puebla-Orizaba, tramo Serdán-Esperanza, km 32+800, Cd. Serdán, Puebla, Mexico, Tel.1000000
Ubicación:lat:18° 50' 14.85 N lon:97° 26' 00.00 E

Descripción

Incendio de gas en la válvula de seguridad de tanque de almacenamiento de gas l.p. al 90 % de su capacidad.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre:Gas L.P.
CAS:No Aplica

Propiedades

Peso Molecular49.71 kg/kmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref.1678.19 J/kg-K
Temperatura de Ebullición247.73 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebul.406525.31 J/kg
Capacidad Calorífica del Líquido a Temp. Ebul.2271.06 J/kg-K
Densidad del Líquido a Temp. Ebul.591.82 kg/m3
Constante de Presión de saturación B-1.00 (Predeterminado = -1.0)
Constante de Presión de saturación C0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma)1.11
Concentración Estequiométrica9.50 %
Calor de Combustión46845.83 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Datos de la fuente

Tasa de emisión:366.67 kg/s
Diámetro del orificio:0.00 m
Coeficiente de descarga:0.00
Temperatura interna:0.00 K
Presión interna:0.00 Kpa
Altura de base de la flama:1.20 m



Estudio de Riesgo Ambiental I- Gas del Atlántico S.A. de C.V. (Planta Cd. Serdan)

Fracción radiante:0.20
Datos meteorológicos
Nombre :Cd. Srdán
Humedad relativa:40 %
Temperatura :28.2 °C (16.0 °F)

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO

Diámetro del orificio:0.00 m
Presión en la tubería:0.00 MPa
Coeficiente de descarga:0.0
Longitud de la flama:0.0 m
Tasa de emisión de masa:106.7 kg/s
Clase de emisión:Flujo Sónico

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
1.00	1.56	1.00	110127.54
2.00	2.33	1.00	45195.44
3.00	3.23	1.00	25738.62
4.00	4.18	0.98	15116.61
5.00	5.14	0.96	9786.45
6.00	6.12	0.95	6863.53
7.00	7.10	0.94	4981.77
8.00	8.09	0.92	3795.90
9.00	9.08	0.90	2981.99
10.00	10.07	0.91	2400.94

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS	
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)
1.00	115.45
0.00	0.00

Fecha de Impresión: jueves, 11 de abril de 2019 10:17:00 AM Page 2

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS	
Radiación (kW/m2)	Distancia (m)
1.00	159.30

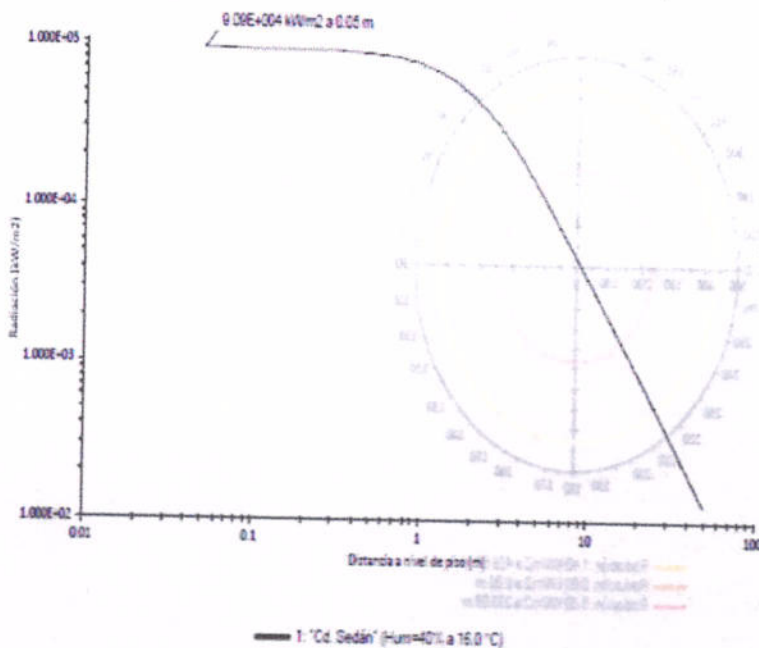


SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE)
GRÁFICA DE RADIACIÓN CONTRA DISTANCIA

Gráfica de Radiación contra Distancia a nivel de piso.



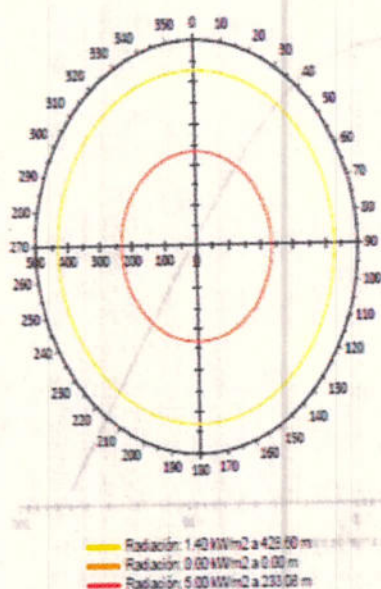


SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

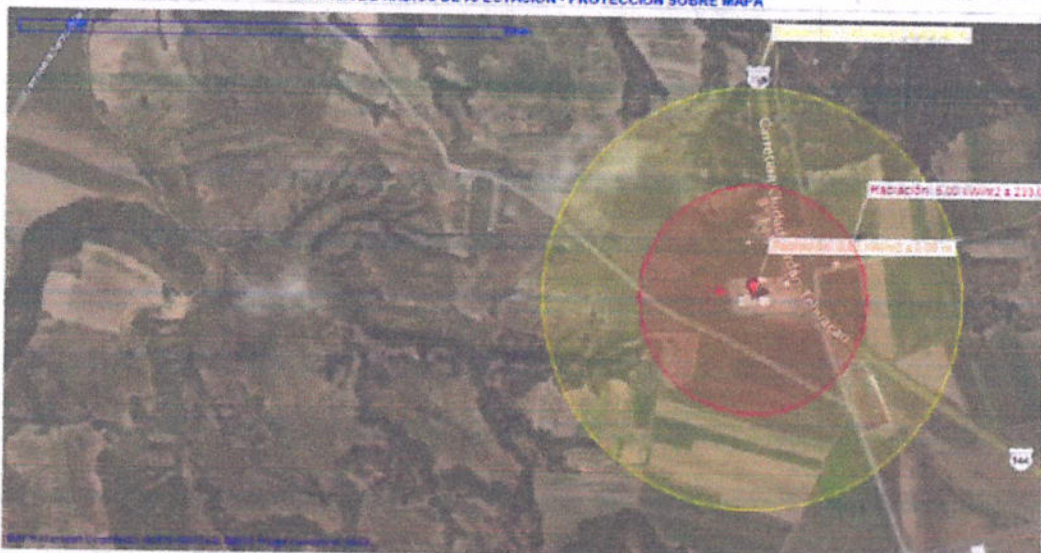
MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARTO DE FUEGO (JETFIRE)
GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN

Gráfica de Radios de Afectación



Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE)
GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN - PROYECCIÓN SOBRE MAPA



Legenda de simbolurilor utilizate: 100 de ani de la unificarea

1998

Red : 44 yards -- 15.0 (M/L) m = 2nd degree burn/wild 40 sec)
Yellow: 44 yards -- 11.4 (M/L) m)

Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6
Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

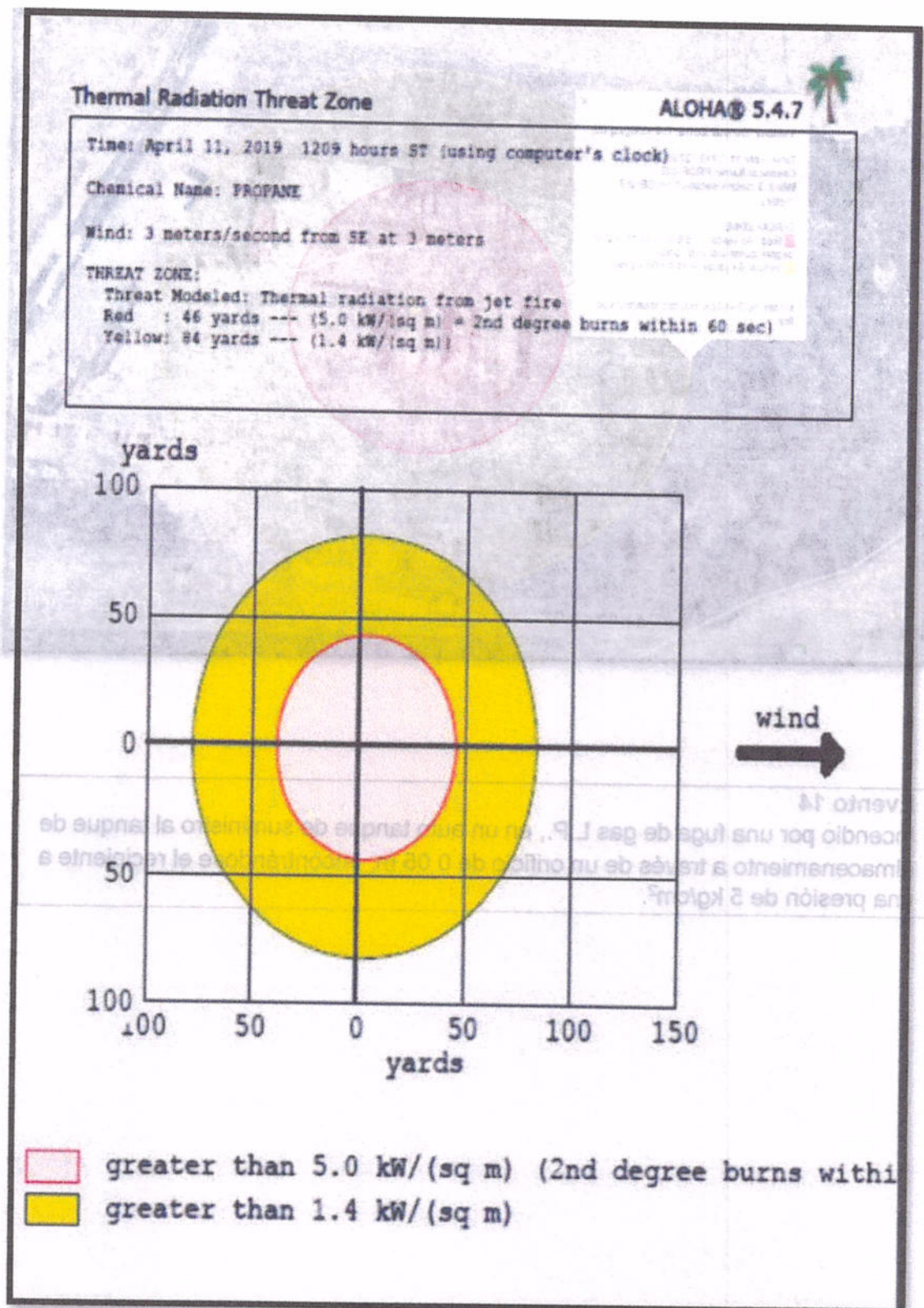
Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country
Air Temperature: 16° C
No Inversion Height
Cloud Cover: 5 tenths
Stability Class: C
Relative Humidity: 50%

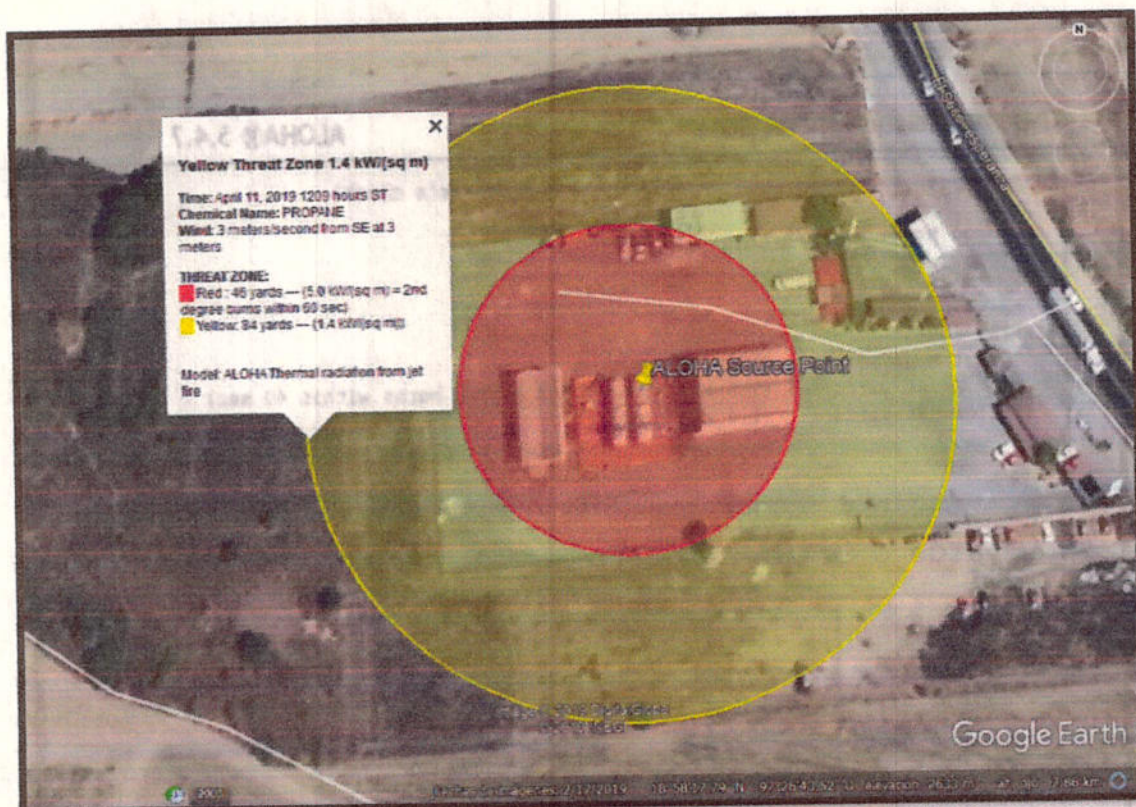
SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 3.24 meters Tank Length: 15.163 meters
Tank Volume: 125000 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 16° C
Chemical Mass in Tank: 57,022 kilograms
Tank is 90% full
Circular Opening Diameter: 5.1 centimeters
Opening is 3.24 meters from tank bottom
Max Flame Length: 22 yards
Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Burn Rate: 1,650 pounds/min
Total Amount Burned: 92,174 pounds
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:

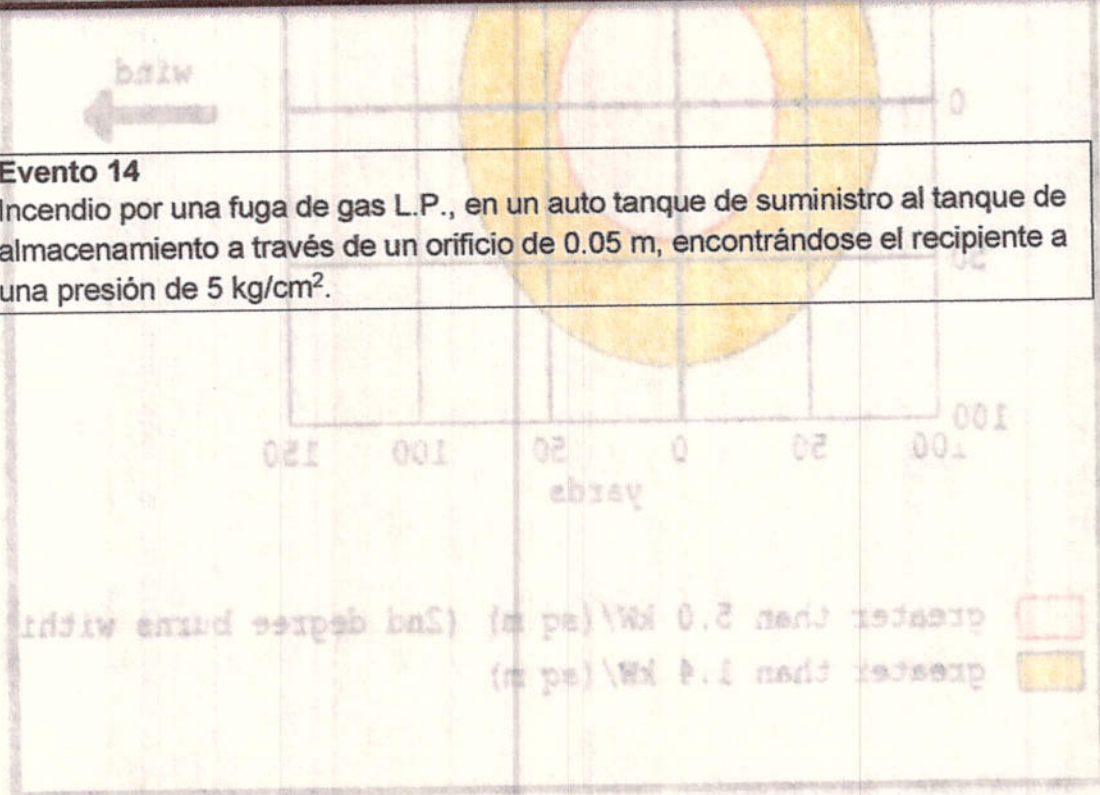
Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 46 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 84 yards --- (1.4 kW/(sq m))





Evento 14

Incendio por una fuga de gas L.P., en un auto tanque de suministro al tanque de almacenamiento a través de un orificio de 0.05 m, encontrándose el recipiente a una presión de 5 kg/cm².



 SCRI FUEGO (001-139973) (CATEDRADO A AGAS) (JAO) (MOCMEDAR)	
Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones	
MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE)	
REPORTES DE RESULTADOS	
DATOS GENERALES	
Datos de la modelación	
Nombre:	Evento 14
Fecha:	10/04/2019 12:00:00 a.m.
Instalación	
Nombre:	Gas del Atlántico S.A. de C.V.
Dirección:	Carretera federal Puebla-Orizaba, tramo Serdán-Esperanza, km 32+800, Cd. Serdán, Puebla, México, Tel.10000000
Ubicación:	Lat:18° 58' 14.85 N Lon:97° 26' 00.00 E
Descripción	
Incendio de gas en un autotank de suministro al tanque de almacenamiento a través de un orificio de 0.05 m, encontrándose el recipiente a una presión de 5 kg/cm ²	
DATOS DE LA SUSTANCIA	
Identificación	
Nombre:	Gas L.P.
CAS:	No Aplica
Propiedades	
Peso Molecular	44.10 kg/kmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref.	1678.19 J/kg K
Temperatura de Ebullición	247.73 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebul.	406524.42 J/kg
Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebul.	2271.06 J/kg K
Densidad del líquido a Temp. Ebul.	591.82 kg/m ³
Constante de Presión de saturación B	1.00 (Predeterminado = 1.0)
Constante de Presión de saturación C	0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma)	1.11
Concentración Estequiométrica	9.50 %
Calor de Combustión	46045.82 kJ/kg
PARÁMETROS DE ENTRADA	
Datos de la fuente	
Tasa de emisión:	2.76 kg/s
Diámetro del orificio:	0.05 m
Coefficiente de descarga:	1.00
Temperatura interna:	280.15 K
Presión interna:	490.33 kPa
Altura de base de la flama:	0.10 m
Fración radiante:	0.20
Datos meteorológicos	
Nombre:	Escenario para Jet Fire
Humedad relativa:	50 %
Temperatura:	293.2 K (20.0 °C)
RESULTADOS	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO	
Diámetro del orificio:	0.05 m
Presión en la tubería:	490.33 kPa
Coefficiente de descarga:	1.0
Longitud de la flama:	6.0 m
Tasa de emisión de masa:	2.8 kg/s
Clase de emisión:	Flujo Sónico

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
1.00	3.27	0.96	181.83
2.00	3.70	0.95	140.45
3.00	4.32	0.94	101.48
4.00	5.07	0.92	72.79
5.00	5.89	0.91	53.19
6.00	6.76	0.90	39.89
7.00	7.66	0.89	30.71
8.00	8.59	0.88	24.21
9.00	9.52	0.87	19.49
10.00	10.47	0.87	15.98

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS	
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)
1.48	33.44
0.00	0.00
5.00	18.00

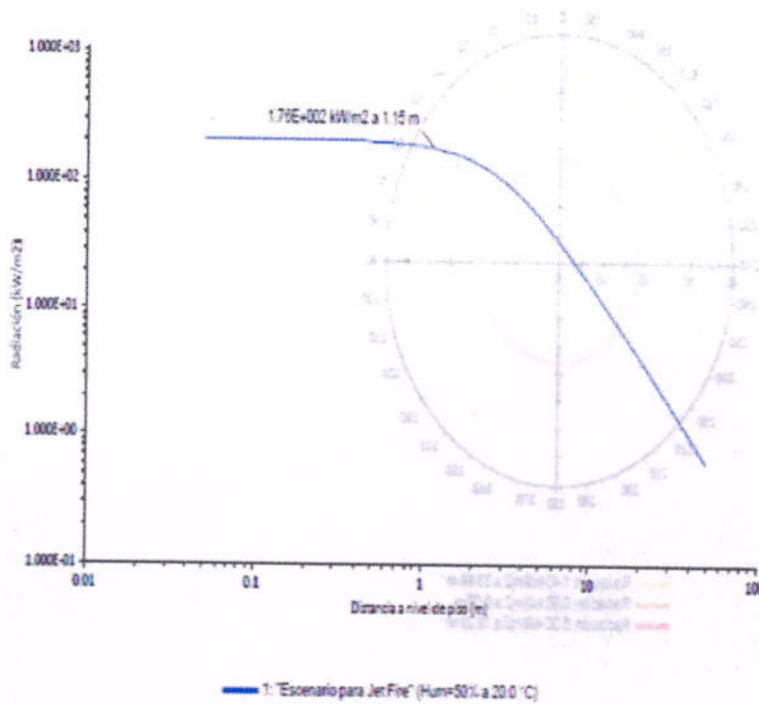


SCRÍ FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARTO DE FUEGO (JETFIRE)
GRÁFICA DE RADIACIÓN CONTRA DISTANCIA

Gráfica de Radiación contra Distancia a nivel de piso.





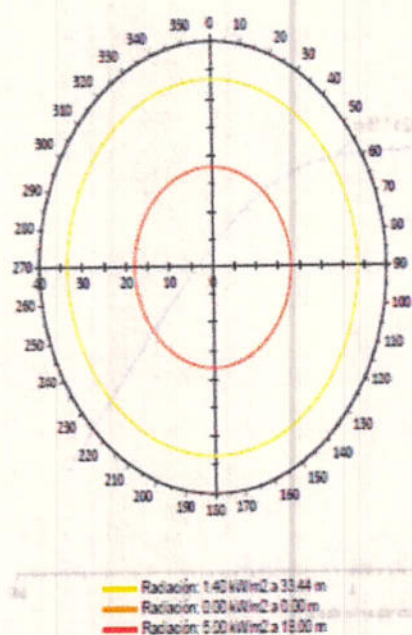
SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE)

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN

Gráfica de Radios de Afectación





SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARTO DE FUEGO (JETFIRE)
 GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN - PROYECCIÓN SOBRE MAPA



Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6
Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 23000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.2° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

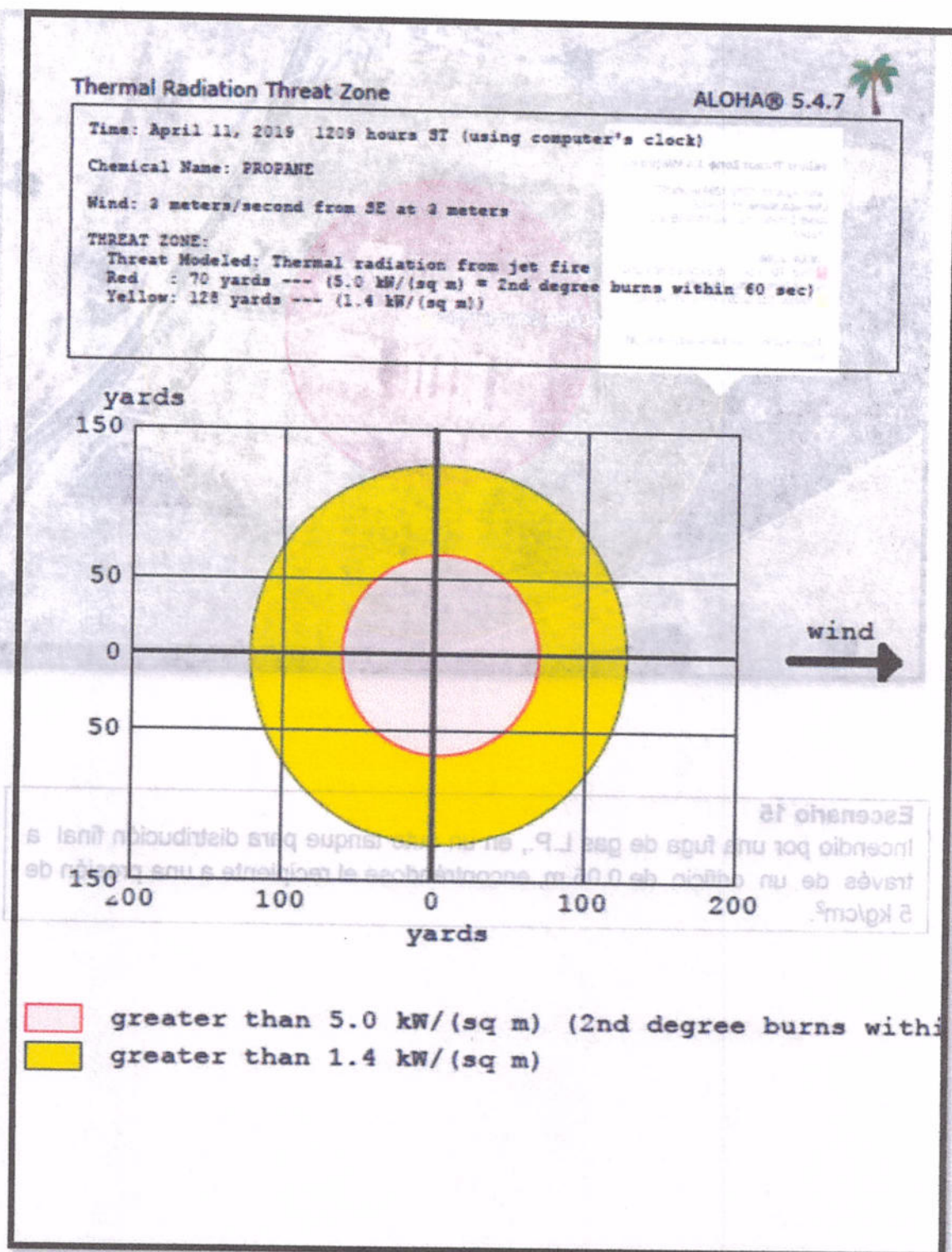
Wind: 3 meters/second from SE at 2 meters
Ground Roughness: open country
Air Temperature: 16° C
No Inversion Height
Cloud Cover: 5 tenths
Stability Class: C
Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 2.25 meters Tank Length: 11.29 meters
Tank Volume: 45000 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 16° C
Chemical Mass in Tank: 19,427 kilograms
Tank is 85% full
Circular Opening Diameter: .05 meters
Opening is 0.05 meters from tank bottom
Max Flame Length: 32 yards Burn Duration: 11 minutes
Max Burn Rate: 4,180 pounds/min
Total Amount Burned: 42,829 pounds
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:

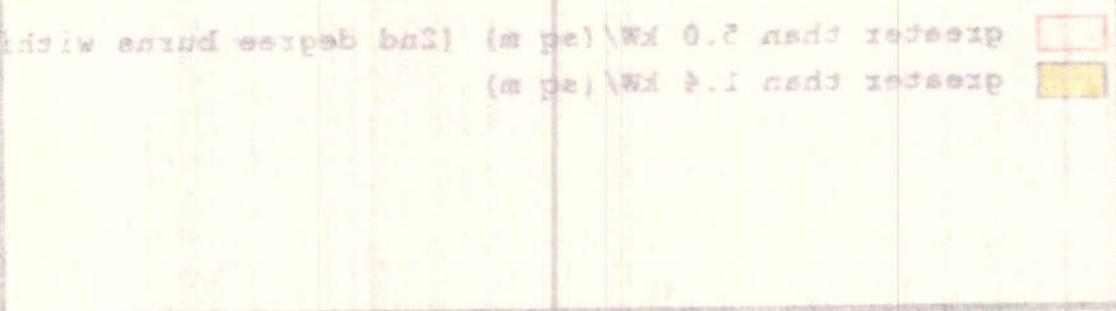
Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 70 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 128 yards --- (1.4 kW/(sq m))





Escenario 15

Incendio por una fuga de gas L.P., en un auto tanque para distribución final a través de un orificio de 0.05 m, encontrándose el recipiente a una presión de 5 kg/cm².





SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE) REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: Evento 15
Fecha: 10/04/2019 12:00:00 a.m.

Instalación

Nombre: Gas del Atlántico S.A. de C.V.
Dirección: Carretera federal Puebla-Orizaba, tramo Serdan-Esperanza, km 32+800, Cd. Serdan, Puebla, Mexico, Tel. 1800000000
Ubicación: Lat: 18° 58' 14.85 N Lon: 97° 26' 00.00 E

Descripción

Incendio de gas en un autotank de suministro al tanque de almacenamiento a través de un orificio de 0.05 m, encontrándose el recipiente a una presión de 5 kg/cm².

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: GAS L.P.
CAS: No Aplica

Propiedades

Peso Molecular: 49.71 kg/kmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref.: 1678.19 J/kg·K
Temperatura de Ebullición: 247.73 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebul.: 406525.31 J/kg
Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebul.: 2271.06 J/kg·K
Densidad del líquido a Temp. Ebul.: 501.82 kg/m³
Constante de Presión de saturación B: 1.00 (Predeterminado = 1.0)
Constante de Presión de saturación C: 0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma): 1.11
Concentración Estequiométrica: 9.50 %
Calor de Combustión: 46045.43 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Datos de la fuente

Tasa de emisión: 2.76 kg/s
Diámetro del orificio: 0.05 m
Coeficiente de descarga: 1.00
Temperatura interna: 289.15 K
Presión interna: 498.33 kPa
Altura de base de la flama: 1.20 m
Fracción radiante: 0.20

Datos meteorológicos

Nombre: Cd. Serdan
Humedad relativa: 40 %
Temperatura: 289.2 K (16.0 °C)

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO

Diámetro del orificio: 0.05 m
Presión en la tubería: 498.33 kPa
Coeficiente de descarga: 1.0
Longitud de la flama: 6.0 m
Tasa de emisión de masa: 2.8 kg/s
Clase de emisión: Flujo Sónico

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS			
Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m ²)
1.00	4.33	0.98	105.53
2.00	4.67	0.97	90.38
3.00	5.17	0.96	72.82
4.00	5.81	0.95	57.12
5.00	6.54	0.94	44.62
6.00	7.35	0.93	35.13
7.00	8.17	0.92	28.02
8.00	9.04	0.92	22.67
9.00	9.94	0.91	18.61
10.00	10.85	0.90	15.48

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS	
Radiación (kW/m ²)	Distancia (m)
1.48	54.02
0.00	0.00
5.00	18.16

El presente estudio de riesgo ambiental se realizó de acuerdo a la metodología establecida en el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo, considerando los factores de riesgo y las medidas de control que se deben implementar para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores y del público en general.

Se consideró el nivel de radiación calculado a distancias específicas, así como la distancia calculada a nivel de piso de niveles de radiación específicos.

Los resultados del estudio indican que el nivel de radiación calculado a distancias específicas es menor a los límites permitidos, lo que garantiza la seguridad y salud de los trabajadores y del público en general.

Se recomienda implementar las medidas de control que se detallan en el presente estudio, así como la capacitación y entrenamiento de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el trabajo.

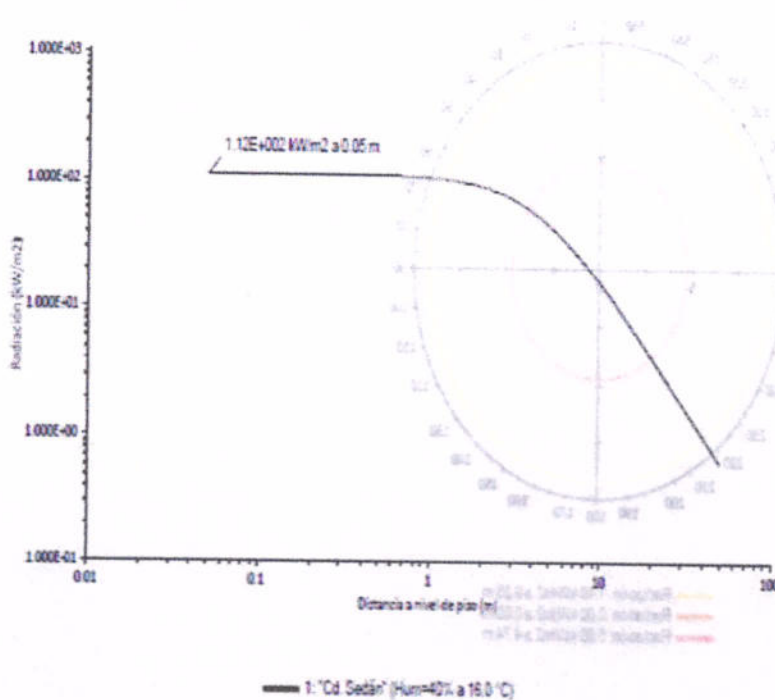


SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE) GRÁFICA DE RADIACIÓN CONTRA DISTANCIA

Gráfica de Radiación contra Distancia a nivel de piso.





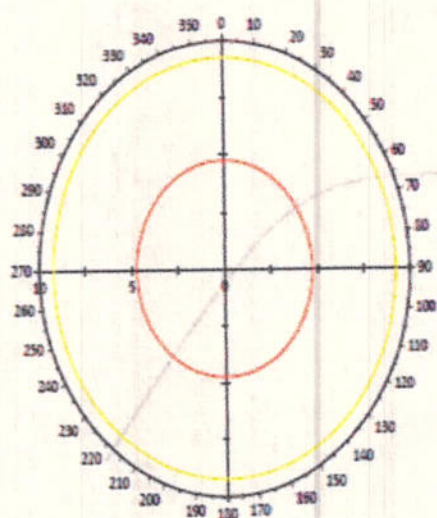
SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE)

GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN

Gráfica de Radios de Afectación



Radiación: 1.40 kW/m² a 9.23 m
 Radiación: 0.00 kW/m² a 0.00 m
 Radiación: 5.00 kW/m² a 4.74 m



Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.66 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6
Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: open country
Air Temperature: 16° C
No Inversion Height
Cloud Cover: 5 tenths
Stability Class: C
Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 2.25 meters Tank Length: 11.29 meters
Tank Volume: 45000 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 16° C
Chemical Mass in Tank: 19,427 kilograms
Tank is 85% full
Circular Opening Diameter: .05 meters
Opening is 0.05 meters from tank bottom
Max Flame Length: 32 yards Burn Duration: 11 minutes
Max Burn Rate: 4,180 pounds/min
Total Amount Burned: 42,829 pounds
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 70 yards --- (5.0 kW/(sq m) - 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 128 yards --- (1.4 kW/(sq m))

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: April 11, 2019 1209 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

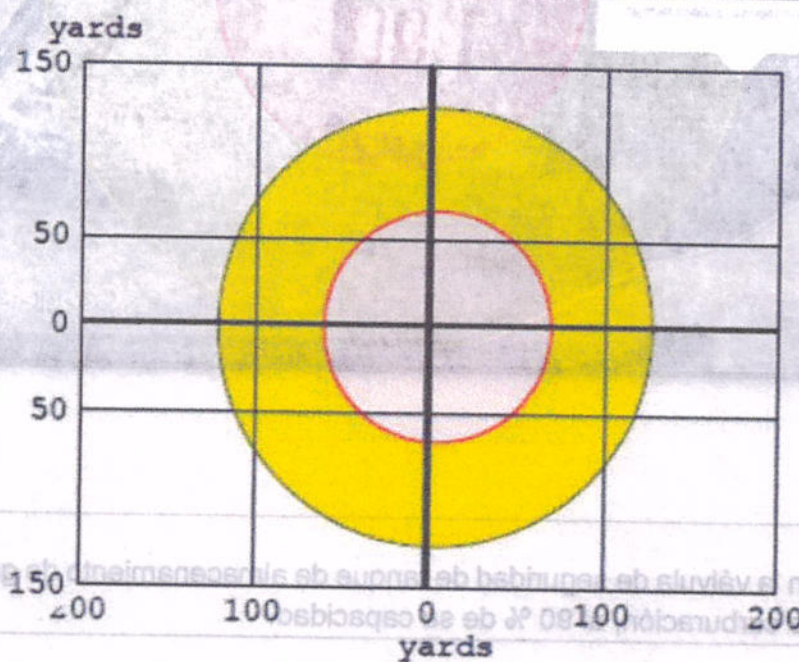
Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters

THREAT ZONE:

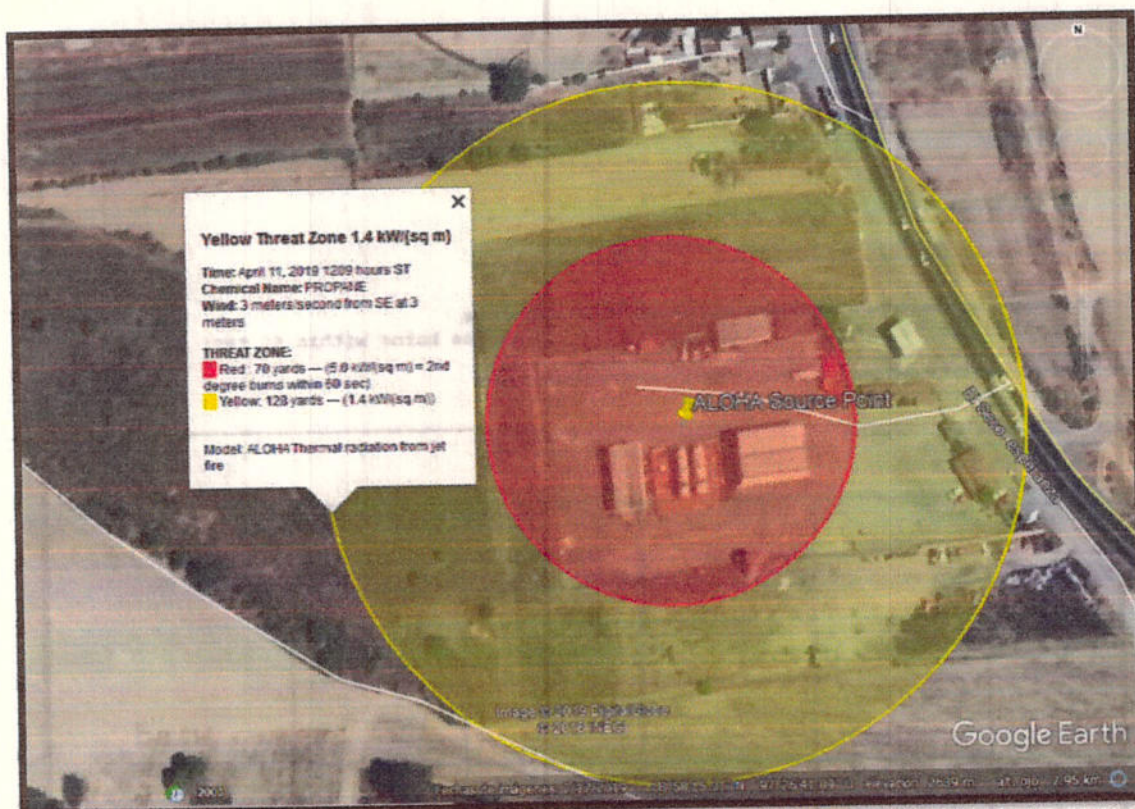
Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire

Red : 70 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 128 yards --- (1.4 kW/(sq m))

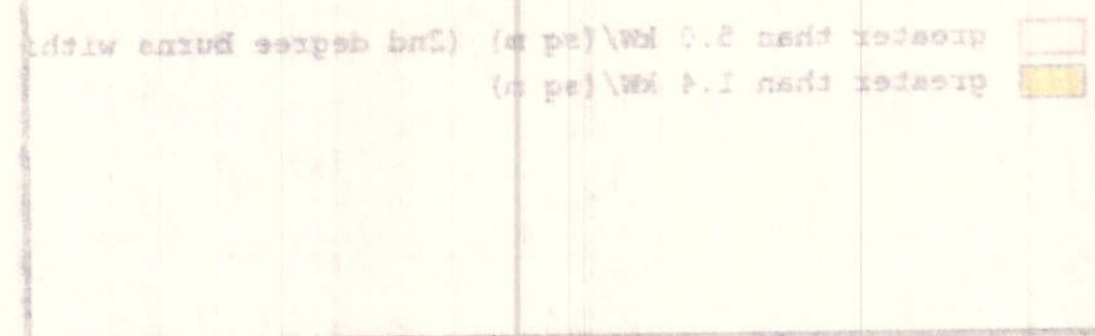


- greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
- greater than 1.4 kW/(sq m)



Escenario 16

Incendio de gas en la válvula de seguridad de tanque de almacenamiento de gas L.P de estación de carburación, al 90 % de su capacidad.





SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE) REPORTE DE RESULTADOS

DATOS GENERALES

Datos de la modelación

Nombre: Evento 16
Fecha: 10/04/2019 12:00:00 a.m.

Instalación

Nombre: Gas del Atlántico S.A. de C.V.
Dirección: Carretera Federal Puebla-Orizaba, tramo Serdán-Esperanza, km 32+800, Cd. Serdán, Puebla, México, Tel. 1000000
Ubicación: Lat: 18° 58' 14.85 N Lon: 97° 26' 00.00 E

Descripción

Incendio de gas en la válvula de seguridad de tanque de almacenamiento de gas l.p. al 90 % de su capacidad.

DATOS DE LA SUSTANCIA

Identificación

Nombre: Gas l.p.
CAS: No Aplica

Propiedades

Peso Molecular 49.71 kg/kmol
Capacidad Calorífica del Gas a Temp. Ref. 1678.19 J/kg-K
Temperatura de Ebullición 247.73 K
Calor de Vaporización a Temp. Ebul. 406525.31 J/kg
Capacidad Calorífica del líquido a Temp. Ebul. 2271.06 J/kg-K
Densidad del líquido a Temp. Ebul. 581.82 kg/m3
Constante de Presión de saturación B 1.00 (Predeterminado = 1.0)
Constante de Presión de saturación C 0.0 (Predeterminado = 0.0)
Relación de Calores específicos (Gamma) 1.11
Concentración Estequiométrica 9.50 %
Calor de Combustión 46045.83 kJ/kg

PARÁMETROS DE ENTRADA

Datos de la fuente

Tasa de emisión: 0.19 kg/s
Diámetro del orificio: 0.01 m
Coeficiente de descarga: 1.00
Temperatura interna: 289.15 K
Presión interna: 490.35 Kpa
Altura de base de la flama: 1.20 m

Fracción radiante:

Datos meteorológicos

Nombre:

Humedad relativa:

Temperatura:

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO

Diámetro del orificio: 0.01 m
 Presión en la tubería: 490.35 kPa
 Coeficiente de descarga: 1.0
 Longitud de la flama: 1.6 m
 Tasa de emisión de masa: 0.2 kg/s
 Clase de emisión: Flujo Sónico

RADIACIÓN CALCULADA A DISTANCIAS ESPECÍFICAS

Distancia a nivel de piso (m)	Distancia a fuente puntual (m)	Transmisividad	Radiación (kW/m2)
1.00	2.22	1.00	27.74
2.00	2.82	1.00	17.25
3.00	3.60	0.99	10.53
4.00	4.46	0.98	6.70
5.00	5.38	0.96	4.54
6.00	6.32	0.95	3.24
7.00	7.28	0.93	2.41
8.00	8.24	0.92	1.86
9.00	9.22	0.91	1.47
10.00	10.19	0.91	1.19

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS

Radiación (kW/m2)	Distancia (m)
1.40	9.23
0.00	0.00

Fecha de Impresión: jueves, 11 de abril de 2013

OCITE-Fuq-10

Estudio de Riesgo Ambiental

DISTANCIA CALCULADA A NIVEL DE PISO DE NIVELES DE RADIACIÓN ESPECÍFICOS

Radiación (kW/m2)	Distancia (m)
5.00	4.74



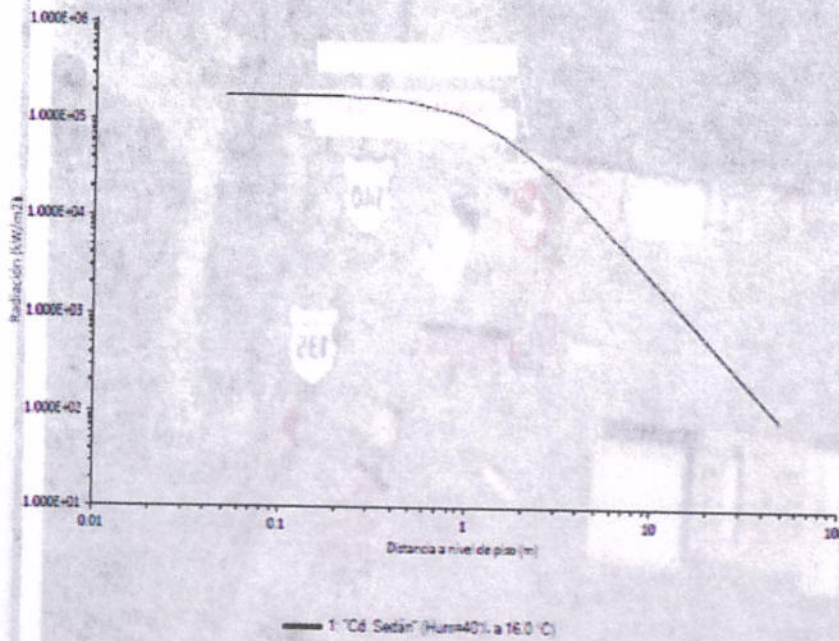
SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

SCRI FUEGO

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE) GRÁFICA DE RADIACIÓN CONTRA DISTANCIA

Gráfica de Radiación contra Distancia a nivel de piso.





SCRI FUEGO

Modelos de Simulación para el Análisis de Consecuencias por Fuego y Explosiones

MODELO DE RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARTO DE FUEGO (JETFIRE)
GRÁFICA DE RADIOS DE AFECTACIÓN - PROYECCIÓN SOBRE MAPA



Text Summary

ALOHA® 5.4.7

SITE DATA:

Location: CHALCHICOMULA, MEXICO
Building Air Exchanges Per Hour: 0.62 (unsheltered single storied)
Time: April 11, 2019 1858 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: PROPANE
CAS Number: 74-98-6 Molecular Weight: 44.10 g/mol
AEGL-1 (60 min): 5500 ppm AEGL-2 (60 min): 17000 ppm AEGL-3 (60 min): 33000 ppm
IDLH: 2100 ppm LEL: 21000 ppm UEL: 95000 ppm
Ambient Boiling Point: -56.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 16° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from short pipe or valve in vertical cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 1.19 meters Tank Length: 4.49 meters
Tank Volume: 5000 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 16° C
Chemical Mass in Tank: 2,261 kilograms
Tank is 90% full
Circular Opening Diameter: .013 meters
Opening is 4.49 meters from tank bottom
Max Flame Length: 6 yards
Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Burn Rate: 107 pounds/min
Total Amount Burned: 4,630 pounds
Note: The chemical escaped from the tank and burned as a jet fire.

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire
Red : 13 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 23 yards --- (1.4 kW/(sq m))

Thermal Radiation Threat Zone

ALOHA® 5.4.7

Time: April 11, 2019 1858 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: PROPANE

Wind: 3 meters/second from SE at 3 meters

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from jet fire

Red : 13 yards --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 23 yards --- (1.4 kW/(sq m))

yards

25

15

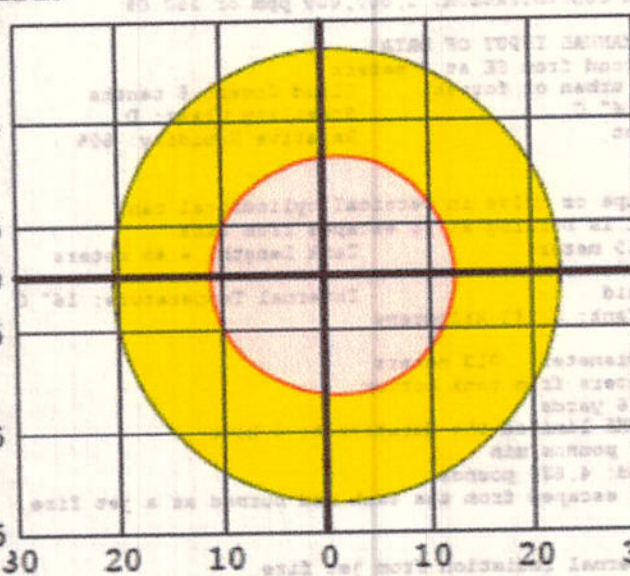
5

0

5

15

25



yards

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

greater than 1.4 kW/(sq m)



Las interacciones de riesgo respecto al almacenamiento de gas L.P. 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 generaran.

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.

V. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.

- I) *El Regulado debe realizar el análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones que se encuentren dentro de las instalaciones y de la Zona de Alto Riesgo, considerando la posibilidad de un efecto domino.*

V.1.2 INTERACCIONES DE RIESGO

Dentro de la zona donde podría generarse una interacción de riesgo a las afueras de la Planta de almacenamiento, de acuerdo al escenario 8, en una distancia de 551.26 metros para la zona de alto riesgo se encuentran plantíos de maíz, vegetación existente, casas habitación y bodega, mientras que para la zona de amortiguamiento se tiene una distancia de 1032.67 metros en la que se localiza vegetación y viviendas.

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 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 L.P. 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 *Sarrià, (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. Projectiles.

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.

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:

- 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 planes radiación térmica.
- 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 produjera este evento cuando no está confinada.
- 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

Escena	Explicación	Zona de alto riesgo (metros)	Zona de amortiguamiento (metros)	Componente ambiental afectado	Medidas preventivas
1	Formación de nube inflamable, al desconectarse la línea de suministro de gas l.p., y no se accionan las válvulas de cierre del tanque de almacenamiento de la planta, presentándose una fuente de ignición.	105.15	289.86	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación y de la poca vegetación existente y en la zona de amortiguamiento de la poca vegetación.	Cumplir con procedimiento específico establecido, colocar calzas a auto tanque, programa de mantenimiento vehicular y mantenimiento de las instalaciones, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad
2	Formación de nube inflamable, al desconectarse la línea de descarga de gas l.p. del tanque de almacenamiento y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición.	103.35	382.58	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación y en la zona de amortiguamiento de la poca vegetación existente.	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad
3	Formación de nube inflamable, al desconectarse la línea de descarga de gas l.p. del auto tanque para distribución final, y no se accionan las válvulas de cierre presentándose una fuente de ignición.	103.32	285.29	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación y en la zona de amortiguamiento de la poca vegetación existente.	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, vehículos y tuberías, colocación de calzas a autotanque, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad
4	Formación de nube inflamable, por fuga masiva a través de una válvula de seguridad de un tanque de almacenamiento, considerando diámetro de la válvula	103.32	287.12	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación y en la zona de amortiguamiento de la poca vegetación existente.	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad
5	Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de un tanque de almacenamiento al 80% de su capacidad, generando efecto en el	174.62	470.91	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación y vegetación existente alrededor del predio y en la zona de amortiguamiento de la poca vegetación existente.	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad

Escena No.	Explicación	Zona de afecto (metros)	Zona de amortiguamiento (metros)	Componente ambiental	Medidas preventivas
5	Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de un tanque de almacenamiento al 90% de su capacidad, generándose orificio en el tanque de almacenamiento con un diámetro de 5 cm fijo en presencia de fuentes de ignición.	174.65	470.91	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación y vegetación existente alrededor del predio y en la zona de amortiguamiento únicamente de la vegetación	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, cumplir con medidas de prevención indicadas en la simbología de los diferentes equipos.
6	Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de un tanque de almacenamiento fijo al 50% de su capacidad, generándose orificio en el tanque de almacenamiento con un diámetro de 5 cm en presencia de fuentes de ignición. A una presión superior a la de alivio.	174.65	470	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación y vegetación existente alrededor del predio y en la zona de amortiguamiento únicamente de la vegetación	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, cumplir con medidas de prevención indicadas en la simbología de los diferentes equipos y chequear siempre los indicadores de los tanques.
7	Bleve de tanque de almacenamiento fijo al 90 % de su capacidad, en presencia de incendio del tanque de almacenamiento contiguo colapsado, del cual se generó una nube inflamable en presencia de una fuente de ignición (escenario 6 y 7) y no se activan válvulas de seguridad y sistema contraincendios	103.32	285.29	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación y vegetación existente y en la zona de amortiguamiento de la boca	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, cumplir con medidas de prevención indicadas en la simbología de los diferentes equipos y chequear siempre los indicadores de los tanques, realizar plan de ayuda mutua con medidas como alarma y comunicación por radio para informar a la gente cuando se presente situación de emergencia
3	Formación de nube inflamable, al desconectarse la línea de suministro de gas l.p., y no se accionen las válvulas de cierre del tanque de almacenamiento	103.32	398.88	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación y vegetación existente y en la zona de amortiguamiento de la boca	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, cumplir con medidas de prevención indicadas en la simbología de los diferentes equipos y chequear siempre los indicadores de los tanques.
1	Formación de nube inflamable, al desconectarse la línea de suministro de gas l.p., y no se accionen las válvulas de cierre del tanque de almacenamiento	103.32	398.88	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación y vegetación existente y en la zona de amortiguamiento de la boca	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, cumplir con medidas de prevención indicadas en la simbología de los diferentes equipos y chequear siempre los indicadores de los tanques.

8	Bleve de tanque de almacenamiento fijo al 50 % de su capacidad, en presencia de incendio del tanque de almacenamiento antiguo colapsado, del cual se generó una nube inflamable en presencia de una fuente de ignición (escenario 6 y 7), y no se activan válvulas de seguridad y sistema contra incendios.	551.26	1032.67	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación existente alrededor del predio, casas habitación y bodega, y en la zona de amortiguamiento la vegetación y viviendas	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, cumplir con medidas de prevención indicadas en la simbología de los indicadores de los tanques, realizar plan de ayuda mutua con medidas como alarma y comunicación por radio para informar a la gente cuando se presente situación de emergencia
9	Formación de nube inflamable, por fuga masiva de gas L.P., en un auto tanque a través de un orificio de 0.05 m, encontrándose el recipiente a una presión de 5 kg/cm ² , encontrando una fuente de ignición. Generación de tanques de carburación, al 80% de su capacidad, almacenamiento de la estación de seguridad de tanque de fuga masiva por colapso de tanque de formación de nube inflamable, por la válvula	174.65	458.114	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación existente alrededor del predio, casas habitación y bodega, y en la zona de amortiguamiento la vegetación y viviendas	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, cumplir con medidas de prevención indicadas en la simbología de los indicadores de los tanques, realizar plan de ayuda mutua con medidas como alarma y comunicación por radio para informar a la gente cuando se presente situación de emergencia
10	Formación de nube inflamable, por fuga masiva a través de una válvula de seguridad de tanque de almacenamiento de la estación de carburación, considerando diámetro de 103.35	288.58		Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación existente alrededor del predio y bodega, y en la zona de amortiguamiento la vegetación	Verificar el funcionamiento de los instrumentos y equipos, de seguridad, cumplimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de los indicadores de los tanques, realizar plan de ayuda mutua con medidas como alarma y comunicación por radio para informar a la gente cuando se presente situación de emergencia

10	Formación de nube inflamable, por fuga masiva a través de una válvula de seguridad de tanque de almacenamiento de la estación de carburación, considerando diámetro de la válvula	103.32	285.29	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación existente alrededor del predio y bodega, y en la zona de amortiguamiento la vegetación.	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad cumplir con medidas de prevención indicadas en la simbología de los diferentes equipos y chequear siempre los indicadores de los tanques.
11	Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de tanque de almacenamiento de la estación de carburación, al 90% de su capacidad, generándose orificio en el tanque de almacenamiento con un diámetro de 5 cm fijo en presencia de fuentes de ignición.	171.90	456.28	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación existente alrededor del predio, algunas casas y bodega, y en la zona de amortiguamiento la vegetación y casas habitación.	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, cumplir con medidas de prevención indicadas en la simbología de los diferentes equipos y chequear siempre los indicadores de los tanques, realizar plan de ayuda mutua con medidas como alarma y comunicación por radio para informar a la gente cuando se presente situación de emergencia
8	Activar válvulas de seguridad y sistema contra incendios.	281.58	1035.67	vegetación y viviendas zona de amortiguamiento la habitación y bodega, y en la estación, vegetación existente alrededor del predio, casas instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad cumplir con medidas de prevención indicadas en la simbología de los diferentes equipos y chequear siempre los indicadores de los tanques	realizar plan de ayuda mutua con los indicadores de los tanques

12	Formación de nube inflamable, por fuga masiva por colapso de tanque de almacenamiento fijo de la estación de carburación al 50% de su capacidad, generándose orificio en el tanque de almacenamiento con un diámetro de 5 cm en presencia de fuentes de ignición. A una presión superior a la de alivio.	176.47	473.65	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación existente alrededor del predio y bodega, y en la zona de amortiguamiento la vegetación y casas habitación.	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, indicadas en la simbología de los indicadores siempre y chequear siempre los indicadores de los tanques, realizar plan de ayuda mutua con medidas como alarma y comunicación por radio para informar a la gente cuando se presente situación de emergencia
13	Incendio de gas en la válvula de seguridad de tanque de almacenamiento de gas L.P. al 90 % de su capacidad.	193.30	355.45	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación existente alrededor del predio, casas habitación y bodega, y en la zona de amortiguamiento la vegetación y casas habitación.	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, indicadas en la simbología de los indicadores siempre y chequear siempre los indicadores de los tanques, realizar plan de ayuda mutua con medidas como alarma y comunicación por radio para informar a la gente cuando se presente situación de emergencia
14	Incendio por fuga de gas L.P. en un auto tanque para distribución final a través de un orificio de 0.05 m. encontrándose el recipiente a una presión de 5 kg/cm ² .	18	33.44	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación y en la zona de amortiguamiento únicamente las instalaciones de la planta	Verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, indicadas en la simbología de los indicadores siempre y chequear siempre los indicadores de los tanques, realizar plan de ayuda mutua con medidas como alarma y comunicación por radio para informar a la gente cuando se presente situación de emergencia

14	Incendio por una fuga de gas L.P., en un auto tanque de suministro al tanque de almacenamiento a través de un orificio de 0.05 m, encontrándose el recipiente a una presión de 5 kg/cm ² .	18	33.44	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación y en la zona de amortiguamiento únicamente las instalaciones de la planta	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, vehículos, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, poner calzas a tanques, indicadas en la simbología de los diferentes equipos y chequear siempre los indicadores de los tanques.
15	Incendio por una fuga de gas L.P., en un auto tanque para distribución final a través de un orificio de 0.05 m, encontrándose el recipiente a una presión de 5 kg/cm ² .	18.16	33.02	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación y en la zona de amortiguamiento únicamente las instalaciones de la planta y un tramo muy pequeño de vegetación	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, vehículos, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, poner calzas a tanques, indicadas en la simbología de los diferentes equipos y chequear siempre los indicadores de los tanques.
16	Incendio por una fuga de gas L.P., en un auto tanque para distribución final a través de un orificio de 0.05 m, encontrándose el recipiente a una presión de 5 kg/cm ² .	4.74	9.23	Afectación principalmente de las instalaciones de la estación tanto zona de riesgo como de amortiguamiento	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, vehículos, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de instrumentos y equipos, de seguridad, poner calzas a tanques, indicadas en la simbología de los diferentes equipos y chequear siempre los indicadores de los tanques.
17	Incendio de gas en la válvula de seguridad de tanque de almacenamiento de gas L.P. al 80 % de su capacidad.			Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación existente	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de los indicadores de los tanques.
18	Formación de nube inflamable por fuga masiva por colapso de tanque de almacenamiento fijo de la estación de construcción al 80% de su capacidad, generando tráfico en el tanque de almacenamiento con un diámetro de 5 cm en presencia de fuentes de ignición. A una presión superior a la de servicio.	178.47	473.66	Afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación y casas habitación, en la zona de amortiguamiento la alrededor del predio y pedregal.	Cumplir con procedimiento específico establecido, mantenimiento de las instalaciones, tanques, y tuberías, verificar el funcionamiento de los indicadores de los tanques.

La organización básicamente centra todos sus esfuerzos en la prevención, de ahí que desde su concepción e instalación, tiene previsto la incorporación de Dispositivos de seguridad que previenen y evitan una fuga, explosión o conato de incendio, tales como:

- Válvulas de cierre neumático y control remoto.
- Excesos de flujo y separación con cierre hermético y automático. Lo que significa que el equipo está diseñado para la distribución del flujo de acuerdo a las tomas de suministro y válvulas de llenado de cilindros, por lo que de excederse el volumen suministrado, es decir que este sea mayor al requerido, el gas se conducirá a través de la línea e retorno de vapor.
- Mirilla con no retroceso, permite observar la dirección del flujo y con ello garantizar que no habrá un flujo inverso pues está provista de un dispositivo que en caso extremo de registrarse un contraflujo esta se cierra automáticamente.
- Válvulas de separación automática y cierre hermético. Este dispositivo tiene por finalidad que en caso de un movimiento o arranque de la unidad estando conectada la manguera esta se separa de la toma de suministro o descarga e inmediatamente se cierra la válvula a través de la cual se mantenía el flujo de combustible.
- Equipos acorde a las necesidades de trasiego, según área, esto es bombas para las tomas de suministro y compresor para la toma de recepción, equipos eléctricos diseñados para trabajar en atmósferas inflamables.
- Retorno de líquido automático a través de by pass.
- Las llenaderas estarán provistas de un solenoide eléctrico que permite efectuar el paro automático y con ello detener la alimentación de gas l.p. a toda la línea y por ende a todas las mangueras y válvulas de llenado.

Aunado a lo anterior, y de acuerdo a la probabilidad y grado de riesgo, se sugiere que la empresa promotora lleve a cabo las siguientes medidas de seguridad:

- Elaborar e implementar procedimientos operativos y de control.
- El personal que labore en la Planta reciba la capacitación suficiente para desempeñar sus labores en completo apego a los procedimientos operativos y lineamientos normativos y que además tenga la autoridad suficiente para hacer cumplir las medidas de seguridad establecidas.

Elaborar e implementar un programa de mantenimiento preventivo, así como de inspección a fin de verificar periódicamente el estado que guardan las instalaciones, evaluando la necesidad o no de efectuar mantenimiento correctivo, siendo la

premisa que las instalaciones estén siempre en buen estado, o bien que se detecte cualquier anomalía que pudiese poner en riesgo la seguridad. Dicho programa al menos deberá involucrar los Aspectos siguientes:

Instalación eléctrica.

- Revisión y/o cambio de luminarias, cuidando que en el área donde se maneje o almacene el gas sean las idóneas para trabajar en atmósferas inflamables.
- Revisión y/o cambio o reparación de tubería conduit.
- Revisión y/o reposición de tapas.
- Mantenimiento al sistema de tierras, en donde cabe señalar que el Cable desnudo no debe pintarse.

Instalación mecánica.

- Calibración del equipo electrónico de la estación de llenado de pintura Y de gasificación.
- Revisión de las válvulas de control de flujo y de emergencia.
- Revisión y/o en su caso cambio de las mangueras y/o tubería que Presente daños.

Instalación civil.

- Impermeabilización.
- Pintura a instalaciones en general.
- Inspección y limpieza equipo e instalaciones en general
- Limpieza del área de circulación.
- Revisión y/o limpieza de todas las áreas.
- Revisión, inspección y recarga de extintores.
- Cambio de aceite al compresor.
- Cambio de sellos.
- Revisión, mantenimiento y/o reposición de calcomanías o
- Señalamientos.
- Verificar y corroborar periódicamente el buen funcionamiento de los controles ingenieriles y administrativos, implementados de tal manera que se garantice su funcionalidad y que se analice la información derivada de estos.
- Solicitar al proveedor del equipo que indique por escrito los aspectos que se considera deben verificarse de manera periódica, así como la vida útil de cada uno de los mecanismos.
- Señalizar el área para evitar que se generen chispas o fuentes de ignición.

- Colocar en el área donde se manejen y almacenen materiales peligrosos las hojas de datos de seguridad.
 - Capacitar al personal sobre el uso e interpretación de las hojas de datos de seguridad.
- Efectuar el manejo y disposición final de los residuos peligrosos generados durante el mantenimiento y operación del equipo de envasado conforme a lo establecido en la LGPGIR y las normas oficiales mexicanas correspondientes, entre lo que destaca lo siguientes:
- Construir el almacén temporal de residuos peligrosos conforme a lo señalado en el Reglamento antes referido.
 - Darse de alta como empresa generadora de residuos peligrosos.
 - Archivar los manifiestos de entrega, recepción, transporte y disposición de los residuos peligrosos.
 - Instalar un extintor en el almacén temporal de residuos, verificar que cuenta con todos los requerimientos normativos, tales como conexión a tierra, fosa para captación de derrames, ventilación e iluminación adecuada, etc.
- Por lo que respecta a las medidas correctivas a implementar después de suscitarse una emergencia por riesgos de mayor probabilidad se procederá a:
- Efectuar el análisis del accidente, a fin de determinar la causa raíz, y con ello implementar acciones más efectivas.
 - La instalación de equipo de seguridad de alta calidad, y en su caso verificar con el proveedor la causa de falla o el problema presentado a fin de que tener certeza en la calidad de los dispositivos que se adquieren.
 - Verificar que el personal que se contrate para la instalación de los dispositivos de seguridad tenga la especialidad y capacitación técnica necesaria para el desempeño de los mismos.
 - Programar la capacitación y evaluación del personal asignado a los diferentes puestos a fin de detectar áreas de oportunidad y atender las debilidades.
 - Incrementar la supervisión de las actividades y en su caso la frecuencia de inspección y mantenimiento de las instalaciones.
- Dado que los riesgos con mayor probabilidad de ocurrencia son fugas de Gas y explosión de éste, derivado de la formación de nubes explosivas, las recomendaciones técnico-operativas, corresponden a las siguientes:

- Verificar que, previo a la operación de la Planta, se realicen pruebas de hermeticidad a la tubería que conducirá el gas L.P., y a los tanques de almacenamiento al vencimiento del último dictamen practicado o si no se observan las recomendaciones señaladas.
- En el muelle de llenado verificar que el equipo de suministro gas esté perfectamente calibrado y programado para accionarse de acuerdo con los tiempos y movimientos requeridos para el suministro del volumen deseado en cada uno de los cilindros portátiles.
- Verificar y supervisar que el sistema de tierras de las instalaciones tenga las características de diseño requeridas para asegurar su funcionamiento idóneo así como del equipo, efectuando anualmente las pruebas de resistividad, tal y como lo señala la NOM-022-STPS-2015 o la que esté vigente en su momento.
- Verificar que el equipo eléctrico que se instale sea el requerido para trabajar en atmósferas inflamables y que esté perfectamente canalizado.
- Verificar se implementen todos los mecanismos de ingeniería y control necesarios para garantizar una operación eficiente y segura.
- Capacitar y evaluar al personal a cargo de las operaciones y equipo en general, con el fin de asegurar que tiene la capacidad, responsabilidad y convicción de que las labores a desempeñar deben realizarse en completo apego a las medidas de seguridad dictadas, entre éstas, no encender fuentes de ignición (cigarros, cerillos, etc.).
- Difundir las nociones básicas de seguridad, la ubicación y uso Apropiado del equipo contra incendio (extintores, hidrantes, red de aspersores) y de los botones de paro de emergencia, las Características del gas, etc.
- Actualización e implementación del PPA (Programa para la Prevención de Accidentes).
- Establecer un programa de mantenimiento que permita garantizar la correcta operación de cada uno de los mecanismos que integrarán la Planta.
 - El sistema de llenado, integrado por mangueras de neopreno además de la verificación periódica, será objeto de sustitución cuando muestren deterioro por arrastre.
 - Un equipo de trabajo indispensable para la futura Planta de almacenamiento lo son los cilindros portátiles, cuyo mantenimiento se enfoca a cambio de válvulas.
 - Asegurarse que los dispositivos de seguridad tales como válvulas y contenedores estén correctamente ubicados y funcionen adecuadamente.
 - Realizar pruebas de hermeticidad de acuerdo a las recomendaciones del fabricante tanto a los tanques de almacenamiento como a las tuberías.

- Señalar al responsable de verificar el volumen contenido en los tanques de almacenamiento del gas, que la capacidad máxima de llenado del tanque de almacenamiento será del 90 % y verificar que el medidor de volumen funcione correctamente, en caso contrario deberá reportarlo.
- Para garantizar la seguridad vial y de las instalaciones, colocar señalamientos del límite de velocidad y el sentido de la circulación, dar indicaciones a los operadores sobre las medidas de precaución que deberán considerar en el manejo de los Cilindros portátiles.
- r) *El Regulado, deberá identificar y describir los componentes ambientales, asentamientos humanos que pueden ser afectados por los eventos de riesgo identificados, de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento determinadas, presentar los efectos sobre la integridad funcional de los ecosistemas (biodiversidad, fragilidad, hábitats, etc.) y sobre la salud humana.*

V.1.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

La Planta de almacenamiento de gas l.p. y estación de carburación se ubica sobre la Carretera Federal Puebla-Orizaba, tramo Serdán- Esperanza km 32+800, Municipio de Chalchicomula, Estado de Puebla, 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, 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.

INCENDIO DE CHARCO DE MATERIAL INFLAMABLE O JETFIRE

Debido a la ubicación de la planta, la ocurrencia de este siniestro, afectaría principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación existente alrededor del predio, casas habitación y bodega, y en la zona de amortiguamiento la vegetación y casas habitación. De acuerdo con el escenario más catastrófico simulado en el scri fuego, se tiene una zona de alto riesgo de 193.30 metros y una zona de amortiguamiento de 355.45 metros.

FORMACIÓN E INCENDIO DE NUBE DE VAPOR INFLAMABLE NO CONFINADO

De acuerdo con las metodologías y modelos realizados para este escenario; su ocurrencia tendría afectaciones principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación existente alrededor del predio y bodega, y en la zona de

amortiguamiento la vegetación y casas habitación. De acuerdo con el escenario más catastrófico simulado en el aloha, se tiene una zona de alto riesgo de 176.47 metros y una zona de amortiguamiento de 473.65 metros.

BLEVE

Como puede observarse en los diferentes escenarios para los tanques de almacenamiento de Gas L.P. la ocurrencia de este escenario representa una afectación mucho mayor para los componentes que rodean a la instalación; ya que en caso de ocurrir se presentaría una afectación principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación existente alrededor del predio, casas habitación y bodega, y en la zona de amortiguamiento la vegetación y viviendas. De acuerdo con el escenario más catastrófico simulado en el scri fuego, se tiene una zona de alto riesgo de 551.26 metros y una zona de amortiguamiento de 1032.67 metros.

V.1.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

La Planta de almacenamiento de gas l.p. y estación de combustión se ubica sobre la Carretera Federal Puebla-Orizaba, tramo Serdan- Esperanza km 32+800, Municipio de Chalchicomula, Estado de Puebla, por lo que sus principales efectos en caso de una emergencia sería su personal propio y el personal que se encuentre en las instalaciones cercanas a la planta, además de los habitantes que colindan con la fuente de emergencia.

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

INCENDIO DE CHARCO DE MATERIAL INFLAMABLE O JET FIRE

Debido a la ubicación de la planta, la ocurrencia de este siniestro, afectaría principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación existente alrededor del predio, casas habitación y bodega, y en la zona de amortiguamiento la vegetación y casas habitación. De acuerdo con el escenario más catastrófico simulado en el scri fuego, se tiene una zona de alto riesgo de 193.30 metros y una zona de amortiguamiento de 355.45 metros.

FORMACIÓN E INCENDIO DE NUBE DE VAPOR INFLAMABLE NO CONFINADO

De acuerdo con las metodologías y modelos realizados para este escenario, su ocurrencia tendría afectaciones principalmente de las instalaciones de la planta y estación, vegetación existente alrededor del predio y bodega, y en la zona de

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

- s) El Regulado deberá presentar las recomendaciones derivadas de la aplicación de las metodologías de análisis ¿Qué pasa si...? y Hazop, así como también las recomendaciones del análisis de consecuencias de la simulación de eventos de riesgo.

VI.1.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

El presente estudio se realizó utilizando como apoyo los datos de la memoria técnica descriptiva de las instalaciones de la Planta y Estación de Carburación; sus planos mecánicos, civil, eléctrico, isométricos, sistemas contra incendio y arreglo general.

Las recomendaciones que se indican están orientadas al mejoramiento de la operación y del mantenimiento de los equipos de manera general en toda la instalación (planta de almacenamiento y estación de carburación):

- Supervisar la aplicación del procedimiento de descarga de remolques-tanque a tanque de almacenamiento, verificando que la posición de las válvulas de servicio sea la correcta de acuerdo con 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 planta, con el fin de llevar a cabo los cambios y limpiezas de los accesorios, válvulas, mangueras, conectores, coples, manómetros y medidores de flujo.
- Supervisar en forma permanente la operación de recepción y suministro de los tanques de almacenamiento de la Planta y Estación de carburación.
- 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.
- Verificar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-028-STPS-1994, respecto a los sistemas de identificación y codificación de los equipos de Identificación de tuberías.
- 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 todo el personal que labora en las instalaciones de la Planta cuente con el equipo necesario de protección personal y de primeros auxilios de acuerdo con el trabajo que este realice.
- Verificar la correcta disposición de los residuos industriales generados dentro de las instalaciones.
- Cabe señalar, 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 manuales de operación 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, ya que pueden verse deteriorados por factores climatológicos y tránsito.
- Realizar simulacros de evacuación general por lo menos una vez al año.
- 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 tanque de 250,000 litros, 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.

Así mismo de acuerdo a la metodología What if...? Y HAZOP, realizadas para el presente estudio, se tienen las siguientes recomendaciones:

No. Caso	DESCRIPCIÓN DEL EVENTO	EVALUACIÓN DEL RIESGO	CONSECUENCIAS	RECOMENDACIONES
1	Se detecta una fuga de gas en la zona de almacenamiento de los tanques de 250,000 litros.	Alto	Se detecta una fuga de gas en la zona de almacenamiento de los tanques de 250,000 litros.	• Verificar el estado de los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros en buen estado. • Realizar mantenimiento preventivo a los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros limpios. • Verificar el estado de los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros en buen estado. • Realizar mantenimiento preventivo a los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros limpios.
2	Se detecta una fuga de gas en la zona de almacenamiento de los tanques de 250,000 litros.	Alto	Se detecta una fuga de gas en la zona de almacenamiento de los tanques de 250,000 litros.	• Verificar el estado de los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros en buen estado. • Realizar mantenimiento preventivo a los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros limpios. • Verificar el estado de los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros en buen estado. • Realizar mantenimiento preventivo a los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros limpios.
3	Se detecta una fuga de gas en la zona de almacenamiento de los tanques de 250,000 litros.	Alto	Se detecta una fuga de gas en la zona de almacenamiento de los tanques de 250,000 litros.	• Verificar el estado de los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros en buen estado. • Realizar mantenimiento preventivo a los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros limpios. • Verificar el estado de los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros en buen estado. • Realizar mantenimiento preventivo a los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros limpios.
4	Se detecta una fuga de gas en la zona de almacenamiento de los tanques de 250,000 litros.	Alto	Se detecta una fuga de gas en la zona de almacenamiento de los tanques de 250,000 litros.	• Verificar el estado de los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros en buen estado. • Realizar mantenimiento preventivo a los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros limpios. • Verificar el estado de los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros en buen estado. • Realizar mantenimiento preventivo a los diques de contención de los tanques de 250,000 litros. • Mantener los diques de contención de los tanques de 250,000 litros limpios.

ACCIONES RECOMENDADAS		CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIONES RECOMENDADAS	
Membros del equipo:		No. Plano:		ACCIONES RECOMENDADAS	
Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calte Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		PLA-ME-01		ACCIONES RECOMENDADAS	
No. CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIONES RECOMENDADAS	Membros del equipo:
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 esta para que las operaciones sean seguras - Inspección y supervisión de la planta. - Mantenimiento preventivo y correctivo. - Llevar bitácora de mantenimiento.	- Ver diseño e instalación de esta para que las operaciones sean seguras - Inspección y supervisión de la planta. - Mantenimiento preventivo y correctivo. - Llevar bitácora de mantenimiento.
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 esta para que las operaciones sean seguras - Inspección y supervisión de la planta. - Mantenimiento preventivo y correctivo. - Llevar bitácora de mantenimiento. - Procedimientos de operación.	- Ver diseño e instalación de esta para que las operaciones sean seguras - Inspección y supervisión de la planta. - Mantenimiento preventivo y correctivo. - Llevar bitácora de mantenimiento. - Procedimientos de operación.
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 interferir 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.	- 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.
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.	- 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.
5	¿Qué pasaría si existiera una gran cantidad de líquidos en bomba cavitaria.	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	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

ACCESORIOS. BOMBAS.		Area:	Fecha:	No. Plano:	Miembros del equipo:
No. CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCION RECOMENDADA	
6	¿Que pasaría si la bomba no gira? ¿Que pasaría si la bomba no gira? ¿Que pasaría si la bomba no gira?	Posible vibración. Daño por sobrecalentamiento del motor. Posible vibración. Daño por sobrecalentamiento del motor. Posible vibración. Daño por sobrecalentamiento del motor.	Posible vibración. Daño por sobrecalentamiento del motor. Posible vibración. Daño por sobrecalentamiento del motor. Posible vibración. 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.	
7	¿Que pasaría si existiera un calentamiento del motor o sobrecarga del motor? ¿Que pasaría si existiera un calentamiento del motor o sobrecarga del motor?	Posiblemente el motor se sobrecargado. Podría sobrecalentarse el motor.	Posiblemente el motor se sobrecargado. Podría sobrecalentarse el motor.	Mantenimiento preventivo y correctivo. Supervisión en la operación.	
8	¿Que pasaría si existiera una transferencia lenta de gas vapor? ¿Que pasaría si existiera una transferencia lenta de gas vapor?	Existiría un mal funcionamiento del compresor. Posible vibración. Posible explosión. Existiría un mal funcionamiento del compresor. Posible vibración. Posible explosión.	Existiría un mal funcionamiento del compresor. Posible vibración. Posible explosión. Existiría un mal funcionamiento del compresor. Posible vibración. Posible explosión.	Revisión de diseño, operación e instalación. Mantenimiento preventivo y correctivo.	

RECEPCIÓN Y SUMINISTRO		Fecha: 1/marzo/2019	No. Plano: PLA-ME-01	Miembros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández
No. CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA
9	¿Qué pasaría si se colocara bien la válvula de globo a la punta de llenado de la toma de recepción, 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 rellenado para líquido.	Al existir una fuga se formaría una nube inflamable. Posible formación de un flamazo. Posible explosión.	Supervisión en la operación. Colocar pull-away. Mantenimiento preventivo y correctivo. Procedimiento de operación y mantenimiento.
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.
11	¿Qué pasaría si existiera gas atrapado de presión que sería mayor y entraría en operación la válvula de relevo hidrostático. 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. Este sucedería siempre y cuando las válvulas de relevo no funcionarían.	• Presión diferencial muy avanzada. • Rotamientos malos o atascados. • Mantenimiento preventivo y correctivo. • Revisión de diseño, operación e instalación. • Accionar alarma: preventivo y correctivo. • Supervisión y mantenimiento las patas o bien estén. • Pato automático

202

202

Área: ESTACIÓN DE CARBURACIÓN		Fecha: 1/marzo/2019	No. Plano: PLA-ME-01	Miembros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
No. CASO	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA	
17	¿Qué pasaría si se colocara bien la válvula de globo a la punta de llenado de la descarga del transporte, existiera una fuga en la válvula de globo a la operación de recepción, es decir al acoplador de este sucedería en la toma de recepción, es posible explosión. ¿Qué pasaría si en la operación de recepción, se sobrepresionara la tubería de gas líquido en la descarga?	Esto se debe a que no se colocará bien la válvula de globo a la punta de llenado de la descarga del transporte, existiera una fuga en la válvula de globo a la operación de recepción, es decir al acoplador de este sucedería en la toma de recepción, es posible explosión. Posible formación de una nube inflamable. Posible formación de una atmósfera inflamable. Posible fuga de gas con posible formación de una atmósfera inflamable. Posible flamaazo.	Al existir una fuga se formaría una nube inflamable. Posible formación de una flamaazo. Posible explosión. Posible formación de una nube inflamable.	Supervisión en la operación. Colocar pull-away. Mantenimiento preventivo y correctivo. Procedimiento de operación y mantenimiento.	
18	¿Qué pasaría si en la operación de recepción, se sobrepresionara la tubería de gas líquido en la descarga?	* Se abriría la válvula de relévo hidrostático de acción pop. Existiría un aumento de presión que sería mayor y entraría en operación la válvula de relévo hidrostático.	Fuga de gas con posible formación de una atmósfera inflamable. Posible flamaazo.	Supervisión en la operación. Mantenimiento preventivo y correctivo. Procedimiento de operación y mantenimiento.	
19	¿Qué pasaría si existiera gas atrapado de presión que sería mayor y entraría en la tubería de gas de descarga de gas líquido?	Existiría un aumento de presión que sería mayor y entraría en la tubería de gas de descarga de gas líquido. Posible formación de una nube inflamable.	Posible ruptura de la minilla con fuga de gas l.p. provocando con esto una posible atmósfera inflamable. Esto sucedería siempre y cuando las válvulas de relévo no funcionaran.	Pero automático. Supervisión y mantenimiento. Accionar alarma. Pto automático.	

No. CASO		PREGUNTA/CASO		RESPUESTA		CONSECUENCIA/PELIGRO		ACCIÓN RECOMENDADA	
20		¿Qué pasaría si existiera una falla en la envolvente metálico del remolque tanque en la superficie en la que se encuentra el gas-vapor.		Fuga de material de manera continua. Al incendiarse podría aumentar la temperatura del gas-vapor.		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 envolvente del semirremolque pudiendo crear una nube inflamable.		Pareo automático Supervisión y mantenimiento Accionar alarma. Colocar un sistema de enfriamiento en la zona.	
18		¿Qué pasaría si existiera una falla en las válvulas de seguridad?		No funcionan las válvulas de seguridad.		Posible formación de nube inflamable.		Procedimiento de operación y mantenimiento Mantenimiento preventivo y correctivo.	
21		¿Qué pasaría si 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 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 válvula de entrada al tanque de almacenamiento?		Posible formación de nube inflamable con la consecuencia de que al formarse el incendio podría crear una nube inflamable.		Pareo automático Supervisión y mantenimiento Accionar alarma. Colocar un sistema de enfriamiento en la zona.	
Área: ESTACIÓN DE CARBURACIÓN		Fecha: 1/marzo/2019		No. Plano: PLA-ME-01		Miembros del equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández			

No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA	Miembros del equipo:
	Area: ESTACIÓN DE CARBURACIÓN	Fecha: 1/marzo/2019	No. Plano: PLA-ME-01		Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández
22	¿Qué pasaría si presenta una desconexión de la manguera de suministro al vehículo que se está cargando?	Se provocaría una fuga de gas L.P.	Posible formación de nube inflamable con la consecuencia de que al formarse el incendio podría crear una nube inflamable.	Paro automático Supervisión y mantenimiento Accionar alarma. Colocar un sistema de enfriamiento en la zona.	

Nombre del estudio: Análisis HAZOP		Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación		Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
NODO 1		Palabra guía		Desviación	
1.1		2º		flujo	
				No hay	
				Conexión en auto	
				acoplamiento	
				inadecuado de las líneas	
				conducción, rández	
				Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Desconexión de la manguera de la toma de recepción y no se accionan las válvulas de seguridad.	
				Realización de mantenimientos preventivos a dispositivos	
				Revisión de equipos y accesorios que conforman al sistema antes del llenado de tanques	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
				Fuga de Gas L.P.	
				Formación de nubes inflamables.	
				Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	
				Ing. Ma. Erika Ortiz Hernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	

Nombre del estudio: Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación	Propósito de acuerdo al diseño: 1. Recepción de Gas L.P. (para planta de almacenamiento y estación de carburación)
--	--

NODO 1	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias				Recomendaciones	
				Consecuencias				Recomendaciones	
1.2	No	tanque auto no se calza en auto	tanque auto no se colocaron las calzas en auto	Desplazamiento de la unidad.	Fuga de Gas L.P.	Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Revisión de equipos y accesorios que conforman al sistema	Realización de mantenimientos preventivos a dispositivos	Verificar que se siga el procedimiento para la recepción del gas L.P.

1.3	Distinto	Equipo o sistema DISTINTO al requerido	Se instala un sistema de descarga del auto tanque superior a la capacidad de diseño (fluj) de las líneas de conducción.	Fuga de Gas L.P.	Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Incremento de presión en líneas de conducción.	Accionamiento de las válvulas de seguridad.	Mantenimiento preventivo	Verificar el funcionamiento y cumplimiento de procedimientos

1.3	Distinto	Equipo o sistema DISTINTO al requerido	Se instala un sistema de descarga del auto tanque superior a la capacidad de diseño (fluj) de las líneas de conducción.	Fuga de Gas L.P.	Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Incremento de presión en líneas de conducción.	Accionamiento de las válvulas de seguridad.	Mantenimiento preventivo	Verificar el funcionamiento y cumplimiento de procedimientos

1.3	Distinto	Equipo o sistema DISTINTO al requerido	Se instala un sistema de descarga del auto tanque superior a la capacidad de diseño (fluj) de las líneas de conducción.	Fuga de Gas L.P.	Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Incremento de presión en líneas de conducción.	Accionamiento de las válvulas de seguridad.	Mantenimiento preventivo	Verificar el funcionamiento y cumplimiento de procedimientos

1.3	Distinto	Equipo o sistema DISTINTO al requerido	Se instala un sistema de descarga del auto tanque superior a la capacidad de diseño (fluj) de las líneas de conducción.	Fuga de Gas L.P.	Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Incremento de presión en líneas de conducción.	Accionamiento de las válvulas de seguridad.	Mantenimiento preventivo	Verificar el funcionamiento y cumplimiento de procedimientos

Nombre del estudio: Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación	Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones	Procedimiento de verificación de condiciones de seguridad antes de iniciar actividad	1.4	Mas	de presión	Aumento de presión	Equipo o sistema de medición

Nombre del estudio: Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación	Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones	2. Suministro de gas L.P. para distribución final	Plano: PLA-ME-01 Fecha: 13/dic/2018 Versión: Primera	2.1	No	No hay flujo	Conexión inadecuado de las líneas de conducción.	Desconexión de la manguera de la toma de suministro (carga). Fuga de Gas L.P. Formación de nubes inflamables. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y acuerdos a la actividad

Nombre del estudio: Análisis HAZOP		Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P.		Propósito de acuerdo al diseño: 2. Suministro de gas L.P. para distribución		Plano: PLA-ME-01		Fecha: 13/dic/2018		Versión: Primera	
Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández		Ing. Daniel Calte Mendoza		Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Plano: PLA-ME-01		Fecha: 13/dic/2018		Versión: Primera	
Palabra guía		Desviación		Causas posibles		Consecuencias		Recomendaciones		NODO 2	
2.2		No		No se colocaron las calzas. No se accionó el freno de la unidad. Sismo.		Desplazamiento de la unidad. Desacoplamiento de las conexiones. Fuga de Gas L.P. Formación de nubes inflamables. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.		Supervisión de actividades y que estas se cumplan de acuerdo con el procedimiento establecido		Mantenimiento constante.	
2.3		Distinto		Se instala en la toma de suministro 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.		Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales necesarios y acordes a la actividad		Mantenimiento constante.	
NODO 1		Palabra guía		Desviación		Causas posibles		Consecuencias		Recomendaciones	
Válvula de paso de la toma de suministro o conducción (manguera).		Sobrepresión en la línea de conducción		Procedimiento de verificación de condiciones de seguridad antes de iniciar actividad		Procedimiento de verificación de condiciones de seguridad antes de iniciar actividad		Procedimiento de verificación de condiciones de seguridad antes de iniciar actividad		Procedimiento de verificación de condiciones de seguridad antes de iniciar actividad	
Nombre del estudio: Análisis HAZOP		Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P.		Propósito de acuerdo al diseño: 1. Recepción de Gas L.P. (para planta de almacenamiento y estación de carburación)		Plano: PLA-ME-01		Fecha: 13/dic/2018		Versión: Primera	
Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández		Ing. Daniel Calte Mendoza		Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Plano: PLA-ME-01		Fecha: 13/dic/2018		Versión: Primera	

2. Suministro de gas L.P. para distribución

Nombre del estudio:	Analisis	HAZOP	Planta	de	Propósito de acuerdo al diseño:	2. Suministro de gas L.P. para distribución final
Equipo:	Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández	Ing. Daniel Calle Mendoza	Ing. Manuel A. Jiménez Hernández			
Palabra	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones		
NODO 2	Palabra	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones	
2.4	Mas	Aumento de presión	Falla y/o deterioro del medidor magnético, Error humano. Procedimientos No se realizan	Sobrellenado en operación la bomba	Sobrepresión en la línea de conducción (manguera), Desconexión de la manguera, Sobrepresión en el autotanque	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales
2.5	Incremento	Aumento de temperatura	Incendios en predios o áreas próximas a la toma de suministro	Sobrepresión en caso de fallar válvulas de seguridad y que no se mitigue la fuente de calor	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos establecidos
2.6	Disinto	Personal distinto de la operación	Procedimientos inadecuados por desconocimiento de la operación de trasiego. Error humano.	Formación de nubes inflamables, Deflagración o Explosión, Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido

Nombre del estudio: Análisis HAZOP de Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación		Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza		Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P.		Propósito de acuerdo al diseño final		2. Suministro de gas L.P. para distribución final	
NODO 2	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos establecidos	Colocar sistemas de extinción en puntos estratégicos de la instalación	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido
2.7	No	No se realizan procedimientos de prevención	Arranque del auto tanque estado conectado la toma de suministro.	Fuga de Gas L.P. en las mangueras, válvulas o conductos, de la línea de distribución en caso de incendio.	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos establecidos	Colocar sistemas de extinción en puntos estratégicos de la instalación	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido
2.8	No	No se realizan procedimientos de prevención	Falta de atención en las labores encomendadas.	Fuga de Gas L.P. en las mangueras, válvulas o conductos, de la línea de distribución en caso de incendio.	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos establecidos	Colocar sistemas de extinción en puntos estratégicos de la instalación	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido

Nombre del estudio: Análisis HAZOP Planta de Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación	Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	Palabra guía	NODO 2	Causas posibles		Consecuencias		Recomendaciones	
				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.		Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
2.9	Menos	Mantenimiento	Fallas del sistema de tierras. El operador no conecta la unidad al sistema de tierras.	Conexión a tierra	No	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.	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales requeridos y acuerdos a la actividad
2.10	No	Conexión a tierra	Fallas del sistema de tierras. El operador no conecta la unidad al sistema de tierras.	Conexión a tierra	No	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.	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales requeridos y acuerdos a la actividad
2.11	No	Asegurar	Fallas del sistema de tierras. El operador no conecta la unidad al sistema de tierras.	Conexión a tierra	No	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.	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales requeridos y acuerdos a la actividad

[illegible]

Nombre del Análisis		HAZOP		Planta		de		Propósito de acuerdo con el diseño: 3. Tanques de almacenamiento de la planta	
estudio: Almacenamiento y distribución de Gas		L.P. y estación de carburación		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández		Ing. Daniel Calle Mendoza		Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	
Equipo:		Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández		Ing. Daniel Calle Mendoza		Biol. Manuel A. Jiménez Hernández			
NODO		3		Palabra- guía		Desviación		Causas posibles	
								Consecuencias	
								Recomendaciones	
								Mantenimiento constante.	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								La integridad mecánica siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el diseño	
								El espesor de los tanques disminuye siendo insuficiente para soportar la presión ejercida durante el almacenamiento.	
								La consecuencia fuga de energético.	
								Fisuras en el cuerpo del tanque, con la consecuente fuga de energético.	
								Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	
								Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales de acuerdo a la actividad.	
								Fisuras en	

Nombre del Análisis	HAZOP	Planta de almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación	Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández				Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones	4.1	No	Falta de controles operacionales	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los tanques	Falta de inspección del estado que guardan los
---------------------	-------	---	--	--	--	--	--------------	------------	-----------------	---------------	-----------------	-----	----	----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

NODO		4	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias		Recomendaciones	
4.2	No	Agentes externos no controlados	Sismos	Caldas de cilindros que pueden provocar fugas de gas l.p.	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido
4.3	No	No hay Conexión de tierras de alguna de las llenaderas que constituye el muelle.	Determino del sistema de las llenaderas que constituye el muelle.	Generación de electricidad estática. Incendio en caso de una fuga de gas l.p.	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido
4.4	Incremento	Aumenta la Temperatura de llenado	Incendio en el andén de llenado	Fuga de gas l.p. y formación de nubes inflamables. Incendio en caso de presentarse simultáneamente una fuga de gas l.p.	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido

[illegible]

NODO 4	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones	Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	Nombre del Análisis HAZOP Planta de estudio: Almacenamiento y distribución de gas L.P. y estación de carburación	Plano: PLA-ME-01 Fecha: 1/marzo/2019 Versión: Primera	Cambio el procedimiento establecido	Explosión en presencia de una fuente de ignición.	Mantenimiento constante	Cumpla el procedimiento establecido
NODO 5	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones	Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	Nombre del Análisis HAZOP Planta de estudio: Almacenamiento y distribución de gas L.P. y estación de carburación	Plano: PLA-ME-01 Fecha: 1/marzo/2019 Versión: Primera	Cambio el procedimiento establecido	Incremento de la presión en los tanques de almacenamiento. Fuga de combustible. Formación de una nube inflamable. Conato de incendio y/o explosión en presencia de una fuente de ignición.	Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos Contar con los equipos y materiales necesarios y acordar a la actividad Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Cumpla el procedimiento establecido
NODO 5.1	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones	Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	Nombre del Análisis HAZOP Planta de estudio: Almacenamiento y distribución de gas L.P. y estación de carburación	Plano: PLA-ME-01 Fecha: 1/marzo/2019 Versión: Primera	Cambio el procedimiento establecido	Se trasiega gas L.P. en estado vapor. Conexión inadecuada de las líneas de conducción. Intromisión del flujo	Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos Contar con los equipos y materiales necesarios y acordar a la actividad Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Cumpla el procedimiento establecido

Nombre del Análisis	Equipo:	Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández	Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	Palabra guía	5	NODO
estudio: Almacenamiento y distribución de Gas L.P.	Planta de	estación de carburación		Desviación	Causas posibles	Consecuencias
Propósito de acuerdo al diseño: 5. Tanque de almacenamiento de la estación de carburación de gas L.P.	Plano:	PLA-ME-01	Fecha:	1/marzo/2019	Versión:	Primera
Incremento	de presión	Sobrellenado del recipiente. 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 expuestas o la muerte.	Incremento	de temperatura	Sobrepresión en los tanques de almacenamiento. 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.
Recomendaciones	Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y acordes a la actividad	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y acordes a la actividad	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido

NODO 5	Palabra guía	Distinto	de diseño	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones	Nombre del Análisis HAZOP Planta de estudio: Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación	Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	Plano: PLA-ME-01 Fecha: 1/marzo/2019 Versión: Primera	Propósito de acuerdo al diseño: 5. Tanque de almacenamiento de la estación de carburación de gas L.P.	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y acorde a la actividad Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido
NODO 6	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones	Nombre del Análisis HAZOP Planta de estudio: Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación	Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	Plano: PLA-ME-01 Fecha: 1/marzo/2019 Versión: Primera	Propósito de acuerdo al diseño: 6. Isla de llenado de la toma de carburación, y Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y acorde a la actividad Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y acorde a la actividad Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido
6.1	No	control	Falta de inspección del estado que guardan los dispensarios y los sistemas de llenado	Presentan fugas. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición. Explosión.	Mantenimiento constante. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y acorde a la actividad Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Nombre del Análisis HAZOP Planta de estudio: Almacenamiento y distribución de Gas L.P. y estación de carburación	Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández Ing. Daniel Calle Mendoza Biol. Manuel A. Jiménez Hernández	Plano: PLA-ME-01 Fecha: 1/marzo/2019 Versión: Primera	Propósito de acuerdo al diseño: 6. Isla de llenado de la toma de carburación, y Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y acorde a la actividad Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y acorde a la actividad Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido

Nombre del Análisis		HAZOP		Planta		de		Propósito de acuerdo al diseño: 6. Isla de llenado de la toma de carburación.		Planta		de		Propósito de acuerdo al diseño: 6. Isla de llenado de la toma de carburación.	
NODO	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones	Equipo:		Fecha:		Plano:		Versión:		Primera	
6.2	No	Orden	Sismos	Daños en los dispensarios; Pueden provocar fugas de gas L.P.	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández		1/marzo/2019		PLA-ME-01		Versión: Primera		Primera	
6.3	No	Conexión a tierra	Deterioro del sistema de tierras de alguna de los dispensarios	Generación de electricidad estática. Incendio en caso de presentarse simultáneamente una fuga de Gas L.P.	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández		1/marzo/2019		PLA-ME-01		Versión: Primera		Primera	
6.4	No	Interrupción del flujo	Conexión o acoplamiento inadecuado de las líneas de conducción a la válvula de servicio	Desconexión de la manguera del sistema de llenado. Fuga de Gas L.P.	Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos necesarios y materiales Contar con los equipos y materiales Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y cumpla el procedimiento establecido	Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández		1/marzo/2019		PLA-ME-01		Versión: Primera		Primera	

Nombre del Análisis		Planta de HAZOP		Propósito de acuerdo al diseño: 6. Isla de llenado de la toma de carburación.		Versión: Primera		Fecha: 1/marzo/2019		Versión: Primera	
estudio: Almacenamiento y distribución de Gas L.P.		Planta de HAZOP		Propósito de acuerdo al diseño: 6. Isla de llenado de la toma de carburación.		Versión: Primera		Fecha: 1/marzo/2019		Versión: Primera	
Equipo: Ing. Ma. Erika Ortiz Fernández		Planta de HAZOP		Propósito de acuerdo al diseño: 6. Isla de llenado de la toma de carburación.		Versión: Primera		Fecha: 1/marzo/2019		Versión: Primera	
Ing. Daniel Calle Mendoza		Planta de HAZOP		Propósito de acuerdo al diseño: 6. Isla de llenado de la toma de carburación.		Versión: Primera		Fecha: 1/marzo/2019		Versión: Primera	
Biol. Manuel A. Jiménez Hernández		Planta de HAZOP		Propósito de acuerdo al diseño: 6. Isla de llenado de la toma de carburación.		Versión: Primera		Fecha: 1/marzo/2019		Versión: Primera	
NODO	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones	Versión: Primera		Fecha: 1/marzo/2019		Versión: Primera	
6	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Recomendaciones	Versión: Primera		Fecha: 1/marzo/2019		Versión: Primera	
6.5	No	prevencción	Falta de atención en las labores encomendadas. Inicia el trasiego sin haber concluido las conexiones.	Escape o fuga de Gas L.P. Sobrellenado. Conato de incendio en presencia de una fuente de ignición.	Mantenimiento constante. Cumpla el procedimiento establecido. Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y necesite y acorde a la actividad. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos.	Versión: Primera		Fecha: 1/marzo/2019		Versión: Primera	
6.6	Menos	Mantenimiento	Falta de mantenimiento. Negligencia en la implementación de medidas preventivas y correctivas.	Fugas de sistema de llenado y en válvulas. 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.	Mantenimiento constante. Cumpla el procedimiento establecido. Capacitar al personal y verificar que el personal que realiza las actividades conozca y necesite y acorde a la actividad. Verificación y supervisión de actividades que se apeguen a los procedimientos.	Versión: Primera		Fecha: 1/marzo/2019		Versión: Primera	

Evento	Acciones preventivas, correctivas y de seguridad
Si bien, es poco probable que ocurriese una explosión derivada del acumulamiento de vapores en una masa igual o superior a la mitad del volumen del combustible almacenado o estando al 90 % de su capacidad, para evitar el acumulamiento excesivo de éstos, se tendrán una serie de medidas preventivas: • Cada uno de los tanques de almacenamiento cuenta con una línea de desfogue, que garantizan eliminar los gases evitando la sobrepresión del tanque. • El tanque de gas L.P. cuenta con un medidor magnético, cuya finalidad es que el operador pueda observar el contenido de gas L.P. almacenado evitando se exceda la capacidad máxima de almacenamiento y la normada. • Están prohibidas las fuentes de ignición en la toma de recepción y zona de almacenamiento, por lo que durante la descarga de combustible no debe registrarse dicha situación. • Se tiene implementado un programa para la prevención de accidentes, que pueda ser puesto en práctico de presentarse alguna situación de riesgo, actuando de manera inmediata y evitando mayores daños.	Si bien, es poco probable que ocurriese una explosión derivada del acumulamiento de vapores en una masa igual o superior a la mitad del volumen del combustible almacenado o estando al 90 % de su capacidad, para evitar el acumulamiento excesivo de éstos, se tendrán una serie de medidas preventivas: • Cada uno de los tanques de almacenamiento cuenta con una línea de desfogue, que garantizan eliminar los gases evitando la sobrepresión del tanque. • El tanque de gas L.P. cuenta con un medidor magnético, cuya finalidad es que el operador pueda observar el contenido de gas L.P. almacenado evitando se exceda la capacidad máxima de almacenamiento y la normada. • Están prohibidas las fuentes de ignición en la toma de recepción y zona de almacenamiento, por lo que durante la descarga de combustible no debe registrarse dicha situación. • Se tiene implementado un programa para la prevención de accidentes, que pueda ser puesto en práctico de presentarse alguna situación de riesgo, actuando de manera inmediata y evitando mayores daños.
Explosión • Los tubos de desfogue de cada uno de los tanques de almacenamiento cuentan con válvula de seguridad calibrada para accionarse a una presión inferior a la que pueda ocasionar daños a los tanques. • Para evitar el sobrecalentamiento de los tanques de almacenamiento, se cuenta un sistema de aspersión que permite, en caso de incendios cercanos a la zona mantener fríos los recipientes y evitar así su sobrepresión. • Para realizar trabajos en los tanques de almacenamiento o zona de almacenamiento, se requiere de autorización, mecanismo que implementa la organización para garantizar la seguridad tanto de las instalaciones como del personal a cargo de las labores; se verifica que se tenga el equipo de protección personal además de supervisarse las labores y contar siempre con una persona de apoyo que en caso necesario solicitará ayuda o brindará la necesaria siempre y cuando no se ponga en riesgo. • La zona de almacenamiento está delimitada por muretes de concreto que tienen por objeto evitar el acercamiento de vehículos a los tanques de	Explosión • Los tubos de desfogue de cada uno de los tanques de almacenamiento cuentan con válvula de seguridad calibrada para accionarse a una presión inferior a la que pueda ocasionar daños a los tanques. • Para evitar el sobrecalentamiento de los tanques de almacenamiento, se cuenta un sistema de aspersión que permite, en caso de incendios cercanos a la zona mantener fríos los recipientes y evitar así su sobrepresión. • Para realizar trabajos en los tanques de almacenamiento o zona de almacenamiento, se requiere de autorización, mecanismo que implementa la organización para garantizar la seguridad tanto de las instalaciones como del personal a cargo de las labores; se verifica que se tenga el equipo de protección personal además de supervisarse las labores y contar siempre con una persona de apoyo que en caso necesario solicitará ayuda o brindará la necesaria siempre y cuando no se ponga en riesgo. • La zona de almacenamiento está delimitada por muretes de concreto que tienen por objeto evitar el acercamiento de vehículos a los tanques de

Evento	Acciones preventivas, correctivas y de seguridad
Almacenamiento de vapores en una masa	almacenamiento, así como protegerlos de un posible impacto.
Exposición de vapores en una masa	- Las conexiones, se efectuarán de manera hermética, evitando con ello el contacto de los vapores de combustible con el aire y con alguna fuente de ignición. - Durante la descarga estará prohibida toda fuente de ignición. - Se contará con red de tierras para aterrizar la unidad. - En las tomas de recepción y suministro, los requerimientos de agua, se cubren a través de hidrantes situados en las inmediaciones de la zona. - Se cuenta con un programa para la prevención de accidentes, para en caso de detectarse, alguna situación de riesgo, se actúe de manera inmediata evitando mayores daños. - El personal a cargo de las labores de descarga de combustible permanece durante todo el tiempo que dure el proceso para que de generarse una fuga o incendio, puedan actuar con prontitud. - En las inmediaciones de la zona de almacenamiento se cuenta con extintores y paros de emergencia así como con red de aspersión e hidrantes. - Las líneas de conducción de gas L.P. están dotadas de válvulas de seguridad que interrumpen el flujo en caso de desconexión, o flujo excesivo. - Las pistolas a través de las cuales se llenan los cilindros están diseñadas para embonar lo más hermético posible y atenuar la emisión de vapores durante el proceso de llenado de cilindros. - Estará estrictamente prohibido mantener fuentes de ignición en toda la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P., estando por supuesto incluida dicha restricción en el muelle de llenado y estación de carburación - Los motores e instalaciones eléctricas son a prueba de explosión.
Exposición de vapores en una masa	- Para garantizar que los vapores del energético se desfoguen por el sistema de venteo de los tanques de gas L.P., y se dispersen rápidamente evitando se forme una nube explosiva, y se alcancen los límites de inflamabilidad, se encuentran por arriba del tanque de almacenamiento, lo cual reduce la posibilidad de alcanzar de manera inmediata una fuente de ignición. - Para evitar el sobrecalentamiento de la zona de almacenamiento, está estrictamente prohibida la generación de fuentes de ignición.

Evento	Acciones preventivas, correctivas y de seguridad
	• Para evitar la formación o acumulamiento de vapores producto de la recuperación de los mismos, el tanque de almacenamiento, se mantendrá como máximo al 90 % de su capacidad lo cual permitirá que al retomar el gas L.P. vaporizado, no sufra de sobrepresión. • No obstante, lo anterior, considerando que ocurriese un incidente grave cerca de las instalaciones, de manera inmediata se solicitará ayuda externa para mantener la superficie de la zona de almacenamiento fría del tanque de almacenamiento y de los cilindros expuestos a calor. • Cada uno de los tanques estará conectado eléctricamente a tierra.
	• Las instalaciones donde se maneja y almacena el gas L.P., están edificadas con materiales incombustibles. • Las líneas de trasiego de gas L.P. están dotadas de una línea de retorno de líquido, por lo que se evitará la emisión de gas a alturas donde se mantiene latente la presencia de fuentes de ignición (por la circulación de vehículos). Aunado a que las instalaciones estarán provistas de accesorios que cuenta con cierre hermético y automático.
Conato de incendio en caso de existir alguna fuente de ignición.	• Para evitar el contacto directo del fuego con el tanque de almacenamiento se cuenta con una red de aspersión. • La distribución del establecimiento se definió considerando que un evento pueda ocasionar los menores daños hacia el entorno o, a estructuras vecinas. • Se tienen instalados estratégicamente una serie de extintores e hidrantes. • Se capacita al personal para que realice adecuadamente sus labores y tenga conocimientos sobre cómo controlar una emergencia. • Se cuenta con el programa para prevención de accidentes, el cual se mantiene implementado. • El sistema estará aterrizado a la red de tierras general.
Nubes explosivas	• El proyecto cumple con las distancias mínimas con respecto a la infraestructura que debe existir en su entorno. • En el área de descarga, suministro y almacenamiento, así como en el muelle de llenado, las actividades de trasiego, se realizarán en áreas abiertas perfectamente ventiladas que impedirán la formación de nubes explosivas.

Evento	Acciones preventivas, correctivas y de seguridad
	• Con la finalidad de minimizar riesgos, se dará instrucciones al personal para que, en caso de presentarse una fuga de combustible vaporizado, inmediatamente se accionen los paros de emergencia. • En la zona se cuenta con señalamientos que prohíben ampliamente la generación de fuentes de ignición, entre los letreros que existen están: "Apague el motor", "Prohibido fumar" o "Prohibido usar teléfono celular". • La toma de suministro o pistola de llenado tendrá cierre hermético para evitar emisiones fugitivas, aunado a que dicho dispositivo tendrá una línea de recuperación de líquido. • El equipo está conectado eléctricamente a tierra. • Se cuenta con el programa para prevención de accidentes. • Se adquirirán tanques de almacenamiento con las especificaciones normadas. • Previo a la instalación de los tanques, a fin de determinar la funcionalidad de los recipientes a instalar, se sometieron a pruebas de hermeticidad, cuyos resultados señalan cumplen con los requisitos para su operación.
Fuga en tanques de almacenamiento	

t) *El Regulado, debe presentar las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta la instalación, para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios, incluir plano a escala indicando la localización de los equipos, dispositivos y sistemas de seguridad.*

VI.1.2 Sistemas de seguridad

La planta de almacenamiento y estación de carburación ha implementado como parte de las medidas para abatir los diferentes riesgos que pueden originarse dentro de la misma, así mismo minimizar su ocurrencia en instalaciones de este tipo, por el manejo de Gas L.P., los siguientes procedimientos de control:

- Manuales y procedimientos de operación para cada uno de los equipos involucrados en el proceso
- Como son el abastecimiento de Gas L.P., a través de remolques-tanque a los tanques de almacenamiento de Gas L.P., suministro de Gas L.P. a recipientes transportables, suministro de Gas L.P. a autotanques.
- Hojas de seguridad de Gas L.P. de todas las sustancias peligrosas utilizadas en la instalación

- **Programas de capacitación.** Incluyendo el entrenamiento en las actividades operativas y de emergencia, así como en materia de seguridad y salud de los trabajadores.
- **Programas de mantenimiento eléctrico, mecánico, instrumentos y civil.** Este programa se estructura para un cumplimiento periódico que va desde un día hasta 60 meses. El mantenimiento lo integran actividades como: la revisión ocular de instalaciones del área de recepción y suministro de Gas L.P., la revisión de las bandas de las bombas y compresores, limpieza de los filtros de medidores, de bombas, de compresores y de líneas, pintado de las bombas, tanques, compresores, medidores, de señalización en el suelo y tuberías, reemplazo de bandas de bombas y compresores, reemplazo de manómetro, de coples flexibles en bombas y compresores, mantenimiento a válvulas diferenciales, reemplazo de mangueras, medición ultrasónica a los tanques de almacenamiento, reemplazo de válvula de exceso de flujo, válvulas de no retroceso, válvulas de seguridad en el tanque, reemplazo de espárragos y empaques en bridas y cambio de aceite en compresores, medidores y bombas según el fabricante.
- **Programa de Seguridad.** Para el manejo de la Planta de Gas L.P. y estación de Carburación, se cuenta con un programa de seguridad, el cual considera entre otras las siguientes medidas de seguridad que deberán inspeccionarse constantemente:
 - Tanques de Almacenamiento de Gas L.P.
 - Existen 3 puntos importantes que tomar en cuenta:
 - ✓ Las buenas condiciones de operación de los instrumentos de medición.
 - ✓ La ausencia de fugas visibles en los accesorios de medición, control y seguridad del tanque.
 - ✓ La presencia de capuchones en los tubos de desfogue de las válvulas de relevo de presión.
- **Bombas:**
 - La ausencia de fugas visibles.
 - El buen estado de los insertos de hule en los coples especiales y tensión en las bandas.
 - La eficiencia en el llenado de recipientes portátiles.
- **Compresores:**
 - La ausencia de fugas visibles de gas o aceite.
 - La eficiencia en el tiempo de descarga o carga de transportes.
 - Si es frecuente la presencia de gas/líquido en el compresor.
 - La tensión y buen estado de las bandas.
 - Tomas de recepción y suministro:
 - El estado físico de las mangueras.

- o Los acopladores y la existencia de la llave para los mismos.
- o La conexión a tierra en buen estado y su colocación en los vehículos en operación de trasiego.
- o La colocación de trancas en las ruedas de los vehículos en operación de trasiego.
- **Andén de llenado:**
 - o Que la punta pol no esté deformada y cuente con su O'Ring.
 - o Que los manerales de las puntas pol no tengan su rosca desgastada.
 - o Que la válvula de cierre rápido conserve su maneral fijo en posición de apertura.
 - o El buen estado de las básculas y la calibración de los automáticos de llenado.
 - o La conexión a tierra de las básculas.
 - o Las buenas condiciones de los rieles y protección de hule en los bordes del piso del andén.
 - o Tuberías y conexiones:
 - o La ausencia de fugas visibles en válvulas, conexiones y accesorios.
 - o Que las válvulas de relevo de presión hidrostática o seguridad en la línea de gas/líquido, cuente con capuchones protectores.
 - o Que todas las válvulas de cierre manual cuenten con su correspondiente maneral.
 - o Instalación eléctrica:
 - o Focos fundidos.
 - o Cables visibles.
 - o Fallas en motores.
 - o Tableros de control con todas sus tapas.
 - o Objetos extraños ajenos al tablero eléctrico.
 - o Extintores:
 - o Que se encuentren en su lugar con señalamientos adecuados.
 - o Que tengan su carga vigente y con etiqueta.
 - o Que conserven los sellos de identificación del producto original.
- **Letreros:** Que estén todos en buen estado, legibles y colocados en sitios estratégicos para la observación del personal.
- **Aspectos generales:**
 - o Mantener la limpieza y buena apariencia de la Planta y la Estación de Carburación.
 - o Eliminación de materiales en desuso como: llantas, recipientes, tuberías y mangueras.
 - o Reportar en la bitácora de la Planta, las anomalías encontradas y su reparación.

- Este mismo programa incluye en su apartado descriptivo de los siguientes aspectos:
- Las reglas básicas de la seguridad.
 - La clasificación de los fuegos.
 - Que hacer en caso de tener fugas de gas encendidas.
 - El uso de las mangueras de seguridad.

- **Visitas de Inspección.**

Con respecto a las instalaciones eléctricas, estas fueron dictaminadas por una Unidad de Verificación en instalaciones eléctricas, el cual concluye una vez revisado y analizado el alcance del plano eléctrico, que se cumple con las especificaciones de carácter técnico que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización).

- **Accesorios de protección**

A la entrada de la planta se tendrá instalado un anaquel con artefactos mata chispas, los cuales serán colocados a todos los vehículos que ingresan a la planta, así como también se contará con botiquín de primeros auxilios localizado en la construcción destinada a las oficinas.

- **Dispositivos de seguridad.**

Los dispositivos mínimos de seguridad con que cuenta la planta de almacenamiento para el control de eventos extraordinarios se tienen instalados 4 brigadas de emergencia, se tienen instalados 32 extintores en la planta, de los cuales 28 son tipo PQS ABC y 4 de CO₂ así como con 2 extintores móviles tipo carretilla de 50 kg y 2 extintores de CO₂, se cuenta también con dos equipos completos de bomberos colocados en el acceso a áreas de oficinas. Mientras que la estación de carburación cuenta con extintores de polvo químico seco del tipo ABC de 9 Kg y CO₂.

- **Alarmas**

Se contará en la planta con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, la cual será alimentada en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad de funcionamiento en caso de necesidad. Esta será operada solamente en casos de emergencia, probándose su funcionamiento con cierta periodicidad de tiempo.

- **Comunicaciones**

Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifiquen los números a marcar para llamar a los bomberos, la policía y las unidades de rescate correspondiente al área, como Cruz Roja, unidad de emergencia de IMSS cercana, etc., contando con un criterio, etc., contando con un criterio preestablecido. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas, se dan las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la Planta hasta nuevo aviso.

- **Sistema contra incendio**

La planta cuenta con un sistema contra incendio compuesto por bombas eléctricas, con una presión de 7kg/cm². 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 3 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.

El tanque cuenta con tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba.

• Trajes

Se cuenta además con dos trajes especiales para el personal encargado de los principales medios contra incendio.

• Manejo de agua a presión.

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

- Cisterna de seguridad: se cuenta con una cisterna con capacidad de almacenamiento de 84 m³ agua. Su llenado es a través de pipas de

agua.

- El cuarto de control contra incendio está construido a un costado de los recipientes-cisterna, sobre la cisterna se localizan dos bombas con capacidad de 3,500 L.P.M. (924.70 G.P.M.). Cada una, las cuales serán accionadas, una con motor de combustión interna de 42 H.P. y otra con motor eléctrico de 40 H.P.

Caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

- ✓ Dos motores eléctricos de 50 H.P. ver plano PRO-CI-02

- ✓ Bomba con motor eléctrico de 40 HP a 3500 RPM 60/3/220 Volts.

Red distribuidora, está construida con tubo de acero al carbón cédula 40. Este sistema alimenta a los siguientes componentes:

- ✓ Cuatro hidrantes

- ✓ El riego por aspersión de los recipientes de almacenamiento de Gas L.P.

Para el enfriamiento de los recipientes, se cuenta con una válvula de bola de accionamiento manual de 101 mm (4") de diámetro. La tubería es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido.

Tubería y elementos de rociado para el recipiente:

- ✓ Los recipientes cuentan con tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente por arriba.

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

- ✓ El rociado se hace colocando boquillas aspersores uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 30 boquillas en el recipiente de almacenamiento. Las boquillas de rociado son marca Spraying Systems Tipo Full Jet ½ - HH-45W estándar cono lleno con un gasto de 24.60 L.P.M.

• **Extintores manuales.**

Los dispositivos mínimos de seguridad con que cuenta la planta de almacenamiento para el control de eventos extraordinarios se tienen instalados 4 brigadas de emergencia, se tienen instalados 32 extintores en la planta, de los cuales 28 son tipo PQS ABC y 4 de CO2 así como con 2 extintores móviles tipo carretilla de 50 kg y 2 extintores de CO2, se cuenta también con dos equipos completos de bomberos colocados en el acceso a áreas de oficinas. Mientras que la estación de carburación cuenta con extintores de polvo químico seco del tipo ABC de 9 Kg y CO2,

En la planta se encuentran ubicados de la siguiente manera:

EQUIPO CONTRAINCENDIO				
	EXTINTOR TIPO MANUAL CLASE ABC CAPACIDAD DE 9 KG.			
	EXTINTOR TIPO MANUAL CLASE C CAPACIDAD DE 9 KG.			
	EXTINTOR TIPO CARRETILLA CLASE ABC CAPACIDAD DE 50 KG.			
LOCALIZACION DE EXTINTORES MANUALES				
AREA	No, EXT.	TIPO	CLASE	DIÁMETRO DE COBERTURA m.
TOMA DE RECEPCIÓN	1	FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	5.37
TOMA DE SUMINISTRO	1	FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	5.37
MUELLE DE LLENADO PARA RECIPIENTES TRANSPORTABLES	6	FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	5.37
FUENTE DE CALOR DEL SISTEMA DE SELLADO	1	FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	5.37

La posibilidad de que ocurra una explosión no controlada por el manejo de Gas L.P. es muy remota. Si bien puede haber un destoque con posibilidad de detonación y con la producción de un sonido similar, no se puede considerar como tal. Sin embargo, existe la posibilidad de que ocurra un efecto dominó favorecido por la fuga del material, o un incendio o incremento de la presión dentro de los tanques de almacenamiento donde la presencia de las válvulas de alivio instaladas en ellos eviten este suceso potencial.

ZONA DE ALMACENAMIENTO	2	FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	5.37
BOMBAS Y COMPRESORES	2	FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	12.65
BOMBAS PARA AGUA C. I.	3	FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	5.37
TALLER MECANICO	1	FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	5.37
ALMACEN DE PINTURAS, DE LLANTAS, DE TALLER EN OFICINAS GENERALES DE MOTORES Y CAJAS DE RESIDUOS SOLIDOS Y PELIGROSOS	4	FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	5.37
OFICINAS GENERALES	2	BIOXIDO DE CARBONO	C	4.75
ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS DE REPARTO Y AUTOTANQUES	3	FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	5.37
ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS UTILITARIOS Y DE PERSONAL DE LA PLANTA DE DISTRIBUCION	1	FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	5.37
ZONA DE RECIPIENTES RECHAZADOS	1	FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	5.37
CASETA DE VIGILANCIA	1	FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	5.37
ZONA DE PATIO Y BARDAS PERIMETRALES		FOSFATO MONOAMONIO	ABC.	5.37
CTO. DE CONTROL Y TABLEROS ELECTRICOS	2	BIOXIDO DE CARBONO	C	4.75

En la estación de carburación se distribuyen:

- 1 Tablero eléctrico
- 2 Oficinas
- 1 Caseta equipo contra incendio
- 1 Servicio sanitario
- 2 Bombas
- 3 zona de almacenamiento
- 2 Isleta.

- Botiquín de primeros auxilios

Control y Atención de emergencias por incendios

La posibilidad de que ocurra una explosión no confinada por el manejo de Gas L.P., es muy remota. Si bien puede haber un desfogue con posibilidad de deflagración y con la producción de un sonido similar, no se puede considerar como tal. Sin embargo, existe la posibilidad de que ocurra un efecto dominó favorecido por la fuga del material, o un incendio o incremento de la presión dentro de los tanques de almacenamiento donde la presencia de las válvulas de alivio instaladas en ellos, eviten este suceso potencial.

Las instalaciones eléctricas, accesorios y equipos están protegidos con material a prueba de explosiones. Así mismo, la planta se encuentra totalmente limitada por una barda de mampostería de 3 por 3.50 metros de altura.

Todas las conexiones y líneas cuentan con válvulas de retroceso que minimizan cualquier fuga.

- u) *El Regulado, deberá presentar las Medidas Preventivas, que incluyen los programas de mantenimiento e inspección y el Plan de Respuesta a Emergencias, para control y atención de eventos extraordinarios, que se aplicara durante la operación normal del Proyecto, y aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.*

VI.1.3 Medidas Preventivas

La Planta cuenta con un Programa Interno de Protección Civil, cuyo objetivo es dar a conocer las medidas que se deben de considerar en caso de presentarse una emergencia en las instalaciones, de acuerdo con el tipo de siniestro que se presente. Dicho Programa contiene:

- Normas de seguridad
- Plan de emergencias
- Procedimiento de evacuación
- Procedimiento de primeros auxilios
- Procedimiento para reestablecer condiciones normales de operación
- Procedimientos específicos para la respuesta a emergencias cuando el nivel de afectación rebasa los límites de la instalación.
- Programa de talleres, ejercicios y simulacros.

El plan de emergencias correspondiente considera lo siguiente:

- Plan de emergencia en caso de incendio o explosión
- Plan de emergencia en caso de huracanes
- Plan de emergencia en caso de sismos
- Plan de emergencia en caso de inundación pluvial o fluvial
- Plan de emergencia en caso de tormentas eléctricas
- Plan de emergencia en caso de escape de gas
- Plan de emergencia en caso de accidente de personal
- Plan de emergencia en caso de interrupción de energía eléctrica
- Procedimientos de emergencia para gas LP

Procedimientos para el desarrollo de simulacros con la población aledaña.

En éste apartado, se presenta la relación de procedimientos con que cuenta la instalación para el desarrollo de simulacros, cuando se lleven a cabo los simulacros que involucren la participación de la población aledaña.

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.

Las medidas a implementar para evitar el deterioro de los diferentes factores que integran el ambiente, según la interacción con este, se indican a continuación.

a) Aire.

- Los vehículos se someterán al Programa de Verificación Vehicular.
- Para evitar contaminación por olores será establecido un programa de recolección continua de la basura, la cual será entregada de forma periódica a los servicios de recolección municipal.
- Las instalaciones se han planeado conforme a norma.
- Se instalarán dispositivos de seguridad.
- Se implementarán procedimientos o instrucciones de operación.

Contingencia	Acciones prevención y en su caso de atención.
Formación de nubes explosivas por el: Accionamiento del sistema de desfogue del tanque de almacenamiento.	Para garantizar que los vapores que pudiesen desfogarse por el sistema de venteo del tanque de gas L.P., se dispersen rápidamente y no formen una nube explosiva, es decir, que no se alcancen los límites de inflamabilidad, la tubería tendrá una altura mínima de 4 metros lo cual reduce la posibilidad de alcanzar de manera inmediata una fuente de ignición. • Para evitar el sobrecalentamiento de la zona de almacenamiento, está estrictamente prohibida la generación de toda fuente de ignición. • Para evitar la formación o acumulamiento de vapores producto de la recuperación de los mismos, los tanques de almacenamiento se mantienen como máximo al 90 % de su capacidad lo cual permite que al retornar el gas L.P. vaporizado, no sufra de sobrepresión. • De suscitarse un incidente grave cerca de las instalaciones, de manera inmediata se accionara el sistema de aspersión para mantener fría la superficie del tanque de almacenamiento y en el caso de los cilindros u auto tanques expuestos a calor, se

Conato de incendio en caso de existir alguna fuente de ignición.	• accionará la red de hidrantes. • Los tanques estarán conectados eléctricamente a tierra. Las instalaciones donde se maneja y almacena el gas L.P., estarán edificadas con materiales incombustibles. • Las líneas de trasiego de gas L.P. están dotadas de una línea de retorno de líquido por lo que se evita la emisión de gas a alturas donde se mantiene latente la presencia de fuentes de ignición (por la circulación de vehículos). Aunado a que las instalaciones están provistas de accesorios que tendrán cierre hermético y automático como son las válvulas de no retroceso. • A fin de evitar un posible incendio derivado del accionamiento del sistema de venteo, la tubería que lo integra tiene una altura mínima de 4 m sobre el nivel de piso terminado para que los vapores puedan dispersarse evitando la formación de mezclas inflamables o explosivas. • Para evitar el contacto directo del fuego con cada uno de los tanques de almacenamiento está instalada una red de aspersión. • La distribución del establecimiento se definió considerando que un evento pueda ocasionar los menores daños hacia el entorno o, a estructuras vecinas. • Están estratégicamente instalados una serie de extintores e hidrantes. • Se capacita al personal para que realice adecuadamente sus labores y tenga conocimientos sobre cómo controlar una emergencia. • Se implementará un programa para la atención de emergencias. • El sistema estará aterrizado a la red de tierras general.
---	---

b) Suelo.

En caso de afectación al suelo, se realizarán:

- Actividades de limpieza del área afectada, que conlleva a la colecta y separación de residuos para su posterior disposición de acuerdo con su naturaleza, esto a través de empresas autorizadas para su recolección. La limpieza se efectuará utilizando material inerte tal como tierra, estopa o trapo, el cual servirá para absorber el material derramado y disponerlo posteriormente, para evitar dicha situación el manejo del thinner se efectuará en charolas, en tanto que el tanque de gasolina o diésel de la planta de emergencia, contará con dique o charola de contención, por lo que el material derramado podrá captarse en dicho dispositivo, procediendo a su recolección y disposición.
- La identificación de residuos peligrosos se efectuará conforme, se establece en la NOM-052-SEMARNAT-2005, esto es la organización identificará los residuos con base en lo señalado en el punto 6, procediendo a compararlos

con los listados del 1 al 5 y en función a su naturaleza llevará a cabo su disposición a través de empresas autorizadas por la SEMARNAT. Si el residuo no se encuentra listado, se caracterizará mediante el análisis CRIT a través de un laboratorio acreditado.

- Para el control de los residuos peligrosos generados, se utilizan contenedores identificados por letrero y color, siendo periódicamente supervisados para garantizar que no se efectúa la mezcla de éstos con residuos no peligrosos. Al llegar a su máxima capacidad, éstos serán trasladados a un almacén temporal de residuos peligrosos que se implemente en la propiedad de la empresa.

Los contenedores cuentan con una etiqueta que contenga la siguiente información:

- Nombre del residuo.
- Código del residuo, si aplica.
- Empresa gestora (dirección y teléfono).
- Fecha de envasado.
- Código SIMAR.
- Actividades de restauración en caso de que por el evento ocurrido en la instalación se generaran derrames de materiales peligrosos, por lo cual en primera instancia se haría apego a lo establecido en las normas siguientes:
 - NOM-147-SEMARNAT/SAA1-2004. Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.
 - NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación

Llevándose a cabo por lo tanto lo siguiente:

- El monitoreo de suelo comparando los resultados con las normas de referencia según se trate de hidrocarburos o metales.
- En caso de superarse los límites máximos permisibles se procederá a su restauración cuya técnica sería la más apropiada al caso, suspendiéndose las labores hasta que las concentraciones detectadas no superen los límites máximos permisibles.
- Supervisión y vigilancia.
- Seguimiento de acciones hasta que se haya mitigado el daño y en su caso,

- Conforme a la evaluación de daños, se llevaría a cabo la indemnización de las partes afectadas.

c) Cuerpos de agua.

Para evitar contaminar el agua, aun cuando no existirá en torno al sitio cuerpo superficial, en la organización, se debe mantener:

- El Manejo sistemático de residuos sólidos para evitar contacto con el agua
- Contenedores identificados.
- El manejo seguro de sustancias que puedan penetrar las capas de suelo y dañar la composición del mismo.
- En cuanto al agua residual, esta será enviada a una fosa séptica con un proceso de tratamiento primario, contando con un programa de mantenimiento específico y registros que avalen su correcta disposición.
- La siembra de una franja arbórea, en el área de amortiguamiento contribuirá a una mayor capacidad de infiltración, debido la plantación de 280 árboles que tendrá lugar al término de la fase de construcción.

De manera general las acciones a realizar en caso de la ocurrencia de alguna contingencia, en la que estén involucrados los eventos que a continuación, se indican son:

Situación de emergencia	Personal que interviene	Solución a la contingencia
• Fuga de vapor de gas no localizado y detectado por olor en el sitio	• Jefe de Planta • Operador del área de almacenamiento. • Personal de mantenimiento	• Cierre de válvulas de tanque de almacenamiento. • No mover resto de válvulas para detectar el sitio de la fuga, utilizando agua y jabón o detector de explosividad.
• Fuga de gas en estado líquido en bomba de trasiego	• Jefe de Planta • Operador del área de almacenamiento.	• Interrupción total de la electricidad. • Cierre de válvulas en zona de bomba • Inmovilizar vehículos • Evacuación de personal general.
• Fuego de gas en línea de vapor	• Jefe de Planta • Operador del área de almacenamiento. • Personal activo en la zona. • Personal de mantenimiento	• Cierre de válvulas de tanque de almacenamiento. • Uso de extintores e hidrantes. • En caso de no controlar, dar aviso al cuerpo de bomberos. • Suspensión de actividades hasta evaluada y controlada la falla.

• Fuego de gas en línea de gas en estado líquido.	• Jefe de Planta • Operadores de todas las áreas. • Secretaria. • Personal activo en planta.	• Interrupción total de electricidad. • Cierre de las válvulas del tanque de almacenamiento. • Activar el riego por aspersión • Aviso al cuerpo de bomberos. • Impedir el paso a vehículos y personal ajeno a la planta • Operar los extinguidores. • Uso de hidrantes. • Si este no se controla, mantener baja la temperatura con el sistema de hidrantes para que se consuma el gas en su totalidad. • Evacuación de personal ajeno y que no interviene.
• Fuego en vehículo de reparto	• Jefe de Planta • Operador del área de muelle de llenado. • Secretaria • Operador del transporte	• Sofocar el fuego. • Cierre de válvulas de líquido y vapor que lo conducen a las llenaderas. • Activar el sistema de hidrantes. • Uso de extintores.
• Fuego en autotank conectado en área de carga.	• Jefe de Planta • Operador del área de carga • Secretaria	• Cierre de válvulas de zona de carga. • Activar y usar los hidrantes. • Alejar vehículos cercanos a la zona. • Con hidrantes mantener frío el recipiente del autotank.

Situación de emergencia	Personal que interviene	Solución a la contingencia
• Fuego en semirremolque conectado a líneas en el área de descarga.	• Jefe de Planta • Operador del área de carga • Secretaria	• Cierre de válvulas de zona de carga. • Activar y usar los hidrantes. • Con hidrantes mantener frío el recipiente del semirremolque.
• Explosión del transformador	• Jefe de Planta • Operador del área de mantenimiento	• Cierre de válvulas generales que conducen gas. • Retiro de vehículos cercanos. • Sofocar fuego con extintores. • No usar agua.
• Fuego en oficinas	• Jefe de Planta • Operador del área de mantenimiento	• Cierre de válvulas totalmente. • Corte de energía eléctrica. • Uso de extintores para controlar y apagar el fuego. • Evacuar al personal. • Activar el sistema de paro general.
• Fuego en muelle de llenado en el	• Jefe de Planta • Operador del área de trasiego.	• Sofocar el fuego. • Cierre de válvulas de líquido y vapor que lo conducen a las llenaderas.

sito de llenaderas.	- Personal de mantenimiento. - Personal activo en la zona.	- Activar el sistema de hidrante. - Uso de extintores. - Evacuación de personal general.
Sismo	- Jefe de planta. - Operadores de área.	- Desactivar el interruptor general de energía eléctrica. - Cierre de válvulas de tanque de almacenamiento. - Cierre de válvulas de recepción y suministro. - Una vez que se acabó el sismo evaluar los daños y si se encuentra alguno, suspende actividades hasta solucionarlos. - Regresa al personal una vez controlado, y evaluados los daños.

Así mismo, derivado de los riesgos latentes en la organización por el manejo y almacenamiento de materiales peligrosos, se implementarán en la Planta, las disposiciones siguientes:

Tránsito de vehículos:

- La velocidad máxima de los vehículos dentro de la empresa es de 10 km/hr.
- Camine por las banquetas, no invada el área de tránsito sin objeto.

Equipos de emergencia:

- El equipo contra incendio sólo será usado para combatir o controlar siniestros.
- Toda persona que utilice o detecte un extintor vacío, lo deberá reportar para que sea recargado en forma inmediata.
- Todo el equipo de emergencia (extintores, hidrantes y equipo de protección personal) debe estar limpio, en buenas condiciones y libre de obstáculos para facilitar su acceso.
- En caso de emergencia, todo el personal deberá seguir lo establecido en el procedimiento correspondiente.
- Es obligación de toda persona el corregir actos inseguros de cualquier otra persona y reportar cualquier incidente o condición insegura.
- No obstruir con tambores u otros objetos las entradas de oficinas, almacenes, talleres, etc.
- Se prohíbe el acceso a personal ajeno a la empresa sin previa autorización.

Orden y limpieza:

- Todo el personal tiene la obligación de mantener su área de trabajo ordenada y limpia diariamente.

- Los materiales y el equipo deben almacenarse o mantenerse en forma segura y ordenada.
- En la realización de trabajos que requieren un permiso autorizado, deberán de cumplirse todas las condiciones que ahí se especifiquen.

Accidentes:

- Todo accidente por leve que sea debe ser reportado inmediatamente al gerente.

Generales:

- Deje siempre sus cerillos o encendedor en un lugar seguro.
- Se prohíbe fumar en toda la planta.
- Se prohíbe el paso a las instalaciones a toda persona que se encuentre bajo el influjo de bebidas alcohólicas o estupeficientes.
- No se permite introducir municiones, armamento, cámaras, juegos de azar, revistas.
- No se permiten bromas, juegos de manos, el uso y posesión de bebidas alcohólicas y/o drogas.
- Todo el personal deberá usar el equipo de protección personal que la empresa le proporcione, sobre la base del riesgo al que está sujeto.
- Es responsabilidad de todo el personal, obedecer y respetar los avisos y señales de seguridad.
- Por ningún motivo toque, opere o maneje equipos que desconozca. Si necesita trabajar en él es necesario haber recibido una capacitación previa y haber solicitado la autorización del responsable del área.
- Al subir o bajar escaleras se debe hacer uso del barandal para evitar accidentes; asimismo, se debe subir escalón por escalón.
- Se debe caminar siempre, nunca correr, excepto cuando se presenta una emergencia, tomando las precauciones debidas.

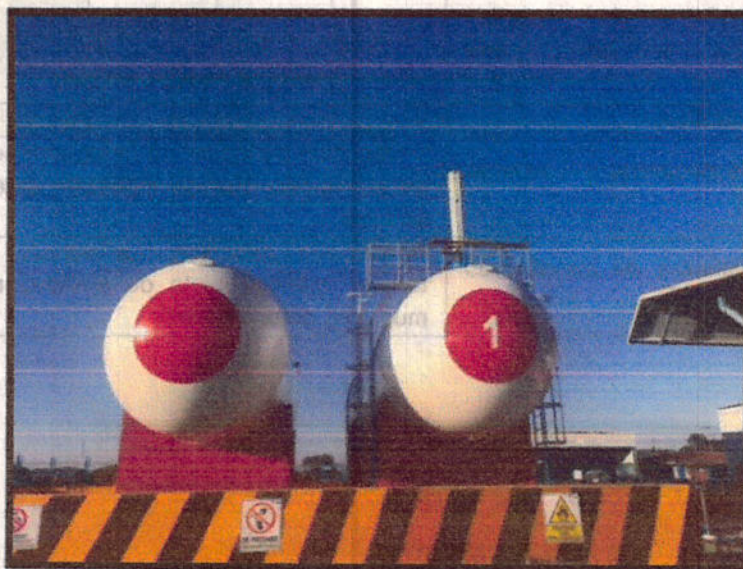
Mantenimiento.

La operación segura, y una rápida capacidad de respuesta a las emergencias, es concebible solamente cuando se garantiza el funcionamiento óptimo de la maquinaria, se cuenta con dispositivos de almacenamiento en condiciones adecuadas, equipo de protección personal de acuerdo con la actividad realizada y equipo para la atención de una emergencia. Todo ello es posible con la elaboración e implementación de un programa de mantenimiento que involucre a todas las instalaciones de la planta, así como los recursos humanos y materiales, asignados como uno de los elementos clave. Para lo cual, la empresa tiene previsto implementar el programa siguiente:

Mantenimiento	Periodicidad				
	Diario	Mensual	Semestral	Anual	Bianual
Cambio de aceite de compresores.					
Engrasado de maquinaria y equipo.					
Ajuste y cambio de bandas a compresores.					
Verificación de instalaciones (En caso de afloje de conexiones, se ajustaran al cierre o cambiaran piezas).					
Pintura reglamentaria de tubería, identificación de áreas, señalamientos, etc.					
Cambio de manguera y acopladores tanto de tomas de suministro y recepción como de las llenaderas.					
Cambio de pistolas neumáticas ecológicas de longitud corta.					
Cambio sellos en pistolas neumáticas.					
Recarga de extintores.					
Revisión de extintores.					
A Planta generadora de energía eléctrica (En el caso de equipo de combustión interna cambio de aceites semestralmente y de batería anualmente.					
Red contraincendios.					
Mangueras de neopreno del sistema de llenado.	Verificación periódica. La manguera será objeto de sustitución cuando muestren deterioro por arrastre.				
Cambio de válvulas de los cilindros portátiles.	Verificación periódica. La válvula de cada tanque, siendo objeto de sustitución cuando muestren deterioro.				

VI. RESUMEN

- v) El Regulado, debe presentar anexo fotográfico de las colindancias y puntos de interés cercanos a la instalación y presentar fotografías de las áreas o equipos críticos dentro de la instalación. Considerar la toma de fotografías, dentro y fuera de la instalación, considerando los puntos cardinales.



Tanques de almacenamiento



Anden de llenado

Almacén temporal de residuos peligrosos



Taller de mantenimiento



Almacén temporal de residuos peligrosos



Instalaciones de la estación de carburación



Cisterna y cuarto de bombas contra incendio



Hidrantes



Extintores

Cistema y cuatio de pomias contra incendio



Acceso a la planta de almacenamiento

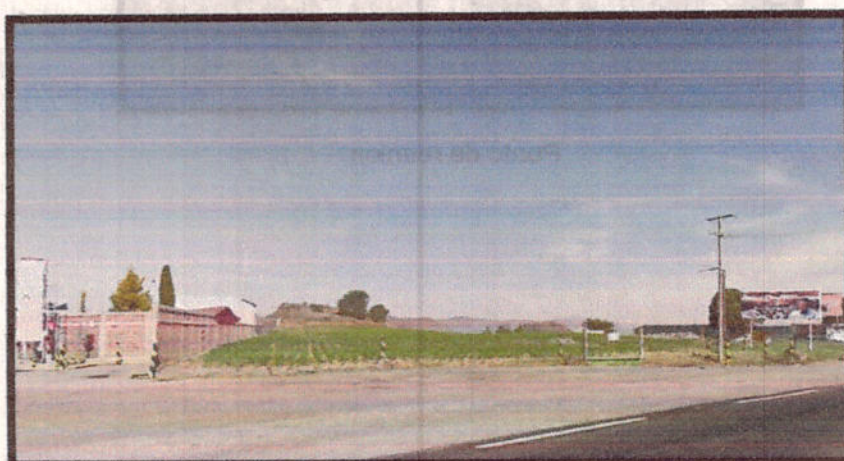


Salida de emergencia



Punto de reunion

Colindancias de la planta de almacenamiento y estación de carburación



Colindancias de la planta de almacenamiento y estación de carburación