



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**“ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE
ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA
DE GAS L.P., EN LA CIUDAD DE CHETUMAL,
QUINTANA ROO”.**

TESIS

Para obtener el grado de
Ingeniero Ambiental

PRESENTA

CHAY SANTOS JOSÉ SANTIAGO

DIRECTOR DE TESIS

ING. JOSÉ LUIS GUEVARA FRANCO

ASESORES

BIOL. LAURA PATRICIA FLORES CASTILLO

M.I.A. JUAN CARLOS ÁVILA REVELES

DR. JOSÉ MANUEL CARRIÓN JIMÉNEZ

Q.F.B. JOSÉ LUIS GONZÁLEZ BUCIO



CHETUMAL, QUINTANA ROO, MÉXICO, MAYO DE 2016



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

“ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE
ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA
DE GAS L.P., EN LA CIUDAD DE CHETUMAL,
QUINTANA ROO”.

INGENIERO AMBIENTAL

COMITÉ DE TESIS

DIRECTOR:

ING. JOSÉ LUIS GUEVARA FRANCO

ASESOR:

BIOL. LAURA PATRICIA FLORES CASTILLO

ASESOR:

M.I.A. JUAN CARLOS ÁVILA REVELES



CHETUMAL, QUINTANA ROO, MÉXICO, MAYO DE 2016

AGRADECIMIENTOS:

Primeramente a mi dios padre que está en lo más alto. Por él estoy aquí, gracias por un día más de vida, por la gran oportunidad de estar donde hoy me encuentro.

Así mismo estoy profundamente agradecido con mis tres pilares de mi vida que han hecho posible esto y mucho más. A mis amados padres, mi padrecito el Sr. Santiago Chay, a mi linda madrecita la Sra. Etelvina Santos, que con mucho sacrificio me dieron el privilegio de tener una profesión, y heredarme una mejor vida, y a mi tercer pilar, mi amado hermanito Fernando Chay por ser tan insistente en decirme que no abandone mi titulación.

Gracias a mí prometida la Srita. Judith González que siempre ha estado a mi lado desde que la conocí brindándome esos ánimos para poder concluir mi tesis y mi carrera.

Finalmente quiero agradecer inmensamente a todos los profesores que participaron en mi preparación profesional a mis sinodales y en especial a Ing. José Luis Franco Guevara por su valiosa asesoría, tiempo, paciencia y dirección durante el desarrollo del estudio, gracias por permitirme ser guiado por usted a mi titulación y más que eso, por tenerme mucha paciencia durante todo este tiempo, que a través de ello más que un profesor se ha vuelto un gran amigo; a usted y a la profesora Biol. Laura Patricia Flores Catillo por su aportación para el mejoramiento de esta tesis.

Espero que cuando lea esto una y otra vez me haga recordar lo maravilloso que es poder concluir un gran ciclo de mi vida, que a pesar del tiempo que ya transcurrió recuerde que:

“NO HAY FECHA QUE NO LLEGUE, NI PLAZO QUE NO SE CUMPLA”...

... JOSÉ CHAY

DEDICATORIA:

A ti papá por ser mi uno de mis más grandes pilares en mi vida, que día a día das tu vida por mí y mi hermanito, te dedico mi tesis porque siempre has soñado con que tu hijo concluya su carrera, a ti padre que sin ti nada sería, por ser tan sabio conmigo y mi protector.

A ti mamita por ser también parte de mis pilares, te dedico esta tesis porque gracias a ti mamita no me iba a estudiar con el estómago vacío cuando muchos grandes amigos míos si a ti madrecita por quitarte el pan de la boca y dárselo a tus hijos. Porque te amo y siempre los amare a usted y a mi padre.

A mi hermanito que a pesar de que ya no seas un niño siempre serás mi hermanito consentido, y siempre estaré para apoyarte.

A mi prometida Judith, por nunca perder la fe en mí de que lo lograría, y tus apoyos con mi tesis.

Y para finalizar me dedico a mí también esta tesis que después de tantos años cumplo este gran sueño que tenía pendiente conmigo mismo y con mis seres amados.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES	18
2.1. Usos del Gas L.P.....	18
2.2. Historia del Gas Lp.....	18
2.3. Características del Gas Lp.....	20
2.4. Accidentes químicos por el uso de Gas Lp.	25
CAPITULO 3. ÁREA DE ESTUDIO.	27
3.1. Medio Físico (Aspectos Abióticos).....	27
3.1.1. Clima.....	27
3.1.3. Fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes).	31
3.1.3.1. Inundaciones.	32
3.1.3.1. Sismos.....	33
3.1.3. Hidrografía.....	35
3.1.4. Geología y geomorfología.	37
3.1.4.1. Estratigrafía	37
3.1.4.2. Geología Estructural.	37
3.2. Elementos biológicos. (Aspectos Bióticos).....	39
3.2.1. Flora.....	39
3.2.2. Fauna.	40
3.3. Medio Socioeconómico.	40
3.3.1. Demografía.....	41
3.3.1.1. Población.....	41
3.3.1.2. Población Económicamente Activa por Sector (PEA).....	42
CAPITULO 4. MARCO LEGAL	45
4.1. Constitución Política de los Estados Unidos mexicanos.....	45
4.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.....	47
4.3. Ley general para la Prevención y Gestión de los Residuos.	51
4.4. Ley Federal del Trabajo.	57
4.5. Ley General de la Salud.	63
4.6. Ley General de Protección Civil.....	65

4.7. Reglamento del Gas Licuado de Petróleo.	67
4.8. Normas.	75
4.8.1. Programa de Supervisión 2014 para la verificación de instalaciones, vehículos, equipos y actividades permisionarios de transporte, almacenamiento y distribución de Gas L.P.	78
4.9. Análisis de Riesgo.	81
4.11. Antecedentes de estudios de riesgo y programas para la prevención de accidentes.	83
CAPÍTULO 5. JUSTIFICACIÓN	86
CAPÍTULO 6. OBJETIVOS	91
6.1. Objetivo general.....	91
6.1.1. Objetivos Específicos.....	91
CAPÍTULO 7. METODOLOGÍA	94
7.1. Determinación del Nivel de Estudio de Riesgo Ambiental.....	95
7.1.1. Nivel 0 – Ductos Terrestres.	96
7.1.2. Nivel 1 – Informe preliminar de riesgo.....	97
7.1.3. Nivel 2 – Análisis de Riesgo.	97
7.1.4. Nivel 3 – Análisis Detallado de Riesgo.....	98
7.2. Métodos de Evaluación del Riesgo.....	100
7.3. Lista de Verificación (Check List)	104
7.3.1. Descripción del procedimiento y objetivo.	104
7.3.2. Procedimientos del análisis.	106
7.3.2.1. Selección o elaboración de una Lista de Verificación adecuada.....	106
7.3.2.2. Desarrollo de las actividades de comprobación.	108
7.3.2.3. Documentar los resultados.	109
7.3.2.4. Organización del estudio.....	110
7.3.2.5. Requisitos	112
7.3.2.6. Limitaciones	114
7.3.3. Resultados de la metodología y aplicabilidad	117
7.4. Análisis ¿Qué pasa si...? (¿What if...?)	120
7.4.1. Descripción del procedimiento y objetivo.	120
7.4.2. Procedimientos del análisis.....	122
<i>Fuente:</i> (Gas Imperial, 2011).	127
7.4.2.2. Organización del estudio.....	128
7.4.2.3. Requisitos.	129

7.4.2.4. Limitaciones.....	130
7.4.2.5. Resultados de la metodología y aplicabilidad.	130
7.5. Análisis de Modos de Fallos, Efectos y Criticidad (FMEAC).....	132
7.5.1. Descripción del procedimiento y objetivo.	132
7.5.2. Procedimientos del análisis.	134
<i>Fuente:</i> (Casal J., 1999).....	140
7.5.3. Requisitos	140
<i>Fuente:</i> (American Institute of Chemical Engineers, 1992).....	142
7.5.4. Limitaciones.....	142
7.5.5. Resultados de la metodología y aplicabilidad	143
7.6. Análisis de Riesgos y Operabilidad (HAZOP).....	144
7.6.1. Descripción del procedimiento y objetivo.....	145
7.6.3. Procedimiento del análisis.....	149
7.6.4. Organización del estudio.	161
7.6.5. Requisitos y Limitaciones.	161
7.6.6. Resultados de la metodología y aplicabilidad.	162
7.6.7. Matriz de Riesgo	163
7.7. Simulación de Escenario de Riesgos.....	165
7.7.1. Programa SCRI-Modelos.....	165
7.7.2. Modelo de Evaluación de Daños Provocados por Nubes Explosivas.	166
7.1.3. Guía de cálculo del modelo matemático de explosión TNT.	171
7.1.4. Determinación de los daños ocasionados.....	171
CAPÍTULO 8. RESULTADOS	174
8.1. Determinación del nivel del estudio de riesgo.....	174
8.2. Lista de verificación (Check List).....	177
8.2.1. Elaboración adecuada del formato de la Lista de Verificación.	177
8.2.2. Desarrollo de actividades.	179
8.2.3. Resultados obtenidos	180
8.3. Análisis ¿Qué pasa sí? (What if?..).	181
8.3.1. Elaboración del formato adecuado para el cuestionario del análisis.....	181
8.3.2. Desarrollo de actividades.	183
8.3.3. Resultados obtenidos.....	183

8.4. Análisis de Modo de Fallos, Efectos y Criticidad (FMEAC).	187
8.4.1. Definir los procesos a evaluar.	187
8.4.2. Desarrollo de actividades.	188
8.4.3. Resultados obtenidos.	190
8.5. Análisis de Riesgos y Operabilidad (Hazop).....	192
8.5.1. Recopilación de toda la información obtenida previamente.....	192
8.5.2. Configuración de los datos a utilizar.	192
8.5.3. Desarrollo de actividades.	197
8.5.4. Resultados obtenidos.	198
8.6. Simulación de Escenarios de Riesgo (SCRI Modelos).	199
8.6.1. Cálculo del modelo matemático de explosión TNT.	201
8.6.2. Generación de plumas en Google Earth.	215
CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	218
9.1. Conclusiones de la Determinación del nivel del Estudio de Riesgo.	218
9.2. Conclusiones de la Lista de verificación (Check List).....	218
9.3. Conclusiones del Análisis ¿Qué pasa sí? (What if?..).	219
9.4. Conclusiones del Análisis de Modo de Fallos, Efectos y Criticidad (FMEAC).	220
9.5. Conclusiones del Análisis de Riesgos y Operabilidad (Hazop).....	221
9.6. Conclusiones de la Simulación de Escenarios de Riesgo.....	222
9.7. Recomendaciones.	223
CAPÍTULO 10. ANEXOS.	226
Anexo II. Diagrama para la determinación del nivel del estudio	237
ANEXO III. LISTA DE VERIFICACIÓN - (CHECK LIST)	239
ANEXO IV. ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SI...? (WHAT IF..?).....	258
ANEXO V. ANÁLISIS DE MODO DE FALLOS, EFECTOS Y CRITICIDAD (FMEAC).....	263
ANEXO VI. ANÁLISIS DE RIESGO Y OPERABILIDAD (HAZOP).....	276
APLICACIÓN DEL MÉTODO - HAZOP.....	285
ANEXO VII. SIMULACION – SCRI MODELOS.....	295
ANEXO VIII. Formato para elaboración de Estudio de Riesgo ante la SEMARNAT.	317
RFC.....	334
CAPÍTULO 11	343
Bibliografía	344

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Riesgos del Gas Lp y Gas Natural. (Petróleos de México, 2011).....	22
Tabla 2. Propiedades físicas, características del gas licuado de petróleo. (Oficina Internaonal del Trabajo Ginebra, 1990)	24
Tabla 3. Clasificación de zonas sísmicas. (Servicio Sismológico Nacional, 2010)	34
Tabla 4. Principales localidades de Othón P. Blanco, correspondientes a la Zona Metropolitana. (Gas Imperial, 2011)	42
Tabla 5. Cantidad de ERA's ingresados en México. (Sánchez Medrano, 2008).	84
Tabla 6. Clasificación adecuada para una industria de proceso químico. (Sánchez Medrano, 2008)	112
Tabla 7. Duración del proceso de aplicación de una Lista de Verificación. (Sánchez Medrano, 2008).	114
Tabla 8. Ejemplo de Lista de verificación para evaluar un plan de emergencia. (PNUMA, 1988)..	118
Tabla 9 Ejemplo de Análisis ¿Qué pasa si...? En gaseras. (Gas Imperial, 2011).	127
Tabla 10. Duración del proceso de aplicación de un Análisis ¿Qué pasa si? (Casal J., 1999).	130
Tabla 11. Tipo de fallos en un Análisis FMEAC. (Casal J., 1999)	133
Tabla 12. Categorías de criticidad. (American Institute of Chemical Engineers, 1992)	138
Tabla 13. Ejemplo de Análisis FMEAC en sistemas de descarga de cisternas para tanques. (Casal J., 1999)	140
Tabla 14. Duración del proceso de aplicación de un Análisis FMEAC. (American Institute of Chemical Engineers, 1992)	142
Tabla 15. Resumen de palabras guía y variables de proceso utilizadas en los análisis HAZOP. (American Institute of Chemical Engineers, 1992).....	148
Tabla 16. Terminología común de análisis HAZOP. (American Institute of Chemical Engineers, 1992)	158
Tabla 17. Ejemplo de Análisis HAZOP en una instalación de Gas Lp.....	160
Tabla 18. Formato de la lista aplicada.....	179
Tabla 19. Ejemplo de formato casual del análisis What if?.....	182
Tabla 20. Ejemplo de formato implementado del análisis What if?.....	182
Tabla 21. Ejemplo del análisis What if?.....	185
Tabla 22. Formato del análisis aplicado.	188
Tabla 23. Formato del análisis Hazop.....	198
Tabla 24. Valores de Z para varios rangos de sobrepresión.	207
Tabla 25. Resultados del Diámetro de las Ondas Expansivas (DOE) calculado para los Daños Máximos Catastróficos (DMC).....	209
Tabla 26. Valores de Z para varios rangos de sobrepresión.	210
Tabla 27. Resultados del Diámetro de las Ondas Expansivas (DOE) calculado para los Daños Máximos Probables (DMP).....	211
Tabla 28. Efectos de nubes explosivas en componentes vulnerables de plantas. (Dinámica Heurística, 2010)	212
Tabla 29. Daños Estimados por Explosiones en general. (Dinámica Heurística, 2010).....	214

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración. 1 - Ubicación del Área de Estudio.	29
Ilustración 2. Regiones sísmicas de la República Mexicana	34
Ilustración.3. Sistemas de identificación de riesgos.	77
Ilustración 4. Diagrama lógico de ejecución de análisis HAZOP. (Casal J., 1999).....	157
Ilustración 5. Análisis del proceso realizado para la determinación de nivel.	175

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la instalación denominada “Gas de Chetumal, S.A. de C.V.” del grupo (Zeta Gas), localizado en esta Capital del Estado de Quintana Roo, en el cual se determinó el riesgo ambiental en instalaciones de almacenamiento, distribución y venta de Gas Lp. En donde antes de haberse aplicado las metodologías se analizó que tipo de nivel de estudio le corresponde y de esa manera se pudo aplicar las diferentes metodologías existentes, entre las que se encuentran: [1] Lista de Verificación (Check List), [2] Análisis ¿Que pasa sí...? (What if...?), [3] Análisis de Modos de Fallos, Efectos y Criticidad (FMEAC), [4] Análisis de Riesgos y Operabilidad (HAZOP) y [5] Simulación de Escenarios de Riesgo por el uso de Gas Licuado de Petróleo (GLP) por medio del Programa SCRI Modelos, a fin de determinar posibles fallas de operación y riesgos en el establecimiento y sus alrededores.

Los resultados obtenidos en general de las metodologías aplicadas nos revelan que la estación gasera de Chetumal, no opera de manera adecuada y que carece de personal técnico especializado en el manejo de dicho gas y su mantenimiento de dicha gasera, así mismo estos resultados nos permitieron llegar a las siguientes conclusiones: (a) la falta de equipos y sistemas de seguridad adecuados ponen en riesgo la salud de los trabajadores. (b), se detectan procedimientos inadecuados en el uso y manejo del Gas Lp. (c) En caso de una posible fuga, en el peor escenario, dadas las diversas condiciones ambientales, la nube formada tendría un diámetro de 269 mts., cuyo peso del material en el sistema y en la nube alcanzaría las 111,536.74 lb., la explosión daría origen a diversas ondas expansivas que a su vez su afectación tendría un radio máximo de 826.27 m, generando una energía desprendida por explosión de 54.77 Ton de TNT considerando como factor de explosividad el valor de 0.1 que se le denomina como Daños Máximos Catastróficos (DMC).

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Gracias al avance de la técnica, el ser humano ha podido dominar las fuerzas de la naturaleza en su beneficio, sin embargo, dichas fuerzas contienen un poder que puede ser destructivo. La posibilidad que tiene la humanidad para controlar el fuego, la radiación, la electricidad o el magnetismo, ha permitido que la vida de los hombres sea más cómoda, (Sánchez M. & Mendoza S., 2014).

El uso de sustancias químicas se ha generalizado en todas las actividades económicas, incluso en la vida doméstica. Muchas de estas sustancias pueden implicar, sin la adopción de determinadas precauciones, riesgos para la salud y medio ambiente, derivando en accidentes químicos que resultan de la liberación de una sustancia peligrosa para la salud humana y el medio ambiente, a corto o largo plazo. Estos acontecimientos incluyen incendios, explosiones, fugas o liberaciones de sustancias tóxicas que pueden provocar enfermedades, lesiones, invalidez o en el peor de los casos la muerte (aunque esto solo si se expone a una gran cantidad) de seres humanos y daños al medio ambiente, (Sánchez Medrano, 2008).

Además, Barbes M. (2004) afirma que el daño que se puede ocasionar a la población al ser expuesta a estos accidentes y la severidad va a depender de numerosos factores, como la distancia a la que se encuentra de un

establecimiento industrial, la naturaleza y concentración de la sustancia, tamaño de la descarga, periodo de exposición y la longitud de tiempo que pasa entre la exposición y tratamiento. En muchos países, sobre todo los altamente industrializados, los químicos de alto riesgo más importantes, son los gases.

Por otro lado la SENER (2015), afirma que el gas es uno de los energéticos más utilizados en la industria y sobre todo en los hogares mexicanos. Sin embargo, pocas personas conocen las diferencias entre el gas natural y el LP. Las fuentes de energía son muchas y muy variadas manifestaciones; en este trabajo nos referiremos únicamente a un tipo de energía, el proveniente de los combustibles fósiles y, primordialmente, el gas licuado de petróleo o Gas L.P.

Sin embargo PROFECO (2014), menciona que nuestro país es el séptimo consumidor de gas L.P. a nivel mundial. Las razones de la preferencia por dicho combustible se pueden explicar gracias a su accesibilidad y fácil manejo, lo cual le permite ser usado tanto en los hogares, como en los servicios, la industria, el autotransporte y, en menor medida, en actividades agropecuarias. En México, el consumo de gas L.P., durante el 2009, ascendió a 281.8 miles de barriles diarios (mbd), de los cuales el 65% es consumido en los hogares.

Por lo tanto la SENER (2015) afirma que “cinco (5) de cada siete (7) hogares mexicanos consume gas L.P., fundamentalmente, para la cocción de alimentos, calentamiento de agua y calefacción de interiores”.

Así mismo SENER (2015), nos menciona que la obtención (o generación), manejo y almacenamiento de la energía son actividades riesgosas; el gas L.P. no es la excepción. Y para poder decidir si el peligro de estas sustancias es permisible, se requiere estimar el nivel del peligro potencial en cuanto a la dimensión de los daños y la posibilidad de que ocurran, por lo que se hace necesario realizar un estudio metódico y lo más completo posible de todos los aspectos que implica para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales, la presencia de una determinada instalación, las sustancias que maneja, los equipos y los procedimientos que pueden iniciar y desencadenar eventos no deseados. Es lo que se denomina Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) o análisis de riesgo.

El ERA son instrumentos preventivos que la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LEGEEPA), introduce con el fin de proteger y preservar el medio ambiente. Es decir, ayuda a identificar los valores ambientales y los riesgos más importantes y además identifica los huecos de información, con lo que ayuda a decidir qué clase de investigación debe ser desarrollada a futuro y en que deben ser invertidos los recursos limitados con los que se cuenta. Sin

embargo, en los últimos años modificaciones a la LGEEPA en el año de 1996, se establece que en las actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, deberán realizarse estudios de riesgo para identificar el nivel de riesgo que tienen sus instalaciones, así como el radio de afectación que pudieran cubrir en caso de ocurrir un accidente lamentable. (OSINER, 2011).

Por ello es importante que una vez que se haya realizado un ERA o análisis de riesgo en las instalaciones que utilicen sustancias peligrosas, se elabore un Programa para la Prevención de Accidentes, en el cual se defina y documente la infraestructura requerida para protección ante los riesgos potenciales de la instalación, al igual que la estructuración de un sistema que permita identificar, responder y controlar una situación de emergencia ambiental y mitigación de sus efectos. (OSINER, 2011).

CAPÍTULO 2.

ANTECEDENTES

CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES

2.1. Usos del Gas L.P.

El Gas Lp., constituye una de las principales fuentes de energía en las industrias, establecimientos comerciales y el consumo doméstico. No obstante se utiliza también como combustible de automotores que hoy en día varias partes del mundo la utilizan principalmente para el transporte de carga y pasajeros, además de que es una alternativa para la reducción en la emisión de contaminantes, probada por muchas empresas de diversos tipos (refrescos, alimentos etc.). Ahora en bien en el ámbito doméstico y comercial, el Gas Lp se utiliza para cocinar, refrigerar, alumbrar y en la calefacción; a nivel industrial se emplea en cualquier equipo que requiera un combustible fácilmente controlable (hornos para tratamiento de metales, vidrio, etcétera); en el sector agrícola se usa para secar alfalfa, heno y semillas, o en la destrucción de malas hierbas; de igual forma, se utiliza como materia prima para fabricar plásticos, hule sintético y productos químicos, entre otros. (Protección Civil de Cordoba, S/F).

2.2. Historia del Gas Lp

El gas del LP fue descubierto a principios de los 90s. A través de los años se han desarrollado miles de aplicaciones para hacer uso limpio de su combustión,

de uso múltiple, combustible fácilmente disponible, portable y eficiente. Aunque las aplicaciones del gas del LP son extensas a través del mundo, muchos no están tan familiarizados con él como lo están con el gas natural, la electricidad, la gasolina, y el diésel. Actualmente el Gas Lp proporciona las mismas ventajas a los consumidores que estas otras energías con seguridad y eficientemente a las decenas de millones de usuarios cada día. (Yagúe G, 2009).

Así mismo Yagúe G (2009) menciona que la producción de Gas Lp en México se realiza desde principios de siglo, sin embargo, fue hasta 1946 cuando se inició su comercialización como estrategia para sustituir la utilización de combustibles vegetales (leña, carbón, petróleo) en las casas de las zonas urbanas. El Gas Lp es la principal alternativa de combustible en nuestro país, ya que llega a más de 90 millones de mexicanos a través del uso doméstico (ocho de cada diez hogares mexicanos utilizan este energético), industrial y de carburación automotriz. Actualmente, a nivel mundial, México ocupa el cuarto lugar en consumo de Gas Lp (después de Estados Unidos, Japón y China) y el primero en consumo doméstico.

La producción e importación de Gas Lp en México es responsabilidad exclusiva de Petróleos Mexicanos (Pemex), que realiza la venta de "primera mano", en sus terminales de distribución, a los particulares que cuenten con un permiso de la Secretaría de Energía para su transporte, almacenamiento o

distribución. Gracias a la reforma a Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, realizada en mayo de 1995, son estos últimos, los distribuidores, los que lo venden al público. (Yagúe G, 2009)

2.3. Características del Gas Lp

El Gas Lp (o LPG) "Liquefied Petroleum Gas". Es el término usado extensamente para describir una familia de los hidrocarburos ligeros, llamados los líquidos del gas. Los miembros más prominentes de esta familia son el propano (C_3H_8) y el butano (C_4H_{10}). Otros miembros de la familia del gas del LP son etano y pentano. (Oficina Internacional del Trabajo Ginebra, 1990).

Así que el Gas Lp es el nombre genérico para el gas butano y propano de uso comercial. También es incoloro e inodoro así que se le agregan odorantes químicos como el mercaptano para detectarlo en caso de fugas, es decir, que el Gas Lp normalmente se odora antes de su distribución, de manera que tiene un olor característico y reconocible con facilidad. Esto permite detectar por el olor la presencia del gas en concentraciones de solo un quinto del límite inferior de inflamabilidad. (Barbes Macias., 2004).

Además el término "Liquefied Gas" puede parecer una contradicción, puesto que todas las cosas en naturaleza son un líquido, un sólido o un gas.

Todavía, es el carácter único del Gas Lp que lo hace el combustible más popular y extensamente usado, ya que estos hidrocarburos tienen la propiedad de volverse líquido a temperaturas atmosféricas cuando es sujeto a una compresión moderada, es decir, cambia a un líquido cuando está sujetado a la presión o a bajas temperaturas, por lo tanto en forma líquida la presión del tanque está sobre dos veces la presión de un neumático normal de carro. Y cuando la temperatura y la presión es normal (reduce) regresa a su estado gaseoso. Gracias a esta propiedad, el Gas Lp se puede almacenar y transportar en estado líquido, en cilindros o tanques. (Oficina Internaonal del Trabajo Ginebra, 1990).

El Gas Lp tiene una densidad en estado líquido se aproxima a la mitad de la del agua. Si se vierte GLP sobre el agua, flotará sobre la superficie antes de evaporarse. El gas o vapor es por lo menos $1\frac{1}{2}$ veces tan denso como aire y no se dispersa fácilmente. Tenderá a hundirse en el nivel más bajo posible y se puede acumular en sótanos, pozos, sumideros u otras depresiones. (Oficina Internaonal del Trabajo Ginebra, 1990).

Barbes Macias (2004) afirma que el Gas Lp se distribuye generalmente a través de cilindros o de pipas que surten a los tanques estacionarios de los hogares, por lo que es muy importante verificar que éstos se encuentren siempre en buenas condiciones para evitar fugas. Recuerde que no está obligado a contratar los servicios de ninguna distribuidora de Gas Lp, por lo que usted puede

elegir la compañía de su preferencia. Ahora bien, es importante cerciorarse de que la empresa con la que contratará el servicio tiene experiencia en el manejo de los combustibles y brinda un servicio de calidad, a fin de elegir la que mejor satisfaga sus necesidades. Así que con esto nos queda más claro que el Gas Lp es diferente al Gas Natural ya que el natural se compone de Metano y el LP se compone principalmente de Butano y Propano así mismo es incoloro e inodoro. Sus usos son similares que el LP pero el natural se usa principalmente para la generación de electricidad. (Barbes Macias., 2004).

Tabla 1. Riesgos del Gas Lp y Gas Natural.

Riesgo	Gas Lp	Gas Natural
Toxico	No	No
Cancerígeno	No	No
Inflamable	Si	Si
Forma nubes de vapor	Si	Bajo condiciones especiales
Asfixiante	Si, en espacios confinados	Si, en espacios confinados
Otros riesgos a la salud	No	No
Comportamiento en caso de fugas	Se evapora, formando una nube de vapor explosiva	Se dispersa rápidamente

Fuente: (Petróleos de México, 2011)

Como se menciona en los cuadros, el GLP puede causar graves quemaduras frías a la piel debido a su rápida evaporación y a la consiguiente disminución de la temperatura. La evaporación de GLP puede también enfriar el equipo en grado tal que el frío pueda causar quemaduras. Se deben llevar prendas de protección, como guantes y gafas protectoras, si es probable que se produzca este enfriamiento.

Otro dato característico del GLP es que en un recipiente que se ha contenido este gas y que supone estar vacío, puede seguir conteniendo GLP en forma de vapor y ser potencialmente un riesgo de accidente. En esa situación la presión interna es aproximadamente la atmosférica y, si una válvula tiene escapes o se deja abierta, el aire puede difundirse dentro del recipiente y formar una mezcla inflamable que creará un riesgo de explosión. El GLP se desplazará asimismo a la atmósfera.

Tabla 2. Propiedades físicas, características del gas licuado de petróleo

<i>Características físicas</i>	<i>Butano comercial</i>	<i>Propano comercial</i>
Densidad relativa (respecto al agua) del líquido a 15.6°C	0.57-0.58	0.50-0.51
Litros/toneladas de líquido a 15.6°C	1,723-1,760	1,957-2,019
Densidad relativa (respecto al aire) del vapor a 15.6°C y 1,015.9 mbar.	1.90-2.10	1.40-1.55
Relación entre el volumen del gas y del líquido a 15.6°C y 1,015.9 mbar.	233	274
Volúmenes de la mezcla gas/aire al límite inferior de inflamabilidad del volumen de líquido a 15.6°C y 1,015.9 mbar.	12,900	12,450
Punto de ebullición °C	-2	-45
Límite inferior de inflamabilidad, % v/v	1.8	2.2
Límite superior de inflamabilidad, % v/v	9.0	10.0

Fuente: (Oficina Internaonal del Trabajo Ginebra, 1990)

2.4. Accidentes químicos por el uso de Gas Lp.

Los accidentes químicos se definen como los acontecimientos peligrosos, indeseados e inesperados que ocurren rápidamente como resultado de la liberación de una o varias sustancias peligrosas para la salud humana y/o del medio ambiente, ya sea a corto o largo plazo y que incluyen incendios, explosiones, fugas o liberaciones de sustancias tóxicas que pueden provocar enfermedades, lesiones, invalidez o muerte a menudo de una gran cantidad de seres humanos. (CENAPRED, 2014).

Así mismo la CENAPRED (2014) afirma que los riesgos se han puesto de actualidad en las últimas décadas, por desgracia, a causa de algunos accidentes de graves consecuencias, como son las explosiones, fugas y manipulaciones inadecuadas que producen diariamente lesiones de mayor o menor magnitud poniendo de manifiesto la potencialidad dañina del GLP.

CAPITULO 3.

ÁREA DE ESTUDIO

CAPITULO 3. ÁREA DE ESTUDIO.

3.1. Medio Físico (Aspectos Abióticos).

3.1.1. Clima

En la ciudad de Chetumal se localiza una estación climatológica a cargo de la Comisión Nacional del Agua, que durante más de 15 años ha llevado registros diarios de los diversos componentes físicos ambientales como la temperatura, la evaporación y la precipitación (Gas Imperial, 2011).

Con ello se ha establecido de manera puntual, pero extendible a su área de influencia. En el área metropolitana de Chetumal ocurre el mismo tipo de clima que se presenta en la mayoría del territorio del Municipio de Othón P. Blanco, el cual está clasificado en general como cálido con lluvias en verano (Espinoza Avalos & Iseble, 2014).

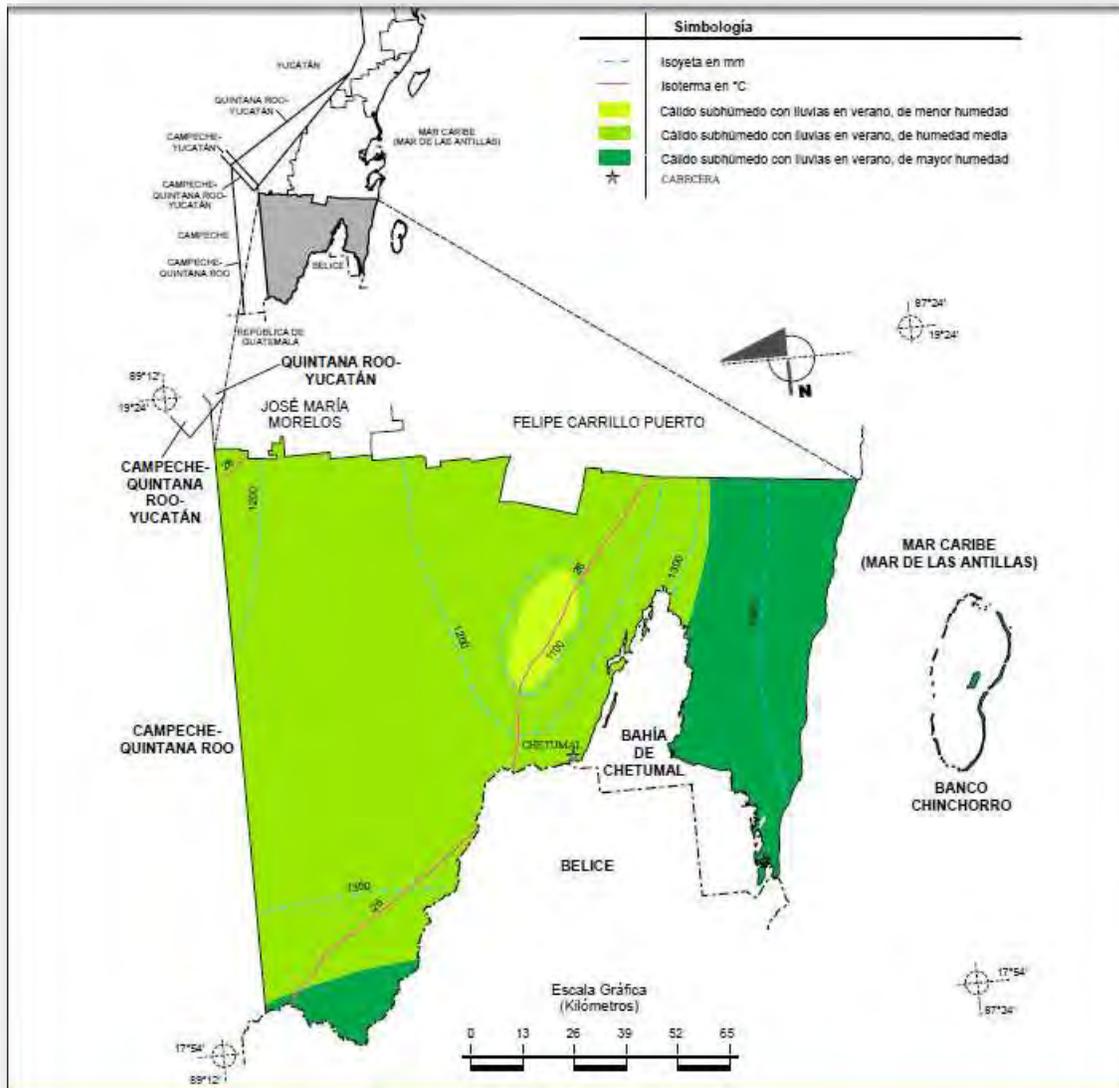
Así mismos Espinoza Avalos et. al (2014) menciona que el clima se caracteriza por sus elevadas temperaturas la mayor parte del año y una elevada humedad. Se registra normalmente un fuerte calor durante la mañana y medio día, para posteriormente registrar lluvias ligeras durante la tarde, abatiéndose la temperatura para tener noches frescas. Las estaciones del año tiene débil registro en Chetumal; sin embargo, durante el

invierno los frentes fríos que alcanzan la ciudad se caracterizan principalmente por vientos y lluvias que pueden hacer descender la temperatura.

La precipitación promedio anual se encuentra definida en varias zonas, la mayor precipitación se da en la zona costa del Mar Caribe, donde el promedio es superior a los 1,500 mm, una siguiente franja de territorio localizada al oeste de la zona anterior y al este de la Bahía de Chetumal tiene un promedio entre 1,300 y 1,500 mm al año, una tercera sección formada por territorios del sur, el interior y la zona costera de la Bahía de Chetumal tiene una precipitación de 1,200 a 1,300 mm, otras tres diferentes zonas formadas por el centro del territorio, su extremo sur y su extremo noroeste tienen un promedio entre 1,100 y 1,200 mm y finalmente un pequeño sector de la zona central de la franja anterior, junto a la Laguna de Bacalar, registra un promedio entre 1,000 y 1,100 mm (Zepeda Ramos & González Martínez, 2014).

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Ilustración. 1 - Ubicación del Área de Estudio.



Fuente: (CENAPRED, 2014).

Zepeda Ramos, et al. (2014) menciona que los vientos alisios dominan la costa oriental de la Península de Yucatán; por lo tanto de febrero a septiembre los vientos dominantes son del Este. La velocidad promedio de estos vientos es de 10 km/hora, alcanzando frecuentemente

velocidades de 40 km/h en algunas perturbaciones tropicales y de más de 160 km/h en huracanes.

De septiembre a marzo se presentan los Nortes, fenómeno que hace descender la temperatura y aporta humedad, en ocasiones los vientos pueden alcanzar velocidades de 100 km/h. Ocasionalmente se presentan vientos del Oeste, después del paso de un frente frío o cuando se aproxima una perturbación ciclónica tropical (Zepeda Ramos & González Martínez, 2014).

3.1.2. Geografía

La ciudad de Chetumal está situada en el extremo final de la costa del Mar Caribe perteneciente a México, en el punto donde el Río Hondo desemboca en la Bahía de Chetumal, sus coordenadas geográficas son 18°30'13"N 88°18'19"O 18.50361, -88.30528 y se encuentra a una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar. Se localiza a 388 kilómetros al sur del centro turístico de Cancún, a 388 kilómetros al sureste de Mérida, Yucatán y una distancia aproximada de 1,550 kilómetros al sureste de la Ciudad de México. (Espinoza Avalos et. al, 2014)

3.1.3. Fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes).

Según (Rosengaus Moshinsky, Jiménez Espinosa, & Vázquez Conde, 2014), para zonas como la Península de Yucatán y especialmente su zona costera oriente, los fenómenos hidrometeorológicos representan el primer peligro, En un recuento de incidentes, se recuerda que en septiembre de 1993 debido a la tormenta tropical Gert, se presentaron encharcamientos en las partes bajas de Chetumal, e interrupción de la carretera que lleva al poblado de Reforma en su cruce con el arroyo El Tigrito. Hubo necesidad de desalojar a los habitantes de las partes bajas de la ciudad.

Durante septiembre y octubre de 1995, los huracanes Opal y Roxanne inundaron las colonias de Solidaridad, Fidel Velásquez y Payo Obispo de la ciudad de Chetumal y se suspendió el suministro de agua en un 60% en la ciudad de Chetumal. Se inundó en tres tramos la carretera federal Chetumal-Mérida. (Espinoza et. al, 2014).

El caso más reciente de huracán devastador en el estado es el huracán Dean que en agosto de 2007 causó, además de destrucción de infraestructura de comunicación y de servicios en Chetumal. En la zona sur del Estado de Quintana Roo, al igual que en casi todo el país, año con año, durante la temporada de huracanes que inicia el 15 de mayo en el Pacífico

oriental y el 1 de junio en el Pacífico Central, y que ambos terminan el 30 de noviembre, descienden desde Norteamérica y el Ártico, una serie de fenómenos meteorológicos denominados frentes fríos, los cuales se caracterizan por su condición anticiclónica. Estos meteoros, comúnmente son nombrados por la dirección de donde provienen como Nortes. (H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2010).

3.1.3.1. Inundaciones.

Las inundaciones pueden definirse como la ocupación por el agua de zonas o áreas que en condiciones normales se encuentran secas, se producen principalmente por la ocurrencia de lluvias intensas prolongadas, como sucede durante las tormentas tropicales y el paso de huracanes, aunado a dificultades locales en el drenaje provocado por diferentes causas. Derivado de lo anterior la Ciudad de Chetumal principalmente la zona ubicada las orillas de la bahía es propensa a sufrir inundaciones severas, con precipitaciones de hasta 50 mm en 24 horas, en los puntos más bajos de la ciudad los cuales han sido identificados por la CAPA, Protección Civil Municipal. (H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2010).

Como antecedente de inundaciones graves se tienen las presentadas los días 15, 16, 17, 18 y 19 de Octubre de 2015, debido a una onda tropical, junto con un frente frío que estaciono el mal

tiempo ocasionando precipitaciones atípicas para la Capital del Estado con un valor máximo de 150 mm en las 120 horas transcurridas. La precipitación acumulada durante cinco días equivale al 60% de la precipitación media anual, motivo por el cual se declaró a la Ciudad de Chetumal en estado de emergencia por inundaciones derivadas de las lluvias intensas.

3.1.3.1. Sismos.

Gas Imperial (2011) afirma que la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, ilustración 2 y tabla 3, esto de acuerdo a los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, en base a la ocurrencia de grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores, ocurridos en el siglo pasado. Dado lo anterior, la gasera afirma que la Ciudad de Chetumal se encuentra comprendida en la Zona A y que no se han reportado temblores en los últimos 80 años.

Sin embargo esto se debe porque no se cuenta hasta la actualidad con sismógrafos en el estado de Quintana Roo que registren esos pequeños sismos que se han sentido a lo largo de todo este tiempo. Así que en la ciudad de Chetumal si se han sentido pequeños sismos.

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Ilustración 2. Regiones sísmicas de la República Mexicana



Fuente: (Gas Imperial, 2011)

Tabla 3. Clasificación de zonas sísmicas.

ZONA	CARACTERISTICAS
A	Zona donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores.
B y C	Zonas intermedias, donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectados por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
D	Zonas donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia del sismo es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Fuente: (Servicio Sismológico Nacional, 2010)

3.1.3. Hidrografía.

La mayor parte de la porción territorial que comprende el área metropolitana de Chetumal, pertenece a la región hidrológica RH33, denominada Yucatán Este (Quintana Roo) y dentro de esta, a la cuenca A conocida como Bahía de Chetumal y otras. En ella, se carece de corrientes superficiales, a excepción de los pequeños desagües naturales que se forman durante la temporada máxima de lluvias, mismos que por las características kársticas del suelo son rápidamente drenados hacia las capas inferiores. (Comisión Nacional del Agua, 2010).

La cuenca a su vez se subdivide en cinco subcuencas. El área se encuentra dentro de la subcuenca "c", denominada Bahía de Chetumal, ocupando el 43.8 % de la superficie total del Municipio de Othón P. Blanco. Tiene una fluidez hacia suroeste descargándose en la Bahía de Chetumal. (Conagua, 2010).

Sin embargo por la parte sur de la zona corre tanto el Río Hondo, el cual sirve de límite internacional con Belice y proviene de Guatemala, como el Río Azul. A partir de la incorporación del Río Bravo adopta el nombre de Río Hondo (Rosengaus Moshinsky, Jiménez Espinosa, & Vázquez Conde, 2014).

Su cuenca en la parte mexicana es de 8,883 km² y el total asciende a casi 13,500 km² estimándose un escurrimiento medio anual de 1,634 millones de metros cúbicos hasta su descarga en la Bahía de Chetumal. (Conagua, 2010)

Reconoce toda la curva de nivel, entrando a México por la parte sureña del Municipio de Othón P. Blanco en el poblado de La Unión y se dirige hacia el noreste en forma paralela a la carretera, torciendo hacia el franco oriente a la altura del poblado Juan Sarabia, hasta Subteniente López, y de ahí se dirige hacia su desembocadura en la Bahía.

Su recorrido total es de 160 km. con un caudal de 34.62 m³/seg, pero se estima que recorre 15 km en la porción del área metropolitana de Chetumal: Es siempre navegable pues su profundidad promedio es de 10 m y en tramos su anchura alcanza los 50 m..

En cuanto a cuerpos de agua lenticos, el más conspicuo es la Laguna Milagros y se observan otros más cercanos a la localidad de Subteniente López. (Rosengaus Moshinsky, et., al (2014).

Se incluye también dentro del área, a la parte sur de la Laguna de Bacalar y al estero Chaac que comunica a ésta de manera intermitente con el Río Hondo. (Conagua, 2010).

3.1.4. Geología y geomorfología.

3.1.4.1. Estratigrafía

En el área afloran unidades de roca, carbonatadas y depósitos recientes que representan el tiempo geológico comprendido entre el Paleoceno y el Reciente. El terciario superior está representado por otra secuencia calcárea que corresponde a la formación de Felipe Carrillo Puerto, depositado durante el lapso Mioceno Superior Plioceno que en esta área cubre a la secuencia calcárea del Terciario Inferior mediante una discordancia que representa un hiato del Oligoceno a la base del Mioceno Superior. (INEGI, 2012)

3.1.4.2. Geología Estructural.

INEGI (2012), nos dice que la Península de Yucatán es una estructura geológica que corresponde a un conjunto de capas de rocas sedimentarias con un grosor de más de 3,500 m., que descansan sobre un basamento paleozoico. Por otra parte la constitución geológica de la superficie es en su totalidad de rocas sedimentarias marinas calizas y derivadas de éstas, tratándose de un material amorfo, muy deleznable, de color blanco, gris y amarillento, formado por margas calíferas y calizas que contiene también restos de foraminíferos, conchas de moluscos, inclusiones de dolomitas, arcilla y óxidos de hierro de origen marino.

En forma particular, esta área se clasifica como planicie de acumulación que dio origen a una facie lagunar estructural con una costa en equilibrio, excepto en la desembocadura del Río Hondo, en donde se da el retroceso de la línea de costa hacia el continente por sumersión y/o inactividad deltaica. Las manifestaciones cársticas están asociadas al sistema de fallas estructurales, el cual presenta una orientación casi paralela a la línea de la costa.

La zona costera emergió durante el Triásico-Jurásico, perteneciente a la era Mesozoica o Secundaria, dejando como evidencia capas rojas en el suelo, que se encuentran sobre un basamento de rocas clasificadas como provenientes de la era Mesozoica, la que ha originado una losa uniforme que empezó a ascender a pausas y retrocesos hasta fines de la era Cenozoica.

El Municipio de Othón P. Blanco se encuentra localizado dentro de la clasificación que hace el Instituto de Geofísica de la UNAM en la Zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores (Sánchez Crin, 1980).

3.2. Elementos biológicos. (Aspectos Bióticos)

3.2.1. Flora.

La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extendido en todo este municipio. Esta se desarrolla en climas cálidos húmedos con precipitaciones promedio anuales de 1,300 mm de lluvia. Este tipo de vegetación ha perdido miles de hectáreas debido a desastres como naturales, incendios forestales, pero también por efecto de las actividades humanas como la agricultura, las especies vegetales más representativas son el chicozapote, el ramón, el guayabillo y el chacá, zonas más aisladas del interior del municipio se encuentra pobladas por selva alta, en donde se puede encontrar el siricote, el palo de tinte y la caoba; hacia el suroeste del municipio se encuentran zonas de dedicadas a la agricultura de temporal y de riego, siendo el principal cultivo la caña de azúcar, junto a la costa del mar Caribe se puede localizar principalmente manglares. (INEGI, 1981)

Específicamente en el área metropolitana es escasa en vegetación, en razón de que los asentamientos humanos la han sustituido por infraestructura. Sin embargo, se tiene la presencia de áreas en donde la vegetal presente es la selva mediana subperennifolia altamente perturbada, donde se observa la presencia de algunos árboles de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo originales. En los poblados es frecuente encontrar especies ornamentales o frutícolas sembradas

por sus habitantes, entre las cuales destacan los tulipanes (*Hibiscus rosasinensis*), crotos (*Crotos* sp.) y zacate de jardín (*Sporobolus virginicus*).

3.2.2. Fauna.

Se encuentran animales silvestres como, mamíferos y una gran variedad de invertebrados. Algunos representantes son el mono araña, jaguar, tucán, hocofaisán, venado de cola blanca, iguana rayada, cocodrilo, etc. En los recorridos de campo y muestreo de flora que se hicieron no se observó en el predio y en las zonas aledañas ningún individuo de fauna.

3.3. Medio Socioeconómico.

El proceso demográfico del municipio Othón P. Blanco, ha tenido en las últimas décadas una tendencia a la concentración poblacional en los dos principales centros de población, Chetumal y Bacalar, y una tendencia a la dispersión poblacional en el resto del municipio, de tal manera que en el año 1990, de los 172,563 habitantes que tenía el municipio, correspondían a Chetumal 94,158 habitantes (54.56% de la población municipal) y existían otras siete localidades urbanas y 429 localidades rurales. En tanto que al año 2000 de los 208,602 habitantes en el municipio correspondían a Chetumal 121,602 habitantes (58.41% de la población municipal) y sólo otras 5 localidades urbanas, en tanto que las localidades rurales habían incrementado a 753. (H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2010).

La población en el área metropolitana, es un reflejo de lo acontecido a nivel municipal, de tal manera que si bien la población pasó de 101,624 habitantes en 1990 a 130,669 habitantes en el año 2000, Chetumal pasó de 94,158 habitantes en 1990 a 121,602 habitantes en 2000, correspondiéndole el 58.42% de la población municipal y el 93.06% de la del área metropolitana. (H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2010).

3.3.1. Demografía.

3.3.1.1. Población.

El municipio de Othón P. Blanco es el segundo más poblado de Quintana Roo, tiene una población de 219,763 habitantes según los resultados del Censo de Población y Vivienda de 2005 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, de ese total, 109,059 son hombres y 110,704 son mujeres;11 teniendo por tanto un índice de masculinidad del 49.6%, su tasa de crecimiento demográfico anual de 2000 a 2005 es del 1.0%, el 30.7% de los habitantes son menores a 15 años de edad, mientras que el 62.1% se encuentra entre los 64 y los 15 años de edad, el 73.0% de la población se considera urbana por habitar en localidades superiores a los 2,500 habitantes; y un 11.4% de la población de 5 años y más es hablante de alguna lengua indígena. La tasa de natalidad en 1997 fue de 2.3%, mientras que la referida a defunciones se registró en 0.25%. Se tienen registradas alrededor de 37 mil viviendas, de

las cuales el 25% se ubican en zonas rurales y el 75% en Chetumal y otras localidades urbanas. De estas, la gran mayoría son propias y cuentan con techos de losa de concreto. También se utilizan otros materiales para la construcción como: madera, palma y lámina. (INEGI, 2012)

En el territorio del municipio hay un total de 554 localidades, la población de las principales es la siguiente: (H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2010)

Tabla 4. Principales localidades de Othón P. Blanco, correspondientes a la Zona Metropolitana.

Localidad	Población
Chetumal	136,826
Calderitas	4,446
Subteniente López	1,890
Xul - Ha	1,838

Fuente: (Gas Imperial, 2011)

3.3.1.2. Población Económicamente Activa por Sector (PEA)

De acuerdo al XI Censo General de Población y Vivienda 1990, la PEA está formada por 54,673 habitantes, de los cuales están ocupados 53,575 y desocupados 1,098. El 31.5% de la población total de 1990, integra la PEA, la población ocupada a su

vez se distribuye de la siguiente manera en los distintos sectores de la economía:

a. Sector primario.- Agrupa agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca. Emplea 6,737 trabajadores, que significa el 12.57%.

b. Sector secundario.- La minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción, que absorbe un total de 11,626 trabajadores o el 21.71% de la PEA municipal ocupada.

c. Sector terciario.- El comercio y los diferentes servicios emplearon a 32,267 personas, que constituyen el 60.23% de la PEA.

d. La PEA consignada en un sector no especificado fue de 2,945 personas, el 5.49%; y las personas desocupadas en números relativos representa el 2.01%. (Rosengaus Moshinsky, Jiménez Espinosa, & Vázquez Conde, 2014).

CAPITULO 4.

MARCO LEGAL

CAPITULO 4. MARCO LEGAL

Existen medidas de seguridad que el gobierno ha adoptado como una medida de control y esto es primordial para garantizar la salud pública y así beneficiar a la población.

4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo sucesivo la Constitución, actualmente en vigor fue promulgada el 5 de febrero de 1917 (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2005), es la Ley Regidora Suprema Fundamental, la cual contiene mandamientos y principios sobre las que se estructura la gestión de las sustancias químicas en la República Mexicana. Estas disposiciones se encuentran dispersas en toda la Constitución y son referidas a aspectos ambientales, a determinadas actividades que puedan generar efectos negativos en el ambiente, los recursos naturales, la salud humana y el patrimonio cultural entre otros.

El artículo 4° de la Constitución, se establece el derecho que tienen todas las personas a la protección de la salud, incluyendo el desarrollo de un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

La Constitución en el Artículo 73° faculta el Congreso para legislar en toda la República Mexicana las sustancias químicas y expedir las leyes del trabajo reglamentarias del Artículo 123° y las leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico. (Sánchez Medrano, 2008)

Por otro lado la Constitución en el Título Sexto del Trabajo y de la Prevención Social, señala en su Artículo 123°, toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil. En la Fracción XIII y Fracción XIV de este artículo, las empresas, están obligadas a proporcionar a sus trabajadores, capacitación o adiestramiento para el trabajo, y serán responsables de los accidentes de trabajo y de las enfermedades profesionales de los trabajadores.

También en la Fracción XV del Artículo anterior, el patrón estará obligado a cumplir, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores, y del producto de la concepción, cuando se trate de mujeres embarazadas.

A partir de los Artículos mencionados anteriormente, se han emitido un conjunto de leyes, las cuales son reglamentarias, en la que se encuentra el sustento para la regulación en materia de sustancias químicas peligrosas. Estos

mandatos legales, aunque se encuentran dispersos en diversas leyes, en la práctica se interrelacionan, ya que al ocurrir un accidente con las sustancias químicas peligrosas, se pueden generar implicaciones para la salud, el ambiente, la infraestructura, así como repercusiones económicas, sociales y también políticas. (INEGI, 2012).

4.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

“Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Enero de 1988. La Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en adelante se le denominará LGEEPA.” (Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 2007),

Es fundamento legal y técnico básico que establece las bases para la regulación de las sustancias, materiales y residuos peligrosos, así como de actividades riesgosas que los involucran. De ella emanan reglamentos, normas, procedimientos y otros ordenamientos jurídicos, tendentes a lograr su manejo seguro y ambientalmente adecuado, así como a prevenir la contaminación ambiental por su liberación continua o accidental.

En el **Artículo 3°** de la LGEEPA se definen los siguientes conceptos:

- **Contingencia Ambiental:** Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.
- **Emergencia Ecológica:** Situaciones derivadas de actividades humanas o fenómenos naturales que al afectar severamente a sus elementos, ponen en peligro a uno o varios ecosistemas.
- **Materiales Peligrosos:** Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos, que independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas inflamables o biológicas-infecciosas (CRETIB).
- **Prevención:** Conjunto de disipaciones y medidas anticipadas para evitar deterioro del ambiente.
- **Residuos Peligrosos:** Residuos, en cualquier estado físico que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológicas-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Se denomina como facultades de la Federación en la Fracción VI del Artículo 5° de la LGEEPA, la regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición

final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales y en la Fracción VII, la participación en la prevención y el control de emergencias y contingencias ambientales, conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan. (LGEEPA, 2007).

En los Artículos 7° y 8° de la LGEEPA señala que los Estados y Municipios están facultados para participar en emergencias y contingencias ambientales, conforme a las políticas y programas de protección civil que al efecto se establezcan.

La LGEEPA en el Artículo 146° señala que se deberán clasificar las actividades que deban considerarse altamente riesgosas en virtud de las características CRETIB para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento, de igual manera en el Artículo 147° menciona que la realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente peligrosas, se llevaran a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas. Quienes realicen actividades altamente riesgosas, deberán formular y presentar a la SEMARNAT, un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobierno, Energía,

Economía, de Salud y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

4.2.1. Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de abril de 2003, (Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, 2003), se fundamenta de la LGEEPA, teniendo por objeto regular el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos en vías generales de comunicaciones terrestres y sus servicios auxiliares y conexos siendo la Secretaría de Comunicaciones y Transportes la Dependencia encargada de su cumplimiento.

En el Artículo 4° de este Reglamento se definen conceptos y uno de ellos que no se ha mencionado es:

Sustancia Peligrosa: Son los elementos, compuestos materiales o mezclas de ellos que independientemente de su estado físico, represente un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros; también se consideran bajo esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades.

En el Capítulo I, Artículos 18° al 24°, se clasifican las sustancias peligrosas considerando sus características y riesgos en 9 clases que son: explosivos gases comprimidos, refrigerados, licuados o disueltos a presión, líquidos inflamables, sólidos inflamables, oxidantes y peróxidos orgánicos, tóxicos agudos (venenos) y agentes infecciosos, radiactivos, corrosivos y varios.

En el título Segundo de este Reglamento, se indica que los envases y embalajes de las sustancias y residuos peligrosos deberán cumplir con la clasificación, tipos y tener la resistencia de superficie para transportar la presión interna que pudiera desarrollarse en condiciones normales de transporte y circunstancias especiales, de acuerdo a las normas que al efectos se expidan. También se consideran como residuos peligrosos a todo aquel envase y embalaje vacío que haya contenido una sustancia o residuo peligroso o sus remanentes. (Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, 2003).

4.3. Ley general para la Prevención y Gestión de los Residuos.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Noviembre de 2006
La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, LGPGIR,
(Reglamento de la Ley General para la Previsión y Gestión Integral de los

Residuos, 2006), es reglamentaria y se refiere a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión de residuos, en el territorio nacional.

Las disposiciones establecidas en el Artículo 1° de la LGPGIR, son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

La LGPGIR en el Artículo 2°, tiene como principios, el derecho de las personas a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, la prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas, entre otros.

En el Artículo 5° de la LGPGIR se definen los siguientes conceptos:

- **Evaluación del Riesgo Ambiental:** Es el proceso metodológico para determinar la probabilidad o posibilidad de que produzcan efectos adversos, como consecuencia de la exposición de los seres vivos a las sustancias contenidas en los residuos peligrosos o agentes infecciosos que los forman;

- **Materiales:** Son sustancias, compuestos o mezclas de ellos, que se usa como insumo y es un componente de productos de consumo, de envases, empaques, embalajes y de los residuos que éstos generan;
- **Residuos Peligrosos:** Son aquellos que posean alguna de las características CRETIB que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio y;
- **Riesgo:** Es la probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades a los particulares. (LGPGIR, 2006).

4.3.1. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Noviembre de 2006. Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la SEMARNAT. (Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, 2006).

Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vestidos de materiales o residuos peligrosos que excedan un metro cúbico, de acuerdo con el Capítulo I delo Titulo Sexto Remediación de sitios Contaminados, el responsable del material o del residuo peligroso deberá:

- a)** Ejecutar medidas inmediatas para contener los materiales o residuos liberados, minimizar o limitar su dispersión o corregirlos y realizare la limpieza del sitio;
- b)** Dar aviso inmediato a las autoridades competentes sobre el incidente;
- c)** Ejecutar las medidas que les hubieran impuesto las autoridades competentes, y/o
- d)** Iniciar los trabajos de caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de remediación correspondientes.

El Capítulo II se refiere a los Programas de Remediación, los cuales se formularán cuando se contamine un sitio derivado de una emergencia ambiental. Existe emergencia, para efectos del presente Capitulo, cuando la contaminación del sitio derive de una circunstancia o evento, indeseado o inesperado, que ocurra repentinamente y que traiga como resultado la liberación no controlada. Incendio o explosión de uno o varios materiales

peligrosos o residuos peligrosos que afecten la salud humana o el medio ambiente, de manera inmediata.

En la elaboración del programa de remediación, Artículo 133° de este Reglamento, el interesado podrá determinar las acciones de remediación que se integran a la propuesta correspondiente, tomando como base lo establecido en las normas oficiales mexicanas aplicables o, en caso de no existir éstas, los niveles de remediación que se determinen con base en el estudio de evaluación de riesgo ambiental que se realice.

De acuerdo con el Artículo 140° de este Reglamento, los estudios de riesgo ambiental tienen por objeto definir si la contaminación existente en un sitio representa un riesgo tanto para el medio ambiente como para la salud humana, así como los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable.

Los estudios de evaluación de riesgo ambiental, Artículos 142° y 143°, se realizarán de acuerdo a la siguiente información:

- 1)** La difusión del problema basada en la evaluación de la información contenida en los estudios de caracterización y las investigaciones históricas correspondientes;

- 2)** La determinación de los contaminantes o componentes críticos para los ecosistemas y recursos a proteger;
- 3)** La determinación de los factores específicos al sitios que influyen en la exposición y dispersión de los contaminantes;
- 4)** La determinación fundamentada de la movilidad de los contaminantes en el suelo y de las funciones de protección y retención del mismo;
- 5)** La determinación de los puntos de exposición;
- 6)** La determinación y categorización de las rutas y vías de exposición para las cuales se evaluara el riesgo;
- 7)** La determinación de los componentes del ecosistema;
- 8)** La determinación de la toxicidad y la exposición de los contaminantes a los componentes del ecosistema y la evaluación de los efectos;
- 9)** La representación gráfica de la información señalada en las fracciones anteriores como hipótesis de exposición total.
- 10)** La determinación de los distintos grupos poblacionales receptores y del grupo poblacional más vulnerable;
- 11)** La determinación de los valores de las dosis de referencia para componentes críticos no cancerígenos y de los factores de las pendientes de cáncer para componentes críticos cancerígenos y la memoria de cálculo correspondiente;

- 12)** El cálculo de la exposición total para los grupos poblacionales presentes más vulnerables, para las distintas rutas y vías de exposición.
- 13)** La determinación del riesgo cancerígeno y no cancerígeno y la memoria de cálculo correspondiente;
- 14)** La descripción de las posibles consecuencias o adversos a la salud humana y al medio ambiente de los riesgos evaluados que se desprendan de la presencia de los contaminantes;
- 15)** La determinación de los niveles de remediación específicos del sitio y ;
- 16)** La descripción de las suposiciones hechas a lo largo de los cálculos efectuados y de las limitaciones e incertidumbres de los datos en los cuales se basa la evolución de riesgo a la salud humana, y la caracterización total del riesgo (LGPGIR, 2006).

4.4. Ley Federal del Trabajo.

La Ley Federal de Trabajo, (Ley Federal del Trabajo, 2006) es el fundamento para regular las relaciones de trabajo, al igual que en la LGEEPA, también emanan de ella reglamentos, normas y procedimientos, para que estas relaciones se lleven en un medio ambiente laboral seguro.

En el Título Cuarto I, Artículo 132° de la LFT, los patrones deben proporcionar oportunamente a los trabajadores herramientas y materiales necesarios para la ejecución del trabajo y capacitación y adiestramiento a sus trabajadores, así como adoptar las medidas necesarias para evitar que los contaminantes excedan los máximos, para lo cual deberán modificar, en su caso, las instalaciones en los términos que señalen las propias autoridades.

En este mismo Artículo de la LFT, señala que los patrones deberán cumplir las disposiciones de seguridad e higiene, para prevenir los accidentes y enfermedades en los centros de trabajo y, en general, en los lugares que deban ejecutarse las labores; y, disponer en todo tiempo de los medicamentos y materiales de curación indispensables que señalen los instructivos que se expidan, para que se presenten oportuna y eficazmente los primeros auxilios; debiendo dar, desde luego, aviso a la autoridad competente de cada accidente que ocurra.

Da igual manera que los patrones, en el Artículo 134° de la LFT se señala que los trabajadores deben cumplir las medidas preventivas e higiénicas para su seguridad y protección además de ejecutar el trabajo con la intensidad, cuidado y esmeros apropiados en la forma, tiempo y lugar convenidos.

En las Fracciones VIII y XII del Artículo anterior, los trabajadores deberán prestar auxilios cuando se necesiten y comunicar las deficiencias que adviertan, a

fin de evitar daños o perjuicios a los intereses y vidas de sus compañeros de trabajo o de los patrones.

En los Artículos 473° y 474° de la LFT se definen los siguientes conceptos:

- **Riesgos de Trabajo:** son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.
- **Accidentes de trabajo:** son las lesiones o perturbaciones funcionales inmediatas o posteriores, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean y el tiempo en el que se preste y ;
- **Enfermedades de Trabajo:** es cualquier estado patológico derivado de la acción continua de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en el que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.

En el Artículo 513° se presenta una tabla de enfermedades de trabajo en la cual se considera en su inciso 39, la acción irritante del cloro sobre los pulmones de los trabajadores de la esterilización del agua. Al igual que en su inciso 68 se considera como enfermedad de trabajo la conjuntivitis y querato conjuntivitis por agentes químicos o alergizantes como lo es el cloro. (LFT, 2006).

4.4.1. Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

“De la Ley Federal del Trabajo emana el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, publicada el 21 de Enero de 1997” (Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, 1997) el cual define en su Artículo 2° los siguientes conceptos:

- **Actividades Peligrosas:** Son el conjunto de tareas derivadas de los procesos de trabajo que generan condiciones inseguras y sobre exposición a los agentes físicos, químicos o biológicos, capaces de provocar daño a la salud de los trabajadores o al centro de trabajo.
- **Materiales o Sustancias Químicas Peligrosas:** Son aquellos que por sus propiedades físicas y químicas al ser manejados, transportados, almacenados o procesados, presentan la posibilidad de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad o acción biológica dañina, y pueden afectar la salud de las personas expuestas o causar daños materiales a instalaciones y equipos.

En el Capítulo Sexto Del Título Segundo del RLFT se establecen en los Artículos 54° al 75°, las condiciones de seguridad para el manejo,

transporte y almacenamiento de materiales en general , materiales y sustancias químicas peligrosas para prevenir y evitar daños a la vida y salud de los trabajadores, así como al centro de trabajo.

En los centros de trabajo, Artículos 82° y 83° del RLFT, donde se utilicen sustancias químicas sólidas, líquidas o gaseosas, que debido a los procesos, operaciones, características físico químicas y grado de riesgo, sean capaces de contaminar el ambiente de trabajo y alterar la salud de los trabajadores, el patrón estará obligado a establecer las medidas de seguridad e higiene, realizar exámenes médicos específicos a los trabajadores.

En el Artículo 84° del RLFT, la responsabilidad del patrón será la de establecer el programa de seguridad e higiene que permita mejorar las condiciones del medio ambiente laboral y reducir la exposición de los trabajadores a las sustancias químicas contaminantes sólidas, líquidas o gaseosas.

El RLFT en el Artículo 101°, menciona que en los centros de trabajo donde existan agentes en el medio ambiente laboral, que puedan alterar la salud y poner en riesgo la vida de los trabajadores y que por razones de carácter técnico no sea posible aplicar las medidas de prevención y control, el patrón deberá dotar a estos con el equipo de protección personal

adecuado, y realizar el análisis de riesgo a lo que se exponen los trabajadores para seleccionar el equipo de protección personal.

En los Artículos 130° al 134° del Capítulo Cuarto del Título Cuarto del RLFT, señala que el patrón debe elaborar un diagnóstico de las condiciones de seguridad e higiene que prevalezcan en ellos, así como establecer por escrito y llevar a cabo un programa de seguridad e higiene en el trabajo que considere el cumplimiento de la normatividad en la materia, de acuerdo a las características propias de las actividades y procesos industriales. Asimismo, será responsabilidad del patrón contar con los manuales de procedimientos de seguridad e higiene específicos a que se refiere las Normas aplicables.

La capacitación, en el Capítulo Quinto del Título anterior del RLFT, debe incluir información para los trabajadores sobre los riesgos de trabajo inherentes a sus labores y las medidas preventivas para evitarlos, de acuerdo con los planes y programas formulados entre el patrón y el sindicato o sus trabajadores. (RLFT, 1997).

4.5. Ley General de la Salud.

“La Ley General de Salud, LGS, es una ley reglamentaria acerca de derecho a la protección de la salud que tiene toda persona, esta Le es de aplicación a toda la República y sus disposiciones son de orden público e interés social” (Ley General de la Salud, 2007).

En el Artículo 17° Bis, le da atribución a la Secretaria de Salud, en la regulación, control y fomento sanitarios, y las que los demás ordenamientos aplicables le confieren en materia de efectos del ambiente en la salud, salud ocupacional, residuos peligrosos, saneamiento básico y acciones que involucren sustancias tóxicas, peligrosas o radiaciones.

El Artículo 119° Fracción IV de la LGS, señala que corresponde a la Secretaria de Salud y a los Gobiernos de las Entidades Federativas el disponer y verificar que se cuente con información toxicológica actualizada, en la que se establezcan las medidas de respuesta al impacto en la salud originado por el uso de sustancias tóxicas y peligrosas.

La LGS señala en el Artículo 128° dentro del Capítulo II Salud Ocasional, que el trabajo, se ejecutara, por lo que a la protección de la salud establecidas en las normas, las cuales serán formuladas por las autoridades sanitarias en coordinación con las autoridades laborales, cuando así se requiera.

El Artículo 129°, localizado en el Capítulo antes mencionado de la LGS, indica que la Secretaria de Salud tendrá a su cargo, el establecimiento de los criterios para el uso y manejo de sustancias, maquinaria, equipos y aparatos, con objeto de reducir los riesgos a la salud del personal ocupacionalmente expuesto, poniendo particular énfasis en el manejo de sustancias radioactivas y fuentes de radiación y determinar los límites máximos permisibles de exposición de un trabajador a contaminantes, y coordinar y realizar estudios de toxicología al resto.

En el Artículo 278° de la LGS se establece que la Secretaria de Salud determinará, mediante listas que publicara en el Diario Oficial de la Federación, las sustancias tóxicas o peligrosas que por constituir un riesgo para la salud deben sujetarse a control sanitario y se definen los siguientes conceptos:

- **Sustancia Peligrosa:** Son aquellos elementos o compuestos que tienen características de corrosividad, reactividad, inflamabilidad, explosividad, toxicidad, biológico-infecciosas, carcinogenicidad, teratogenicidad o mutagenicidad.
- **Sustancia Tóxica:** Son los elementos compuestos que, cuando por cualquier vía de ingreso, ya sea inhalación, ingestión o contacto con la piel o mucosas, causan efectos adversos al organismo, de manera inmediata o mediata, temporal o permanente, como lesiones

funcionales, alteraciones genéticas, teratogénicas, mutagénicas o la muerte.

Le corresponde a la Secretaría de Salud, de acuerdo con los Artículos 279° y 280° de la LGS, establecer la clasificación y las características de los diferentes productos, de acuerdo al riesgo que presenten directa o indirectamente para la salud humana y las normas oficiales mexicanas de protección y condiciones para el proceso, uso y aplicación de las sustancias tóxicas o peligrosas en cualquier fase de su ciclo de vida.

En la LGS el Artículo 281°, indica que las etiquetas de los envases de las sustancias tóxicas o peligrosas, deberán exhibir, en español, claramente la leyenda sobre los peligros que implica el manejo del producto, su forma de uso, sus antídotos en caso de intoxicación y el manejo de los envases que los contengan o los hayan contenido (LGS, 2007).

4.6. Ley General de Protección Civil.

La ley General de Protección Civil, publicada el 6 de Junio de 2012 (Ley General de Protección Civil, 2012) es de orden público e interés social y tiene por objetivo establecer las bases de la coordinación en materia de protección civil, actuando las dependencias en forma conjunta y ordenada, iniciando las acciones especializadas desde el nivel Municipal, Estatal y finalmente el federal.

En el Artículo 3° de la LGPC se definen los siguientes conceptos:

- **Prevención:** Es el conjunto de acciones y mecanismos tendentes a reducir riesgos así como evitar o disminuir los efectos del impacto destructivo de los fenómenos perturbadores sobre la vida de bienes de la población, la planta productiva, los servidores públicos y el medio ambiente;
- **Agentes Destructivos:** Son los fenómenos de carácter geológico, hidrometeorológico, químicotecnológico, sanitario-ecológico y socio-organizativo que pueden producir riesgo, emergencia o desastre. También se les denomina fenómenos perturbadores;
- **Fenómenos Químico-Tecnológicos:** Es la cantidad que se genera por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Comprende fenómenos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas tóxicas y radiaciones;
- **Riesgo:** Es la probabilidad de que se produzca un daño, originado por un fenómeno perturbador y;
- **Emergencias:** Son situaciones anormales que pueden causar un daño a la sociedad y propiciar un riesgo excesivo para la seguridad e integridad de la población en general.

La LGPC en el Artículo 12° indica que la Secretaría de Gobernación es la responsabilidad para emitir las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Protección Civil (LGPC, 2006).

4.7. Reglamento del Gas Licuado de Petróleo.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de Junio de 1999. El presidente de los Estados Unidos Mexicanos el C. Ernesto Zedillo Ponce de León expidió el Reglamento del Gas Licuado de Petróleo. Y teniendo su última actualización publicada en el Diario Oficial el día 05 de diciembre de 2007, podemos decir que en sus artículos (Reglamento de Gas Licuado de Petróleo, 2007):

Artículo 1.- Este Reglamento tiene por objeto regular las Ventas de Primera Mano así como el Transporte, Almacenamiento y Distribución de Gas Licuado de Petróleo, actividades que podrán ser llevados a cabo, previo permiso, por los sectores social y privado, los que podrán construir, operar y ser propietarios de ductos, instalaciones y equipos, en los términos de las disposiciones contenidas en este ordenamiento, así como, en las disposiciones técnicas y de regulación que se expidan.

Las Ventas de Primera Mano, el Transporte, el Almacenamiento y la Distribución de Gas Licuado de Petróleo, son actividades de exclusiva jurisdicción federal, de conformidad con el artículo 9o. de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo. Únicamente el Gobierno Federal dictará las disposiciones técnicas, de seguridad y de regulación que las rijan.

Artículo 2.- Para los efectos de este Reglamento, se entenderá por:

- I. **Adquirente:** El Permisario que adquiere o solicita adquirir Gas L.P., objeto de Venta de Primera Mano, o que recibe o solicita recibir un servicio de Transporte, Almacenamiento o Distribución;
- II. **Almacenamiento:** La actividad de recibir y conservar Gas L.P., a Granel., para su posterior suministro, para consumo propio, o para su posterior devolución a terceros;
- III. **Almacenista:** El titular de un permiso de Almacenamiento en cualquiera de las modalidades previstas en este Reglamento;
- IV. **Auto-tanque:** Vehículo que en su chasis tiene instalado en forma permanente uno o más Recipientes No Transportables para contener Gas L.P., utilizado para el Transporte o Distribución de dicho combustible a través de un sistema de trasiego;

- V. **Bodega de Distribución:** Establecimiento destinado a la Distribución a través de Recipientes Transportables, para su venta directa o envío a Usuarios Finales;
- VI. **Buque-tanque:** Embarcación con uno o varios Recipientes No Transportables, que se utiliza para el Transporte marítimo o fluvial de Gas L.P.;
- VII. **Carro-tanque:** Carro de ferrocarril con uno o varios Recipientes No Transportables, que se utiliza para el Transporte por vía férrea de Gas L.P.;
- VIII. **Central de Guarda:** Predio utilizado para la pernoctación de vehículos destinados al Transporte y Distribución;
- IX. **Centro de Destrucción:** Instalación con maquinaria y equipo móviles o fijos, destinada al acopio y destrucción de equipo utilizado para el Almacenamiento y Distribución que no cumpla con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;
- X. **Centro de Intercambio:** Sistema o instalación que cuenta con la infraestructura necesaria para la recepción, resguardo, intercambio y entrega de Recipientes Transportables vacíos;
- XI. **Centro Procesador:** Instalación en la que se procesan hidrocarburos para obtener Gas L.P.;
- XII. **Comisión:** La Comisión Reguladora de Energía;
- XIII. **Directiva:** Disposiciones administrativas expedidas por la Secretaría o la Comisión, según corresponda, tales como criterios, lineamientos

y metodologías a que deben sujetarse las Ventas de Primera Mano y las actividades de Transporte, Almacenamiento y Distribución;

- XIV. Distribución:** La actividad de recibir Gas L.P., a Granel, para su posterior traslado, conducción, entrega o venta a Adquirentes y Usuarios Finales;
- XV. Distribuidor:** El titular de un permiso de Distribución en cualquiera de las modalidades previstas en este Reglamento;
- XVI. Ductos:** Las tuberías e instalaciones para la conducción de Gas L.P.;
- XVII. Equipo de Carburación de Gas L.P.:** Instalación que consta de Recipientes No Transportables, tuberías, mangueras y dispositivos de seguridad y control para uso de Gas L.P., como combustible en vehículos automotores;
- XVIII. Establecimiento Comercial:** Aquel que combina esfuerzos, acciones y recursos bajo el control de una sola entidad propietaria o controladora para realizar transacciones orientadas a la compra-venta de bienes con el objeto de venderlos en el mismo estado en que fueron adquiridos o prestar servicios a terceros por cuenta propia y con carácter mercantil, tales como las tiendas de conveniencia o las cadenas comerciales;
- XIX. Estación de Gas L.P., para Carburación:** Instalación que cuenta con la infraestructura necesaria para llevar a cabo el trasiego de Gas L.P., a vehículos automotores con Equipos de Carburación de Gas L.P.;

- XX.** **Gas L.P., a Granel:** Gas L.P., cuyo cambio de propiedad o custodia ocurre sin haber sido trasvasado en Recipientes Transportables o auto-tanques utilizados para la distribución para que se encuentre en condiciones de ser vendido y entregado a Usuarios Finales;
- XXI.** **Gas L.P., o Gas Licuado de Petróleo:** Combustible compuesto primordialmente por butano y propano;
- XXII.** **Instalación de Aprovechamiento:** Sistema formado por dispositivos para recibir y almacenar Gas L.P., regular su presión, conducirlo hasta los aparatos de consumo, dirigir y controlar su flujo y, en su caso, efectuar su vaporización artificial y medición, con objeto de aprovecharlo consumiéndolo en condiciones controladas. El sistema inicia en el punto de abasto y termina en los aparatos de consumo. Para efectos de lo anterior, por punto de abasto se entiende el punto de la Instalación de Aprovechamiento donde se recibe el Gas L.P., o la salida del medidor que registra el consumo en las instalaciones abastecidas por Ducto;
- XXIII.** **Ley:** La Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo;
- XXIV.** **Permisionario:** El titular de un permiso bajo cualquiera de las actividades previstas en la Ley y en este Reglamento, incluyendo a Petróleos Mexicanos;
- XXV.** **Petróleos Mexicanos:** Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios, en los términos de su Ley;

- XXVI. Planta de Depósito:** Instalación que cuenta con la infraestructura necesaria para prestar el servicio de Almacenamiento para depósito de Gas L.P., a Granel propiedad de terceros, resguardándolo;
- XXVII. Planta de Distribución:** Instalación que cuenta con la infraestructura necesaria para prestar el servicio de Distribución;
- XXVIII. Planta de Suministro:** Instalación que cuenta con la infraestructura necesaria para prestar el servicio de Almacenamiento para suministro de Gas L.P., a Granel, adquiriéndolo, mantenerlo y venderlo;
- XXIX. Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad:** Procedimiento utilizado para determinar el grado de cumplimiento con Normas Oficiales Mexicanas, o la conformidad con normas mexicanas, normas internacionales u otras disposiciones o especificaciones en materia de Gas L.P., conforme a lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;
- XXX. Recipiente No Transportable:** Envase utilizado para contener Gas L.P., a presión, y que por sus accesorios, peso, dimensiones, o tipo de instalación fija, no puede manejarse o transportarse por los usuarios finales, una vez llenado, por lo cual debe ser abastecido en su sitio de instalación;
- XXXI. Recipiente Portátil:** Tipo de Recipiente Transportable utilizado para la Distribución, cuyas características de seguridad,

peso y dimensiones, una vez llenado, permiten que pueda ser manejado manualmente por Usuarios Finales;

XXXII. Recipiente Transportable: Envase utilizado para contener Gas L.P., a presión, y que por sus características de seguridad, peso y dimensiones, una vez llenado, debe ser manejado manualmente por personal capacitado para llevar a cabo la Distribución;

XXXIII. Red de Distribución por Ductos: Sistema formado por un Ducto o conjunto de Ductos, equipo de bombeo, reguladores, medidores, instalaciones de recepción y guarda de Gas L.P., y otros equipos para llevar a cabo la Distribución por medio de Ductos, desde las instalaciones de recepción y guarda, hasta el punto de conexión o abasto de las Instalaciones de Aprovechamiento del Usuario Final, y que podrá incluir conexiones, dispositivos y extensores;

XXXIV. Reporte Técnico: Documento emitido y avalado por una Unidad de Verificación en los términos del Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad que emita la Secretaría para la verificación de instalaciones, vehículos y equipos de Gas L.P., conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización;

XXXV. Secretaría: La Secretaría de Energía;

XXXVI. Semirremolque: Estructura móvil no autopropulsada que mantiene en forma fija y permanente un Recipiente No Transportable para contener Gas L.P., utilizado para el Transporte de

dicho combustible, y que incluye los elementos necesarios para realizar maniobras de carga y descarga del mismo;

XXXVII. Sistema de Transporte por Ductos: Sistema formado por un Ducto o conjunto de Ductos, equipo de bombeo, reguladores, medidores, e instalaciones de recepción, guarda y entrega de Gas L.P., para llevar a cabo el Transporte por medio de Ductos, o el Transporte por medio de Ductos para Autoconsumo;

XXXVIII. Tanque Estacionario: Tipo de Recipiente No Transportable destinado al consumo de dicho combustible por parte del Usuario Final, en Instalaciones de Aprovechamiento ubicadas en inmuebles;

XXXIX. Transporte: La actividad de recibir, conducir y entregar Gas L.P., a Granel propiedad de terceros, por medio de Auto-tanques, Semirremolques, Carro-tanques, Buque-tanques o Ductos;

XL. Transportista: El titular de un permiso de Transporte en cualquiera de las modalidades previstas en este Reglamento;

XLI. Unidad de Verificación: Persona acreditada en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, aprobada por la Secretaría o la Comisión, para llevar a cabo la evaluación de la conformidad de Normas Oficiales Mexicanas en materia de Gas L.P.;

XLII. Usuario Final: La persona que adquiere Gas L.P., para aprovecharlo consumiéndolo en Instalaciones de Aprovechamiento o en vehículos automotores con Equipos de Carburación de Gas L.P., y

XLIII. Vehículo de Reparto: Vehículo utilizado para la Distribución a través de Recipientes Transportables. (Reglamento de Gas Licuado de Petróleo, 2007).

4.8. Normas.

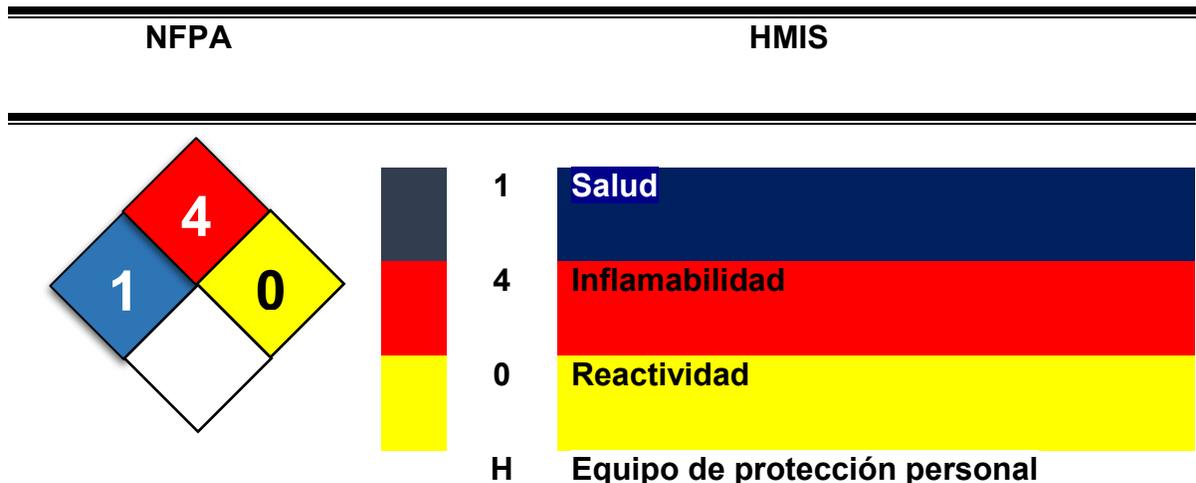
La Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, (Secretaria del trabajo y previsión social, 1999) establece medidas para prevenir daños a la salud de los trabajadores expuestos a las sustancias químicas contaminantes del medio ambiente laboral, y establece los límites máximos permisibles de exposición en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas que por sus propiedades, niveles de concentración y tiempo de exposición, sean capaces de contaminar el medio ambiente laboral y alterar la salud de los trabajadores.

En esta misma norma se señala que para condiciones normales de temperatura y presión y para una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas a la semana, los límites máximos permitidos de exposición para el cloro en corto tiempo (LMPE-CT) y en promedio ponderado en tiempo (LMPE-PPT) es de 1 y 3 ppm respectivamente, además de que los datos son insuficientes para clasificar el cloro en términos de su carcinogenicidad en humanos o en animales.

Los requisitos mínimos del sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas, que de acuerdo a sus características físicas, químicas, de toxicidad, concentración y tiempo de exposición, puedan afectar la salud de los trabajadores o dañar el centro de trabajo, están establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000 (Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral., 2000).

Además se presenta una guía de referencia con la clasificación del tipo y grado de riesgo del Gas Lp entre otras sustancias, tomando como referencia sistemas reconocidos internacionalmente como son la norma 704 de la NFPA (Nacional Fire Protection Association) y el sistema HMIS III (Hazardous Material Identification System).

Ilustración 3. Sistemas de identificación de riesgos.



Fuente: (Petróleos de México, 2011)

Para ambos sistemas el grado de riesgo para la salud es de 1 (ligeramente peligroso) y para inflamabilidad tenemos 4 (severamente peligroso), el riesgo de explosión es muy alta, en reactividad el valor es de 0 (riesgo mínimo) lo que significa que por las propiedades que posee el GLP no resulta reactivo y por último en los riesgos especiales para el sistema NFPA es nula. Sin embargo eso no significa que no sea para nada altamente peligroso, puesto que en inflamabilidad es alta, por lo tanto al exponerse en una fuga se corre el peligro de que se genere una explosión y con ello el daños materiales e incluso si se encuentra en la zona de la nube formada puede llegar a ocasionar la muerte.

4.8.1. Programa de Supervisión 2014 para la verificación de instalaciones, vehículos, equipos y actividades permisionarios de transporte, almacenamiento y distribución de Gas L.P.

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2014, a través de la Secretaría de Energía, se menciona que en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 establece como una de sus estrategias la de fortalecer las tareas de mantenimiento, así como las medidas de seguridad y de mitigación del impacto ambiental, para conseguir el objetivo de asegurar un suministro confiable, de calidad y a precios competitivos de los insumos energéticos que demandan los consumidores. (Diario Oficial de la Federación, 2014).

Que una de las estrategias para alcanzar el objetivo, establecido en el Programa Sectorial de Energía 2007-2012, de garantizar la seguridad energética del país en materia de hidrocarburos es establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.

Que el día 5 de diciembre de 2007 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo, el cual establece en su artículo transitorio quinto, cuarto párrafo, la obligatoriedad de la Secretaría de Energía de publicar anualmente durante el mes de

noviembre, un programa de verificación de instalaciones, vehículos y equipos de Gas L.P., aplicable al año inmediato posterior, a través del cual se asignará un grupo de Unidades de Verificación para cada permisionario de Gas L.P., sujeto al cumplimiento de los procedimientos para la evaluación de la conformidad referidos en dicho Reglamento, con los cuales se podrán atender tales procedimientos. (D.O.F., 2014).

El presente Programa de Supervisión es aplicable a las personas físicas y morales que sean titulares de permisos o autorizaciones otorgados en términos de lo dispuesto en la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, para llevar a cabo las siguientes actividades de transporte, almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo:

- a)** Transporte por medio de Auto-tanque o Semirremolque (TAS)
- b)** Almacenamiento mediante Estación de Gas L.P. para Carburación de Autoconsumo (AECA)
- c)** Almacenamiento mediante Instalación de Aprovechamiento para Autoconsumo (AIAA)
- d)** Distribución mediante Planta de Distribución (DPD)
- e)** Distribución mediante Estación de Gas L.P. para Carburación (DEC) (D.O.F., 2014).

4.8.2. Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

A la fecha y a partir de 1988 en que se publicó la LGEEPA, se han publicado en el Diario Oficial de la Federación de la Federación dos listados, el primero regula las actividades que manejan sustancias tóxicas y el segundo a las sustancias inflamables y explosivas. (Diario Oficial de la Federación, 1992).

El criterio adoptado en ambos listados para determinar cuáles de estas actividades deben considerarse como altamente riesgosas, se fundamenta en que la acción o conjunto de acciones, ya sean de origen natural o antropogénico, estén asociadas con el manejo de sustancias con propiedades CRETIB, en cantidades iguales o superiores a las cantidades de reporte que, en caso de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de la misma o bien una explosión, ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes, entre estas sustancias se encuentra el Gas L.P. comercial en estado gaseoso con una cantidad de reporte de 50,000 kg (D.O.F., 1992).

4.9. Análisis de Riesgo.

El análisis de riesgo se basa en la identificación y evaluación sistemática de objetos de riesgos y peligros, en los cuales se intentan ponderar y comparar estimativamente las consecuencias de un accidente contra la probabilidad de que ocurra. La probabilidad y consecuencias de un accidente se reducen si el peligro, en sus causas y efectos está identificado y con ello llegar hacia una toma de decisiones correspondientes para la atención y manejo de dichas consecuencias (Sánchez Medrano, 2008)

El proceso de análisis de riesgo involucra las siguientes etapas:

- La evaluación del riesgo a la salud o al medio ambiente en términos cuantitativos, que consiste en uso de datos y observaciones científicos para definir los efectos para la salud o los ecosistemas causados por la exposición o materiales o situaciones peligrosa. Su evaluación consiste en la recolección de los datos usados para relacionar la respuesta a una dosis.

La evaluación de riesgos recoge información de una variedad de disciplinas como son la toxicología, la epidemiología y la ecología así como la química, la física, las matemáticas, la ingeniería y las ciencias ambientales. Dependiendo del contaminante que se esté analizando, los impactos por exposición al mismo se

pueden jerarquizar por su importancia, desde impactos ecológicos como la afectación negativa de ecosistemas y la pérdida de hábitat, hasta efectos adversos a la salud como un incremento en la morbilidad, daño reproductivo o neurológico y el desarrollo de algún cáncer.

- El análisis comparativo de los riesgos, combina información sobre la peligrosidad de los contaminantes, los niveles de exposición y las características poblacionales para predecir qué efectos a la salud pueden causar.
- El manejo de los riesgos, es un proceso que consiste en la toma de decisiones para la asignación de recursos más apropiada integrando los resultados obtenidos en la evaluación de riesgo, en una forma que se optimice la protección de la salud y del medio ambiente. (Sánchez Medrano, 2008).

4.11. Antecedentes de estudios de riesgo y programas para la prevención de accidentes.

La distribución nacional en la regulación de las actividades altamente riesgosas, se encuentra ligada a las actividades económicas que se realizan en cada estado, como se puede observar en el cuadro 4, en donde el uso del Gas Lp se encuentra entre las sustancias y materiales peligrosos manejados en el país, junto con el acetato de etilo, gasolina, acetona, hexano, ácido fluorhídrico, metanol, amoniaco, óxido de etileno, propanol y cloro. (Sánchez Medrano, 2008).

Teniendo que los Estados con más de 200 ERA's ingresados se encuentran en las zonas más industrializadas del país y por tanto los que tienen un porcentaje más alto en ingreso de PPA's y los estados con menos de 100 ERA's ingresados se encuentran entre los menos industrializados y os de menor porcentaje de ingreso de PPA's. el método ofrece un procedimiento poderosos si el personal es experimentado, si no lo es, los resultados no son confiables porque podrían ser incompletos (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

Tabla 5. Cantidad de ERA's ingresados en México.

ERA's ingresados	Entidad Federativa (cantidad)
Más de 200	Veracruz (565), Tamaulipas (524), México (523), Nuevo León (455), Tabasco (326), Jalisco (282), Sonora (264), Puebla (260), Guanajuato (259), Sinaloa (249), Chihuahua (239), Distrito Federal (205).
Con 101 a 200	Baja California Norte (200), Querétaro (182), Coahuila (179), Michoacán (155), Hidalgo (142), Durango (138), Chiapas (136), Tlaxcala (107), San Luis Potosí (107), Oaxaca (101).
Menos de 100	Yucatán (96), Quintana Roo (96) , Campeche (91), Aguascalientes (87), Guerrero (87), Morelos (86), Colima (85), Zacatecas (74), Nayarit (57), Baja California Sur (30)

Fuente: (Sánchez Medrano, 2008)

CAPÍTULO 5.

JUSTIFICACIÓN

CAPÍTULO 5. JUSTIFICACIÓN

Conforme al Artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, donde establece el derecho que tienen todas las personas a la protección de la salud, incluyendo el desarrollo de un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar (Ley General de la Salud, 2007).

Se publicó el 28 de Enero de 1988 en el Diario Oficial de la Federación, una nueva Ley reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Así fue creada la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Por consiguiente nos podemos dar cuenta que para esa fecha ya existía las Plantas de GLP, además de que fecha en la que se anexaron los Análisis fue en la modificación de la LGEEPA del 13 de Diciembre de 1996, entonces estas nunca tuvieron un Análisis de Riesgo Ambiental y mucho menos un Programa para la Prevención de Accidentes que pruebe que sus instalaciones están fuera de peligro, en perfectas condiciones y que operan correctamente como

para evitar un accidente de gran magnitud. (Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 2007).

Recordemos que el GLP forma mezclas inflamables con el aire en concentraciones que oscilan aproximadamente entre 2 y el 10 por ciento. Por consiguiente, puede constituir un riesgo de incendio y explosión, si se almacena o utiliza incorrectamente. Ha habido casos que escapes de GLP se han inflamado, provocando incendios graves. Si el GLP se escapa en un espacio cerrado y se inflama, se puede producir una explosión. Si un recipiente de GLP está en medio de un incendio, puede calentarse excesivamente y romperse con violencia, provocando una bola de fuego de calor intenso y proyectando trozos del recipiente a considerables distancias. (Oficina Internacional del Trabajo, 1998).

Por lo tanto, debido a que en las afueras de la ciudad de Chetumal, Q.Roo., existen dos plantas de GLP muy cercanas entre ellas de apenas 550 metros aproximadamente de separación, una de ellas opera como Estación de GLP para carburación y la otra como Planta de Distribución.

Las actividades que se desarrollan durante la operación de las plantas pertenecientes al organismo operador Gas de Chetumal S.A. de C.V. (Grupo Zeta Gas). Son:

1. Recepción de Gas Lp., por medio de auto tanques para su trasiego al tanque de almacenamiento.
2. Almacenamiento de Gas Lp., en dos tanques horizontales (tipo salchicha) una capacidad de 41,638 litros, agua al 100% y la otra de 250,000 litros, agua al 100%.
3. Distribución de Gas Lp., por medio de auto tanques para usuarios finales que cuentan con tanque estacionario y por medio de cilindros para usuarios con recipientes portátiles.
4. Autoabastecimiento para tanques propios de la empresa, mediante una estación de carburación.

NOTA: Esta planta es de acceso restringido. Los usuarios públicos no tienen acceso a ella. Solo personal autorizado y se encuentra ubicada en Carr. Chetumal - Mérida Km.3.5, Col. Estatuto Jurídico. (A un lado del aeropuerto.)

Por lo tanto la planta que se ubica en el fondo de la colonia Fovissste V Etapa es la única a la que se tiene acceso público y es la única en la que se distribuye personalmente el GLP a usuarios con recipientes portátiles (cilindros) y esa es su única función. Y esta cuenta con un tanque horizontal (tipo salchicha) con una capacidad de 37,077 litros, agua al 100%.

Entonces es importante conocer la magnitud que podría ocasionar un accidente de fuga, incendio o explosión de estas Plantas ya que aunque se encuentren a las afueras de la Ciudad ambas están entre la población y asentamientos humanos.

CAPÍTULO 6.

OBJETIVOS

CAPÍTULO 6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

1. Determinar el Riesgo Ambiental de una Instalación de Almacenamiento, Distribución y Venta de Gas L.P., para un caso de estudio: Organismo operador Gas de Chetumal S.A. de C.V. (Grupo Zeta Gas), en Chetumal, Q.Roo.

6.1.1. Objetivos Específicos

- 1) Determinar el Nivel de Estudio de Riesgo.
- 2) Investigar el Cronológico de accidentes relacionados con el GLP.
- 3) Determinar la Metodología de Evaluación para el Estudio de Riesgo.
- 4) Implementación de la metodología: Check List (Lista de Verificación).
- 5) Implementación de la metodología: What If? (¿Qué pasa sí....?).
- 6) Implementación de la metodología: Análisis de Modo de Fallos, Efectos y Criticidad (FMEAC).
- 7) Implementación de la metodología: Análisis de Riesgos y Operabilidad (Hazop).

- 8) Generar el Cálculo de Afectaciones sobre el sistema de la planta y sus alrededores, mediante fórmulas matemáticas, gráficas y simulaciones ilustrativas.

CAPÍTULO 7

METODOLOGÍA

CAPÍTULO 7. METODOLOGÍA

Las instalaciones que presentan riesgos de accidentes mayores tienen que funcionar con un nivel muy alto de seguridad. Para ello la forma más apropiada de minimizar estos accidentes, es llevar a cabo una evaluación del riesgo, cuyo objetivo es entender por qué se producen los accidentes y como se pueden evitar o por lo menos atenuar.

Por lo tanto, una evaluación adecuadamente realizada:

- Analizara el concepto de seguridad existente o elaborara uno nuevo.
- Determinará los riesgos restantes
- Y establecerá medidas óptimas para la protección técnica y organizativa en los casos de funcionamiento anormal de la planta. (Contribucion de la OIT al Programa Internacional PNUMA/OIT/OMS de Seguridad en las Sustancias Químicas (IPCS), 1998).

7.1. Determinación del Nivel de Estudio de Riego Ambiental.

Para poder comprender y realizar un Estudio de Riesgo, es indispensable conocer el grado de afectación que esta puede llegar a ocasionar a la sociedad y al ambiente, pero previo a iniciar con este proyecto necesitamos reconocer algunos términos básicos que nos ayudaran a saber cómo identificar el tipo de Estudio de Riesgo que estamos trabajando y poder asignar el nivel que le corresponde; por lo tanto comencemos sabiendo que la Evaluación de Riesgo Ambiental es un instrumento de carácter preventivo mediante la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas de manejo a las tareas de análisis, evaluación y control de riesgos con el fin de proteger a la sociedad y al ambiente anticipando la posibilidad de liberaciones accidentales de sustancias consideradas como peligrosas por sus características CRETIB en las instalaciones y evalúa su impacto potencial de manera tal que éste pueda prevenirse o mitigarse requiriendo como mínimo:

- Reconocimiento de posibles riesgos.
- Evaluación de posibles eventos y mitigación de sus consecuencias
- Determinación de medidas apropiadas para la reducción de estos riesgos.

Con lo anterior el estudio debe permitir establecer propuestas de acciones de protección al ambiente y de prevención de accidentes que pudieran producirse.

Ahora para poder determinar en qué nivel se encuentra nuestro estudio de riesgo, es indispensable basarnos en la siguiente diagrama proporcionada por la SEMARNAT en la que nos establece tres niveles diferentes para la presentación de los estudios del riesgo ambiental; así el siguiente procedimiento tiene como finalidad establecer cuáles son los criterios que definirán el estudio de riesgo ambiental a presentar por el particular (SEMARNAT, 2015).

NOTA: Antes de concluir nuestro análisis tengamos en cuenta los siguientes puntos que nos ayudaran a tomar una mejor decisión para ubicar el nivel correspondiente sobre nuestro estudio de riesgo.

7.1.1. Nivel 0 – Ductos Terrestres.

Aplica para cualquier proyecto que maneje sustancias consideradas como peligrosas en virtud de sus características ya sean corrosivas, reactivas, explosivas o inflamables a través de ductos que presenten alguna de las siguientes características:

- a) Longitud igual o mayor de un kilómetro; diámetro nominal igual o mayor de 10.16cm y presión de operación igual o mayor de 10 kg/cm² antes de la casera de regulación. En virtud de que el riesgo ambiental inherente de un ducto se incrementa proporcionalmente a la longitud, diámetro nominal y presión de operación del mismo.

- b) En su trayectoria cruza zonas habitadas o áreas naturales protegidas.
- c) Independientemente de las condiciones anteriores, el ducto transportará ácido fluorhídrico, cloruro de hidrógeno, ácido cianhídrico, cloro, amoniaco, óxido de etileno, butadieno, cloruro de etileno o propileno (SEMARNAT, 2015).

7.1.2. Nivel 1 – Informe preliminar de riesgo.

Aplica para cualquier proyecto en el que se pretenda almacenar, filtrar o mezclar alguna sustancia considerada como peligrosa en virtud de sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico – infecciosas, en cantidad igual mayor a la establecida en el primer segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas; a presión atmosférica y temperatura ambiente, en sitios donde el uso del suelo sea exclusivamente agrícola, industria o rural sin uso (SEMARNAT, 2015).

7.1.3. Nivel 2 – Análisis de Riesgo.

Aplica para cualquier proyecto en el que se manejen algunas sustancias en cantidad mayor a la establecida en el primero segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas; que presente hasta cuatro de las características siguientes:

- a) El tipo de operación que se realiza es: destilación, refrigeración y/o extracción con solventes o absorción.
- b) El almacenamiento se realiza en tanques presurizados
- c) Existe reacción química, intercambio de calor y/o energía, presiones diferentes a la atmosférica o temperaturas diferentes a la ambiental.
- d) Se pretenda ubicar en zona de reserva ecológica o donde el uso del suelo sea habitacional o mixto.
- e) La zona donde se pretende ubicar sea susceptible a sismos, hundimientos o fenómenos hidrológicos y meteorológicos adversos (SEMARNAT, 2015).

7.1.4. Nivel 3 – Análisis Detallado de Riesgo.

Aplica para cualquier proyecto en el que se maneje alguna sustancia en cantidad mayor a la establecida en el Primer o Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas Publicados en el DOF; que presente todas las características siguientes:

- a) El tipo de operación que se realiza es destilación o refrigeración o extracción con solventes o absorción.
- b) El almacenamiento se realiza en tanques presurizados.
- c) Existe reacción química, intercambio de calor y/o energía, presiones diferentes a la atmosférica o temperaturas diferentes a la ambiental.

- d) Se pretenda ubicar en zona de reserva ecológica o donde el uso del suelo sea habitacional o mixto.
- e) La zona donde se pretende ubicar sea susceptible a sismos, hundimientos o fenómenos hidrológicos y meteorológicos adversos.

De lo contrario, con alguna de las características siguientes:

- a) Se trata de complejos químicos o petroquímicos con dos o más plantas.
- b) En alguna de las etapas del proceso de producción se genere alguna sustancia o producto caracterizado por su alta toxicidad y/o su efecto residual, acumulativo y letal para el ser humano y la biota del sitio.
- c) Cuando se trata de una actividad que esta interconectada con otra actividad altamente riesgosa ubicada en predio colindante, a través de tuberías en las que se maneje algunos de los materiales reportados en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas (SEMARNAT, 2015).

7.2. Métodos de Evaluación del Riesgo.

Para lograr los objetivos de una evaluación de riesgo, es necesario seguir ciertos procedimientos o utilizar ciertos medios auxiliares. Con este fin se han establecido varios métodos de trabajo. (Contribucion de la OIT al Programa Internacional PNUMA/OIT/OMS de Seguridad en las Sustancias Químicas (IPCS), 1998).

Toda operación productiva tiene riesgos, y si bien estos no pueden ser eliminados completamente, existen metodologías de análisis de riesgos que permiten identificar, limitar y minimizar estos riesgos. Las cuales son conocidas generalmente como PHA y se dividen en métodos cualitativos y métodos semicualitativos. (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

1. Métodos cualitativos: se caracterizan por no recurrir a cálculos numéricos. Pueden ser métodos comparativos y métodos generalizados.

a) Los métodos comparativos se basan en la utilización de técnicas obtenidas de la experiencia adquirida en equipos e instalaciones similares existentes, así como en el análisis de sucesos que hayan ocurrido en establecimientos parecidos al que se analiza. Principalmente son cuatro métodos los existentes.

- I. Manuales Técnicos o Códigos y Normas de Diseño
- II. Listas de Verificación (Check List)
- III. Análisis Histórico de Accidentes
- IV. Análisis Preliminar de Riesgos

b) Los métodos generalizados de análisis de riesgos, se basan en estudios de las instalaciones y procesos mucho más estructurados desde el punto de vista lógico-deductivo que los métodos comparativos. Normalmente siguen un procedimiento lógico de deducción de fallos, errores, desviaciones en equipos, instalaciones, procesos, operaciones, etc. que trae como consecuencia la obtención de determinadas soluciones para este tipo de eventos. Los métodos más importantes que existen son:

- I. Análisis ¿Qué pasa si...? (What if...?)
- II. Análisis de Riesgos y Operabilidad (HAZOP)
- III. Análisis de Árbol de Fallos (FTA)
- IV. Análisis de Árbol de Sucesos (ETA)
- V. Análisis de Modos de Fallos, Efectos, y Criticidad (FMEAC)

2. Métodos semicualitativos: Los cuales introducen una valoración cuantitativa respecto a las frecuencias de ocurrencia de un determinado

suceso y se denominan métodos para la determinación de frecuencias, o bien se caracterizan por recurrir a una clasificación de las áreas de una instalación en base a una serie de índices que cuantifican daños: índices de riesgo. (Contribucion de la OIT al Programa Internacional PNUMA/OIT/OMS de Seguridad en las Sustancias Químicas (IPCS), 1998).

Los índices de riesgo son métodos de evaluación de peligros semicuantitativos directos y relativamente simples que dan como resultado una clasificación relativa del riesgo asociado a un establecimiento industrial o a partes del mismo. No se utilizan para estimar riesgos individuales, sino que proporcionan valores numéricos que permiten identificar áreas o instalaciones de un establecimiento industrial en las que existe un riesgo potencial y valora su nivel de riesgo. Sobre estas áreas o instalaciones, puede realizarse posteriormente un análisis más detallado del riesgo mediante otros métodos generalizados. Los métodos desarrollados de mayor difusión a nivel internacional son dos:

1. Índice Dow de incendio y explosión
2. Índice Mond.

Ambos Métodos se basan en la asignación de penalizaciones y/o bonificaciones a las instalaciones de un determinado establecimiento. Las

penalizaciones se asignan en función de las sustancias peligrosas presentes y de las condiciones de proceso. Las bonificaciones tienen en cuenta los elementos de seguridad instalados para prevenir los efectos de posibles accidentes. La combinación de ambas lleva a la determinación de un índice de una instalación, pudiendo examinar, a la vista de estos índices, la importancia relativa de las partes estudiadas en función del riesgo asociado con ellas.

La selección de la técnica PHA de identificación de riesgos a aplicar se realiza en función del propósito del análisis, resultados deseados, información disponible, complejidad de la instalación, etapa del desarrollo de la instalación y otros factores.

Una parte de la información contenida en un estudio de riesgo ambiental es la evaluación de riesgos o de consecuencias; en la cual, para los riesgos identificados y jerarquizados a través de alguna o algunas de las metodologías mencionadas anteriormente, se determinan las áreas de afectación a través de modelos matemáticos de simulación en computadora. Los modelos que actualmente se utilizan para la evaluación de riesgos, son entre otros, los siguientes: PHAST, TRACE, SCRI, ARCHIE, SPILL, ALOHA, TSCREEN. (Contribucion de la OIT al Programa Internacional PNUMA/OIT/OMS de Seguridad en las Sustancias Químicas (IPCS), 1998).

7.3. Lista de Verificación (Check List)

7.3.1. Descripción del procedimiento y objetivo.

Una lista de Verificación es una relación ordenada y detallada de los atributos que se desean en un sistema o de la secuencia de actividades que ha de llevar a cabo un operador o un dispositivo automático. En términos generales, la lista se redacta desde la experiencia y se utiliza para evaluar la aceptabilidad o el estado del sistema u operación en comparación con algunos criterios establecidos previamente.

Existe un amplio conocimiento sobre la operación de algunos sistemas tecnológicos tales como medios de transporte, equipos de telecomunicaciones, procesos químicos, operaciones unitarias, sistemas a presión, instrumentos de medida y regulación automática, etc. Este conocimiento de los aspectos operativos, que puede aprovecharse completamente mediante el empleo de listas de verificación, se obtiene a partir de:

- La experiencia personal, o compartida, sobre una situación dada.
- La conciencia de que una situación determinada es similar a otra anómala de la cual ya se dispone de experiencia.

- La investigación científica del comportamiento de un equipo o de las propiedades de una sustancia.
- El conocimiento acumulado en códigos de buenas prácticas (normas, reglamentos, etc.).

Cualquier análisis basado en listas de verificación utiliza, por tanto, una relación escrita de aspectos o etapas del proceso, con los que verifica el grado de aproximación entre el estado real de un sistema y el que resultaría exigible en base a la experiencia acumulada sobre el mismo. Así, una Lista de Verificación resulta esencialmente una forma empírica y simple de aplicar la experiencia a los diseños, a las instalaciones o a las operaciones, para asegurar que los aspectos que aparecen en la lista –y que suelen ser los más críticos- no se olvidan.

Las listas de verificación extienden su utilidad a cualquiera de las etapas del ciclo de vida de un sistema, incluyendo su diseño, fabricación, comercialización, uso y abandono o reciclado. En el caso particular de las industrias de proceso químico, se ha desarrollado una gran variedad de listas que cubren las etapas del diseño, puesta en servicio, operación, mantenimiento y puesta fuera de servicio, incluyendo numerosos aspectos relativos a la calidad, la seguridad y los aspectos medioambientales. (American Institute of Chemical Engineers, 1992)

7.3.2. Procedimientos del análisis.

Una vez que se ha definido el ámbito del análisis (un establecimiento completo, una planta de proceso, un área delimitada, etc.), el procedimiento de análisis consta de tres etapas principales:

7.3.2.1. Selección o elaboración de una Lista de Verificación adecuada.

Básicamente hay tres tipos de listas de verificación disponibles: Las generales que pueden encontrarse en textos relacionados con la prevención de accidentes industriales, las dedicadas a unos equipos o servicios determinados –riesgo de incendio, protección contra incendios, protección catódica de tanques enterrados – y las específicas para instalaciones que manejan un producto o una familia de ellos de propiedades peligrosas similares.

Para algunos productos peligrosos, el extenso conocimiento sobre sus propiedades y la amplia experiencia obtenida del análisis de los incidentes que han protagonizado, han permitido desarrollar listas de verificación de las medidas capaces de neutralizar la génesis o la evolución de tales incidentes. En no pocas ocasiones, estas listas también se han beneficiado del conocimiento obtenido llevando a cabo análisis de riesgos por otros métodos. (American Institute of Chemical Engineers, 1992)

En numerosas ocasiones, el analista no dispondrá de una Lista de Verificación específica para su categoría de instalación y deberá elaborarla a partir de la información a su alcance. La siguiente es una relación de posibles fuentes en las que encontrar requisitos y recomendaciones para incluir, de forma ordenada, en la lista:

- Reglamento de Seguridad Industrial
- Fichas de datos de seguridad de las sustancias involucradas.
- Códigos y normas aplicables durante el diseño.
- Instrucciones de utilización, conservación y seguridad de los equipos del proceso.
- Manuales de operación de las plantas existentes en la instalación.
- Buenas prácticas de manejo y almacenaje vigentes entre las asociaciones empresariales relacionadas con los productos delo establecimiento.
- Lecciones aprendidas de incidentes o accidentes sucedidos enb instalaciones análogas o que puedan extrapolarse a la actualidad.
- Lista de verificación de aspectos muy concretos, aplicables a un gran número de instalaciones.

Las listas de verificación son documentos vivos, cuya utilidad está limitada por la experiencia de sus autores; por tanto deberían elaborarse

por técnicos provistos de amplia experiencia en el sistema que va a ser analizado y revisado y revisarse y actualizarse regularmente, incluyendo, por ejemplo, los fallos hallados en las inspecciones y audiencias. (Contribucion de la OIT al Programa Internacional PNUMA/OIT/OMS de Seguridad en las Sustancias Químicas (IPCS), 1998)

7.3.2.2. Desarrollo de las actividades de comprobación.

Si el análisis mediante listas de verificación se realiza antes de la fase de construcción de la planta, debe realizarse en una sala en la que se disponga de toda la información sobre la instalación (criterios de diseño, Planos, etc.). El equipo de análisis centra su estudio en la revisión de los esquemas del proceso y de los planos de la instalación, para descubrir anticipadamente diferencias e incluso ir completando las propias listas de verificación.

Por el contrario, el análisis de una instalación ya construida exige que los miembros del equipo recorran e inspeccionen visualmente las áreas de la instalación, para comparar la disponibilidad de equipos, su estado, las condiciones de operación, etc. con las condiciones especificadas en las listas de verificación. Cada analista refleja en la lista sus propios hallazgos visuales, los datos encontrados en la documentación de los procesos, las lecturas de los registros de operación y de los instrumentos de campo, las respuestas del personal de operación y sus propias percepciones

personales. Cuando los atributos de las instalaciones de las instalaciones, las condiciones de operación del proceso o los criterios operativos del personal no se ajustan a las características especificadas en la Lista de Verificación, el analista anota la deficiencia.

Una práctica recomendable aconseja al analista que, ante ciertas cuestiones, no se limite a consignar “sí” o “no” como respuesta, Este tipo de respuesta es adecuado en la lista (aun así cabría argumentar por qué no está presente, si ese es el caso). Sin embargo, en preguntas relativas a actuaciones u operaciones, las respuestas deberían complementarse mediante preguntas tales como: “¿Qué le garantiza la ausencia de presión?”, “¿Con qué frecuencia se revisa?”, “¿Cómo se asegura de su estado?”, “¿Dónde se registra la comunicación?”, “¿Cuándo considera suficiente el purgado?”, etc. (Oficina Internacional del Trabajo, 1998)

7.3.2.3. Documentar los resultados.

El informe final del análisis de una instalación con la metodología de las listas de verificación debe incluir:

- Una relación de las deficiencias “materiales” encontradas (sistemas que no se hallan presentes o que lo están en un sentido de conservación o de funcionamiento inadecuado).

- Una relación de las prácticas de operación que presentan actuaciones irregulares e injustificadas (omisión de etapas, anulación de seguridades, etc.).
- Una relación de los aspectos que no han podido verificarse por inexistencia de riesgos, imposibilidad de acceso u otras circunstancias.
- La lista de peligros identificados y recomendaciones específicas o de posibles alternativas para la mejora de la seguridad.
- Como anexo debe incluirse una copia de las listas de verificación utilizadas.

El resultado de la aplicación de una Lista de Verificación es, ante todo, una lista de “marcadores” orientados hacia temas que requerirán – o que ya están requiriendo – atención en cada etapa de la vida del proyecto. A este respecto cabe recordar que los resultados serán tan significativos como los esfuerzos dedicados a preparar las listas y a verificar la exactitud de las respuestas (Sánchez Medrano, 2008).

7.3.2.4. Organización del estudio

Las preguntas incluidas en las listas de verificación deben agruparse de acuerdo con algún criterio definido, de modo que se facilite la fase de comprobación y el posterior análisis de los resultados.

No siempre es posible encontrar una forma de clasificar que favorezca simultáneamente a ambas fases; en general, los agrupamientos por áreas geográficas tienden a facilitar la fase de toda de datos, mientras que los basados en el flujo del proceso o en la naturaleza de los riesgos simplifican la etapa del análisis.

Una posibilidad simple consiste en clasificar las cuestiones en estos cuatro grupos.

- Aspectos relacionados con la instalación.
- Productos químicos involucrados en las instalaciones.
- Equipos.
- Procedimiento de trabajo.

En la tabla 6 se aprecia una clasificación más detallada, ampliamente aceptada en la industria de proceso químico.

Tabla 6. Clasificación adecuada para una industria de proceso químico.

<ol style="list-style-type: none">1. Elección, situación y distribución de la instalación.2. Materias involucradas en los procesos3. Reacciones químicas, condiciones del proceso y análisis de alteraciones4. Equipos de proceso5. Almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas6. Manejo y eliminación de residuos peligrosos7. Aspectos relativos a la ingeniería civil8. Zonificación y clasificación de zonas9. Protección contra incendios10. Planteamiento general de las emergencias.

Fuente: (Sánchez Medrano, 2008)

7.3.2.5. Requisitos

El método de la Lista de Verificación es sumamente versátil. En función del objeto que se persiga, el tipo de evaluación puede variar desde las más simples y rápidas a las más profundas y costosas. Cualquiera que sea el caso, el método mantiene su eficacia como sistema de identificación de peligros.

Como se ha comentado previamente, para llevar a cabo esta técnica de forma adecuada, se requiere una Lista de Verificación con frecuencia

adapta al proceso y a la instalación objeto de análisis; esta adaptación evitará el encontrar numerosos aspectos no aplicables y – lo que sería mucho peor – el omitir peligros realmente presentes. Si no existe una lista adecuada, ésta debe ser preparada por uno o varios técnicos; en este último caso resulta esencial su revisión por un técnico con experiencia en la instalación. El manual del proceso, la colección de prácticas operativas y un manual de técnicas de diseño en ingeniería química, complementarán la documentación necesaria.

En técnico con conocimientos detallados del proceso, los equipos y los procedimientos de trabajo de la instalación sometida a análisis, es capaz de aplicarle una Lista de Verificación; en todo caso es preferible que se involucren varios técnicos en la preparación de la lista y en su aplicación a un proceso dado. Los resultados finales ganan en fiabilidad si se revisan por un analista independiente, el cual puede dirigir las acciones que resulten como consecuencia del análisis. La duración aproximada del análisis se recoge en el cuadro 7.

Tabla 7. Duración del proceso de aplicación de una Lista de Verificación..

Tipo de sistema	Preparación	Comprobación	Documentación
Sistema simple	2-4 horas	4-8 horas	4-8 horas
Sistema complejo	1-3 días	3-5 días	2-4 días

Fuente: (Sánchez Medrano, 2008)

7.3.2.6. Limitaciones

Las listas de verificación son el método más básico para la identificación de peligros como cabría esperar, ese carácter básico lleva asociadas algunas limitaciones e inconvenientes, que se comentan a continuación.

1. Omisiones en las listas.

Al tratarse de un método comparativo, la identificación de peligros mediante listas de verificación es tan completa como lo sean las listas que se utilizan como referencia. Es altamente posible que los aspectos no incluidos en las listas sean pasados por alto en el proceso de análisis. Cuando las listas se extraen de manuales o de fuentes similares, el menor de los inconvenientes es que muchas de las preguntas puede que no sean aplicables al proceso que está siendo estudiado; lo más grave es que puedan presentarse peligros tan inusuales que no se encuentren en las listas de verificación estándares.

El progreso en el conocimiento de los peligros de los sistemas y las sustancias presentes en las plantas de proceso químico, junto con las actuales posibilidades de acceso a la información, han reducido notablemente las dimensiones de esta limitación.

2. Exceso de confianza en el analista.

Para que una Lista de Verificación sea completa es muy probable que, durante su fase de creación, haya sido necesario incluir en ella muchas preguntas; más adelante, a medida que la experiencia de la operación recoge problemas, la lista va aumentando con nuevos aspectos a comprobar. Ante una lista voluminosa, el analista puede confiarse pensando que todos los aspectos que podrían cuestionarse han sido incluidos en la lista sin poder confirmar que este es efectivamente el caso. Esto puede representar un problema en la medida en que la lista conduzca al analista a una actitud mecánica de comprobación, anulando o minimizando su capacidad crítica.

3. Dificultades en procesos nuevos.

El método de las listas de verificación no es capaz de llegar al examen fundamental de los peligros de un proceso (aunque si puede alertar acerca de la necesidad de tal examen). De hecho las listas de verificación son muy eficaces si el grado de innovación de un proceso es escaso o nulo

y todos sus peligros han sido identificados con autoridad, pero son menos satisfactorias cuando el diseño es nuevo. Por tanto, en el caso del diseño de nuevos procesos e incluso en la operación de equipos e instalaciones poco comunes, se hace aconsejable el empleo de métodos con un enfoque más creativo.

4. Limitaciones en los resultados.

En instalaciones en las que pueda presentarse un accidente muy grave, el apoyarse exclusivamente en las listas de verificación no permitiría considerar con suficiente profundidad que podría ir mal y cómo. Como tales, las listas de verificación solo deberían aplicarse durante las etapas preliminares de la identificación de peligros y no deberían usarse como alternativa técnicas de identificación de riesgos más completas.

7.3.3. Resultados de la metodología y aplicabilidad

Para elaborar una Lista de Verificación, el analista define los estándares de diseño o prácticas de operación, después utiliza estos para una lista de preguntas basadas en las diferencias o deficiencias.

Una Lista de Verificación, contiene respuestas a las preguntas como “Sí”, “No”, “No aplicable”, “se requiere más información”, etc. Los resultados cualitativos varían de acuerdo a las situaciones específicas, pero generalmente permiten saber con un “Sí” o un “No”, si se está cumpliendo con los procedimientos estándar. Adicionalmente, el conocer estas deficiencias arroja una serie de alternativas de mejora en cuanto a seguridad para que en su momento las considere el gerente o el responsable de la operación (Engineers, American Institute Of Chemical, 1992).

Tabla 8. Ejemplo de Lista de verificación para evaluar un plan de emergencia..

Preguntas	Sí	No	Observaciones
1. ¿Han sido identificados en el plan el nivel de vulnerabilidad y las probables localizaciones de incidentes con materias peligrosas?			
2. ¿Han sido identificadas en el plan las zonas importantes desde el punto de vista de la salud pública?			
3. En relación a las materias peligrosas identificadas en la zona, ¿incluye el plan la información acerca de las propiedades químicas y físicas de las materias, la información sobre seguridad y respuesta de emergencia, las técnicas de reducción del peligro?			
4. ¿Han sido involucrados todos los grupos y organizaciones apropiadas en el proceso de desarrollo y revisión del plan?			
5. ¿Han aprobado el plan todos los grupos y			

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

organizaciones concernientes?			
6. En el transcurso de los últimos seis meses ¿han sido revisadas la estructura organizacional y la lista de modificación del plan?			
7. Etcétera...			

Fuente: (PNUMA, 1988)

7.4. Análisis ¿Qué pasa si...? (¿What if...?)

7.4.1. Descripción del procedimiento y objetivo.

El análisis ¿Qué pasa si?, es similar a una lluvia de ideas en la cual un grupo de personas experimentadas y familiarizadas con el proceso elaboran preguntas relacionadas con posibles eventos no deseados.

Muy poca información ha sido publicada acerca de este método o sus aplicaciones; sin embargo, frecuentemente es utilizada en la industria para evaluar cada etapa de la vida del proceso y tiene buena reputación entre las herramientas utilizadas.

Esta metodología obliga al equipo que realiza la evaluación de riesgo a formular preguntas que comiencen con ¿Qué pasa si? Sin embargo, algunos conceptos sobre la seguridad del proceso pueden ser incluidos aunque no sea en forma de pregunta, por ejemplo:

- Estoy previniendo el tener una entrega de material equivocado
- ¿Qué pasa si la bomba A se detiene durante el arranque del proceso?
- ¿Qué pasa si el operador abre la válvula B en lugar de la válvula A?

Se registran todas las preguntas y se clasifican según las áreas específicas, seguridad eléctrica, protección al fuego, seguridad personal, etc. Cada área es posteriormente asignada a un equipo de una o más personas equivocadas. Las preguntas son formuladas en base a la experiencia y aplicada a los dibujos existente y a la descripción del proceso (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

En el caso de una planta que se encuentre ya en operación, la investigación puede incluir entrevistas con el equipo o personal de planta que no participe en el equipo de evaluación de riesgos (no existe un patrón específico o cierto orden para estas preguntas, a menos que el líder proporcione una secuencia lógica, como por ejemplo: dividir el proceso en sistemas funcionales. Las preguntas pueden incluir algunas condiciones normales, de encendido o apagado de la planta, y no solo las fallas de componentes o las variaciones del proceso.

En el propósito de Análisis ¿Qué pasa si? Es el identificar los peligros, las situaciones de peligro o algún caso de accidente específico que pudiera ocasionar consecuencias desastrosas. En esta técnica un grupo de personas experimentadas identifican las posibles situaciones de accidentes, sus consecuencias y las acciones de emergencia existentes; entonces se proporcionen alternativas para la reducción del riesgo.

El método puede involucrar el análisis de posibilidades desviaciones de diseño, de construcción, de modificación o de operación. Esto requiere de un entendimiento básico en el proceso y de la habilidad para combinar mentalmente las posibles desviaciones del diseño que pudieran resultar en un accidente (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

7.4.2. Procedimientos del análisis

Después de que se han definido los alcances del estudio, el Análisis ¿Qué pasa si? Consiste en los siguientes pasos: (American Institute of Chemical Engineers, 1992)

7.4.2.1. Preparar la revisión.

La información necesaria para realizar un Análisis ¿Qué pasa si? Debe incluir la descripción del proceso, diagramas y procedimientos. Es importante que toda la información esté disponible para el equipo de expertos, preferiblemente conforme se vayan realizando las reuniones del equipo.

Si una planta existente está siendo revisada, el equipo de revisión podría requerir entrevistar a personal adicional como son los responsables de la operación, del mantenimiento, u otros servicios. Además, si el equipo

encuentra que la parte central de la pregunta ¿Qué pasa si...? Del análisis se encuentra fuera de contexto, deben visitar la planta para tener una mejor visión del diseño, construcción y la operación. Así, antes de que la revisión comience, las visitas y las entrevistas deben ser programadas.

La última parte de este paso es la elaboración de preguntas preliminares del tipo **¿Qué pasa si?** antes de realizar el análisis. Si el análisis es una actualización de una revisión anterior o una verificación de alguna modificación de la planta, cualquier pregunta elaborada en el informe del estudio anterior puede ser usada. Para una planta nueva o una primera aplicación del análisis, las preguntas preliminares deben ser desarrolladas por miembros de equipo antes de las visitas, aunque las preguntas adicionales formuladas durante las visitas son esenciales (American Institute of Chemical Engineers, 1992)

1. Realizar el estudio.

El alcance del estudio debe ser convenido por los miembros del equipo. El análisis debe iniciar con una explicación básica del proceso por parte del personal de operaciones los cuales tienen todas las facilidades y conocimiento del proceso, además el conocimiento es relevante para el equipo de investigación. La prestación también debe describir las

precauciones de seguridad, el equipo de seguridad y procedimientos de control de salud.

Las visitas giran alrededor de cuestiones de seguridad identificadas por los analistas. Los analistas son guiados acerca de cualquier preocupación potencial de seguridad en términos de preguntas del tipo “¿Qué pasa si?”. Sin embargo, cualquier preocupación de seguridad de proceso puede ser expresada, incluso si no es elaborada como una pregunta.

- “¿Me pregunto qué pasaría si el material incorrecto fuera entregado?”
- “¿Qué pasa si los sellos de la bomba Y comienza a gotear?”
- “¿Qué pasa si falla la válvula X abierta?”

Las preguntas pueden ser dirigidas hacia cualquier condición anormal relacionada con la instalación, no solamente las fallas de los componentes o variaciones del proceso. Las preguntas son formuladas basadas en la experiencia de los miembros del equipo y aplicadas a diagramas y descripciones del proceso existentes.

El equipo generalmente procede el principio hasta el final del proceso, aunque el líder del equipo puede ordenar el análisis de cualquier

modo lógico, así como dividir del proceso en sistemas funcionales. También el análisis de cualquier modo lógico, así como dividir del proceso en sistemas funcionales. También el líder puede dirigir la revisión empezando con la introducción del material de alimentación y seguir el flujo hasta el final de proceso.

Las preguntas, y tarde o temprano las respuestas (incluyendo los peligros, consecuencias, niveles de seguridad de ingeniería y las soluciones posibles a las cuestiones importantes), son registradas por un miembro de equipo designado como “el secretario”, de modo que este pueda ser visto por todos los miembros de equipo.

Las preguntas pueden ser divididas en las aéreas específicas de investigación por lo general relacionada con las consecuencias de interés, como la seguridad eléctrica, la protección contra incendios, o la seguridad personal. Cada área posteriormente es dirigida por un equipo de uno o varios individuos experimentados. El equipo contesta cada pregunta y dirige cada preocupación (o indica la necesidad de más información) e identifica el riesgo, consecuencias potenciales, niveles de seguridad de ingeniería, y posibles soluciones.

Durante el proceso, cualquier pregunta nueva del tipo ¿Qué pasa si? Que se hacen evidentes son añadidas. A veces las respuestas son

desarrolladas por individuos fuera de la vista inicial, y luego presentadas al equipo para incorporarlas o modificarlas. Por ejemplo, se considera la pregunta siguiente:

- “¿Qué para sí el cilindro de Gas Lp falla debido a la corrosión?”, el equipo intentaría determinar cómo el proceso respondería: “un escape del cilindro liberaría GLP a la atmosfera creando una posible nube explosiva el cual concluya en una explosión.

El equipo entonces podría recomendar la verificación con el proveedor en cuanto a las prácticas de inspección.

El equipo no debe estar apresurado, y las visitas no deben durar más de 4 a 6 horas por día. Las visitas del equipo de trabajo que duran más de 5 días consecutivos no son recomendables. Si un proceso es complejo o grande, debe ser dividido en segmentos más pequeños de modo que el equipo de trabajo no pase varios días consecutivos únicamente elaborando preguntas (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

2. Documentar los resultados.

El análisis ¿Qué pasa si? Produce un listado en forma tabular de preguntas de estilo narrativo y las respuestas constituyen los argumentos

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

de accidentes potenciales; sus consecuencias cualitativas; y métodos de reducción de riesgo posibles. La tabla 9 muestra el formato de una hoja de trabajo del Análisis ¿Qué pasa si? Aunque algunos Análisis ¿Qué pasa si? Son documentos en un formato de estilo de narrativo, el cuadro hace la documentación más organizada y fácil de usar (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

Tabla 9 *Ejemplo de Análisis ¿Qué pasa si...? En gaseras..*

No.	PREGUNTA/CASO	RESPUESTA	CONSECUENCIA/PELIGRO	ACCIÓN RECOMENDADA
1	<ul style="list-style-type: none"> ¿Qué pasaría si la bomba tuviera baja capacidad? 	<ul style="list-style-type: none"> Existiría un mal funcionamiento, la bomba trabajaría en seco. La velocidad de la bomba es baja. Revisar voltaje en la línea eléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> Podría provocar un sobrecalentamiento del motor. Podría provocar una explosión. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar la diferencial de presión, ya que puede estar alta. Revisar válvulas de retorno. Limpiar filtro (obstruido o sucio) Revisar paletas (gastadas). Revisar placas laterales (gastadas)
	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD INSTALADOS			
	<ul style="list-style-type: none"> Válvulas de seguridad Sistema de aspersión Hidrantes Extintores 			

Fuente: (Gas Imperial, 2011).

7.4.2.2. Organización del estudio.

Un grupo experimentado de personas identifica posibles situaciones de accidentes, sus consecuencias, protecciones existentes, y entonces surgieren alternativas para la reducción de los riesgos y formulan preguntas.

Las preguntas son divididas en diferentes áreas de investigación (usualmente relacionadas con consecuencias de interés), como por ejemplo seguridad eléctrica, protección contra incendios, o seguridad personal.

Cada área es subsecuentemente analizada por un grupo o por una o más personas con los conocimientos suficientes. Las preguntas pueden referirse a cualquier condición anormal relacionada con la planta.

Esta técnica usualmente revisa el proceso, comenzando por la recepción de la materia prima y siguiendo con el flujo normal, hasta el final del mismo (a menos que las fronteras del estudio se establezcan de otra manera en el estudio). Estas preguntas y problemas surgieren a menudo causas específicas para las situaciones de accidentes identificadas.

Un ejemplo de una pregunta “¿Qué pasa si?”, es: ¿Qué pasa si la materia prima se encuentra en una concentración errónea? El grupo podría

entonces atreverse a determinar cómo el proceso podría responder; para el ejemplo: “Si la concentración de ácido fuese del doble, la reacción podría no ser controlada y resultaría en una reacción exotérmica acelerada”.

Entonces, el grupo podría recomendar, por ejemplo, instalar un sistema de paro de emergencia o tomar medidas especiales de prevención cuando se adicione la materia prima al reactor (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

7.4.2.3. Requisitos.

Debido a que el Análisis ¿Qué pasa si? Es muy flexible, éste puede aplicarse en cualquier etapa de la vida del proceso utilizando cualquier información y conocimiento que se tenga disponible.

Para su ejecución, a cada área del proceso se asignan 2 ó 3 personas para realizar el análisis; sin embargo, es preferible utilizar un equipo humano grande para procesos complejos, dividiendo el proceso en pequeñas áreas. Por consecuencia, el tiempo y costo de un Análisis ¿Qué pasa si? Son proporcionales a la complejidad y al número de áreas que serán analizadas en la planta.

Una vez que una organización ha tenido experiencia con este estudio, este método puede significar un costo- beneficio para evaluar riesgos durante cualquier etapa del proyecto. La duración del análisis se muestra en el cuadro 10 (Casal J., 1999).

Tabla 10. Duración del proceso de aplicación de un Análisis ¿Qué pasa si?.

Tipo de sistema	Preparación	Comprobación	Documentación
Sistema simple	4-8 horas	4-8 horas	1-2 días
Sistema complejo	1-3 días	3-5 días	1-3semanas

Fuente: (Casal J., 1999)

7.4.2.4. Limitaciones.

Es un método poco estructurado, por lo que su aplicación es más sencilla, sin embargo su éxito depende más del conocimiento y experiencia del personal que los aplica.

7.4.2.5. Resultados de la metodología y aplicabilidad.

En su forma más simple, del Análisis ¿Qué pasa si? Genera una lista de preguntas y respuestas acerca del proceso, aunque puede también producir un listado de situaciones peligrosas (sin valorar o sin implicaciones cuantitativas para identificar los accidentes potenciales en los diferentes

escenarios), sus consecuencias, las acciones emergentes y las posibles opciones para reproducir el riesgo (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

Se puede aplicar a cualquier instalación o área o proceso: instrumentación de un equipo, seguridad eléctrica, protección contra incendios, almacenamientos, sustancias peligrosas, etc. las preguntas se formulan y aplican tanto a proyectos como las plantas en operación, siendo muy común ante cambios en instalaciones ya existentes (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

7.5. Análisis de Modos de Fallos, Efectos y Criticidad (FMEAC).

7.5.1. Descripción del procedimiento y objetivo.

Un Análisis de Modos de Fallos, Efectos y Criticidad también conocido como Análisis FMEAC, en el cual se plasman en forma tabular los modos de falla del equipo y sus efectos en un sistema o planta.

El Modo de Falla describe la manera en que el equipo falla (al abrir, cerrar, encender, apagar o en casos de fugas). El efecto de la falla es determinado por la respuesta del sistema a la falla del equipo. Esta metodología identifica modos de falla individuales que contribuyen de manera directa y significativa a un accidente pero no es eficiente para definir una lista exhaustiva de combinaciones de fallas de equipo que pudieran producir un accidente (Casal J., 1999)

Tabla 11. Tipo de fallos en un Análisis FMEAC.

Debe	Fallo
Estar cerrado	Estar abierto
Estar abierto	Estar cerrado
Fluir	No fluir
Estar en marcha	Estar parado
Estando	Fuga
Señal de indicación o mando	Falta de señal
Accionamiento	Sin accionamiento
Refrigeración	Sin refrigeración
Abrir	No abrir
Cerrar	No cerrar

Fuente: (Casal J., 1999)

El propósito de una Análisis FMEAC es identificar los modos de fallas individuales en un equipo o sistema y su efecto o efectos potenciales en el sistema o planta. Este análisis típicamente genera recomendaciones para incrementar la confiabilidad del equipo, además de que mejora su proceso de seguridad (Casal J., 1999).

7.5.2. Procedimientos del análisis.

En este se identifican los contenedores específicos, equipos e instrumentos que deben ser incluidos en el Análisis FMEAC y las condiciones bajo las cuales deben ser analizadas. La definición del problema implica establecer un nivel apropiado de resolución para el estudio y definir las condiciones de los límites para el análisis.

El nivel requerido de resolución determina el grado de detalle requerido en el Análisis FMEAC. Las opciones para el nivel de resolución se extienden del nivel de subcomponente al nivel de sistema. (American Institute of Chemical Engineers, 1992)

Para definir las condiciones de los límites se requiere de lo siguiente:

- I. Identificar el sistema o proceso a analizar.
- II. Establecer límites físicos al sistema o proceso.
- III. Establecer límites analíticos al sistema o proceso.
- IV. Documentar las funciones internas y del sistema.
- V. Documentar el funcionamiento esperado del sistema, proceso, o componente del equipo; el sistema o correcciones del proceso; y las definiciones de fallo en estos.

- VI. Recolectar información actualizada que identifica el equipo de proceso y su relación funcional con el sistema.

Las narrativas funcionales sobre el sistema o el proceso deben incluir las descripciones del comportamiento esperado del sistema o el proceso y los componentes de equipo para cada modo operacional. Las narrativas deben describir los perfiles operacionales de los componentes, las funciones y las salidas de cada uno.

Para ayudar en la revisión, los diagramas de flujo deben ser construidos de tal manera que detallen la operación, relaciones mutuas y las interdependencias de componentes funcionales para cada pieza del equipo. Todas las interfaces deben ser indicadas en estos diagramas de flujo (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

1. Realizar el análisis.

El Análisis FMEAC debe ser realizado en una manera deliberada y sistemática para reducir la posibilidad de omisiones. Todos los modos de fallo para un componente deben ser analizados antes del proceder al siguiente componente. Se recomienda utilizar a un formato tabular para plasmar los resultados. Una hoja de trabajo de Análisis FMEAC es elaborada comenzando en los límites de sistema sobre el diagrama de referencia y la evaluación sistemática de todos los

componentes en el orden en el cual aparecen en el diagrama de flujo de proceso. Una hoja de trabajo como la que se muestra en la tabla 11 debe ser completada para cada componente del sistema, como sigue:

- Identificación del equipo. Se identifica de una manera única cada equipo del diagrama de flujo, del proceso o de la ubicación. Esta identificación se distingue cada uno de los componentes similares del equipo (por ejemplo, un motor operado por dos válvulas) que realizan funciones diferentes dentro del mismo sistema. Los números de equipo o identificadores del diagrama del sistema, como Diagramas Detallados de Ingeniería, están por lo general disponibles y proporcionan una referencia a la información existente del sistema.

Cualquier esquema de codificación sistemático es aceptable si los identificadores son 1) significativos a los análisis que deben trabajar con los resultados del Análisis FMEAC y 2) detectable en los diagramas o listas de equipo para aquellos que más tarde deberán usar los resultados del Análisis FMEAC.

- Descripción del equipo. La descripción de equipo debe incluir el tipo de equipo, la configuración de las operaciones, y otras características del funcionamiento (como la alta presión, alta temperatura, o el funcionamiento corrosivo) que pueden influir en los

modos de fallo y sus efectos. Por ejemplo, una válvula podría ser descrita como “una válvula que opera un motor, normalmente abierta, en tres pulgadas la línea de ácido sulfúrico”. Estas descripciones no tienen que ser únicas para cada componente del equipo.

- Modo de Fallo. El equipo de trabajo debe enlistar todos los componentes del sistema y los modos de fallo de este. Considerando las condiciones de funcionamiento normal de todo el equipamiento, el equipo de trabajo debe considerar todos los funcionamientos incorrectos posibles.
- Causa(s). Si se desea, las causas de origen del modo de fallo deben ser identificadas. La identificación de causas de origen proporciona la información adecuada para clasificar los peligros.
- Efectos. Para cada modo de fallo identificado, el equipo de trabajo debe describir los efectos esperados del fallo sobre el sistema total o el proceso. La clave para la realización de un Análisis FMEAC consiste es que se debe asegurar que todos los fallos de equipo con analizados usando una base común. Típicamente los analistas evalúan efectos en una base de caso peor, asumiendo que los niveles existentes de seguridad no funcionan. Sin embargo,

suposiciones más optimistas pueden ser satisfactorias mientras todos los modos de fallo de equipo son analizados con las mismas bases.

- Criticidad. Para cada de los fallos y efectos detectados se establece un orden relativo de importancia de los fallos en función de las consecuencias de cada uno de ellos, cuadro 12 (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

Tabla 12. Categorías de criticidad.

Categoría de severidad	Descripción
4 Alta	Falla que puede causar la muerte de una persona o la pérdida de un componente crítico dentro del sistema.
3 Media	Falla que puede causar daños severos, la afectación en alto grado de las propiedades de los componentes del sistema u otra afectación que no permita que se logre el objetivo para el que fue diseñado.
2 Baja	Falla que puede causar daños menores, afectaciones leves de las propiedades de los componentes del sistema u otras afectaciones que induzcan retardo en la consecución de un objetivo, la no disponibilidad o la degradación de los servicios del sistema.
1 Insignificante	Falla que no causa perjuicios ni daños al sistema, pero que puede implicar mantenimientos no planificados o reparaciones.

Fuente: (American Institute of Chemical Engineers, 1992)

- Medidas de Seguridad. El medio para la detección del fallo debe ser identificado, como son los dispositivos de alarma visual o sonora, dispositivos con sensores automáticos, el equipo sensible, u otros indicadores. El objeto principal de métodos de detección de fallo que se identifican es el determinar si el modo de fallo es “disimulado”, por ejemplo, no es perceptible durante algún periodo de tiempo. Si no hay ningún medio de detectar el fallo, “ninguno” debe ser establecido en la hoja de trabajo.

Si el equipo descubre que el fallo de un componente no es perceptible, el Análisis FMEAC debe ser ampliado para determinar si los efectos de un segundo fallo, en combinación con el primero pudieran tener consecuencias catastróficas. Cuando la seguridad, redundante, o el componente de vuelta es evaluada, el análisis debe considerar las condiciones que generaron la necesidad para el componente.

2. Documentar los resultados.

Un Análisis FMEAC genera una lista de referencia cualitativa y sistemática de equipo, modos de fallo, y efectos. Los resultados de un FMEAC por lo general son catalogados en el formato tabular, por componente del equipo. El cuadro 13 muestra una hoja de trabajo típica usada en la realización de un Análisis FMEAC (Casal J., 1999).

Tabla 13. Ejemplo de Análisis FMEAC en sistemas de descarga de cisternas para tanques.

Equipo	Descripción	Modo de Fallo	Efecto	Criticidad	Medidas de seguridad
Manguera flexible		Agujereada	Derrame ¿incendio?	4	
		Taponada-aplastada	Falta o reducción de caudal	2	
		Tipo equivocado	Corrosión, rotura o contaminación	3	

Fuente: (Casal J., 1999)

7.5.3. Requisitos

Este tipo de análisis requiere de las siguientes fuentes de datos e información:

- a) La lista del equipo de la planta o del sistema o Diagrama de Instrumentación y Tubería.
- b) El conocimiento de las funciones del equipo y de los modos de falla.
- c) El conocimiento del sistema y el funcionamiento de la planta, así como, la respuesta óptima a los modos de falla.

El método puede aplicarse por un analista pero el análisis debe ser revisado por otros para asegurar que este fue completo. Las características del equipo o grupo variarán con el tamaño y complejidad del proceso que se estará analizado. Todos los análisis deben estar familiarizados con las funciones del equipo, los modos de falla y cómo las fallas pueden afectar a otras partes del sistema o planta.

El costo y tiempo de un Análisis FMEAC es proporcional al tamaño del proceso y de los componentes analizados. En promedio una hora es suficiente para analizar de 2 a 4 piezas de un equipo. En caso de tener equipos similares que realicen funciones similares en un sistema, los tiempos necesarios para realizar la evaluación se reducirán significativamente debido a la naturaleza repetitiva de las evaluaciones. En el cuadro 12 se observa el tiempo estimado para realizar un estudio de evaluación de riesgo usando el método de análisis FMEAC (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

Tabla 14. Duración del proceso de aplicación de un Análisis FMEAC.

Tipo de sistema	Preparación	Comprobación	Documentación
Sistema simple	2-6 Horas	1-3 días	1-3 días
Sistema complejo	1-3 días	1-3 semanas	2-4 semanas

Fuente: (American Institute of Chemical Engineers, 1992)

7.5.4. Limitaciones

Los errores de operación humana no son comúnmente evaluados de manera directa en un Análisis FMEAC; sin embargo, los efectos de una mala operación como resultado de un error humano son usualmente determinados por el quipo evaluador.

El Análisis FMEAC rara vez investigan el daño o fallos que puedan ocurrir si el sistema o el proceso funciona correctamente. Porque el análisis se enfoca en fallas aisladas, no son eficientes para identificar una lista exhaustiva de combinaciones de fallas en los equipos que conllevan a accidentes (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

7.5.5. Resultados de la metodología y aplicabilidad

En Análisis de Modos de Fallos, Efectos y Criticidad genera una lista sistemática y cualitativa de equipo, modos de falla y efectos. Incluye también una estimación de las personas consecuencias que resultarían de una falla individual. El método de Análisis de Modos de fallos, Efectos y Criticidad puede ser Fácilmente actualizado por cambios en el diseño o modificaciones en el sistema o en la planta. Los resultados de este tipo de análisis con comúnmente documentados en una tabla en forma de columnas, las cuales presentan temas apropiados para sugerir mejoras en cuanto a la seguridad de la planta o sistema (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

7.6. Análisis de Riesgos y Operabilidad (HAZOP).

El método Hazop, (“**HAZ**ard and **O**perability” Análisis, Riesgo y Operabilidad), o conocido también como Análisis de Riesgo y Operabilidad de los Procesos, fue desarrollado por ingenieros de “ICI Chemicals” de Inglaterra a mediados de los años 70. (Dinámica Heurística, 2010).

El método involucra, la investigación de desviaciones del intento de diseño o propósito de un proceso, por un grupo de individuos con experiencia en diferentes áreas tales como; ingeniería, producción, mantenimiento, química y seguridad. El grupo es guiado, en un proceso estructurado de tormenta de ideas por un líder, que crea la estructura, al utilizar un conjunto de palabras guía o claves (no, más, menos, etc.) para examinar desviaciones de las condiciones normales de un proceso en varios puntos clave (nodos) de todo un proceso.

Estas palabras guías, se aplican a parámetros relevantes del proceso, tales como; flujo, temperatura, presión, composición, etc. Para identificar las causas y consecuencias de desviaciones en estos parámetros de sus valores normales.

Finalmente, la identificación de las consecuencias inaceptables, resulta en recomendaciones para mejorar el proceso. Estas pueden indicar modificaciones en el diseño, requerimientos en los procedimientos operativos, modificaciones en la documentación, mayor investigación, etc.

Aunque la metodología del Hazop se concentra (mediante un enfoque sistemático) en identificar tantos riesgos como problemas de Operabilidad, más del 80% de las recomendaciones del estudio son problemas de Operabilidad y no de por sí, problemas de riesgo. Aunque la identificación de riesgo es el tema principal, los problemas de Operabilidad se deben examinar ya que tienen el potencial de producir riesgos en los procesos, que resulten en violaciones ambientales y/o laborales o tener un impacto negativo en la productividad. (Dinámica Heurística, 2010).

7.6.1. Descripción del procedimiento y objetivo.

El análisis pretende, mediante un protocolo relativamente sencillo, estimular la creatividad de un equipo de expertos con diferente formación para encontrar posibles problemas operativos. El método tiene como finalidad identificar cualitativamente los posibles riesgos asociados a una determinada instalación en base a la investigación sistemática de las posibles desviaciones respecto a las condiciones normales, que pueden producirse en el proceso.

Una gran ventaja de la técnica es el hecho de que es capaz de detectar situaciones menos obvias que las que proporciona la revisión mecánica de una Lista de Verificación.

La técnica se fundamenta en el hecho de que las desviaciones en el funcionamiento de las condiciones normales de operación y diseño suelen conducir a un fallo del sistema. La identificación de estas desviaciones se realiza mediante una metodología rigurosa y sistemática. El fallo del sistema puede provocar desde una parada sin importancia del proceso hasta un accidente mayor de graves consecuencias. (Casal J., 1999)

7.6.2. Palabras Clave.

Un elemento esencial, en este proceso de cuestionamiento y análisis sistemático, es el uso de palabras clave para enfocar la atención del grupo sobre las desviaciones y sus posibles causas. Estas palabras guía se dividen en dos clases:

- **Palabras primarias** que enfocan la atención en un aspecto particular del intento de diseño o una condición o parámetro asociado con el proceso.
- **Palabras secundarias** que; cuando se combinan con las primarias sugieren desviaciones.

La técnica completa del Hazop, ronda en el uso efectivo de estas palabras guías, por lo que su significado y uso, deben ser claramente

entendidos por el grupo de análisis. Ejemplos de palabras a menudo utilizadas se mencionan a continuación. (Dinámica Heurística, 2010)

7.6.2.1. Palabras primarias.

Estas se reflejan tanto como el propósito, con aspectos operacionales de la planta bajo estudio. Palabras típicas orientadas al proceso, pudieran ser las siguientes:

- | | |
|---------------------|-------------------|
| ❖ Flujo | ❖ Nivel |
| ❖ Temperatura | ❖ Presión |
| ❖ Viscosidad | ❖ Composición |
| ❖ Nivel | ❖ Adición |
| ❖ Reacción | ❖ Mantenimiento |
| ❖ Prueba | ❖ Instrumentación |
| ❖ Muestreo | ❖ Separación |
| ❖ Corrosión/erosión | ❖ Reducción |
| ❖ Reducción | ❖ Mezclado |

(Dinámica Heurística, 2010).

7.6.2.2. Palabras Secundarias.

Como se mencionó anteriormente, cuando las palabras secundarias se combinan con las primarias, sugieren desviaciones o problemas potenciales. Un listado estándar de las palabras utilizadas se menciona a continuación: (Dinámica Heurística, 2010).

Tabla 15. Resumen de palabras guía y variables de proceso utilizadas en los análisis HAZOP.

Palabra Guía	Significado	Parámetro de proceso	Ejemplos de desviación
NO	Negación de la intención de diseño	Temperatura	No + Caudal= Falta de caudal
MENOS	Disminución cuantitativa	Presión	Menos + Nivel= Bajo nivel
MÁS	Aumento cuantitativo	Nivel	Más + presión = Presión excesiva
OTRO	Sustitución parcial o total	Reacción	Otra + Composición = Impurezas presentes
INVERSA	Función opuesta a la intención de diseño	Composición	Inverso + Caudal = Flujo Inverso
		Caudal	
		pH	
		ETC.	

Fuente: (American Institute of Chemical Engineers, 1992)

7.6.3. Procedimiento del análisis.

1. Definir el proceso de estudiar.

En este paso se identifica los contenedores específicos, equipo y sistemas que deben ser incluidos en el estudio HAZOP y las condiciones bajo las cuales estos deben ser analizados. Cuando se define el problema se involucra los límites del análisis y se establece un nivel apropiado de resolución para el estudio. Para muchos estudios HAZOP, las causas de las desviaciones son identificadas como los niveles de los componentes (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

a. Fijación de objetivos y delimitación del contenido del estudio.

El Análisis HAZOP puede contribuir a alcanzar objetivos diversos, y que es necesario especificar por parte de las personas responsables de planta o del proyecto, con la colaboración del conductor del análisis.

Aunque el objeto general es identificar alteraciones peligrosas del proceso con los fallos que las motivan y las consecuencias que generan, debería centrarse en función de

los objetivos especificados que se persiguen el alcance del trabajo a realizar. Razones que motivan el Análisis HAZOP pueden ser la realización de un detallado estudio de toda una instalación, o bien limitarlo a: la verificación de la seguridad de un diseño determinado, la comprobación de la seguridad de los procedimientos de trabajo establecidos, la verificación de la seguridad de los elementos de regulación y control, etc.

También es importante definir las consecuencias a considerar: daños a los trabajadores, daños a la vecindad de la planta, pérdidas de producción, daños a la planta o a los equipos, impacto ambiental, etc. (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

b. El equipo de trabajo

El grupo de trabajo estable estará constituido por un mínimo de tres personas y por un máximo de siete. Podrá invitarse a asistir a determinadas sesiones a otros especialistas.

Se designara a un conductor del grupo, experto en el Análisis HAZOP, y que podrá ser el técnico de seguridad, y no

necesariamente una persona vinculada al proceso. Aunque no es imprescindible que lo conozca en profundidad, si debe estar familiarizado con la ingeniería de proceso en general..

Funciones del conductor del grupo:

- Recoger la necesaria información escrita de apoyo.
- Planificar el estudio.
- Organizar las sesiones de trabajo.
- Dirigir los debates, procurando que nadie quede en un segundo término, o supeditado a opiniones de otros.
- Cuidar que se aplica correctamente la metodología, dentro de los objetivos establecidos, evitando la tendencia innata de proponer soluciones aparentes a problemas sin haberlos analizado suficientemente.
- Recoger los resultados para su presentación.
- Efectuar el seguimiento de aquellas cuestiones surgidas del análisis y que requieren estudios adicionales al margen del grupo

El grupo debe incluir a personas con un buen conocimiento y experiencia en las diferentes áreas que

confluyen en el diseño y explotación de la planta. Una posible composición del grupo podría ser la siguiente:

- Conductor del grupo – Técnico de seguridad.
- Ingeniero de proceso – ingeniero del proyecto
- Químico – Investigador (si se trata de proceso químico nuevo o complejo).
- Ingeniero de instrumentación.
- Supervisor de producción.

(American Institute of Chemical Engineers, 1992).

c. Información básica necesaria

Dependerá del temario, de la complejidad de la planta, y de los objetivos del Análisis HAZOP, las actividades preparatorias a realizar y la información a recabar. Se requieren dos tipos de información básica: una relativa a la instalación y otra respecto a las instrucciones de operación recogidas en el manual de operaciones y/o procedimientos de trabajo.

Sobre la instalación es preciso disponer de:

- Descripción del proceso con hojas de datos sobre el flujo del proceso y balances másicos y caloríficos.
- Características y peligrosidad de las sustancias químicas implicadas
- Plano de emplazamiento (Flowsheets, lay outs, etc.). con datos completos sobre los diversos componentes de la instalación, (tuberías, válvulas, equipos elementos de seguridad, etc), sus características, sus condiciones de trabajo y sus limitaciones.
- Características y disponibilidad de los servicios (vapor, refrigeración, agentes ionizantes, aire, electricidad).
- Descripción de los sistemas de emergencia.
- Resultados de anteriores estudios de seguridad.

Las instrucciones y procedimientos de trabajo constituyen también una herramienta básica. Deben recoger de forma detallada y secuencial las diferentes operación es a realizar las diferentes partes de cada unidad de proceso, con las cantidades implicadas y las condiciones en que tales operaciones han de realizarse (presión, temperatura), todo ello

perfectamente identificado y correlacionado con los diagramas de proceso anexos.

Es útil emplear una simbología para representar de forma simplificada las operaciones (adición de producto manual o mecánico, agitación calentamiento, etc.), y es necesario que se identifiquen perfectamente todas las inversiones humanas (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

d. Desarrollo de las sesiones de trabajo

La metodología del Análisis HAZOP requiere de sesiones formalmente establecidas, con dedicación y aportes constructivos e imaginativos de todos los miembros del equipo.

Antes de iniciar el estudio es preciso establecer el programa de reuniones y el tiempo de dedicación previsible.

Es conveniente dado el carácter intensivo del análisis que las sesiones sean periódicas (cada dos o tres días), dejando el tiempo suficiente intermedio para poder recabar las

informaciones o comprobaciones complementarias que vayan surgiendo.

La duración de cada sesión no debería prolongarse mucho más de media jornada, y preferiblemente se por la mañana.

Las reuniones m, en un ambiente igualitario, no condicionado por precisiones de ningún tipo, será muy provechosa (American Institute of Chemical Engineers, 1992).

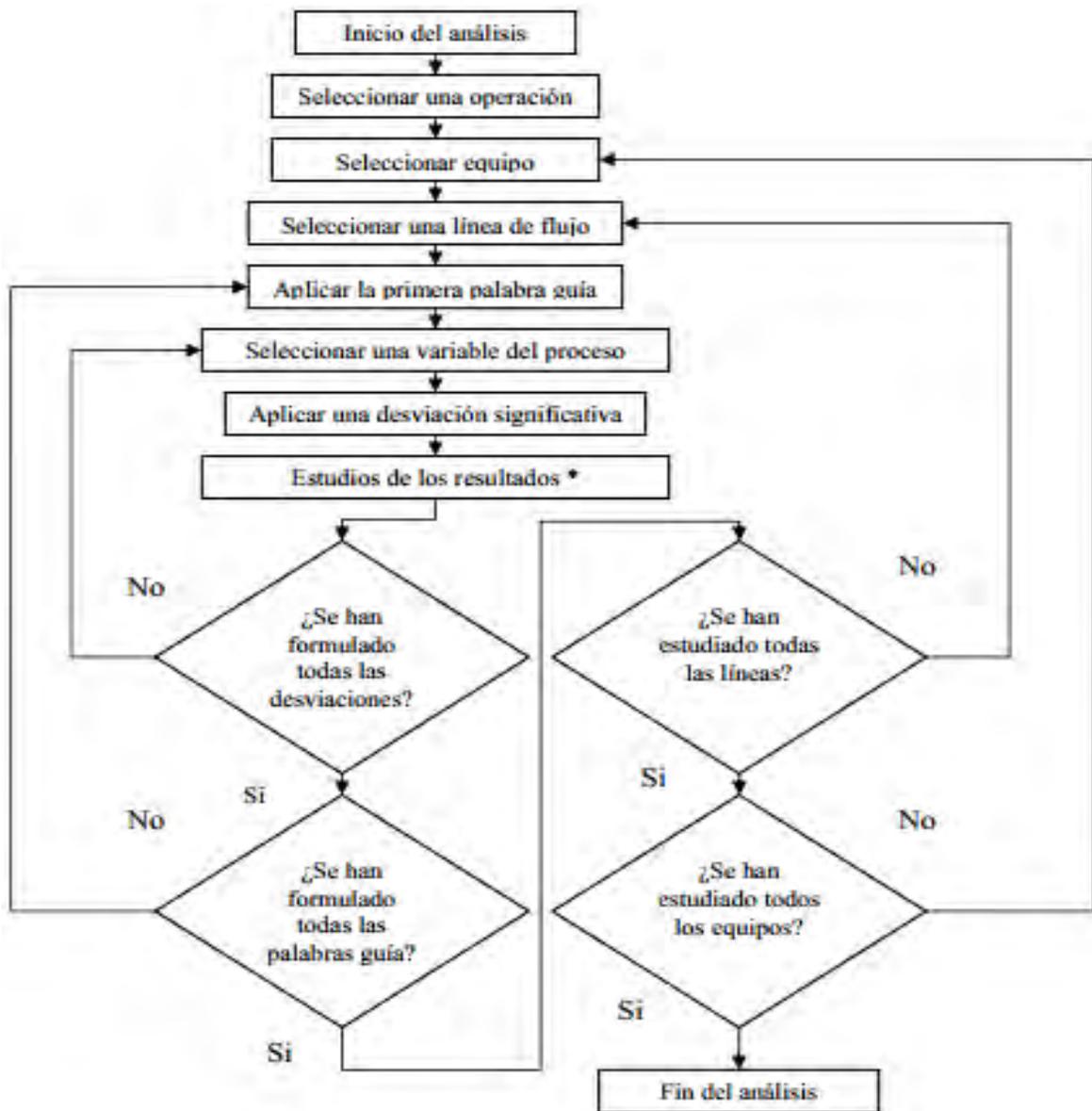
2) Realizar el estudio.

Después del estudio previo se puede comenzar el análisis propiamente dicho. El primer paso es la selección de los elementos críticos que deben estudiarse (depósitos, reactores, separadores, etc.) A continuación, sobre cada modo de estudio, que corresponde a cada línea de fluido de cada elemento seleccionado, y de forma secuencial y repetitiva, se aplican las palabras guía (no, más, menos, otro, parte de, además de, inversa, otra, etc, etc.) a cada una de las condiciones de operación del proceso, las sustancias y las variables que intervienen (flujo, presión, temperatura, nivel, viscosidad, reacción, composición, velocidad, tiempo, voltaje, pH, etc.).

Operando de esta manera se generan las desviaciones significativas de las condiciones normales de operación y se realiza un repaso exhaustivo de los posibles funcionamientos anómalos (Casal J., 1999).

En la ilustración 4 se puede ver un esquema general con los pasos a seguir durante la realización de un Análisis HAZOP.

Ilustración 3. Diagrama lógico de ejecución de análisis HAZOP.



* Estudio de resultados.
- Examen de causas.
- Examen de efectos.
- Identificación de riesgos.
- Registro de los resultados.

Fuente: (Casal J., 1999)

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

En la tabla 16 se muestra la terminología que utiliza comúnmente en los Análisis HAZOP.

Tabla 16. Terminología común de análisis HAZOP.

Término	Definición
Secciones del proceso (o nodos del estudio)	Las secciones de equipo con fronteras definidas dentro del cual los parámetros de proceso son investigados para encontrar desviaciones. La ubicación en el Diagrama de Flujo en el cual los parámetros de proceso son investigados para encontrar desviaciones.
Pasos de operación	Acciones discretas en un procesamiento por lotes o un procedimiento analizado por un equipo de análisis HAZOP. Puede ser manual, automático, o con un software acciones
Intención	La definición de cómo se espera que la planta funcione en ausencia de desviaciones. Toma un número de formas y puede ser descriptivo o esquemático
Palabras guía	Las palabras simples que son usadas para calificar o cuantificar la intención de diseño y dirigir y estimular el proceso del análisis para identificar los peligros del proceso.
Parámetro del Proceso	Característica física o química asociada con el proceso. Incluye artículos generales como la reacción, la mezcla, la concentración, el pH, y puntos específicos como la temperatura, la presión, la fase y el flujo.
Desviaciones	Las salidas de la intención de diseño que son descubiertas por medio de la aplicación sistemática de las palabras de guía con los parámetros (el flujo, la presión, etc.), resultando en una lista de revisión (ningún flujo, la alta presión, etc.) para cada sección de proceso.

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

Causas	Motivos por los cuales las desviaciones podrían ocurrir. Una vez que han demostrado una desviación para tener una causa creíble, puede ser tratado como una desviación significativa. Estas causas pueden ser fallas del equipo, errores humanos, estados de proceso inesperados, interruptores externas, etc.
Consecuencias	Los resultados de desviaciones, normalmente, el equipo de expertos asume que los sistemas de protección activos fallan mientras trabajan. Las consecuencias menores, sin relaciones al objetivo de estudio, no son consideradas.
Salvuardas	Cualquier dispositivo protector, ya sea que prevenga la causa o salvaguarde contra consecuencias adversas.
Acciones (o recomendaciones)	Las sugerencias para cambios de diseño, cambios en los procedimientos, o áreas para estudios posteriores.

Fuente: (American Institute of Chemical Engineers, 1992)

El estudio de las desviaciones conduce a la identificación de sus posibles causas y consecuencias y, por lo tanto, del riesgo potencial y de los problemas derivados de un funcionamiento incorrecto; paralelamente, se buscan los medios protectores del sistema. Toda la información del análisis es documentadamente en forma de tabla, hecho que permite la evaluación cualitativa de las medidas de control y seguridad. A partir de esta información es relativamente sencillo implementar nuevas medidas para mejora de la seguridad y fiabilidad del sistema (Casal J., 1999).

3) Documentar los resultados.

La documentación de un Análisis HAZOP es mediante una tabulación sistemática y consiste de los efectos de las desviaciones del proceso. El estudio genera cuestiones acerca de las condiciones de operación normal y las condiciones de los límites del análisis para cada componente del sistema. Adicionalmente, se provee una lista de acciones potenciales que deben ser evaluadas. El cuadro 15 es un ejemplo de una hoja de trabajo de Análisis HAZOP. Un reporte típico del Análisis HAZOP debe incluir una descripción del sistema, lista de diagramas o equipos analizados, la intención del diseño, el cuadro del Análisis HAZOP, y una lista de acciones para cada componente (Engineers, American Institute Of Chemical, 1992).

Tabla 17. Ejemplo de Análisis HAZOP en una instalación de Gas Lp.

#	Nodo/Paso	Parámetro	Guía	Desviación	Causa	Categoría	Consecuencia
1	Proveer Gas Lp del tanque-remolque al tanque de almacenamiento	Flujo	No	No hay flujo	Tubería rota	Externa	Fuga de Gas Lp

Continuación de la Tabla 17

Categoría	Salvaguardar	Recomendación	Tipo	Observaciones	Prioridad
Operación	Inspección de tubería	Verificar condiciones de tubería	Acción		Alta

7.6.4. Organización del estudio.

Los análisis HAZOP son, en general, estudios multidisciplinarios. La ejecución del estudio HAZOP requiere un conocimiento detallado del sistema que se quiere auditar y del protocolo de análisis. Esta característica condiciona que el trabajo se realice en equipo, donde debe haber representantes de las distintas áreas de conocimiento implicadas en el proceso (Casal J., 1999).

7.6.5. Requisitos y Limitaciones.

El método de análisis HAZOP presupone tres hipótesis:

- La instalación está bien diseñada, en relación con la experiencia, el conocimiento de los procesos implicados y la aplicación de las normas y códigos pertinentes.
- Los materiales de construcción han sido los adecuados y la construcción y el ensamblaje se han hecho correctamente.

- Los análisis son una “fotografía instantánea” donde se mezclan sucesos de efecto inmediato con sucesos de elevada inercia temporal. (Casal J., 1999)

Los análisis HAZOP requieren, para ser desarrollados, que por lo menos el diseño del proceso esté completo en las partes más esenciales y que, en instalaciones en funcionamiento, la información esté actualizada. El grado de detalle de la información disponible condiciona el grado de detalle total y la corrección del análisis. (Casal J., 1999).

7.6.6. Resultados de la metodología y aplicabilidad.

El resultado principal de los análisis HAZOP es un conjunto de situaciones peligrosas y problemas operativos y una serie de medidas orientadas a la reducción del riesgo existente o a la mitigación de las consecuencias de los problemas operativos. Estas medidas se dan en forma de cambios físicos en las instalaciones, modificaciones de protocolos de operación o recomendaciones de estudios posteriores para evaluar con más detalle los problemas identificados o la convivencia de las modificaciones propuestas. El análisis HAZOP es un instrumento de estudio muy indicado para procesos en fase de diseño y construcción, donde la documentación está totalmente actualizada y las recomendaciones del

análisis no suponen modificaciones costosas ni paros en la planta. (Casal J., 1999).

7.6.7. Matriz de Riesgo

Para este análisis utilizaremos una Matriz de Riesgo que se generará en el software SCRI Hazop, el cual consiste en dos conceptos, Valores de Frecuencia y Valores de Severidad, que para cálculo tenemos la suma de ambos y nos como resultado el Factor de Análisis de Riesgo. Los valores van de 0 a 4 en orden ascendente. (Dinámica Heurística, 2010).

Valores de Frecuencia.

- 0: Una vez al mes.
- 1: Una vez al año.
- 2: Una vez durante un periodo de 5 a 10 años.
- 3: Una vez durante el periodo de vida de la planta.
- 4: Extremadamente improbable.

Valores de Severidad.

- 0: Fatalidades, muertes humanas y pérdidas financieras graves.

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

- 1: Daño mayor, lesiones y pérdidas financieras significativas.
- 2: Daños considerables en equipos.
- 3: Asunto operativo únicamente.
- 4: Incidente menor.

Método de Cálculo: Frecuencia + Severidad.

	S0	S1	S2	S3	S4
F0	0	1	2	3	4
F1	1	2	3	4	5
F2	2	3	4	5	6
F3	3	4	5	6	7
F4	4	5	6	7	8

(Dinámica Heurística, 2010)

7.7. Simulación de Escenario de Riesgos

Las explosiones se caracterizan por una onda de choque que puede producir un estallido y causar daños a los edificios, romper ventanas y arrojar materiales a varios cientos de metros de distancia. Las lesiones y los daños son ocasionados primeramente por la onda de choque de explosión. Hay personas golpeadas, o derribadas, o enterradas bajo edificios derrumbados, o heridas por cristales volantes. Aunque los efectos de la presión excesiva pueden provocar la muerte, es probable que esto solo se produzca con las personas que trabajan muy cerca del lugar de la explosión. Aunque los efectos de la onda de choque varían según las características del material, su cantidad y el grado de restricción de la nube de vapor. Por consiguiente, las presiones máximas en una explosión varían de una ligera sobrepresión a unos cuantos de cientos de kilopascales (kPa).

La presión de la onda de choque disminuye rápidamente con el aumento de la distancia desde la fuente de la explosión. (Contribucion de la OIT al Programa Internacional PNUMA/OIT/OMS de Seguridad en las Sustancias Químicas (IPCS), 1998).

7.7.1. Programa SCRI-Modelos.

Es una herramienta, para simular en computadora; emisiones de contaminantes, fugas y derrames de productos tóxicos y daños por nubes explosivas, para estimar escenarios de afectación de emisiones continuas o

instantáneas, bajo diversas condiciones meteorológicas, para estudios de riesgo e impacto ambiental, diseño de plantas e instalaciones industriales y apoyar en la capacitación y entrenamiento de personal, en el manejo de situaciones de emergencia. (Dinámica Heurística, 2010)

7.7.2. Modelo de Evaluación de Daños Provocados por Nubes Explosivas.

El modelo de evaluación de daños provocados por la explosión de una nube de gas o vapor inflamable involucra el cálculo para determinar un potencial explosivo aproximado de sustancias empleadas en la industria. Dentro de las sustancias que se contemplan en el modelo como factibles de formar nubes explosivas se tienen:

- a) Gases contenidos a una presión de 500 psi o más, para el caso de gases mantenidos a menor presión se debe considerar su factor de compresibilidad al estimar la cantidad que forma la nube explosiva.
- b) Gases mantenidos en estado líquido por efecto de alta presión o baja temperatura.
- c) Líquidos combustibles o inflamables mantenidos a una temperatura superior a la de su punto de ebullición y que se encuentran en estado líquido por efecto de presión (se excluyen las

sustancias cuya viscosidad sea mayor a 1×10^6 centipoises o que posean puntos de fusión mayores a $100 \text{ }^\circ\text{C}$). (Dinámica Heurística, 2010)

Existen una serie de suposiciones inherentes al modelo que le permiten efectuar las estimaciones y predicciones de daños provocados por la explosión de la nube, destacando las siguientes:

- La fuga de material (almacenado o en proceso) es instantánea, excluyéndose escapes paulatinos de gas a menos que se trate de fugas en tuberías de gran capacidad.
- El material fugado se vaporiza en forma instantánea formándose inmediatamente la nube; la vaporización y formación de la nube se efectúa de acuerdo con las propiedades termodinámicas del gas o líquido antes de producirse la fuga.
- Se asume una nube de forma cilíndrica cuya altura corresponde a su eje vertical. Se supone que la nube cilíndrica no es distorsionada por el viento ni por estructuras o edificios cercanos.
- La composición de la nube es uniforme y su concentración corresponde a la media aritmética de los límites superior e inferior de explosividad del material.
- El calor de combustión del material se transforma a un equivalente en peso de trinitrotolueno (TNT) (calor de combustión del TNT = 1830 Btu/lb).

- La temperatura del aire ambiente se considera constante e igual a 21.1 °C (70 °F).
- Se considera que una nube originada en el interior de un edificio, formará una nube de las mismas dimensiones que una originada en el exterior del mismo. (Dinámica Heurística, 2010)

Para determinar la magnitud de la fuga de material explosivo en una planta, se pueden considerar dos criterios o tipos de daños probables:

- ❖ El Daño Máximo Probable (DMP).
- ❖ El Daño Máximo Catastrófico (DMC).

La magnitud de la fuga bajo un escenario de DMP se estima considerando:

1. El tamaño de la fuga estará determinado por el contenido del mayor recipiente de proceso o conjunto de recipientes del proceso conectados entre sí, sin estar aislados uno del otro por válvulas automáticas o a control remoto. Si existen estas válvulas se considerará el contenido del mayor recipiente.
2. No se considerará como limitante de la formación de una nube, la existencia de fuentes de ignición en las cercanías de una posible fuga.

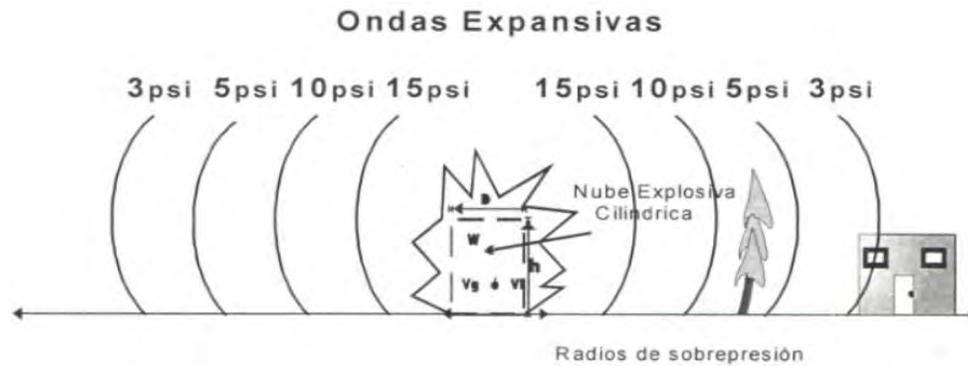
Bajo un escenario de DMC, la magnitud de la fuga se estima considerando:

1. 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.
2. Se considerará la destrucción o daños graves de tanques de almacenamientos mayores, como formadores de nubes explosivas catastróficas.
3. Se considerarán las fugas en tuberías de gran capacidad que sean alimentadas desde instalaciones remotas, exteriores o interiores, asumiendo que la tubería será dañada seriamente y que la duración de la fuga es de media hora.
4. No se considerará como limitante de la formación de una nube, la existencia de fuentes cercanas de ignición.
5. Se incluirán 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. (Ornelas A., 2013).

Esquema conceptual del modelo de Nubes Explosivas.



Fuente: (Dinámica Heurística, 2010)

Para propósitos de espaciamiento en plantas, se recomienda que:

Una nube explosiva generada en un área no debe cubrir ninguna parte de los edificios o procesos importantes de un área vecina.

Todos los edificios y equipos importantes de un área deben situarse fuera del círculo correspondiente a una sobrepresión de 0.3 psi que sea generada por la explosión de una nube en un área vecina.

Los edificios y equipos importantes que puedan ser alcanzados por ondas con valores entre 1 y 3 psi de sobrepresión, deben ser diseñados

para resistir una sobrepresión de 2 psi, asumiendo un escenario de DMP ($F = 0.02$).

Sólo las áreas alcanzadas por ondas de sobrepresión de 1 psi o menores pueden ser consideradas como separadas de la zona de riesgo. (Ornelas A., 2013)

7.1.3. Guía de cálculo del modelo matemático de explosión TNT.

La metodología de funcionamiento del modelo involucra varios pasos que son:

- A. Cálculo del peso de material en el sistema.
- B. Cálculo del peso de material en la nube.
- C. Cálculo de la energía desprendida por la explosión.
- D. Determinación del diámetro de las ondas expansivas.

7.1.4. Determinación de los daños ocasionados.

A fin de determinar los daños ocasionados por la nube explosiva se empleará información la cual mostrará los efectos de diversos valores de sobrepresión sobre instalaciones y equipos en refinerías y plantas químicas. A estos daños se deben adicionar posibles incendios y explosiones subsecuentes. Además se podrá consultar también información adicional

relativa a daños causados por explosiones sobre construcciones, casas y personas.

Para propósitos de espaciamiento en plantas, se recomienda que:

- Una nube explosiva generada en un área no debe cubrir ninguna parte de los edificios o procesos importantes de un área vecina.
- Todos los edificios y equipos importantes de un área debe situarse fuera del círculo correspondiente a una sobrepresión de 0.3 psi que sea generada por la explosión de una nube en un área vecina.
- Los edificios y equipos importantes que puedan ser alcanzados por ondas con valores entre 1 y 3 psi de sobrepresión, deben ser diseñados para resistir una sobrepresión de 2 psi, asumiendo un escenario de DMP ($F=0.02$).
- Solo las áreas alcanzadas por ondas de sobrepresión de 1 psi o menores pueden ser consideradas como separadas de la zona de riesgo (Dinámica Heurística, 2010)

CAPÍTULO 8

RESULTADOS

CAPÍTULO 8. RESULTADOS

8.1. Determinación del nivel del estudio de riesgo.

Como resultados al análisis previo para la determinación del nivel, tenemos que para nuestro proyecto “Estudio de Riesgo en Instalaciones de Almacenamiento, Distribución y Venta de Gas Lp en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo”. El nivel que se requiere para la elaboración de este estudio correspondió al **NIVEL 2**. Para comprenderlo mejor se agrega el Diagrama para la determinación del nivel del estudio como Anexo II en el Capítulo 10.

A continuación se describen los pasos que se realizaron para la determinación del NIVEL 2 con respecto al diagrama de la figura anterior:

8.1.1. Consulta del listado de actividades altamente riesgosas.

- Se maneja el material por ducto: **NO**

Entonces:

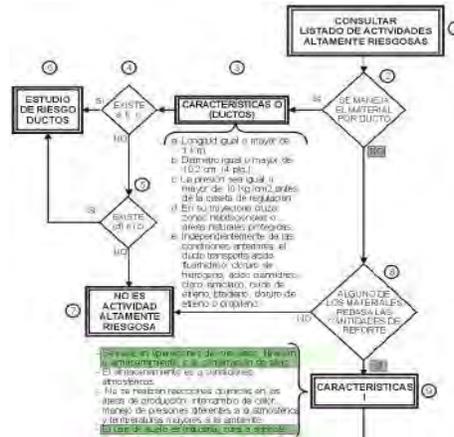
- Alguno de los materiales rebasa las cantidades de reporte: **SI**

*Entonces se analizan los puntos de las **Características I** proporcionadas, buscando una relación de estas con nuestro estudio y seguidamente tenemos los siguientes puntos relacionados:*

8.1.1.1. Características I:

- a) Se realizan operaciones de mezclado, filtración, almacenamiento o la combinación de ellas.
- b) El uso del suelo es industrial, rural o agrícola.

Ilustración 4. Análisis del proceso realizado para la determinación de nivel.



Fuente: (SEMARNAT, 2015)

Continuación del proceso:

➤ Existen todas: **NO**

Entonces se analizan los puntos de las **Características II** proporcionadas, buscando una relación de estas con nuestro estudio y seguidamente tenemos los siguientes puntos relacionados:

8.1.1.2. Características II:

- a) Almacenamiento en tanques presurizados.
- b) Existe reacción química, intercambio de calor y/o energía, presiones mayores o menores a la atmosférica o temperaturas mayores a la del ambiente.
- c) La zona es susceptible a sismos, hundimientos o fenómenos hidrológicos y meteorológicos.

➤ Existen todas: **NO**

*Entonces se analizan los puntos de las **Características III** proporcionadas, de las cuales ninguna de ellas encaja en nuestro estudio, por lo tanto:*

➤ Existe alguna: **NO**

Por lo tanto tenemos como resultado un ESTUDIO DE RIESGO DE **NIVEL 2.**

8.2. Lista de verificación (Check List).

8.2.1. Elaboración adecuada del formato de la Lista de Verificación.

Esta lista fue elaborada de la forma más exhaustiva y para ello se investigaron las normas oficiales mexicanas aplicables para el Gas Lp, de las cuales se seleccionaron las que resultan apropiadas para la elaboración de este estudio de riesgo, las normas que se aplicaron son las siguientes:

- NOM-0001-SESG-2014. Plantas de distribución de Gas Lp. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha de 22 de Octubre de 2014.
- NOM-0003-SEDG-2004. Estaciones de Gas Lp- Para carburación, diseño y construcción. Publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha de 28 de Abril de 2005.
- NOM-005-SESH-2010. Equipos de carburación de Gas L.P. en motores de combustión interna. Instalación y mantenimiento. Publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha de 26 de Noviembre de 2010.
- NOM-009-SESH-2011. Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación. Publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha de 22 de Octubre de 2014.
- NOM-013-SEDG-2002. Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de

recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., en uso. Publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha de 26 de Abril de 2002.

- NOM-015-SESH-2013. Reguladores de baja presión para Gas L.P. Especificaciones y métodos de prueba. Publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha de 17 de Octubre de 2013.

Todo lo anterior con el fin de verificar las condiciones de seguridad de la planta de Gas Lp. Además cabe mencionar que en la lista se incluyen los siguientes aspectos:

- a) Áreas de la planta.
- b) Infraestructura.
- c) De las condiciones de las instalaciones
- d) Procesos de la planta.
- e) Equipos.
- f) Instrumentación y equipo eléctrico.
- g) Equipo de seguridad.
- h) De los trámites ante instancias federales (SEMARNAT y PROFEPA).

Tabla 18. Formato de la lista aplicada.

<u>NORMA</u>	<u>PREGUNTA</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
<u>NOM-001-SESH-2014</u>	¿Cuenta con historial documental técnico de cuando menos los últimos cinco años, en caso de que la planta de distribución tenga más de éstos en operación?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con la autorización de la DGGLP, para realizar modificaciones al diseño básico de la planta de distribución?	<u>X</u>		

8.2.2. Desarrollo de actividades.

Después de haber elaborado la lista de verificación a utilizar, se realizó una visita a las instalaciones de la gasera en la que en su primer intento fue denegado el acceso. Por tanto se tuvo que programar una segunda visita pero ya con aceptación de ingresar a las instalaciones, debido a que grupo zeta gas, no revela información detallada de la operabilidad de la planta.

En la segunda visita el cuestionario de la Lista de Verificación, fue aplicado al personal que estuvo presente durante la visita y también se realizó la comprobación de la existencia de algunas cuestiones, por ejemplo: si cuenta la instalación con detectores de fugas de Gas Lp, etc., que en este caso no cuentan con sistema de detección de fugas de Gas Lp.

Además durante la visita se recorrió toda la instalación para detectar las deficiencias, principalmente en la zona de los tanques de almacenamiento, distribución y carburación. Así mismo el personal técnico responsable de la instalación, describió cómo se lleva a cabo la operación del sistema en la planta.

8.2.3. Resultados obtenidos.

Como resultado de esta metodología se obtuvimos que se le han hecho reparaciones al tanque de almacenamiento como soldaduras en parte de los casquetes, sin embargo, después de ello no se le han realizado pruebas hidrostáticas.

En otro punto, la planta carece de un sistema de detección de fuga de Gas Lp, aunque cuenta con sistema de alarma sonora, esta no sirve en caso de fuga, solo se activa cuando hay presencia de fuego.

Fuera de eso observa que la planta opera de manera correcta y que esta todo en orden y en constante supervisión.

Para mayor detalle de la lista de verificación se puede observar en el Capítulo 10 – Anexos, el cual pertenece al anexo III.

8.3. Análisis ¿Qué pasa sí? (What if?..).

8.3.1. Elaboración del formato adecuado para el cuestionario del análisis.

Para este análisis se requirió analizar de qué forma opera la planta y para ello fue necesario el diagrama de flujo, una vez visualizado este diagrama es indispensable tener a la mano toda la información necesaria de cada uno de los equipos y componentes que intervienen en los procesos de la planta como son en almacenamiento, distribución y la venta del Gas Lp. Entre estos equipos y componente se destacan: el compresor, las bombas, el tanque de almacenamiento, los puntos de distribución, de carburación, la fuente de energía de la planta etc.

Una vez obtenida toda la información necesaria, se procede a analizar los modos de fallo de cada uno de los equipos y componentes con el fin de poder realizar las preguntas específicas al personal técnico de la planta.

Normalmente la forma de realizar la pregunta se basa en auto preguntarnos ¿Qué pasaría si ocurre...?; Se busca cierto acontecimiento que pudiera llevar a la planta a un colapso total en este caso una fuga que genere una nube explosiva y con ello una explosión.

Tradicionalmente este análisis responde a la pregunta con:

- 1) Las acciones negativas originadas por el fallo.
- 2) Con la consecuencia que le genera a la planta o a los procesos que se desarrollan en ella
- 3) Se describe la acción recomendada para evitar el fallo mencionado en la pregunta.

Adicionalmente se puede anexar responder con los implementos de seguridad instalados aunque esto suele ser de manera muy general.

Tabla 19. Ejemplo de formato casual del análisis What if?

Pregunta	Respuesta	Consecuencia/Peligro	Implementos de seguridad instalados	Acción Recomendada

Sin embargo el formato que se implementó para el cuestionario es la siguiente:

Tabla 20. Ejemplo de formato implementado del análisis What if?

No.	Pregunta/Caso	Respuesta con implementación de seguridad instalada	Acción Recomendada

8.3.2. Desarrollo de actividades.

Una vez que se finalizó la elaboración del cuestionario, se programó una visita a la planta, para la aplicación del análisis, durante la visita se recorrió la instalación en donde el personal técnico responsable de la instalación, describió cómo se lleva a cabo la operación de la planta y al cual se le aplicó el cuestionario. Por otra parte debido a las características geográficas de la zona en donde se encuentra la planta, se tuvo que considerar preguntas referentes a ¿Qué pasa si hay incendios forestales o fenómenos hidrometeorológicos y a consecuencia de ello se quedan sin suministro eléctrico?

Todas las respuestas obtenidas en las cuales se señalan las consecuencias y equipo de protección con el que se cuenta en la instalación fueron anotadas. Una vez que se reunió toda la información obtenida en campo, se analizaron las respuestas a las diversas cuestiones y se determinaron las acciones recomendadas para cada una de ellas.

8.3.3. Resultados obtenidos.

Las cuestiones para el Análisis ¿Qué pasa si? se centraron en lo que pasaría si llegase a ocurrir, principalmente, alguna fuga de Gas Lp, por fallo de algunos de los componentes del sistema de trasiego, almacenamiento, carburación y distribución, esto sin dejar de analizar las propias fallas de los equipos.

Entre las áreas, componentes y equipos que se eligieron para analizar se encuentran:

- Compresor.
- Almacenamiento.
- Suministro.
- Bombas.
- Accesorios (Válvulas de seguridad).

Además se incluyeron sucesos externos al sistema, como los huracanes e incendios forestales, que son los factores ambientales que predominan en el área de estudio.

La manera de responder al cuestionario fue la siguiente:

- Se hace la pregunta o caso.
- Se responde con las implementaciones de seguridad instaladas, es decir; de como acciona la planta con sus medidas de seguridad así como su personal ante un riesgo y así evitar el accidente. Con esta forma sabremos si las instalaciones cuentan con medidas de seguridad apropiadas para poder evitar un accidente catastrófico.

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

- Y por último por cada respuesta con implementación instalada le corresponde una acción recomendada. Así como se muestra en el siguiente ejemplo:

Tabla 21. Ejemplo del análisis What if?

No.	Pregunta/Caso	Respuesta con implementación de seguridad instalada	Acción Recomendada
4	<p align="center"><u>ALMACENAMIENTO:</u></p> <p>Qué pasaría si se presenta una fuga de Gas L.P. en el recipiente de almacenamiento por ruptura?</p>	<p>4.1. En primer término se interrumpe el proceso de suministro ya que la válvula de vacío se cierra por pérdida de presión.</p> <p>4.2. A pesar de ello, ya existe una fuga por lo tanto se activa automáticamente el paro de emergencia, y para minimizar la cantidad de gas liberado se cuenta con sistema aspersion o de cortina de agua con el fin de diluir los vapores merced al aire en ella ocluido, este sistema se encuentra instalado en todo el perímetro de los tanques de almacenamiento.</p> <p>4.3. No se cuenta con equipo para detección de fugas con alarma sonora, por lo que en caso de una fuga de Gas Lp se pondría en riesgo al personal.</p>	<p>4.1.1. Verificación de la integridad física de los recipientes de almacenamiento.</p> <p>4.2.1. Contar con equipo para detección de fugas de gas L.P. con alarma sonora.</p> <p>4.3.1. Hacer pruebas de ultrasonido por lo menos cada 5 años.</p>

Las consecuencias o respuestas indican que el tanque de almacenamiento de Gas Lp, es el componente que mayor riesgo representa si llegará a ocurrir para este caso una fuga de gas cloro.

Sin embargo para los componentes de la planta en los cuales se llegará a presentar una fuga de GLP y dados los equipos y dispositivos de seguridad con los que se cuenta en la instalación, no son totalmente suficientes y adecuados, por lo tanto se incrementaría el riesgo de las consecuencias poniendo en peligro la

vida de los trabajadores. Con base en lo anterior las recomendaciones propuestas para cada componente son entre otras el contar con equipos y dispositivos de seguridad y acciones de mantenimiento preventivo o correctivo para las fallas de los equipos. Por último la información obtenida se transcribió a la tabla de resultados que se encuentra en el capítulo 10, Anexo IV.

8.4. Análisis de Modo de Fallos, Efectos y Criticidad (FMEAC).

8.4.1. Definir los procesos a evaluar.

Para este análisis se tuvo que definir que componentes o equipos se evaluarían para la aplicación de dicho análisis, de los cuales se eligieron:

- Tanque de almacenamiento.
- Compresor.
- Válvulas de seguridad (para gases y líquidos).
- Suministro eléctrico.

Sin embargo se requirió el uso de los diagramas de flujo de la planta y de los procedimientos e instructivos de los equipos y componentes necesarios.

Para realizar el formato de este análisis se consideraron los siguientes conceptos:

- Componente.
- Descripción.
- Función.
- Modo de fallo.
- Efecto sobre el sistema.
- Criticidad.

- Acción recomendada.

Tabla 22. Formato del análisis aplicado.

Componente	Descripción	Función	Modo de Fallo	Efecto sobre:	Criticidad*	Acción correctora
				Sistema		

8.4.2. Desarrollo de actividades.

Una vez que se concluyó con la elaboración del formato del análisis se volvió a requerir de otra visita a la planta para conocer el proceso que se lleva a cabo en las instalaciones de la gasera pero ahora con la intención de saber los fallos de los equipos y componentes ya que en la visita anterior solo se obtuvo las formas en la que la planta puede prevenir los accidentes, como en la visita anterior estuvo presente el personal técnico de la planta para responder las cuestiones del análisis.

Posteriormente de la visita, junto con el personal técnico mencionado se enlistó e identificaron los equipos y componentes resultando en la tabla de trabajo la cual se encuentra en el Capítulo 10, Anexo V. Así mismo con ayuda de los procedimientos e instructivos de los equipos se realizó la descripción de cada equipo, considerando también las condiciones normales de operación.

Para cada equipo se identificó todos los modos de fallo los cuales también se enlistaron, para cada fallo se identificó las causas y los efectos de estos. Aunque las causas no se aprecian en esta metodología se tuvo que considerar ya que se necesitaran para el siguiente método llamado Hazop.

Después se analizó sobre qué efecto negativo se tiene en el sistema por los modos de fallos de los equipos y componentes. Ya que en base a los modos de fallo y por consiguiente los efectos sobre el sistema se podrá asignar un nivel de criticidad que va desde el 1 (insignificante) al 4 (alta), dependiendo de las consecuencias que pudiera tener cada fallo que van desde daños menores hasta daños graves e incluso fatales.

Para finalizar este análisis una vez que se elaboraron los pasos anteriores se detectó las medidas de seguridad o las acciones correctoras con las que cuenta la instalación para prevenir o evitar cada modo de fallo de los equipos y así evitar una cadena de sucesos que conlleven a un trágico accidente.

8.4.3. Resultados obtenidos.

Debido a que en la planta no se realizan procesos complejos como en los reactores o complejos petroquímicos, solo se analizó un total entre equipos y componentes de 5 que son los principales que integran a la planta, de los cuales el tanque de almacenamiento de Gas Lp, y las válvula de seguridad son los principales elementos que en un momento dado que llegaran a fallar tendrían una criticidad alta. Ya que sus posibles modos de fallo son el que se fisure, por sobre presión, por corrosión etc.; que fallen los fusibles o que se rompan, tengan un mal funcionamiento las válvulas de seguridad instaladas en el tanque y que controla la salida del GLP. No obstante también se tomó en cuenta al compresor que es de vital importancia al trasegar el Gas Lp de los camiones remolque o incluso del impacto que pueda generar la falla del suministro eléctrico.

Para cada modo de fallo se detectaron también las medidas de seguridad con que se cuenta en la instalación para cada componente, entre las que se encuentran: equipo de seguridad y acciones operativas como son verificación del funcionamiento o mantenimiento preventivo o correctivo, aunque cabe señalar que no se cuenta con sistema de alarma de fugas, solo se cuenta con la de incendio.

Los resultados obtenidos se documentaron en forma tabular los cuales se encuentran en el Capítulo 10, Anexo V. Sin embargo podemos resumir los resultados obtenidos de la siguiente manera:

Tanque de almacenamiento con una capacidad de 125,000 litros de agua al 100%. Su modo de fallo fue la presencia de vacío o presiones negativas, fisuras y sobrellenado. Por cada un modo de fallo se detectó un efecto sobre el sistema que va desde el una sobrepresión hasta un colapso de la estructura del tanque generando así la fisura y formación de la nube explosiva.

El compresor que se utiliza para trasegar el gas Lp, presento tres formas de fallo como son: La transferencia de lenta de vapor, fuga en el cigüeñal y filtros obstruidos con consecuencias sobre el sistema desde un retardo sobre el mismo, un sobrecalentamiento del compresor y con ello la falla que genere una fuga descontrolada.

Las válvulas de seguridad tienen formas de fallo como no abre a presión de tarado, no se abre completamente a la presión de alivio, incluso las aperturas prematuras a presión inferior a la presión de tarado, no reasenta bien después de la apertura, castañeteo, en general un desgaste de componentes o incluso la misma rotura del cuerpo de la válvula; entre otras más. Que al final esos fallos nos da una consecuencia sobre el sistema y alguna de ellas son las siguientes: la pérdida de flujo, sobrepresión del sistema, posibles fugas y con ello la formación de nube explosiva y provocar la explosión.

8.5. Análisis de Riesgos y Operabilidad (Hazop).

8.5.1. Recopilación de toda la información obtenida previamente.

Para este proceso de análisis, se requirió toda la información obtenida a través de las metodologías anteriores con el fin de conocer los modos de fallos, sus causas que la originan, las consecuencias, los efectos sobre el sistema, las respuesta con implementación instalada, las acciones recomendadas o salvaguardas así como el nivel de criticidad de cada evento, todo ello para poder elaborar el análisis más complejo de mi metodología el Análisis de Riesgos y Operabilidad (HAZOP).

8.5.2. Configuración de los datos a utilizar.

Para la ejecución de este análisis se requirió del software de Dinámica Heurística, SCRI Hazop, en el cual se pudo elaborar este método con la información obtenida, sin embargo para poder realizar el análisis fue necesario llenar un formulario de datos generales del proyecto así como configurar datos de vital importancia que nos llevaran a la ejecución del análisis los cuales destacan los siguientes:

- Nodos.
- Parámetros.
- Componentes (opcional).

- Palabras guía.
- Desviaciones.
- Matriz de riesgo.

8.5.2.1. Nodos.

Se crearon dos nodos los cuales son los siguientes:

- 1) Trasiego de Gas L.P. al tanque de almacenamiento. (Almacenamiento).
- 2) Distribución del tanque de almacenamiento a la toma de suministro.
(Distribución).

Los cuales resultan como los objetivos a analizar debido a que es en el almacenamiento y en la distribución donde se considera el mayor riesgo de accidente.

8.5.2.2. Parámetros.

Una vez creado los nodos se procedió a crear los siguientes parámetros:

- Flujo.
- Presión.
- Nivel.
- Alivio.

8.5.2.3. Palabras guía.

Las palabras guía que se necesitaron para este estudio fueron las siguientes:

- No.
- Menos.
- Más.

8.5.2.4. Combinaciones entre los nodos, parámetros y palabras guía.

Una vez creado los datos anteriores se procede a relacionar cada uno de ellos por ejemplo:

Nodo 1: Traslado de Gas L.P. al tanque de almacenamiento.

Parámetro 1: Flujo.

Palabras guía del parámetro 1: No.
Menos.
Mas.

Parámetro 2: Presión.

Palabras guía del parámetro 1: Menos.
Mas.

Nodo 2: Distribución del tanque de almacenamiento a la toma de suministro.

Parámetro 1: Flujo.

Palabras guía del parámetro 1: No.
Menos.
Mas.

Parámetro 2: Presión.

Palabras guía del parámetro 1: Mas.

Parámetro 3: Nivel.

Palabras guía del parámetro 1: Menos.

Parámetro 4: Alivio.

Palabras guía del parámetro 1: Menos.

8.5.2.5. Desviaciones.

Después de haber generado las combinaciones podremos crear nuestras desviaciones que son aquellas que nos dicen cómo se comportara el parámetro es decir, si usamos el parámetro + las palabras guías obtendremos las desviaciones, para este análisis solo usaremos las siguientes desviaciones:

- FLUJO + NO = Sin Flujo.
- FLUJO + MAS = Mayor flujo.
- FLUJO + MENOS = Menor flujo.
- PRESION + MENOS = Menor Presión.
- PRESION + MAS = Mayor Presión.
- NIVEL + MENOS = Menor Nivel.
- ALIVIO + MENOS = Menor Alivio.

8.5.2.6. Matriz de Riesgo.

Después se configuró la Matriz de Riesgo con los Valores de Frecuencia y Valores de Severidad, que para cálculo tenemos la suma de ambos y nos como resultado el Factor de Análisis de Riesgo. Los valores van de 0 a 4 en orden ascendente.

Valores de Frecuencia.

- 0: Una vez al mes.
- 1: Una vez al año.
- 2: Una vez durante un periodo de 5 a 10 años.
- 3: Una vez durante el periodo de vida de la planta.
- 4: Extremadamente improbable.

Valores de Severidad.

- 0: Fatalidades, muertes humanas y pérdidas financieras graves.
- 1: Daño mayor, lesiones y pérdidas financieras significativas.
- 2: Daños considerables en equipos.
- 3: Asunto operativo únicamente.
- 4: Incidente menor.

Método de Cálculo: Frecuencia + Severidad.

	S0	S1	S2	S3	S4
F0	0	1	2	3	4
F1	1	2	3	4	5
F2	2	3	4	5	6
F3	3	4	5	6	7
F4	4	5	6	7	8

8.5.3. Desarrollo de actividades.

Una vez creado y configurado la plataforma del software para su aplicación, se procedió realizar el análisis, para ello se analizó cada nodo de acuerdo a parámetros individuales y a las desviaciones que pudiera tener cada uno de ellos en la operación de la planta. Para cada desviación encontrada se analizaron las causas las cuales se clasificaron de acuerdo a su naturaleza en errores humanos, fallas en los equipos, eventos externos, distribución de la planta, etc., las cuales se denominaron en el software como categorías. Las consecuencias de cada desviación basada en la causa que las originó, también fueron analizadas y al igual que las causas también estas se clasificaron de acuerdo a las afectaciones al ambiente, al personal, a la propiedad que ocasionarían o por ser un asunto operativo.

Una vez que realizó lo anterior se identificó las salvaguardas o medidas de seguridad con la que cuenta la instalación o los propios equipos para prevenir o evitar las causas o en su defecto mitigar las consecuencias.

Además de que se identificó las salvaguardas, se hicieron las recomendaciones para reforzar las salvaguardas con las que cuenta la instalación para cada desviación. Estas recomendaciones se clasificaron en irrelevantes o en acciones que incluyen la prevención, detección, mitigación o información.

Un ejemplo claro de cómo se aprecia nuestro análisis es la siguiente:

Tabla 23. Formato del análisis Hazop.

Guía	Desviación	Causa	Categoría	Consecuencia	Salvaguarda	Recomendación
No	Sin flujo	Falla de válvula	Equipo	Fuga y formación de nube explosiva	Cierre manual de válvulas de salida y entrada	Contar con sistema de detección de fugas con alarma sonora.

8.5.4. Resultados obtenidos.

Se obtuvo como resultado que los pasos que tienen mayor riesgo son el trasiego del Gas L.P. de los tanques remolques al tanque de almacenamiento y en la distribución de la misma pues puede ocurrir algún evento no deseado como una fisura, sobrellenado, fracturas de las mangueras, incluso por daños o mal funcionamiento de los mismo mecanismo de protección como lo son las válvulas

de seguridad obteniendo como consecuencia una fuga de Gas Lp y la formación de una nube explosiva que en contacto de una fuente de ignición se producirá el accidente.

Se determinó dos pasos o nodos en el proceso, los cuales se muestran de forma tabular en el Capítulo 10, Anexo VI.

8.6. Simulación de Escenarios de Riesgo (SCRI Modelos).

El modelo que se utilizó para la Simulación fue de una Sobrepresión Provocada por Nubes Explosivas. Debido a que en la planta el riesgo máximo más que una intoxicación por fuga es una explosión del GLP por sus propiedades altamente inflamables y por el volumen que se maneja en la planta que son 125,000 litros al 100% de agua, sin embargo solo analizaremos sobre el 75% de su capacidad. Para ello se consideró el Daño Máximo Probable (DMP) y el peor escenario posible denominado como Daño Máximo Catastrófico (DMC), para ellos se requiero del uso del Software SCRI – Modelos 4 por Dinámica Heurística, S.A. de C.V. en el cual para llevar a cabo la Simulación se eligió dentro de la base de datos que integra este software a la sustancia o compuesto a analizar, una vez elegida por default nos da ciertas características del compuesto sin embargo fue necesario saber previamente otras características y propiedades del Gas Lp para poder ejecutar el software, algunas de ellas fueron las siguientes:

- Volumen del gas/liquido (Its).
- Peso molecular (g/g-mol).

- Altura de la nube (mts).
- Calor de combustión (Mj/kg).
- Densidad (g/mol).
- Factor de Eficiencia Explosiva.
- Límite Inferior Explosiva (%).
- Límite Superior Explosiva (%).

En cuanto al volumen del gas almacenado en el tanque estacionario, se consideró el volumen total como el 100% y se calculó el 75% de su capacidad máxima para la simulación, puesto que jamás se opera con el 100%. Otro dato que se obtuvo fuera de las propiedades del Gas Lp, fue la altura de la nube, se consideró la altura recomendada por Dinámica Heurística S.A. de C.V., el cual recomienda una altura no mayor de 10 ft., o 3 mts., de altura. Debido a que si se supera los 10 ft., de altura, el diámetro de la nube ira disminuyendo y por consiguiente se puede subestimar el potencial destructivo de la nube explosiva.

Una vez obtenido todos los datos requeridos por el software, se procede a ejecutar el programa, a continuación nos generara los resultados en los que nos proporciona las características de la nube y la energía equivalente de TNT. Seguidamente se genera la gráfica, para el primer caso como mencionamos anteriormente se calcula y se grafica con respecto al DMP con un factor de eficiencia explosiva de 0.1 y después se vuelve a calcular y graficar pero ahora

con el DMC con un factor de eficiencia explosiva de 0.02, datos que se obtienen previamente en investigación.

8.6.1. Cálculo del modelo matemático de explosión TNT.

Después de haber realizado la simulación se tuvo que realizar los cálculos necesarios para determinar más características de la nube formada, la explosión y los daños ocasionados.

- Cálculo del peso de material en el sistema.
- Cálculo del peso de material en la nube.
- Cálculo de la energía desprendida por la explosión.
- Determinación del diámetro de las ondas expansivas.

De los cuales solo el cálculo del diámetro de la nube no fue calculada debido a que fue proporcionado como parte de los resultados la simulación de SRI MODELOS.

8.6.1.1. Cálculo del Peso de Material en el Sistema (Wl).

Si el material en el proceso se encuentra en estado líquido, el peso de material se calcula con su volumen y densidad:

$$Wl = 8.34 \frac{lb}{g} * \frac{ml}{gal} * Ro * Vl$$

Donde:

- Wl = Peso del líquido en el proceso (lb).
- Ro = Densidad del líquido en el proceso $\frac{g}{ml}$ a temperatura del proceso (Tp).
- VI = Volumen del líquido en el proceso gal .
- El valor constante 8.34 es el factor de conversión $\frac{lb}{g} * \frac{ml}{gal}$.

DATOS:

- $Wl = ?$
- $Ro = 0.540 @ 15.5 ^\circ C$
- Valor constante = $8.34 \frac{lb}{g} * \frac{ml}{gal}$.
- $VI = 93,750 \text{ lts.} \rightarrow$

$$3.78541178 \text{ lts} \rightarrow 1 \text{ gal}$$

$$93,750 \text{ lts} \rightarrow ? \text{ gal?}$$

$$\mathbf{VI = 24,766.13 gal}$$

Entonces tenemos que:

$$Wl = 8.34 \frac{lb}{g} * \frac{ml}{gal} * 0.540 \frac{g}{ml} * 24,766.13 \text{ gal} .$$

$$Wl = 8.34 \frac{lb}{g} * \frac{ml}{gal} * 13,373.71 \frac{g}{ml} * \text{gal} .$$

$$\mathbf{Wl = 111,536.74 lb.}$$

8.6.1.2. Cálculo del Peso de Material en la Nube (W).

El peso de material en la nube se estima de acuerdo a las características del material en el proceso:

- Para los gases licuados por efecto de presión o temperatura, al producirse la fuga se considera que todo el material pasa a la fase gaseosa: $W = WI$
- Para líquidos con un punto de ebullición inferior o igual a la temperatura ambiente (considerada de 25 °C) se asume que se produce una vaporización total del 100% del material en el proceso, de donde: $W = WI$

Punto de ebullición del Gas Lp @ 1 atm = $-32.5^{\circ}C$, entonces tenemos que:

$$\underline{W = 111,536.74 \text{ lb.}}$$

8.6.1.3. Cálculo de la energía desprendida por la explosión (Ed).

Se asume que la energía desprendida por la explosión de la nube se expresa por su equivalente en toneladas de TNT (Ton de TNT).

La ecuación representativa es:

$$Ed = \frac{W * Hc * E}{4.03 * 10^6}$$

Donde:

Ed = Energía generada expresada en peso de TNT, que produce una fuerza equivalente a la explosividad de la nube (Ton de TNT).

Hc = Calor de combustión del material $\frac{BTU}{lb}$. (19,789.31687)

$4.03 * 10^6$ = Calor de combustión del TNT $\frac{BTU}{Ton}$

E = Factor de explosividad.

Para ello necesitamos conocer el Factor de Explosividad (E).

El factor E es adimensional y determina la fracción del calor de combustión que se sirve para producir las ondas de sobrepresión. Para muchos materiales el valor de E se encuentra dentro del rango 0.01 a 0.1. Para las nubes explosivas aquí consideradas se emplean los valores:

E = 0.02 cuando el escenario se considera de Daños Máximo Probable (DMP).

E = 0.10 cuando el escenario se considera de Daños Máximos Catastróficos (DMC).

Los criterios de DMP y DMC en este caso se relacionan únicamente con la eficiencia de la explosión, siendo independientes de los criterios mencionados anteriormente los cuales están relacionados con la estimación de la magnitud de la fuga de material.

DATOS:

$$Ed = \text{¿?}$$

$$W = 111,536.74 \text{ lb.}$$

$$Hc = 19,789.31687 \frac{BTU}{lb}$$

E = 0.1 Daño Máximo Catastrófico DMC .

$$Ed = \frac{111,536.74 \text{ lb} * 19,789.31687 \frac{BTU}{lb} * 0.1}{4.03 * 10^6}$$

$$Ed = \frac{220'273,589.1 \text{ BTU}}{4'030,000}$$

Ed = 54.77 Ton de TNT.

$E = 0.02$ Daño Máximo Probable DMP .

$$Ed = \frac{111,536.74 \text{ lb} * 19,789.31687 \frac{BTU}{\text{lb}} * 0.02}{4.03 * 10^6}$$

$$Ed = \frac{44'144,717.81 \text{ BTU}}{4'030,000}$$

$Ed = 10.95 \text{ Ton de TNT.}$

8.6.1.4. Determinación del diámetro de las ondas expansivas (DOE).

Las ondas expansivas (o de sobrepresión) consideradas se expresan en unidades de presión y van desde 0.5 psi hasta 30 psi. Como se mencionó, las de mayor presión se encuentran en circunferencias cercanas al centro de la nube explosiva, mientras que las de presiones más pequeñas se situarán en circunferencias alejadas.

La determinación de los diámetros de los círculos de sobrepresión se efectúa a través de funciones del tipo:

$$DOE = Z \text{ Ed }^{1/3}$$

Donde:

DOE = Diámetro de la Onda Expansiva (*ft*)

Ed = Energía desprendida por la explosión (*Ton de TNT*)

Z = Distancia escalada para la sobrepresión considerada $\frac{ft}{Ton^{1/3}}$

8.6.1.4.1. Para un Factor de Eficiencia de Explosiva = 0.1 (DMC).

DATOS:

DOE = ¿?

Ed = 54.77 *Ton de TNT*.

Z = Distancia escalada para la sobrepresión considerada

$\frac{ft}{Ton^{1/3}}$.

A continuación se presentan valores de Z para varios rangos de sobrepresión. En el modelo se emplean los siguientes:

Tabla 24. Valores de Z para varios rangos de sobrepresión.

Sobrepresión (<i>psi</i>)	Z $\frac{ft}{Ton^{1/3}}$
0.5	1291
1.0	800
2.0	485
3.0	400
5.0	292
7.0	240
10.0	200
20.0	161
30.0	120

$$DOE = 120 \frac{ft}{Ton^{1/3}} * 18.26 \text{ Ton de TNT} \quad DOE = 2,191.20 \text{ ft.}$$

Tabla 25. Resultados del Diámetro de las Ondas Expansivas (DOE) calculado para los Daños Máximos Catastróficos (DMC).

Sobrepresión (psi)	DOE (ft)
0.5	23,569.36
1.0	14,608.00
2.0	8,856.10
3.0	7,304.00
5.0	5,331.92
7.0	4,382.40
10.0	3,652.00
20.0	2,939.86
30.0	2,191.20

8.6.1.4.2. Para un Factor de Eficiencia de Explosiva = 0.02 (DMP).

DATOS:

$$DOE = ?$$

$$Ed = 10.95 \text{ Ton de TNT.}$$

Z = Distancia escalada para la sobrepresión considerada

$$\frac{ft}{Ton^{1/3}}$$

A continuación se presentan valores de Z para varios rangos de sobrepresión. En el modelo se emplean los siguientes:

Tabla 26. Valores de Z para varios rangos de sobrepresión.

Sobrepresión (psi)	Z $\frac{ft}{Ton^{1/3}}$
0.5	1291
1.0	800
2.0	485
3.0	400
5.0	292
7.0	240
10.0	200
20.0	161
30.0	120

A continuación se lleva a cabo el cálculo de sobrepresiones:

$$\text{Sobrepresión 0.5 psi } DOE = 1,291 \frac{ft}{Ton^{1/3}} * 10.95 \text{ Ton de TNT}^{1/3}$$

$$DOE = 1,291 \frac{ft}{Ton^{1/3}} * 3.65 \text{ Ton de TNT} \quad \text{DOE} = 4,712.15 \text{ ft.}$$

$$\text{Sobrepresión 1.0 psi } DOE = 800 \frac{ft}{Ton^{1/3}} * 10.95 \text{ Ton de TNT}^{1/3}$$

$$DOE = 800 \frac{ft}{Ton^{1/3}} * 3.65 \text{ Ton de TNT} \quad \text{DOE} = 2,920 \text{ ft.}$$

$$\text{Sobrepresión 2.0 psi } DOE = 485 \frac{ft}{Ton^{1/3}} * 10.95 \text{ Ton de TNT}^{1/3}$$

$$DOE = 485 \frac{ft}{Ton^{1/3}} * 3.65 \text{ Ton de TNT} \quad \text{DOE} = 1,770.25 \text{ ft.}$$

$$\text{Sobrepresión 3.0 psi } DOE = 400 \frac{ft}{Ton^{1/3}} * 10.95 \text{ Ton de TNT}^{1/3}$$

$$DOE = 400 \frac{ft}{Ton^{1/3}} * 3.65 \text{ Ton de TNT} \quad \text{DOE} = 1,460 \text{ ft.}$$

$$\text{Sobrepresión 5.0 psi } DOE = 292 \frac{ft}{Ton^{1/3}} * 10.95 \text{ Ton de TNT}^{1/3}$$

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

$$DOE = 292 \frac{ft}{Ton^1_3} * 3.65 \text{ Ton de TNT} \quad \quad \quad \mathbf{DOE = 1,065.80 ft.}$$

Sobrepresión 7.0 psi $DOE = 240 \frac{ft}{Ton^1_3} * 10.95 \text{ Ton de TNT}^1_3$

$$DOE = 240 \frac{ft}{Ton^1_3} * 3.65 \text{ Ton de TNT} \quad \quad \quad \mathbf{DOE = 876 ft.}$$

Sobrepresión 10.0 psi $DOE = 200 \frac{ft}{Ton^1_3} * 10.95 \text{ Ton de TNT}^1_3$

$$DOE = 200 \frac{ft}{Ton^1_3} * 3.65 \text{ Ton de TNT} \quad \quad \quad \mathbf{DOE = 730 ft.}$$

Sobrepresión 20.0 psi $DOE = 161 \frac{ft}{Ton^1_3} * 10.95 \text{ Ton de TNT}^1_3$

$$DOE = 161 \frac{ft}{Ton^1_3} * 3.65 \text{ Ton de TNT} \quad \quad \quad \mathbf{DOE = 587.65 ft.}$$

Sobrepresión 30.0 psi $DOE = 120 \frac{ft}{Ton^1_3} * 10.95 \text{ Ton de TNT}^1_3$

$$DOE = 120 \frac{ft}{Ton^1_3} * 3.65 \text{ Ton de TNT} \quad \quad \quad \mathbf{DOE = 438 ft.}$$

Tabla 27. Resultados del Diámetro de las Ondas Expansivas (DOE) calculado para los Daños Máximos Probables (DMP).

Sobrepresión (psi)	DOE (ft)
0.5	4,712.15
1.0	2,920.00
2.0	1,770.25
3.0	1,460.00
5.0	1,065.80
7.0	876.00
10.0	730.00
20.0	587.65
30.0	438.00

8.6.1.5. Determinación de los daños ocasionados.

Estos resultados se obtuvieron en base a tablas que ya venían descritas.

Tabla 28. Efectos de nubes explosivas en componentes vulnerables de plantas.

Sobrepresión (psi)	Efectos en plantas (Psi)
0.03	Torre de enfriamiento.
	Falla de mamparas.
0.05	Cuarto de control (techo metálico): rotura de ventanas y medidores.
	Cuarto de control (techo de concreto): rotura de ventanas y medidores.
	Torre de enfriamiento: falla de mamparas.
1.0	Cuarto de control (techo metálico): conectores dañados por colapso del techo.
	Cuarto de control (techo de concreto): conectores dañados por colapso del techo.
	Tanques de almacenamiento (techo cónico): colapso del techo.
1.5	Cuarto de control (techo metálico): colapso del techo.
	Cuarto de control (techo de concreto): colapso del techo.
	Torre de enfriamiento: partes internas dañadas.
	Cubículo de instrumentos: rotura de ventanas y medidores.
2.0	Calentado: fractura de ladrillos.
	Reactor químico: rotura de ventanas y medidores.
	Filtros: falla de paredes de concreto.
2.5	Calentador: el equipo se mueve y la tubería se rompe.
3.0	Tanque de almacenamiento (techo cónico): el equipo se levanta (50% llenado).
	Cubículo de instrumentos: líneas de fuerza dañadas, controles dañados.
	Regenerador: el equipo se mueve y las tuberías se rompen.
	Tanque de almacenamiento (techo flotante): el equipo se levanta (50% llenado).
3.5	Cuarto de control (techo metálico): falla de paredes de concreto.
	Cuarto de control (techo de concreto): falla de paredes de concreto.
	Torre de enfriamiento: falla de paredes de concreto.
	Reactor catalítico: el equipo se mueve y la tubería se rompe.
4.0	Soportes de tubería: marcos deformados.
	Reactor químico: partes internas dañadas.
	4.5

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

	Medidor de gas: carcaza y caja deformadas.
	Transformador eléctrico: daño por proyección de partículas.
5.0	Calentador: unidad destruida.
	Regenerador: marcos colapsados.
	Motor eléctrico: daño por proyección de partículas.
	Ventilador: carcaza y caja dañadas.
5.5	Soportes de tuberías: marcos colapsados, tubería rota.
	Columna fraccionadora: marcos rotos.
6.0	Cubículo de instrumentos: unidad destruida.
	Recipiente horizontal a presión: marcos deformados, el equipo se mueve y la tubería se rompe.
	Regulador de gas: el equipo se mueve y la tubería se rompe.
6.5	Tanques de almacenamiento (techo cónico): equipo levantado (90% llenado).
	Reactor químico: marcos colapsados.
	Tanques de almacenamiento (techo flotante): equipo levantado (90% llenado).
	Columna de extracción: el equipo se mueve y la tubería se rompe.
7.0	Reactor catalítico: partes internas dañadas.
	Columna fraccionadora: unidad destruida.
7.5	Regenerador: unidad destruida.
	Transformador eléctrico: líneas de fuerza dañadas.
	Turbina de vapor: el equipo se mueve y la tubería se rompe.
	Cambiador de calor: el equipo se mueve y la tubería se rompe.
8.0	Tanque de almacenamiento (esférico): el equipo se mueve y la tubería se rompe.
9.0	Reactor químico: unidad destruida.
	Motor eléctrico: líneas de fuerza dañadas.
	Recipiente horizontal a presión: unidad destruida.
	Cambiador de calor: unidad destruida.
9.5	Filtro: la unidad se mueve desde sus cimientos.
10.0	Cuarto de control: (techo de concreto): unidad destruida.
	Transformador eléctrico: unidad destruida.
	Ventilador: unidad destruida.
	Regulador de gas: controladores dañados, carcazas y cajas dañadas.
	Columna de extracción: la unidad se mueve desde sus cimientos.
12.0	Filtro: unidad destruida.
	Reactor catalítico: unidad destruida.

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

	Columna de extracción: unidad destruida.
	Turbina de vapor: controles dañados.
	Recipiente vertical a presión: el equipo se mueve y la tubería se rompe.
	Bomba: líneas de fuerza dañadas.
14.0	Turbina de vapor: tubería rota.
	Tanque de almacenamiento (esférico): falla de abrazaderas y soporte.
	Recipiente vertical a presión: unidad destruida.
16.0	Tanque de almacenamiento (esférico): unidad destruida.
	Bomba: la unidad se mueve desde sus cimientos
20.0	Tanque de almacenamiento (techo flotante): colapso del techo.
> 20.0	Motor eléctrico: la unidad se mueve desde sus cimientos.
	Turbina de vapor: la unidad se mueve desde sus cimientos.

Fuente: (Dinámica Heurística, 2010)

Tabla 29. Daños Estimados por Explosiones en general.

Sobrepresión (psi)	Daños esperados
0.03	Rompimiento ocasional de grandes ventanas ya algo dañadas.
0.04	Un ruido alto (143 dB); estruendo sónico de falla en vidrios.
0.10	Roturas de ventanas pequeñas bajo tensión.
0.15	Presión típica de fallas de 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 recocado ó paredes de concreto no reforzado destrozadas.
2.3	Límite inferior de daño estructural grave.
2.4 – 12.2	Rango de 1 – 90 % de ruptura de tímpano entre la población expuesta.
2.5	50% de destrucción de casas de ladrillo.
3.0	Estructuras de acero de construcciones distorsionadas y extraídas de sus cimientos.

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

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	Probablemente destrucción total de edificios.
15.5 - 29.0	Rango de 1 – 99% de fatalidad entre la población expuesta debidos a los efectos del choque directo.

Fuente: (Dinámica Heurística, 2010)

8.6.2. Generación de plumas en Google Earth.

Después de haber terminado los cálculos se procedió a generar las plumas de dispersión en base a las ondas de sobrepresión en Google Earth, calculadas y generadas por el software SCRI Modelos. En las plumas también podemos observar el diámetro de la nube formada y las dimensiones de las ondas expansivas en las dos formas calculadas DMP y DMC. Los cuales se pueden consultar en el capítulo 10, Anexo VIII.

Sin embargo en resumen puedo decir que en caso de una fuga de Gas L.p. y que ocurriera una explosión de la planta, el área de afectación que abarcaría sería de 826.27 metros a una presión de 0.5 psi., lo que significa que a esa distancia mencionada se tendrá ventanas generalmente destrozadas, algunos marcos de ventanas dañados; esto sucedería en la

colonia la herradura y parte de la colonia Dina por el lado suroeste de la Ciudad.

Por el norte afectaría parte de la colonia Jardines, al oeste alcanzaría la mitad del área del Centro de Reinserción Social (Cereso) con una misma presión de 0.5 psi. Eso serían las zonas menos afectadas.

Después al aeropuerto junto con la colonia foviste sexta etapa y el estadio Porfirio Díaz, se verían afectados en su totalidad con ondas expansivas de 1 psi lo que significa que se daría una demolición parcial de casas, convertidas en inhabitables

Ya todo lo que se encuentre a menos 306.48 metros del centro del tanque de almacenamiento de Gas Lp., como las dependencias gubernamentales, los daños serían catastróficos, como la SAGARPA, CONAFOR, la Policía Federal de Caminos incluso la otra gasera que está disponible al público en general que se está a menos de 500 metros entre otras. Los daños van desde el desplome parcial de paredes y techos de casas hasta probablemente destrucción total de edificios, esto es en cuanto a estructuras, en cuanto a los humanos los daños van desde un rango de 1 – 90 % de ruptura de tímpano entre la población expuesta y un rango de 1 – 99% de fatalidad (muerte) entre la población expuesta debidos a los efectos del choque directo.

CAPÍTULO 9

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusiones de la Determinación del nivel del Estudio de Riesgo.

Podemos concluir que para poder realizar cualquier tipo de estudio de riesgo, es indispensable conocer el nivel al que pertenece en base al diagrama de determinación que nos proporciona la Semarnat en su formato de guía de riesgo, una base muy importante para poder definir el nivel. De esta forma nos resultó más sencillo y más práctico su determinación.

9.2. Conclusiones de la Lista de verificación (Check List).

Se analizaron aspectos generales de seguridad del sistema de la gasera en base a normas aplicables que traten sobre el Gas Lp, La instalación se construyó y empezó a operar en los años 70's y no fue sino hasta el año 1996 cuando se empezó requerir los estudios de riesgo.

Por lo tanto para este análisis se formularon preguntas en base a las normas existentes y aplicables al gas Lp de las cuales se pudieron formular preguntas concretas desde la infraestructura hasta las medidas de seguridad que cuenta la planta en caso de ocurrir un accidente.

La aplicación del cuestionario se llevó a cabo en las instalaciones, cabe mencionar que la planta no estuvo del todo de acuerdo con la lista de preguntas en cuanto a la operación de la planta, puesto que es información privada y da levantamiento de sospecha de que la planta no opera de la manera correcta.

También se pudo observar que el personal carece de conocimientos básicos de la operación de la gasera, hace falta más capacitación al personal, así como mayores medidas de seguridad en caso de algún accidente como alarma sonora en caso de fuga del Gas Lp.

9.3. Conclusiones del Análisis ¿Qué pasa sí? (What if?..).

Para la realización de este análisis se elaboraron preguntas para cada equipo importante que forma parte del sistema de distribución, almacenamiento y carburación del Gas Lp basándose principalmente en una posible fuga de Gas Lp ya que es la manera más propensa de provocar un accidente en la planta y poner en peligro a los trabajadores así mismo encontramos que el componente del sistema con mayor capacidad de una fuga de gas, es el tanque de almacenamiento hasta antes de la válvula reguladora de vacío, ya que en los demás el riesgo sería de menor capacidad, pero eso no deja de ser peligroso.

Al igual que en el análisis anterior, se detectó nuevamente la falta de equipos y dispositivos de seguridad, ya que al haber la mínima fuga de Gas Lp no

se podría detectar a tiempo por parte del operador y por lo tanto no se actuaría con prontitud para atender la emergencia.

Los resultados obtenidos al aplicar este análisis, fueron de utilidad ya que en estos se hace ver la importancia del mantenimiento ya sea preventivo o correctivo y de la verificación de las condiciones en las que se encuentra todo el sistema de la gasera, siendo así esta metodología la introducción al análisis de modo de fallo, efectos y criticidad

Dada la ubicación geográfica de la instalación, la cual se encuentra en una zona propensa al impacto de fenómenos hidrometeorológicos, se detectó con este análisis que el Organismo Operador cuenta con un “Programa Operativo de actividades para antes, durante y después de un huracán”, en el cual se establecen acciones generales para todas las instalaciones.

9.4. Conclusiones del Análisis de Modo de Fallos, Efectos y Criticidad (FMEAC).

El Análisis de Modos de Fallos, Efectos y Criticidad para la gasera permitió detectar fallos que pudieran ocasionar una fuga de Gas Lp con una criticidad alta, como son la ruptura del tanque de almacenamiento y de la válvula integrada a este, así como fallas del compresor, bombas, mangueras, es importante mencionar que la probabilidad de que este fallo pudiera ocurrir se incrementa en la instalación debido a que no se cuenta con la estructura y dispositivos adecuados

así mismo la falta del manejo seguro de los tanques y los capuchones para proteger las válvulas en los tanques.

Por otro lado se hace énfasis en que se debe monitorear el funcionamiento de todos los equipos en la operación diaria, además de que se debe contar con un programa de mantenimiento ya sea correctivo o preventivo de acuerdo a las especificaciones del fabricante, con el fin de minimizar las posibles causas de fallo en la planta.

9.5. Conclusiones del Análisis de Riesgos y Operabilidad (Hazop).

Para la realización de este análisis se dividió el sistema de la planta en tres procesos para el suministro de Gas Lp desde el trasiego del gas, almacenamiento y la carburación, para los cuales se analizaron parámetros físicos (temperatura, presión, flujo).

En el Análisis de Riesgos y Operabilidad, se estudiaron procesos en la planta, en base a los cuales, el punto más crítico es en el cual se tiene que proveer de Gas Lp del tanque de almacenamiento a las bombas de carburación en el cual las consecuencias son una fuga del Gas Lp, esto sin dejar de considerar los demás procesos ya que con los resultados obtenidos, se puede determinar

cuales son los puntos de control en la verificación diaria, además de servir de utilidad en la elaboración de los procedimientos y en el mantenimiento.

9.6. Conclusiones de la Simulación de Escenarios de Riesgo.

Para este análisis se calcularon las características de la nube formada al presentarse la fuga, en este caso se consideró el peor de los escenarios, que es una fisura en el tanque de almacenamiento y las válvulas de seguridad presenten fallas y no operen de manera correcta.

La simulación de riesgos está considerando con el tanque de mayor capacidad a un 75% de su capacidad que equivale a 125,000 litros al 100% de agua. Para ello se consideró el Daño Máximo Probable (DMP) y el peor escenario posible denominado como Daño Máximo Catastrófico (DMC), dándonos como resultado que solo con un solo tanque es capaz de cubrir un área de 826 m en cuanto a su onda expansiva de mayor distancia y a una presión de 0.5 psig lo que significa que si en realidad ocurriera el accidente seria de mayor devastación, puesto que la planta cuenta en realidad con 3 tanques, dos de almacenamiento y otro de carburación. Y a eso le añadimos al tanque que se ubica a 500 metros que es la planta en la que se tiene el acceso al público. Sin embargo para este estudio solo hablaremos del tanque mayor.

9.7. Recomendaciones.

Derivado del Estudio de Riesgo Ambiental Nivel 2, para la instalación objeto de estudio, la SEMARNAT emitió las observaciones y recomendaciones para lo cual la gasera Gas de Chetumal grupo Zeta Gas debe cumplir de manera obligatoria:

- Contar con un Programa de Mantenimiento, desglosado y calendarizado, para los diferentes equipos y áreas de servicio, instalaciones eléctricas, contenedores de almacenamiento, bombas, compresores y los diferentes sistemas de seguridad.
- Contar con un Reporte de incidentes y accidentes anual, señalando sus causas, efectos así como las acciones empleadas para sus atención, corrección y prevención, describiendo con detalle aquellos accidentes de repercusiones severas que propiciaron o pudieron haber generado repercusiones ambientales al entorno.
- Que el sistema contra incendio, sea acorde a las necesidades de las instalaciones de la planta y cumplir con la normatividad vigente en la materia.
- Instalar una alarma visual y sonora (timbre), en caso de fuga la cual será accionada desde la caseta del operador y central de radio de los establecimientos por el operador en turno, esto es para que cualquier persona que se encuentre dentro de la instalación tenga conocimiento de que existe una situación de

emergencia y de este modo, de inicio la organización de actividades que se tienen designadas, dependiendo de la brigada a la que pertenezca.

CAPÍTULO 10

ANEXOS

CAPÍTULO 10. ANEXOS.

Anexo I. Hoja de datos de seguridad del Gas Licuado de Petróleo (GLP).

Anexo II.- Diagrama de determinación de nivel de riesgo

Anexo III. Lista de Verificación (Check List).

Anexo IV. Análisis ¿Qué pasa si...? (What if..?).

Anexo V. Análisis de Modos de Fallos, Efectos y Criticidad (FMEAC).

Anexo VI. Análisis de Riesgos y Operabilidad (HAZOP).

Anexo VII. Simulación de Escenarios de Riesgo.

Anexo VIII. Formato para elaboración de Estudio de Riesgo ante la SEMARNAT 2015.

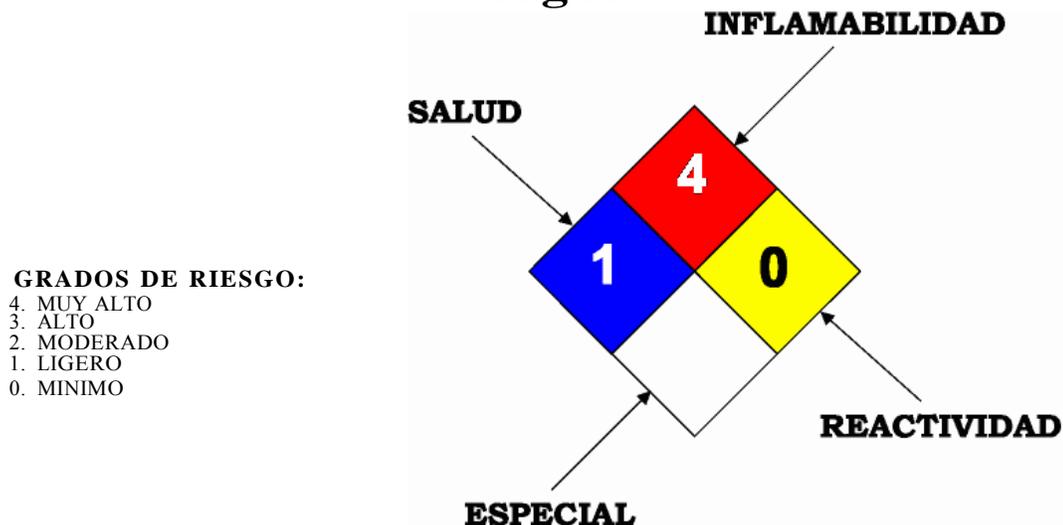
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA SUSTANCIAS QUÍMICAS

GAS LICUADO DEL PETRÓLEO

TELÉFONOS DE EMERGENCIA (LAS 24 HORAS):

PEMEX Centro de Control del Sistema Nacional de Ductos: 01-800-012 2900 01-800-839 8000 1944-6090, 1944-6091 y 1944-6092	CENTRAL DE FUGAS DE GAS LP D.F. y Área Metropolitana: 5353-2515, 5353-2823, 5353-2763	SETIQ Sistema de Emergencia de Transporte para la Industria Química D.F. y Área Metropolitana: 5559-1588 En la República Mexicana: 01-800-0021400	CENACOM Centro Nacional de Comunicaciones D.F. y Área Metropolitana 51280056, 51280000, Ext. 11470-11476	COATEA Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales (PROFEPA) 2615-2045, 5449-6391, 5449-6300 Ext. 16296
---	---	---	--	--

Rombo de Clasificación de Riesgos



1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

1. Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas No: HDSSQ-LPG	4. Familia Química: Hidrocarburos del Petróleo
2. Nombre del producto: Gas licuado comercial, odorizado	5. Fórmula: C ₃ H ₈ + C ₄ H ₁₀
3. Nombre Químico: Mezcla Propano-Butano.	6. Sinónimos: Gas LP, LPG, gas licuado del petróleo.

2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES

1.Nombre de los componentes	%	2. No. CAS	3. No. UN	4. LMPE: PPT, CT	5. IPVS	6. Grado de riesgo			
						S	I	R	Especial
Propano	60	74-98-6	1075	Asfixiante Simple	2100 ppm	1	4	0	
Butano	40	106-97-8	1011	PPT: 800 ppm	---	1	4	0	
Etil-mercaptano (odorizante)	0.0017 – 0.0028	75-08-1	2363	PPT: 0.95 ppm CT: 2 ppm	500 ppm	2	4	0	

3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

HR: 3 (HR = Clasificación de Riesgo, 1 = Bajo, 2 = Mediano, 3 = Alto).

El gas licuado tiene un nivel de riesgo alto, sin embargo, cuando las instalaciones se diseñan, construyen y mantienen con estándares rigurosos, se consiguen óptimos atributos de confiabilidad y beneficio. La LC₅₀ (Concentración Letal cincuenta de 100 ppm), se considera por la inflamabilidad de este producto y no por su toxicidad.

SITUACIÓN DE EMERGENCIA

Cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato, se mezcla con el aire ambiente y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispas, flama y calor) producen un incendio o explosión. El múltiple de escape de un motor de combustión interna (435 °C) y una nube de vapores de gas licuado, provocarán una explosión. Las conexiones eléctricas domésticas o industriales en malas condiciones (clasificación de áreas eléctricas peligrosas) son las fuentes de ignición más comunes.

Utilícese preferentemente a la intemperie o en lugares con óptimas condiciones de ventilación, ya que en espacios confinados las fugas de LPG se mezclan con el aire formando nubes de vapores explosivos, éstas desplazan y enrarecen el oxígeno disponible para respirar. Su olor característico puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente, sin embargo el sentido del olfato se perturba a tal grado que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas. Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire (su densidad relativa es 2.01; aire=1).

EFFECTOS POTENCIALES PARA LA SALUD

OSHA PEL: TWA 1000 ppm (Límite de exposición permisible durante jornadas de ocho horas para trabajadores expuestos día tras día sin sufrir efectos adversos)

NIOSH REL: TWA 350 mg/m³; CL 1800 mg/m³/15 minutos (Exposición a esta concentración promedio durante una jornada de ocho horas).

ACGIH TLV: TWA 1000 ppm (Concentración promedio segura, debajo de la cual se cree que casi todos los trabajadores se pueden exponer día tras día sin efectos adversos).

OSHA: Occupational Safety and Health Administration.

PEL: Permissible Exposure Limit.

CL: Ceiling Limit: En TLV y PEL, la concentración máxima permisible a la cual se puede exponer un trabajador.

TWA: Time Weighted Average: Concentración en el aire a la que se expone en promedio un trabajador durante 8h, ppm ó mg/m³

NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health.

REL: Recommended Exposure Limit.

TLV: Threshold Limit Value.

Ojos: La salpicadura de una fuga de gas licuado nos provocará congelamiento momentáneo, seguido de hinchazón y daño ocular.

Piel: El contacto con este líquido vaporizante provocará quemaduras frías.

Inhalación: Debe advertirse que en altas concentraciones (más de 1000 ppm), el gas licuado es un asfixiante simple, debido a que diluye el oxígeno disponible para respirar. Los efectos de una exposición prolongada pueden incluir: dolor de cabeza, náusea, vómito, tos, signos de depresión en el sistema nervioso central, dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. En casos extremos pueden presentarse convulsiones, inconsciencia, incluso la muerte como resultado de la asfixia.

Ingestión: En condiciones de uso normal, no es de esperarse. En fase líquida puede ocasionar quemaduras por congelamiento.

4. PRIMEROS AUXILIOS

Ojos: La salpicadura de este líquido puede provocar daño físico a los ojos desprotegidos, además de quemadura fría; aplicar de inmediato y con precaución agua tibia. Busque atención médica inmediata.

Piel: Las salpicaduras de este líquido provocan quemaduras frías; deberá rociar o empapar el área afectada con agua tibia o corriente. No use agua caliente. Quítese la ropa y los zapatos impregnados. Solicite atención médica inmediata.

Inhalación: Si se detecta presencia de gas en la atmósfera, retire a la víctima lejos de la fuente de exposición, donde pueda respirar aire fresco. Si no puede ayudar o tiene miedo, aléjese de inmediato. Si la víctima no respira, inicie de inmediato la reanimación o respiración artificial (RCP = reanimación o respiración cardio-pulmonar). Si presenta dificultad al respirar, personal calificado debe administrar oxígeno medicinal. Solicite atención médica inmediata.

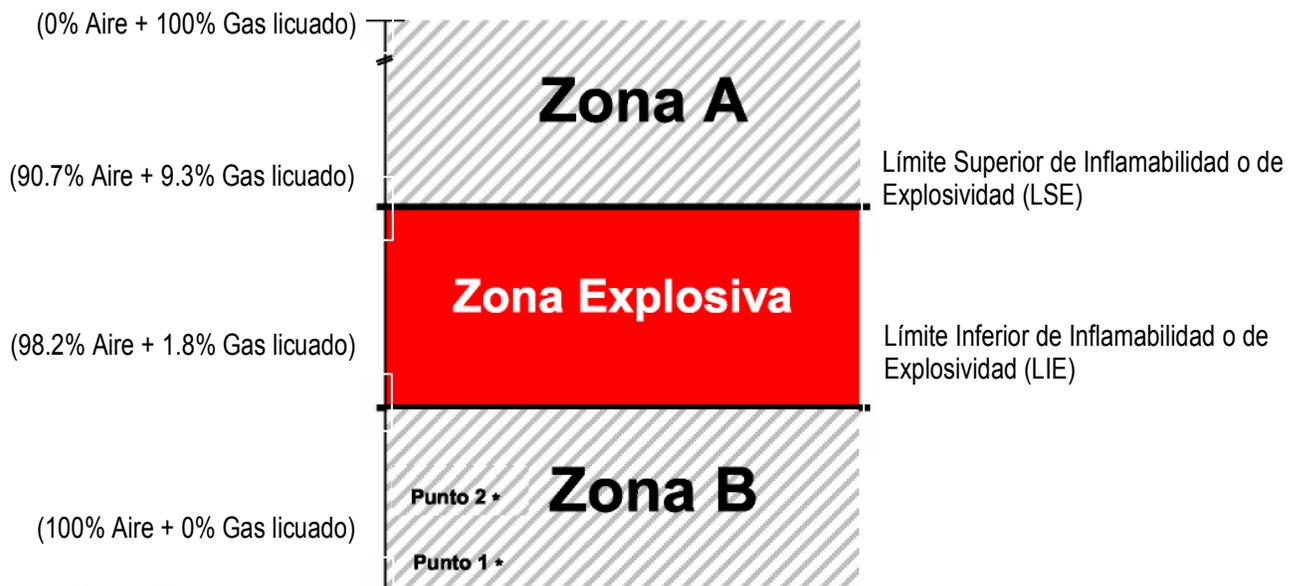
Ingestión: La ingestión de este producto no se considera como una vía potencial de exposición.

5. PELIGROS DE EXPLOSIÓN E INCENDIO

Punto de flash	- 98.0 °C	Punto de Flash: Una sustancia con un punto de flash de 38°C ó menor se considera peligrosa; entre 38° y 93°C, moderadamente inflamable; mayor a 93°C la inflamabilidad es baja (combustible). El punto de flash del LPG (- 98°C) lo hace un compuesto sumamente peligroso.
Temperatura de ebullición	- 32.5 °C	
Temperatura de autoignición	435.0 °C	
Límites de explosividad:	<i>Inferior</i> 1.8 % <i>Superior</i> 9.3 %	

Mezcla Aire + Gas licuado

Zonas A y B. En condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 1.8% y más de 9.3% de gas licuado no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición. Sin embargo, a nivel práctico deberá desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva, donde sólo se necesita una fuente de ignición para desencadenar una explosión.



Punto 1 = 20% del LIE: Valor de ajuste de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas.

Punto 2 = 60% del LIE: Se ejecutan acciones de paro de bombas, bloqueo de válvulas, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.

Medios de Extinción: Polvo químico seco (púrpura K = bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico) bióxido de carbono, agua esparcida para enfriamiento. Apague el fuego, solamente después de haber bloqueado la fuente de fuga.

Instrucciones Especiales para el Combate de Incendios.

a) Fuga a la atmósfera de gas licuado, sin incendio:

Esta es una condición realmente grave, ya que el gas licuado al ponerse en contacto con la atmósfera se vaporiza de inmediato, se mezcla rápidamente con el aire ambiente y produce nubes de vapores con gran potencial para explotar violentamente al encontrar una fuente de ignición.

Algunas recomendaciones para prevenir y responder a este supuesto escenario, son:

- f Asegurar anticipadamente que la integridad mecánica y eléctrica de las instalaciones estén en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento).
- f Si aún así llega a fallar algo, deben instalarse con precaución:
 - Detectores de mezclas explosivas, calor y humo con alarmas sonoras y visuales.
 - Válvulas de operación remota para aislar grandes inventarios, entradas, salidas, en prevención a la rotura de mangueras, etc., para actuarlas localmente o desde un refugio confiable (cuarto de control de instrumentos).
 - Redes de agua contra incendio permanentemente presionadas, con los sistemas de aspersion, hidrantes y monitores disponibles, con revisiones y pruebas frecuentes.

- Personal de operación, mantenimiento, seguridad y contraincendio altamente entrenado y equipado para atacar incendios o emergencias.
- Simulacros operacionales (falla eléctrica, falla de aire de instrumentos, falla de agua de enfriamiento, rotura de manguera, rotura de ducto de transporte, etc.) y contraincendio.
- No intente apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que si se apaga y sigue escapando gas, se forma una nube de vapores con gran potencial explosivo. Pero deberá enfriar con agua rociada los equipos o instalaciones afectadas por el calor del incendio.

b) *Formación de una nube de vapores no confinada, con incendio:*

- f) Evacúe al personal del área y ponga en acción el Plan de Emergencia. En caso de no tener un plan de emergencia a la mano, retírese de inmediato lo más posible del área contrario a la dirección del viento.
- f) Proceda a bloquear las válvulas que alimentan gas a la fuga y ejecute las instrucciones operacionales o desfogues al quemador, mientras enfría con agua, tuberías y recipientes expuestos al calor (el fuego, incidiendo sobre tuberías y equipos, provoca presiones excesivas). No intente apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que si se apaga y sigue escapando gas, se forma una nube de vapores con gran potencial explosivo, lastimando al personal involucrado en las maniobras de ataque a la emergencia.

6. RESPUESTA EN CASO DE FUGA

En caso de fuga: Se deberá evacuar el área inmediatamente y solicitar ayuda a la Central de Fugas de su localidad. Mientras tanto, bloquear las fuentes de fuga y eliminar las fuentes de ignición, así como disipar la nube de vapores con agua esparcida para enfriamiento o mejor aún, con vapor de agua; además solicite ayuda a la Central de Fugas de Gas de su localidad.

7. PRECAUCIONES PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Almacene los recipientes en lugares autorizados, (NOM-002-SEDG-1999, “Bodegas de Distribución de Gas LP en Recipientes Portátiles: Diseño, Construcción y Operación”), lejos de fuentes de ignición y de calor. Disponga precavidamente de lugares separados para almacenar diferentes gases comprimidos o inflamables, de acuerdo a las normas aplicables. Almacene invariablemente todos los cilindros de gas licuado, vacíos y llenos, en posición vertical, (con esto se asegura que la válvula de alivio de presión del recipiente, siempre esté en contacto con la fase vapor del LPG). No deje caer ni maltrate los cilindros. Cuando los cilindros se encuentren fuera de servicio, mantenga las válvulas cerradas, con tapones o capuchones de protección de acuerdo a las normas aplicables. Los cilindros vacíos conservan ciertos residuos, por lo que deben tratarse como si estuvieran llenos (NFPA-58, “Estándar para el Almacenamiento y Manejo de Gases Licuados del Petróleo”).

Precauciones en el Manejo: Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire y se pueden concentrar en lugares bajos donde no existe una buena ventilación para disiparlos. Nunca busque fugas con flama o cerillos. Utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas. Asegúrese que la válvula del contenedor esté cerrada cuando se conecta o se desconecta un cilindro. Si nota alguna deficiencia o anomalía en la válvula de servicio, deseche ese cilindro y repórtelo de inmediato a su distribuidor de gas. Nunca inserte objetos dentro de la válvula de alivio de presión.

8. CONTROLES CONTRA EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

Ventile las áreas confinadas, donde puedan acumularse mezclas inflamables. Acate las medidas de seguridad indicadas en la normatividad eléctrica aplicable a este tipo de instalaciones (NFPA-70, "Código Eléctrico Nacional").

Protección Respiratoria: En espacios confinados con presencia de gas, utilice aparatos auto contenidos para respiración (SCBA o aqualung para 30 ó 60 minutos o de escape para 10 ó 15 minutos), en estos casos la atmósfera es inflamable ó explosiva, requiriendo tomar precauciones adicionales.

Ropa de Protección: Evite el contacto de la piel con el gas licuado debido a la posibilidad de quemaduras frías. El personal especializado que interviene en casos de emergencia, deberá utilizar chaquetones y equipo para el ataque a incendios, además de guantes, casco y protección facial, durante todo el tiempo de exposición a la emergencia.

Protección de Ojos: Se recomienda utilizar lentes de seguridad reglamentarios y, encima de éstos, protectores faciales cuando se efectúen operaciones de llenado y manejo de gas licuado en cilindros y/o conexión y desconexión de mangueras de llenado.

Otros Equipos de Protección: Se sugiere utilizar zapatos de seguridad con suela anti derrapante y casquillo de acero.

9. PROPIEDADES FÍSICAS / QUÍMICAS

Peso molecular	49.7
Temperatura de ebullición @ 1 atm	- 32.5 °C
Temperatura de fusión	- 167.9 °C
Densidad de los vapores (aire=1) @ 15.5 °C	2.01 (dos veces más pesado que el aire)
Densidad del líquido (agua = 1) @ 15.5 °C	0.540
Presión vapor @ 21.1 °C	4500 mmHg
Relación de expansión (líquido a gas @ 1 atm)	1 a 242 (un litro de gas líquido, se convierte en 242 litros de gas fase vapor, formando con el aire una mezcla explosiva de aproximadamente 11,000 litros).
Solubilidad en agua @ 20 °C	Aproximadamente 0.0079 % en peso (insignificante; menos del 0.1 %).
Apariencia y color	Gas insípido e incoloro a temperatura y presión ambiente. Tiene un odorizante que le proporciona un olor característico, fuerte y desagradable.

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad Química: Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo.

Condiciones a Evitar: Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso, así como de oxidantes fuertes.

Productos Peligrosos de Combustión: Los gases o humos, productos normales de la combustión son bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua. La combustión incompleta puede formar monóxido de carbono (gas tóxico).

Peligros de Polimerización: No polimeriza

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El gas licuado no es tóxico; es un asfixiante simple que, sin embargo, tiene propiedades ligeramente anestésicas y que en altas concentraciones produce mareos. No se cuenta con información definitiva sobre características carcinogénicas, mutagénicas, órganos que afecte en particular, o que desarrolle algún efecto tóxico.

12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

El efecto de una fuga de GLP es local e instantáneo sobre la formación de oxidantes fotoquímicos en la atmósfera. No contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono (40 CFR Parte 82). No está en la lista de contaminantes marinos DOT (49 CFR Parte 1710).

13. CONSIDERACIONES PARA DISPONER DE SUS RESIDUOS

Disposición de Residuos: No intente eliminar el producto no utilizado o sus residuos. En todo caso regréselo al proveedor para que lo elimine apropiadamente.

Los recipientes vacíos deben manejarse con cuidado por los residuos que contiene. El producto residual puede incinerarse bajo control si se dispone de un sistema adecuado de quemado. Esta operación debe efectuarse de acuerdo a las normas mexicanas aplicables.

14. INFORMACIÓN SOBRE SU TRANSPORTACIÓN

Nombre comercial:	Gas Licuado del Petróleo
Identificación *DOT:	UN 1075 (UN: Naciones Unidas)
Clasificación de riesgo *DOT:	Clase 2; División 2.1
Etiqueta de embarque:	GAS INFLAMABLE
Identificación durante su transporte:	Cartel cuadrangular en forma de rombo de 273 mm x 273 mm (10 3/4" x 10 3/4"), con el número de Naciones Unidas en el centro y la Clase de riesgo DOT en la esquina inferior.

*DOT: (Departamento de Transporte de los Estados Unidos de América).



UN 1075 = Número asignado por DOT y la Organización de Naciones Unidas al gas licuado del petróleo.
2 = Clasificación de riesgo de DOT

15. REGULACIONES

Leyes, Reglamentos y Normas: La cantidad de reporte del LPG, por inventario o almacenamiento, es de 50,000 kg, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

El transporte de Gas L.P. está regido por el “Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos” y por las siguientes normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes:

1. Registro y permiso vigente para transporte de materiales peligrosos.
2. El operador deberá contar con licencia vigente para conductores de materiales peligrosos.
3. La unidad deberá estar identificada de acuerdo con la NOM-004-SCT-2-1994.
4. Contar con información para emergencias durante la transportación de acuerdo a la NOM-005-SCT-2-1994.
5. Revisión diaria de la unidad de acuerdo con la NOM-006-SCT-2-1994.
6. Revisión periódica de auto-tanque de acuerdo con la NOM-X59-SCFI-1992
7. Revisión periódica de semirremolques de acuerdo con la NOM-X60-SCFI-1992.

16. INFORMACIÓN ADICIONAL

Las instalaciones, equipos, tuberías y accesorios (mangueras, válvulas, dispositivos de seguridad, conexiones, etc.) utilizados para el almacenamiento, manejo y transporte del gas licuado deben diseñarse, fabricarse y construirse de acuerdo a las normas aplicables. En el Anexo 1 se muestra el dibujo de una instalación típica para llenado de autotanque de gas licuado.

El personal que trabaja con gas licuado debe recibir capacitación y entrenamiento en los procedimientos para su manejo y operación, reafirmandose con simulacros frecuentes. La instalación y mantenimiento de las redes de distribución de gas licuado, cilindros y tanques estacionarios debe ejecutarse solo por personal calificado.

Advertencia Sobre Odorizantes: El gas licuado del petróleo tiene un odorizante para advertir de su presencia. El más común es el etil mercaptano. La intensidad de su olor puede disminuir debido a la oxidación química, adsorción o absorción. El gas que fuga de recipientes y ductos subterráneos puede perder su odorización al filtrarse a través de ciertos tipos de suelo. La intensidad del olor puede reducirse después de un largo período de almacenamiento.

Si el nivel de odorización disminuye, notifique a su distribuidor.

Recomendaciones para la Instalación, Uso y Cuidado de Cilindros Portátiles y Tanques Estacionarios para Servicio de Gas Licuado.

1. Los tanques y cilindros para gas licuado deben instalarse sobre una base firme, preferentemente a la intemperie o en lugares abiertos, protegidos contra golpes y caída de objetos. Los tanques estacionarios además, deberán anclarse. Figuras 1 y 2.

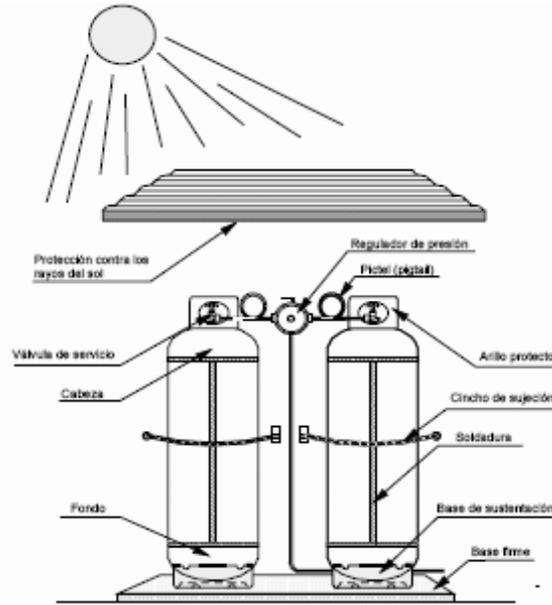


Figura 1. Instalación típica para cilindros portátiles.

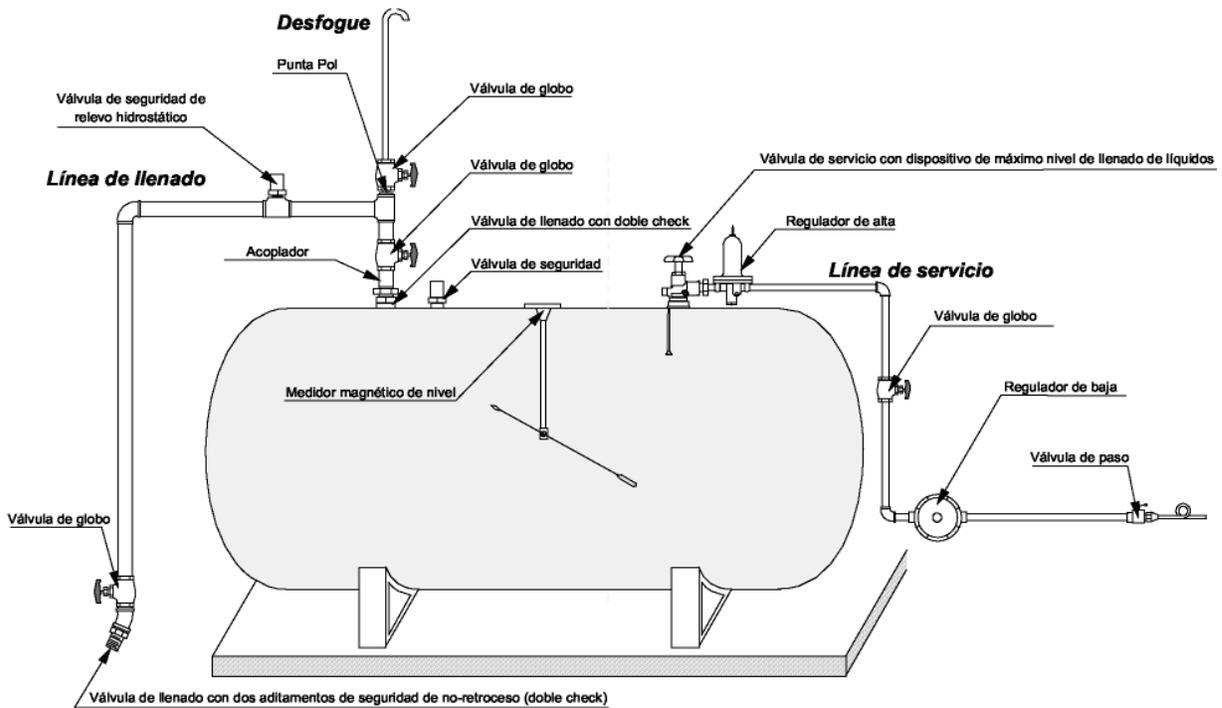


Figura 2. Instalación típica para tanques estacionarios

2. Los cilindros deben sujetarse a la pared con un cable, cincho u otro medio adecuado para evitar que se caigan.
3. Proteja los recipientes de los rayos solares. La exposición a altas temperaturas provoca aumentos de presión y apertura de las válvulas de seguridad, con la subsecuente liberación de gas a la atmósfera.
4. Para evitar sobrellenados y presión excesiva en los recipientes, con la consecuente liberación de gas, se recomienda instalar en ellos, válvulas de servicio con dispositivo indicador de máximo nivel de llenado de líquidos. Figura 3.

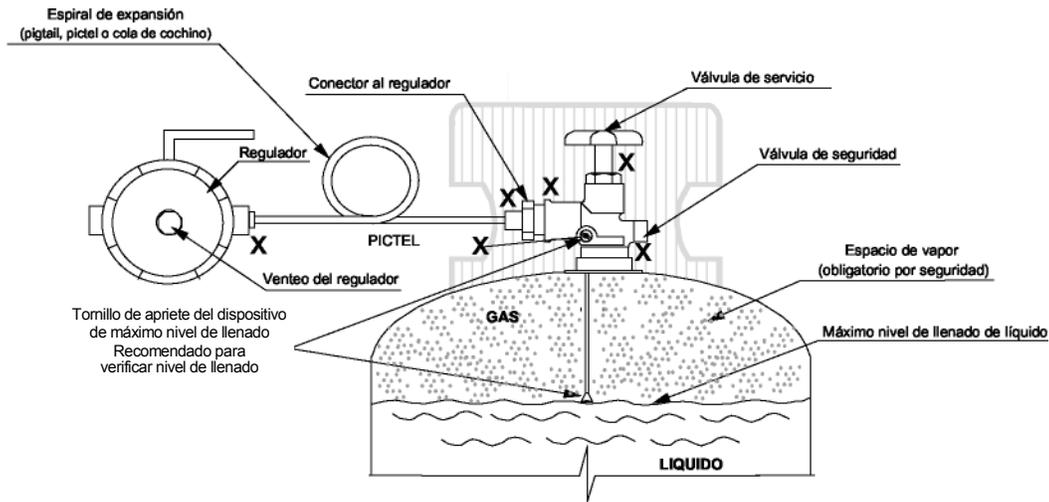


Figura 3. Muestra el dispositivo indicador de máximo nivel de llenado de líquidos, la espiral de expansión (pictel) y la localización de posibles puntos de fuga (X).

5. Para evitar que las válvulas de seguridad fallen, manténgalas con un capuchón metálico, o un tapón especial de hule que las proteja de la lluvia y de agentes extraños como polvo, basura, agua, etc.
6. Cada vez que cambie cilindros, exija a los operadores que no los maltraten y que le entreguen cilindros en buenas condiciones (pintura, golpes, abolladuras, corrosión, etc.). Si la apariencia de éstos no le satisface, pida que se los cambien.
7. Asegúrese de utilizar las herramientas adecuadas al conectar y desconectar los cilindros.
8. Una vez abierta la válvula de servicio, busque fugas con agua jabonosa en los puntos marcados con "X". Si observa burbujas, cierre la válvula de servicio y reapriete las conexiones. **No fume mientras realiza estos trabajos.** Figura 3.
9. No fuerce la espiral de expansión (pictel, pigtail o cola de cochino) su flexibilidad está diseñada para facilitar, sin dañar, la conexión entre las válvulas de servicio y los reguladores de presión. Figura 3.
10. No modifique su instalación de gas sin la debida autorización. Consulte a su distribuidor.

Recomendaciones de Seguridad para Usuarios de Gas Licuado en Caso de Fuga.

1. Los vapores de gas licuado son más pesados que el aire, por lo tanto, al fugar tienden a descender y acumularse en sótanos, alcantarillas, fosas, pozos, zanjas, etc. Sin embargo, su olor característico por el odorizante adicionado permite percibirlo fácilmente. La nube de gas acumulada puede encontrar fuentes de ignición y originar explosiones. Figura 4.

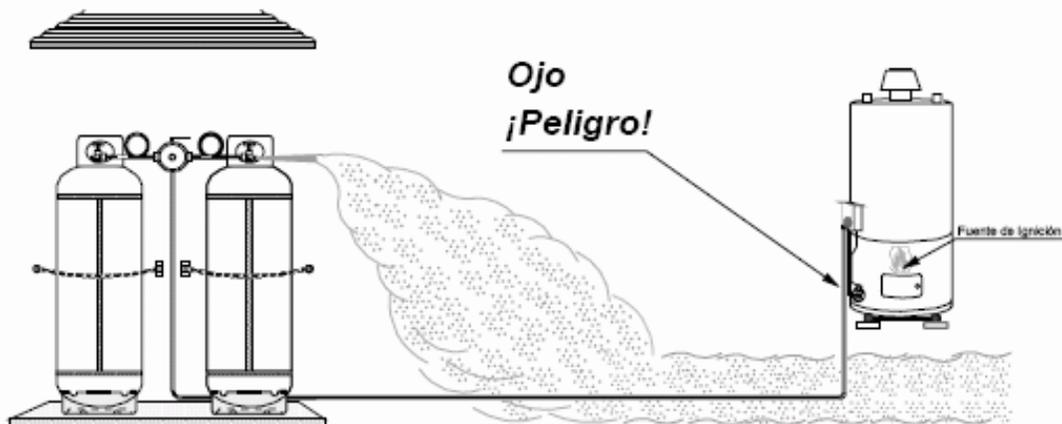


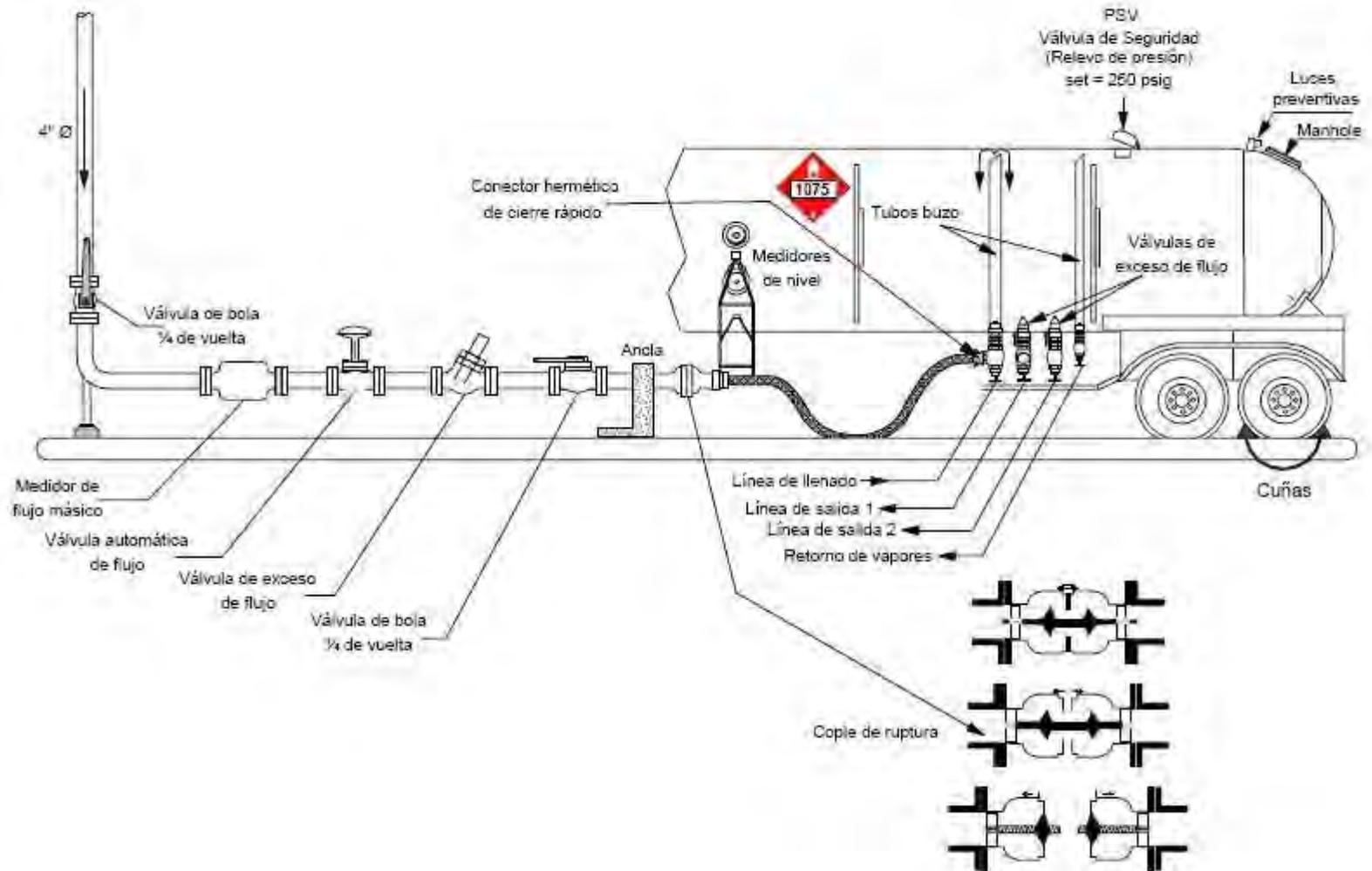
Figura 4. – Desplazamiento típico de una fuga de gas licuado

2. Si huele a gas, cierre la válvula de servicio y busque fugas. Utilice agua jabonosa, nunca use encendedores, velas, cerillos o flamas abiertas para tratar de localizar la posible fuga.
3. Si observa acumulación de vapores, asegúrese primero que no haya flamas cercanas o posibilidad de generar chispas (interruptores eléctricos, pilotos de estufa, calentadores, anafres, velas, motores eléctricos, motores de combustión interna, etc.). Enseguida abra puertas y ventanas.
4. Disipe los vapores de gas licuado abanicando el área con trapos o cartones grandes. NO USE VENTILADORES ELÉCTRICOS, NI ACCIONE INTERRUPTORES ELÉCTRICOS, porque generan chispa y pueden producir explosiones.
5. NO SE CONFIE, MIENTRAS HUELA A GAS, EXISTE UN FUERTE PELIGRO DE EXPLOSIÓN.
6. Si la fuga es mayor, llame a la Central de Fugas, al Departamento de Bomberos y/o Protección Civil.
7. Cerciórese de que el problema se resuelva y no hayan quedado acumulaciones remanentes de gas.

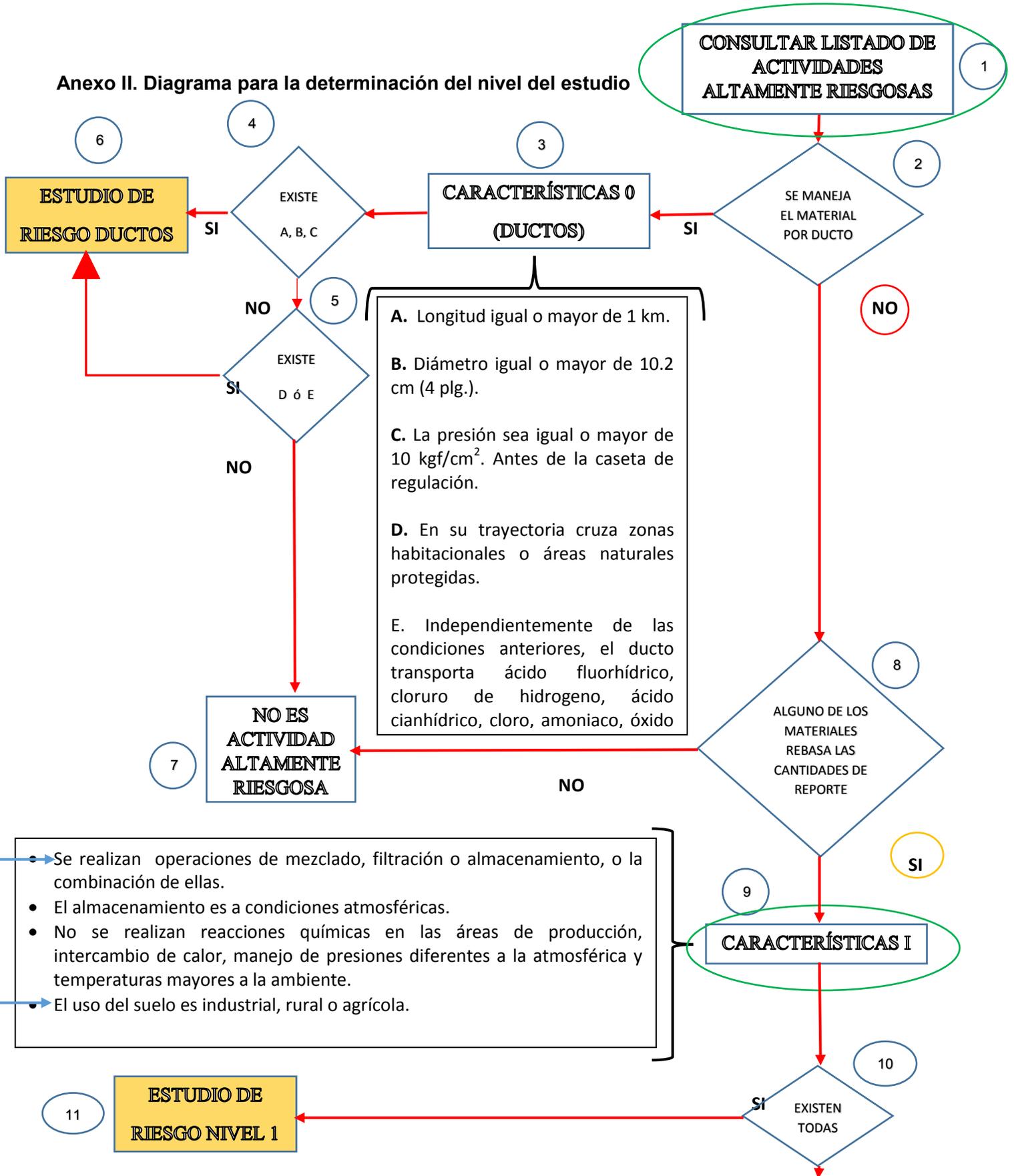
La información presentada en este documento se considera correcta a la fecha de emisión. Sin embargo, no existe garantía expresa o implícita respecto a la exactitud y totalidad de conceptos que deben incluirse, o de los resultados obtenidos en el uso de este material. Asimismo, el productor no asume ninguna responsabilidad por daños o lesiones al comprador o terceras personas por el uso indebido de este material, aún cuando hayan sido cumplidas las indicaciones de seguridad expresadas en este documento, el cual se preparó sobre la base de que el comprador asume los riesgos derivados del mismo.

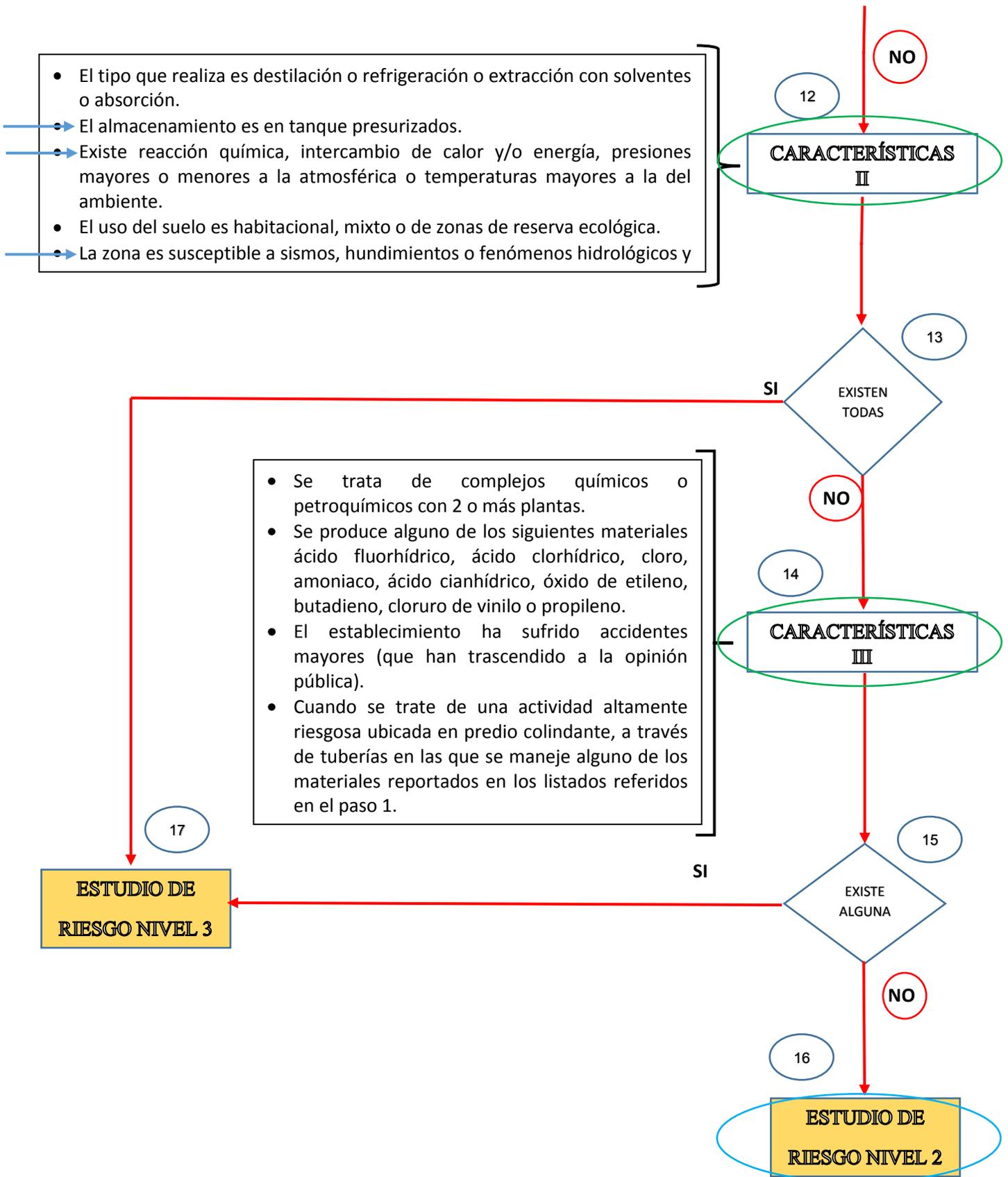
Fecha de elaboración: Julio de 2000
Fecha última revisión: Febrero de 2007

ANEXO 1 *Instalación típica para llenado de auto-tanque de gas licuado*



Anexo II. Diagrama para la determinación del nivel del estudio





**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

ANEXO III. LISTA DE VERIFICACIÓN - (CHECK LIST)

NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación. (D.O.F. 22-10-2014)

<u>NORMA</u>	<u>PREGUNTA</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
<u>NOM-001-SESH-2014</u>	¿Cuenta con planos o memorias técnicas descriptivas de los proyectos CIVILES ?		<u>X</u>	
	¿Cuentan con delimitación del predio (bardas ciegas, de tabique, block, concreto o mampostería)?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con bases de sustentación de los recipientes de almacenamiento?	<u>X</u>		
	¿En las instalaciones cuentan con escaleras y pasarelas?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con nivel de domos de los recipientes de almacenamiento?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con oficinas?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con bodegas?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con cuarto de servicio?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con caseta de vigilancia?	<u>X</u>		
	¿Existe otro recipiente de almacenamiento de Gas Lp., ubicado en el interior de la planta de distribución?		<u>X</u>	
	¿Cuentan con alguna protección contra impacto vehicular?	<u>X</u>		
	<u>Solo en caso afirmativo:</u> ¿Cuentan con postes?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con barandales?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con plataforma de concreto?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con muretes de concreto armado?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con protecciones en U (grapas)?	<u>X</u>		
¿Cuentan con barra de protección vial fabricada en concreto?	<u>X</u>			

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

1/5	¿Cuentan con topes pintadas diagonalmente con amarillo y negro?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con trincheras para tuberías?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con muelle de llenado para recipientes transportables?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con área de carga y descarga de recipientes transportables?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con zona de revisión de recipientes transportables?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con zona de almacenamiento de recipientes transportables - rechazados?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con zona de venta al público?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con estacionamientos al público?		<u>X</u>	
	¿Cuentan con talleres?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con espuelas de ferrocarril y torre de descarga?		<u>X</u>	
	¿Cuentan con zonas de almacenamiento de diésel?	<u>X</u>		

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

<u>NORMA</u>	<u>PREGUNTA</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
<u>NOM-001-SESH-2014</u>	¿Cuenta con planos o memorias técnicas descriptivas de los proyectos <u>MECÁNICOS</u> ?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con indicador de nivel?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con manómetros?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con termómetro?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con válvulas en el recipiente de almacenamiento?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con válvula de alivio de presión?	<u>X</u>		
	¿Se cuentan con válvulas en los coples?	<u>X</u>		
	¿Se cuentan con válvulas de exceso de flujo?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvula de máximo llenado?	<u>X</u>		
	¿Se evalúan periódicamente los recipientes de almacenamiento con respecto a abolladuras o cavidades en las placas (cordones de soldadura)?	<u>X</u>		
	¿Se han aplicado soldaduras o cambios de placas para la reparación de la sección cilíndrica o de casquetes?	<u>X</u>		
	<u>Solo en caso afirmativo:</u> Después de la reparación ¿Se ha hecho la prueba hidrostática en el recipiente de almacenamiento?		<u>X</u>	
	¿Se ha expuesto el recipiente de almacenamiento al fuego?		<u>X</u>	
	<u>Solo en caso afirmativo:</u> ¿Se ha realizado la evaluación del recipiente con el Radiografiado?	--	--	
¿Se cuentan con bombas y compresores para manejo de GLP?	<u>X</u>			
¿La bomba cuenta con válvula automática de retorno en la tubería de descarga?	<u>X</u>			

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

<u>NOM-001-SESH-2014</u>	¿El compresor cuenta con válvula de alivio de presión?	<u>X</u>		
	¿El compresor cuenta con tubería de desfogue?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con medidores?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con sistema de tuberías?	<u>X</u>		
	¿Existen tuberías sobre el NTP o trincheras?	<u>X</u>		
	¿Existe tubería en la trinchera?	<u>X</u>		
	¿Existe tubería subterránea?		<u>X</u>	
	En los sistemas de tubería ¿Existen partes que hayan sido soldadas de manera de reparación?		<u>X</u>	
	<u>Solo en caso afirmativo:</u> ¿Las tuberías se han inspeccionado mediante el Radiografiado o ultrasonido con haz angular?	--	--	
	Así mismo, ¿Se han hecho pruebas de Hermeticidad en el sistema de tuberías para el trasiego de Gas Lp?	<u>X</u>		
	En cuanto accesorios de las tuberías, ¿Cuenta con indicadores de flujo?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvula de retorno automático?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con conectores flexibles?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvula de operación manual?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvula de relevo hidrostático?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvula de no retroceso y exceso de flujo?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con múltiple de llenado?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con básculas para el llenado?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con báscula de reposo?	<u>X</u>		
¿Los sistemas de tubería NPT se encuentran pintadas para poder identificar cada una de ellas?	<u>X</u>			
¿Cuenta con sistema de vaciado de GLP?	<u>X</u>			

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

<u>NOM-001-SESH-2014</u>	¿Cuentan con tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo?	X		
	¿Cuenta con planos o memorias técnicas descriptivas de los proyectos <u>ELÉCTRICOS</u>?	X		
	¿Cuentan con planta generadora de energía eléctrica?	X		
	¿Cuenta con el dictamen vigente de unidad de verificación en instalaciones eléctricas que avale que el sistema eléctrico cumple con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012?	X		
	¿Cuentan con sello a prueba de explosión a la llegada de la caja de conexiones de los motores y tableros eléctrico las tuberías conduit?	X		
	En las tomas de recepción, suministro y carburación, ¿Se cuenta con conexiones a tierra mediante cables flexibles y pinzas tipo caimán para conectar los vehículos que se carguen o descarguen?	X		
	¿Cuenta con alumbrado en los accesos a la planta de distribución, las salidas de emergencia, el estacionamiento para vehículos de reparto, la zona de almacenamiento, las tomas de recepción, suministro y carburación, y en el área de bombas de agua contra incendios?	X		
	¿Cuenta su sistema eléctrico con un circuito independiente que alimente los motores de las bombas contra incendio, alumbrado de emergencia y alarmas?	X		
	¿Cuenta con planos o memorias técnicas descriptivas de los proyectos <u>CONTRA INCENDIO</u>?	X		
	¿Cuenta con un sistema de enfriamiento por aspersion de agua sobre todos los recipientes de almacenamiento?	X		
	¿Cuenta con un sistema de enfriamiento por hidratantes y/o monitores sobre todos los recipientes de almacenamiento?	X		
	¿Cuenta con cisterna o tanque de agua?	X		
	En cuanto a los equipos de bombeo ¿Cuenta con alguna	X		

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

<u>NOM-001-SESH-2014</u>	otra bomba de respaldo?			
	En sus equipos de bombeo, ¿Son de motor eléctrico y el de respaldo de motor de combustión interna?		<u>X</u>	
	En sus equipos de bombeo, ¿Son de motor eléctrico y el de respaldo de motor eléctrico a base de una planta de generación?	<u>X</u>		
	En sus equipos de bombeo, ¿Son de motor de combustión interna y el de respaldo de motor de combustión interna?		<u>X</u>	
	Las válvulas del sistema de aspersión ¿Son operadas de forma automática?	<u>X</u>		
	Las válvulas del sistema de aspersión ¿Son operadas de forma manual?	<u>X</u>		
	<u>Solo en caso afirmativo:</u> En la operación manual, las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua ¿Están colocadas fuera de la zona de almacenamiento, de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo y, en su caso, del andén de llenado de recipientes transportables?		<u>X</u>	
	¿Cuentan con válvulas de bloqueo en caso de que el sistema de enfriamiento este calculado a proteger dos o más recipientes de almacenamiento simultáneamente?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con tomas siamesa?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con extintores?	<u>X</u>		
	Los destinados a la protección de los tableros eléctricos que controlan los motores eléctricos de los equipos de bombeo de Gas L.P., y de agua contra incendio. ¿Cuentan con extintores a base de CO ₂ , de cuando menos 4.5 kg de capacidad?	<u>X</u>		
¿Cuentan con al menos 50 kg de polvo químico seco en uno o más extintores de tipo carretilla?	<u>X</u>			
¿Se encuentran señalados correctamente los lugares donde se encuentran colocados los extintores?	<u>X</u>			

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

¿El personal cuenta con equipo de protección para combate de incendio?	<u>X</u>		
¿Cuenta con sistema de detección de fugas?		<u>X</u>	<i>Añadir alarma sonora</i>
¿Cuenta con sistema de alarma sonora?	<u>X</u>		<i>Solo para incendio</i>
¿Cuenta con sistema de paro de emergencia?	<u>X</u>		
¿Tiene bien señalizada el lugar donde se encuentra la válvula de paro de emergencia?	<u>X</u>		
¿Cuenta con patín de recepción?	<u>X</u>		
¿Cuenta con monitoreo remoto de nivel y presión?	<u>X</u>		
¿Cuenta con rótulos de seguridad?	<u>X</u>		
REVISIÓN DOCUMENTAL			
¿Cuenta con título de permiso para operar la planta?	<u>X</u>		
¿Cuenta con oficio de inicio de operaciones en la planta?	<u>X</u>		
¿Cuenta con cesión de derechos? En su caso		<u>X</u>	
¿Cuenta con cambio de razón social? En su caso		<u>X</u>	

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

<u>NORMA</u>	<u>PREGUNTA</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
<u>NOM-001-SESH-2014</u>	¿Cuenta con historial documental técnico de cuando menos los últimos cinco años, en caso de que la planta de distribución tenga más de éstos en operación?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con la autorización de la DGGLP, para realizar modificaciones al diseño básico de la planta de distribución?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con el Certificado de fabricación de los recipientes de almacenamiento o dictamen de la evaluación ultrasónica de espesores realizado y aprobado según los criterios que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002?	<u>X</u>		
	¿Presenta dictamen vigente de evaluación de la conformidad con la presente Norma Oficial Mexicana, emitido por una unidad de verificación acreditada y aprobada en la norma respectiva, con fecha de emisión no mayor de un año anterior a la fecha en que se realiza la evaluación de la conformidad, respecto de la norma en vigor a la fecha de emisión del dictamen?	<u>X</u>		
	¿Presenta con originales de las constancias de capacitación del personal dedicado a las operaciones de trasiego de Gas L.P. de la planta de distribución, con una fecha de emisión máxima de dos años anteriores, contados a partir de la fecha en que se realiza la evaluación de la conformidad con la presente Norma Oficial Mexicana?	<u>X</u>		
	¿Presenta con original del manual de operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio que describa la manera en que se llevarán a cabo estas actividades?	<u>X</u>		
	¿Presenta original de bitácora de trabajos de mantenimiento de los sistemas de almacenamiento, trasiego y sistema contra incendio e iluminación? La cual debe estar actualizada por el personal de la misma, firmada y avalada como mínimo cada seis meses por una unidad de verificación acreditada y aprobada en la	<u>X</u>		

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

5/5	presente Norma Oficial Mexicana			
	¿Presenta originales de los siguientes programas: mantenimiento del sistema de trasiego, contra incendio de la planta de distribución, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y pruebas al sistema de seguridad?	<u>X</u>		
	EQUIPO DE SEGURIDAD PERSONAL			
	¿El personal utiliza camisa o playera y pantalón de algodón 100%?	<u>X</u>		
	¿Usan calzado antiderrapante?	<u>X</u>		
	¿Usan equipos electrónicos de comunicación portátil que sean a prueba de explosión o intrínsecamente seguros?		<u>X</u>	

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

NORMA Oficial Mexicana NOM-003-SEDG-2004, Estaciones de gas L.P. para carburación. Diseño y construcción. (D.O.F. 28-04-2005)

<u>NORMA</u>	<u>PREGUNTA</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>OBSERVACIONES</u>	
<u>NOM-003-SEDG-2004</u>	El servicio de proporcionan en el sistema de carburación ¿Es de tipo A? Es decir, de autoconsumo.	<input checked="" type="checkbox"/>			
	El servicio de proporcionan en el sistema de carburación ¿Es de tipo B? Es decir, al público en general.	<input checked="" type="checkbox"/>			
	<i>Solo en caso afirmativo:</i> Sabiendo que el servicio es de tipo B, es decir; comerciales ¿Pertenece al subtipo B.1? <i>Aquellas que cuentan con recipientes de almacenamiento exclusivos de la estación.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>			
	O ¿Pertenece al subtipo B.2? <i>Aquellas que hacen uso de los recipientes de almacenamiento de una planta de almacenamiento para distribución.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>		
	Por su capacidad de almacenamiento, ¿El recipiente de almacenamiento pertenece al grupo I? <i>Hasta 5 000 L de agua.</i>			<input checked="" type="checkbox"/>	
	¿El recipiente de almacenamiento pertenece al grupo II? <i>De 5001 hasta 25000 L de agua.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>			<i>9,000 lts. Al 100% de agua</i>
	¿El recipiente de almacenamiento pertenece al grupo III? <i>Mayor de 25 000 L de agua.</i>			<input checked="" type="checkbox"/>	
	¿Cuenta con isleta?	<input checked="" type="checkbox"/>			
	¿Cuenta con faldón? <i>Estructura para soporte del recipiente vertical, formada por una envolvente metálica cilíndrica</i>	<input checked="" type="checkbox"/>			
	¿Cuenta con un perímetro de la superficie para la carburación de Gas L.P.?	<input checked="" type="checkbox"/>			
¿El sistema de carburación cuenta con montículos? <i>Envolvente termo-mecánica con que se cubren los sistemas de almacenamiento, formada mediante el apilamiento de uno o más materiales granulares.</i>			<input checked="" type="checkbox"/>		

1/1

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

(1/2)	¿Cuentan con pistola de llenado?	<u>X</u>		
	¿Cuentan con un sistema de almacenamiento bajo envolvente termo-mecánica?		<u>X</u>	
	Entonces ¿Cuentan con punto de cometida? <i>Lugar donde las tuberías provenientes del sistema de almacenamiento bajo envolvente termo-mecánica, se conectan con las tuberías visibles del sistema de trasiego de la estación.</i>		<u>X</u>	
	¿El sistema de carburación cuenta con un punto de fractura? <i>El cual tiene la finalidad de actuar cuando se aplica una fuerza imprevista en caso de que se mueva el vehículo accidentalmente, estando conectada la manguera.</i>	<u>X</u>		

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

<u>NORMA</u>	<u>PREGUNTA</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
<u>NOM-003-SEDG-2004</u>	¿El sistema de carburación cuenta con un punto de separación? <i>Cuya finalidad es separarse ante el esfuerzo ocasionado por la tracción ejercida por la manguera conectada al recipiente de carburación del vehículo, al moverse éste estando aún conectado, evitando con esto fugas de Gas L.P. sin control.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	¿El sistema de carburación cuenta con puntos de trasiego? <i>Conjunto de tuberías, válvulas, equipo y accesorios para transferir Gas L.P., construido para quedar instalado permanentemente en una estación.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	<i>Solo en caso afirmativo:</i> ¿Cuenta con toma de recepción?	<input checked="" type="checkbox"/>		
	¿Cuenta con toma de suministro?	<input checked="" type="checkbox"/>		
	¿En el sistema de carburación el recipiente de almacenamiento es NO portátil?	<input checked="" type="checkbox"/>		
	¿Cuentan con recipiente de almacenamiento a la intemperie? Que es aquel colocado por encima del nivel de piso terminado, donde no cuenta con envolvente termo-mecánica.	<input checked="" type="checkbox"/>		
	¿En el sistema de carburación el recipiente de almacenamiento está bajo coraza?		<input checked="" type="checkbox"/>	
	¿Su recipiente de almacenamiento es de tipo Bajo montículo? Que es aquel que está colocado de modo que no más del 50% de su diámetro quede bajo el nivel de piso terminado, cubierto total o parcialmente con una envolvente termo-mecánica formada por el apilamiento de materiales granulares no combustibles			<input checked="" type="checkbox"/>
	¿Cuentan con recipiente de almacenamiento subterráneo? Que es aquel que tiene más del 50% de su diámetro bajo el nivel de piso terminado.			<input checked="" type="checkbox"/>
En el sistema de carburación el recipiente de almacenamiento ¿Cuenta con recubrimiento	<input checked="" type="checkbox"/>			

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

	anticorrosivo?			
(2/2)	En el sistema de carburación ¿Cuentan con separador mecánico? Dispositivo que ha sido diseñado para impedir el derrame de Gas L.P. al separarse la manguera y la tubería de una toma de trasiego.	<u>X</u>		

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

NORMA Oficial Mexicana NOM-005-SESH-2010, Equipos de carburación de Gas L.P. en motores de combustión interna. Instalación y mantenimiento. (D.O.F. 26-11-2010)

<u>NORMA</u>	<u>PREGUNTA</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
<u>NOM-005-SESH-2010</u>	¿Cuentan con motores estacionarios de combustión interna?	<input checked="" type="checkbox"/>		
	<u>En caso afirmativo, con respecto a las especificaciones generales a los sistemas que utilizan regulador y/o regulador-vaporizador:</u> ¿Cuenta con cámara de alta presión con su mecanismo para llevar a efecto la primera etapa de regulación?	<input checked="" type="checkbox"/>		
	¿Cuenta con Cámara o cámaras de baja presión (en reguladores multietapa y/o reguladores-vaporizadores) con sus mecanismos correspondientes para realizar la segunda o subsecuentes etapas de regulación de presión y control de flujo de Gas L.P.?	<input checked="" type="checkbox"/>		
	¿Cuenta con Intercambiador de calor para realizar la vaporización del Gas L.P. y contrarrestar el efecto refrigerante causado por la expansión del mismo? <i>(en el caso de reguladores-vaporizadores)</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		
	¿Cuenta con flujo (válvulas) para ralentí? <i>Este elemento puede estar incorporado o no en el regulador-vaporizador.</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	
(1/1)				

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

NORMA Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación. (D.O.F. 22-10-2014)

<u>NORMA</u>	<u>PREGUNTA</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
<u>NOM-009-SESH-2011</u>	¿Usan tanques de clasificación A?	X		> 5,000 L. <= 455,000 L.
	¿Usan tanques de clasificación B?		X	> 100 L. <= 5,000 L.
	¿Usan tanques de clasificación C?		X	= 300 L. motores de combustión interna.
	¿Usan tanques de clasificación D?		X	55,000 L. auto-tanques.
	¿Usan tanques de clasificación E?		X	Recipientes Esféricos.
	¿El espesor de las placas de los cilindros es de 3.72 mm?		X	
	¿El espesor de las placas de los cilindros es de 4.18 mm?		X	
	¿El espesor de las placas de los cilindros es de 6.00 mm?	X		
	¿Cuenta con indicador de nivel?	X		
	¿Cuenta con interruptor de máximo llenado?	X		
	¿Cuenta con interruptor de nivel mínimo?	X		
	¿Conoce la presión de diseño que debe tener como mínimo el tanque?	X		
	¿Se realizan pruebas hidrostáticas?	X		
	¿Han realizado pruebas no destructivas para la verificación de imperfecciones en las juntas soldadas?	X		
	¿Las pruebas han sido con aplicación de radiación nuclear?	X		
	¿Rayos gama, rayos X o fluoroscopia?	X		
	¿Líquidos penetrantes?	X		
	¿Ultrasonido o partículas magnéticas?	X		
	¿Se ha aplicado tratamientos térmicos con la finalidad de eliminar los esfuerzos residuales generados durante el proceso de formación y soldadura?	X		
	¿Los tanques cuentan con algún sistema de protección	X		

1/2

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

(2/2)	anticorrosiva?			
	¿Cuenta con termopar?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvulas de seguridad?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvulas de alivio de presión?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvula de drenado?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvula de llenado?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvula de máximo llenado?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvula de no retroceso?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvula de relevo de presión?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvula de retorno de vapores?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvula de servicio?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con válvula interna?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con manómetro?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con termómetro?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con boquillas para trasiego de Gas Lp?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con placa de asiento para recipientes horizontales?	<u>X</u>		
¿Cuenta con soportes?	<u>X</u>			

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

NORMA Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002. Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., en uso. (D.O.F. 26-04-2002)

<u>NORMA</u>	<u>PREGUNTA</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
<u>NOM-013-SEDG-2002</u>	¿Se ha realizado alguna evaluación de tipo ultrasónica usando el método de pulso-eco para la evaluación de espesores en la sección cilíndrica y casquetes de los recipientes tipo NO-PORTATILES?	<u>X</u>		
	¿Los recipientes presentan alguna pérdida de espesor en las paredes en un patrón continuo o cavidades conectadas o agrupadas?		<u>X</u>	
	¿Los recipientes presentan algunas oquedades de pequeño diámetro separadas unas de otras que no debilitan al recipiente?		<u>X</u>	
	¿Los recipientes presentan alguna corrosión?	<u>X</u>		
	¿Conoce el espesor de la sección cilíndrica y casquetes de los recipientes de Gas L.P.?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con placa de identificación en la que se especifican los datos de fabricación del mismo, de acuerdo a lo establecido en las normas oficiales mexicanas aplicables relativas a la fabricación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P.?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con un sistema de inspección para los recipientes?	<u>X</u>		
	<u>Solo en caso afirmativo:</u> ¿Cuenta con equipo ultrasónico?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con cables coaxiales?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con transductor?	<u>X</u>		
¿Cuenta con acoplante acústico?	<u>X</u>			

1/2

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

2/2	¿Cuenta con un punto de posición o medición para colocar el transductor para efectuar una medición del espesor de la placa de la sección cilíndrica o casquetes del recipiente?	<u>X</u>		
	¿Se han aplicado la técnica de pulso-eco, en la que consiste en enviar un pulso acústico que viaja a través de la placa de la sección cilíndrica o los casquetes del recipiente, etc.?	<u>X</u>		
	¿Cumple con el espesor mínimo que se requiere en las placas de la sección cilíndrica y casquetes?	<u>X</u>		
	¿Cuenta con algún reporte técnico y dictamen de la Unidad de verificación acreditada y aprobada?	<u>X</u>		

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

**NORMA Oficial Mexicana NOM-015-SESH-2013, Reguladores de baja presión para Gas L.P.
Especificaciones y métodos de prueba. (D.O.F. 17-10-2013).**

<u>NORMA</u>	<u>PREGUNTA</u>	<u>SI</u>	<u>NO</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
NOM-015-SESH-2013 1/1	¿La clasificación de los reguladores es de tipo 1? De una entrada.	<input checked="" type="checkbox"/>		
	¿La clasificación de los reguladores es de tipo 2? De dos entradas con dispositivo de cambio.		<input checked="" type="checkbox"/>	
	¿La clasificación de los reguladores es de tipo 3? De acoplamiento directo.		<input checked="" type="checkbox"/>	

ANEXO IV. ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SI...? (WHAT IF..?)

EMPRESA: GAS DE CHETUMAL S.A. DE C.V. (ZETA GAS).

No.	Pregunta/Caso	Respuesta con implementación de seguridad instalada	Acción Recomendada
1	<p><u>Factores Ambientales:</u></p> <p>Qué pasaría si existiera una amenaza de huracán?</p>	<p>La planta gasera ejecuta un Plan de Actividades ante Contingencias Meteorológicas, basadas en las que protección civil proporciona a la comunidad:</p> <p>1.1. Antes: Resguardo de todos los cilindros de tipo doméstico y equipos que se puedan guardar en las casetas, así como el aseguramiento de las mismas, además se fijan los posibles objetos que pudieran ser proyectiles, también se cortan los posibles árboles que puedan afectar algún equipo y por último se suspenden por completo las operaciones de la planta para el resguardo del personal.</p> <p>1.2. Durante: Esperar informes o instrucciones por parte de protección civil a través de la radio.</p> <p>1.3. Después: Una vez concluido el paso del fenómeno, se verifica los posibles daños y su gravedad, para darle solución y reiniciar con la operación de la planta.</p>	<p>1.1.1. No hay recomendación.</p> <p>1.2.1. Realizar cada una de las indicaciones de protección civil.</p> <p>1.3.1. No hay recomendación.</p>
2	<p><u>Factores Ambientales:</u></p> <p>Qué pasaría si se presenta un incendio forestal?</p>	<p>2.1. La planta de Gas Lp. Solo presenta vegetación por detrás de ella y a sus lados aunque muy poco, cuya vegetación corresponde a selva mediana subperennifolia, por dentro de la planta no se cuenta con vegetación alguna, por lo tanto, solo existe la probabilidad de presentarse un incendio forestal por la vegetación de la parte trasera y muy poco probable por los lados. Sin embargo se cuentan con muros de gran altitud que podría evitar el paso del fuego a la planta.</p>	<p>2.1.1. Contar con muros reforzados contra fuego.</p>
3	<p><u>COMPRESOR:</u></p> <p>Qué pasaría si tuviera fugas el cigüeñal del</p>	<p>3.1. El compresor no presentaría fugas en el cigüeñal debido a que la planta cuenta con compresores de la marca CORKEN del modelo 491 el cual es un compresor cuya operación es libre de aceite no hace falta lubricación de donde surgiría la fuga. Y puede tolerar pequeñas cantidades de líquido condensado en el flujo del gas. Además cuenta con una válvula de seguridad en caso de fuga.</p>	<p>3.1.1. Mantenimiento preventivo y correctivo.</p>

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

No.	Pregunta/Caso	Respuesta con implementación de seguridad instalada	Acción Recomendada
4	<p>compresor?</p> <p><u>ALMACENAMIENTO:</u></p> <p>Qué pasaría si se presenta una fuga de Gas L.P. en el recipiente de almacenamiento por ruptura?</p>	<p>4.1. En primer término se interrumpe el proceso de suministro ya que la válvula de vacío se cierra por pérdida de presión.</p> <p>4.2. A pesar de ello, ya existe una fuga por lo tanto se activa automáticamente el paro de emergencia, y para minimizar la cantidad de gas liberado se cuenta con sistema aspersión o de cortina de agua con el fin de diluir los vapores merced al aire en ella ocluido, este sistema se encuentra instalado en todo el perímetro de los tanques de almacenamiento.</p> <p>4.3. No se cuenta con equipo para detección de fugas con alarma sonora, por lo que en caso de una fuga de Gas Lp se pondría en riesgo al personal.</p>	<p>4.1.1. Verificación de la integridad física de los recipientes de almacenamiento.</p> <p>4.2.1. Contar con equipo para detección de fugas de gas L.P. con alarma sonora.</p> <p>4.3.1. Hacer pruebas de ultrasonido por lo menos cada 5 años.</p>
5	<p><u>ALMACENAMIENTO:</u></p> <p>Qué pasaría si se sobrellenara los tanques de almacenamiento por una mala operación?</p>	<p>Automáticamente se da a conocer la sobrepresión que se está generando a través de los indicadores de nivel y para evitar una explosión del tanque. Se cuentan con varias válvulas de seguridad que darían a conocer el percance.</p> <p>5.1. En primer término se cuenta con válvula de servicio de operación manual el cual permitirá saber cuándo el nivel del gas líquido ha llegado a la altura de la vena en el tanque a un 85%.</p> <p>5.2. Segundo, se respalda lo anterior con válvulas de máximo llenado, mecanismo de operación manual que indica el nivel de vapor preestablecido de máximo llenado. Y al sobrepasar esto se activa automáticamente la válvula de exceso de flujo que se cierra cuando el flujo de GLP es excedido.</p> <p>5.3. Así mismo las (4) válvulas de seguridad multiport que se activaran automáticamente, es decir, las válvulas de relevo de presión se abrirán y liberarán la sobre presión que se genere en el tanque de almacenamiento cerrándose de nuevo hasta liberar toda la sobrepresión acumulada.</p>	<p>5.1.1. Paro automático</p> <p>5.2.1. Supervisión y mantenimiento</p> <p>5.3.1. Accionar alarma</p>
6		<p>6.1. No ocurre fugas porque al desprenderse la manguera automáticamente actúa el punto de fractura cuya finalidad es separarse ante el esfuerzo ocasionando por la tracción ejercida por dicha</p>	<p>6.1.1. Supervisar que la operación se haga de acuerdo al procedimiento</p>

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

	<p><u>ALMACENAMIENTO:</u></p> <p>Qué pasaría si se presenta una fuga de gas por desprendimiento de manguera al momento de trasegar el Gas L.P. del tanque-remolque?</p>	<p>manguera conectada a algún tipo de vehículo, al moverse este accidentalmente aun estando conectado, evitando con esto fugas de Gas Lp sin control.</p>	<p>establecido.</p>
--	---	---	---------------------

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

No.	Pregunta/Caso	Respuesta con implementación de seguridad instalada	Acción Recomendada
7	<p align="center"><u>SUMINISTRO:</u></p> <p>Qué pasaría si existe una falta de suministro de energía eléctrica?</p>	<p>7.1. Se activa automáticamente la planta de generación de energía eléctrica, la cual alimentara a la bomba auxiliar, evitando interrumpir el proceso en general de suministro de Gas Lp a los cilindros o auto-tanques de carburación, debido a que la bomba auxiliar utilizada es eléctrica.</p>	<p>7.1.1. Verificar que la planta generadora está totalmente cargada.</p> <p>7.1.2. Mantenimiento preventivo y correctivo de la planta generadora.</p>
8	<p align="center"><u>BOMBAS:</u></p> <p>Qué pasaría si la bomba tuviera baja capacidad?</p>	<p>Se sobrecalentaría la bomba pero para ello se cuenta con válvulas de seguridad:</p> <p>8.1. Debido a que no hay fuerza suficiente en el diafragma para desplazar el vástago de la válvula, la válvula reguladora de vacío se cierra automáticamente y por lo tanto no permite el paso de Gas Lp hacia los demás componentes que regulan el flujo, y se interrumpe el proceso de suministro.</p>	<p>8.1.1. Revisar la diferencial de presión ya que puede estar alta.</p> <p>8.1.2. Revisar las válvulas de retorno.</p> <p>8.1.3. Limpiar el filtro (obstruido o sucio).</p> <p>8.1.4. Revisar placas laterales (gastadas)</p> <p>8.1.5. Revisar paletas (gastadas).</p>
9	<p align="center"><u>BOMBAS:</u></p> <p>Qué pasaría si existiera un sobrecalentamiento del motor o sobre carga del interruptor de la bomba?</p>	<p>Se cuenta con válvula de seguridad</p> <p>9.1. Se activa automáticamente la válvula diferencial de eliminación de vapores, el cual se abre cuando la presión que existe a su entrada excede la calibración del resorte, y que está equipado con un mecanismo que permita la purga del vapor que acompaña el líquido. Y se evite el sobre calentamiento de la bomba.</p>	<p>9.1.1. Mantenimiento preventivo y correctivo.</p> <p>9.1.2. Revisar el voltaje de las líneas.</p> <p>9.1.3. Revisar los elementos del arrancador</p>

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

<p align="center">10</p>	<p><u>ACCESORIOS - VÁLVULAS:</u></p> <p>Qué pasaría si se presenta una fuga en alguna de las válvulas auxiliares durante el trasiego de Gas Lp?</p>	<p>10.1. La válvula reguladora de vacío se cierra automáticamente por no haber fuerza suficiente en el diafragma para desplazar el vástago de la válvula, que a su vez está tensado por un resorte, y por lo tanto no permite el paso de Gas Lp hacia los demás componentes que regulan el flujo, y se interrumpe el proceso de suministro.</p> <p>10.2. No se cuenta con equipo para detección de fugas con alarma sonora, por lo que en caso de una fuga de Gas Lp se pondría en riesgo al personal.</p>	<p>10.1.1. Mantenimiento preventivo y correctivo.</p> <p>10.2.1. Contar con equipo para detección de fugas de gas L.P. con alarma sonora.</p>
<p align="center">11</p>	<p><u>ACCESORIOS - VÁLVULAS:</u></p> <p>Qué pasaría si se presenta una fuga en la válvula reguladora de vacío?</p>	<p>11.1. Se producirá una pérdida de vacío en el sistema por la fuga en el punto, aunque el riesgo no es alto.</p> <p>11.2. No se cuenta con equipo para detección de fugas con alarma sonora, por lo que en caso de una fuga de Gas Lp se pondría en riesgo al personal.</p>	<p>11.1.1. Mantenimiento preventivo y correctivo.</p> <p>11.2.1. Contar con equipo para detección de fugas de gas L.P. con alarma sonora.</p>

ANEXO V. ANÁLISIS DE MODO DE FALLOS, EFECTOS Y CRITICIDAD (FMEAC)

Componente	Descripción	Función	Modo de Fallo	Efecto sobre:	Criticidad *	Acción correctora
				Sistema		
1. Tanque de almacenamiento de Gas Lp.	Cilindro de acero soldado, con un diámetro exterior de 2,875 mm, una longitud total de 20.963 m; y una capacidad de almacenamiento de 125,000 lts., de agua al 100%.	Envase utilizado para contener Gas L.P. a presión, y que por sus accesorios, peso, dimensiones, o tipo de instalación fija, no puede manejarse o transportarse por los usuarios finales, una vez llenado, por lo cual debe ser abastecido en su sitio de instalación.	1.1.) Presencia de vacío o presiones negativas	1.1.1.) Colapso de la estructura del tanque aun con presiones menores a las de trabajo.	1	1.1.1.1.) Verificar la operación de descarga del fluido por bombeo. 1.1.1.2.) Verificar la válvula de alivio o venteo.
			1.2.) Fisura.	1.2.1.) Se genera una fuga de gas 1.2.2.) Con ello la formación de una nube explosiva en los alrededores. 1.2.3.) Que en caso de encontrar una fuente de ignición, podría provocar una explosión con consecuencias mayores.	4	1.2.1.1.) Verificación de la integridad física del contenedor cada vez que se envíe al proveedor para su llenado. 1.2.1.2.) Contar con equipo para detección de fugas de Gas Lp, con alarma sonora. 1.2.1.3.) Hacer pruebas de ultrasonido por lo menos cada 5 años.
			1.3.) Sobrellenado	1.3.1.) Se presenta una sobrepresión en el tanque. 1.3.2.) Fisura en una costura de soldadura.	2	1.3.1.1.) Paro automático de la planta. 1.3.1.2.) Mantenimiento preventivo y correctivo con las válvulas de seguridad instaladas

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

				<p>1.3.3.) Formación de una nube explosiva.</p> <p>1.3.4.) En contacto de una fuente de ignición se produce una explosión e incendio.</p>		<p>1.3.1.3.) Verificar los indicadores de nivel y sistemas de instrumentación.</p>
--	--	--	--	---	--	---

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Componente	Descripción	Función	Modo de Fallo	Efecto sobre:	Criticidad *	Acción correctora
				Sistema		
1. Tanque de almacenamiento de Gas Lp.			1.4.) Pandeo por tensiones.	1.4.1.) Deformaciones en la estructura del taque de almacenamiento y con ello posible fisuras.	1	1.4.1.1.) Verificación de la integridad física del contenedor. 1.4.1.2.) De ser necesario hacer el cambio del recipiente.
			1.5.) Existencia de asentamientos diferentes en los apoyos que generan importantes desplazamientos perpendiculares a la cáscara.	1.5.1.) Provocaría deformaciones del tanque, posible fisuras.	1	1.5.1.1.) Verificación de la integridad física de los asentamientos del tanque de almacenamiento..
			1.6.) Imperfecciones geométricas en el tanque.	1.6.1.) Debido a las fallas de la estructura, podría generar que los indicadores de nivel trabajen de manera errónea y se genere un sobrellenado.	1	1.6.1.1.) Verificación de la integridad física del contenedor. 1.6.1.2.) Verificar los indicadores de nivel así como los controles de instrumentación.
			1.7.) Presencia de vapores dentro del tanque de	1.7.1.) Se desarrollan presiones negativas por un enfriamiento rápido.	2	1.7.1.1.) Verificar la operación de descarga del fluido por bombeo.

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

			almacenamiento.	1.7.2.) Colapso de la estructura del tanque.		1.7.2.1.) Verificar la válvula de alivio o venteo.
--	--	--	-----------------	---	--	---

Criticidad 1 = Insignificante, 2 = Baja, 3 = Media, 4 = Alta.*

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Componente	Descripción	Función	Modo de Fallo	Efecto sobre:	Críticidad	Acción correctora
				Sistema		
2. Compresor	Compresor de la marca Corken, modelo 491, para descarga de remolques-tanque, capacidad de 677.5 L.P.M., a 825 R.P.M., y 15 H.P.	Se utiliza para trasegar líquido entre envases, descargar líquido, recuperación de vapores residuales y evacuación de vapores de envases que requieran trabajos de mantenimiento.	2.1) Transferencia lenta de vapor.	2.1.1) Existiría un retardo en el proceso de suministro	2	2.1.1.1) Revisión de diseño, operación e instalación. 2.1.1.2) Mantenimientos preventivo y correctivo.
			2.2) Fuga del cigüeñal	2.2.1) Posible fuga de aceite del compresor. 2.2.2) Podría provocar la fuga, un incendio y explosión en caso extremo.	1	2.2.1.1) Revisar el sello del aceite. (Aunque no aplica porque el compresor funciona sin aceite). 2.2.2.1) Revisar el cárter (Tampoco aplica funciona sin aceite)
			2.3) Filtro obstruido.	2.3.1) Posible sobrecalentamiento en el compresor y ocurra una deficiencia al trasegar el Gas Lp.	1	2.3.1.1) Mantenimiento preventivo y correctivo de los filtros. 2.3.1.2) Revisar empaque.

Críticidad 1 = Insignificante, 2 = Baja, 3 = Media, 4 = Alta.*

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Componente	Descripción	Función	Modo de Fallo	Efecto sobre:	Criticidad	Acción correctora
				Sistema		
3. Válvulas de seguridad (Gases)	Válvula de seguridad de bronce de la marca Walworth, modelo. 2B10., de 2 ½". Con una presión de calibración de 0.35 kg/cm ² (5 PSIG) hasta 24.61 kg/cm ² (350 PSIG).	Permite el escape o relevo de exceso de presión de un fluido o gas contenido en una caldera, autoclaves, compresores, generadores de vapor, contenedores presurizados o en un sistema de tuberías. Su liberación es de manera automática, cuando la presión y/o temperatura excede los límites requeridos.	3.1.) No abre a presión de tarado.	3.1.1.) Perdida de flujo. 3.1.2.) Sobrepresión en el sistema. 3.1.3.) Posible fuga.	2	3.1.1.1) Inspección con regularidad para comprobar que están trabajando correctamente. 3.1.2.1.) De ser necesario el remplazo de la válvula, se deberá comprobar que el equipo ha quedado sin presión y que está en adecuadas condiciones para realizar el trabajo. 3.1.3.1.) Ahora ya pueden ser desmontadas totalmente para verificar que sus distintos elementos internos no presentan anomalías.
			3.2.) No abre completamente a la presión de alivio.	3.2.1) Sobrepresión en el sistema 3.2.2.) Posible fuga.	2	3.2.1.1) Remplazo de la válvula. 3.2.2.1.) Contar con equipo para detección de fugas de Gas Lp, con alarma sonora.
			3.3.) Apertura prematura a presión inferior a la presión de	3.3.1) Provoca una nube de vapor.	2	3.3.1.1.) Remplazo de tarado defectuoso. 3.3.1.2.) Capacitación al personal para el manejo de estos sistemas de seguridad.

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

			tarado.			
			<p>3.4.) No reasienta bien después de la apertura.</p>	<p>3.4.1.) Falla mecánica de la válvula.</p> <p>3.4.2.) Se genera fuga al no poder estancarse la válvula.</p> <p>3.4.2.) Posible fuga.</p>	1	<p>3.4.1.1.) Cambio de la válvula</p> <p>3.4.2.1.) Restablecer la presión de re asiento.</p> <p>3.4.3.1.) Reducción temporal suplementaria de presión para hacer estanca la válvula.</p>
			<p>3.5.) Castañeteo y Fluctuación de la válvula.</p>	<p>3.5.1.) Operación descontrolada en la apertura y cierre de la válvula.</p> <p>3.5.2.) Generando Daño al disco y asiento de la válvula.</p> <p>3.5.3.) Y con ello posible fuga.</p>	1	<p>3.5.1.1.) Reemplazo de la válvula.</p> <p>3.5.2.1.) Restablecer la presión de re asiento.</p> <p>3.5.3.1.) Contar con equipo para detección de fugas de Gas Lp, con alarma sonora</p>

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

			<p>3.6.) Fuga a través del asiento y cuerpo de la válvula.</p>	<p>3.6.1.) Presencia de una nube explosiva.</p> <p>3.6.2.) Explosión e incendio.</p>	2	<p>3.6.1.1.) Reemplazo de la válvula.</p> <p>3.6.2.1.) Contar con equipo para detección de fugas de Gas Lp, con alarma sonora</p>
			<p>3.7.) Desgaste de componentes.</p>	<p>3.7.1.) Fuga y corrosión.</p>	1	<p>3.7.1.1.) Restablecer la presión de re asiento.</p> <p>3.7.1.2.) Contar con equipo para detección de fugas de Gas Lp, con alarma sonora</p>
			<p>3.8.) Rotura del cuerpo de la válvula.</p>	<p>3.8.1.) Subida de presión.</p> <p>3.8.2.) Se produce una nube explosiva.</p> <p>3.8.3.) En contacto de una fuente de ignición se produce una explosión e incendio.</p>	1	<p>3.8.1.1.) Contar con dispositivos de alivio de presión.</p> <p>3.8.2.1.) Contar con sistema de contención o absorción para el caso de productos peligrosos.</p> <p>3.8.3.1.) Contar con equipo para detección de fugas de Gas Lp, con alarma sonora.</p>

Criticidad 1 = Insignificante, 2 = Baja, 3 = Media, 4 = Alta.*

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Componente	Descripción	Función	Modo de Fallo	Efecto sobre:	Criticidad	Acción correctora
				Sistema		
4. Válvula de alivio (Líquidos)	Válvula de alivio de bronce de la marca Walworth, modelo. 2B20., de 2 ½". Con una presión de calibración de 0.35 kg/cm ² (5 PSIG) hasta 21.10 kg/cm ² (300 PSIG).	Aliviar la sobrepresión protegiendo de cualquier daño al equipo, sistema, instalaciones y al personal. Es comúnmente usada en tanques, sistemas, tuberías u otros contenedores donde no es requerida una gran cantidad de liberación de presión.	4.1.) Falta de estanqueidad.	4.1.1.) Escape de líquidos o sustancia tóxicas inflamables.	3	4.1.1.1.) Verificación de la integridad física de la válvula. 4.1.1.2.) Reemplazo de la válvula dañada. 4.1.1.3.) Contar con sistema de contención o absorción para el caso de productos peligrosos.
			4.2.) En operación.	4.2.1.) Escape de líquidos o sustancia tóxicas inflamables. 4.2.2.) Explosión y fuego	4	4.2.1.1.) Verificación de la integridad física de la válvula. 4.2.1.2.) Reemplazo de la válvula dañada. 4.2.2.1.) Contar con sistema de contención o absorción para el caso de productos peligrosos. 4.2.2.2.) Contar con equipo para detección de fugas de Gas Lp, con alarma sonora.
			4.3.) Rotura	4.3.1.) Escape de un líquido tóxico y corrosivo	3	4.3.1.1.) Verificación de la integridad física de la válvula. 4.3.1.2.) Reemplazo de la válvula dañada.
			4.4.) Fallo a demanda	4.4.1.) Explosión física	4	4.4.1.1.) Contar con sistema de contención o absorción para el caso de productos peligrosos. 4.4.1.2.) Contar con equipo para detección de

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

						fugas de Gas Lp, con alarma sonora.
			4.5.) Inversión de flujo.	4.5.1.) Válvulas anti retorno como sistema de seguridad.	1	4.5.1.1.) Verificación de la integridad física de la válvula. 4.5.1.2.) Reemplazo de la válvula dañada.

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Componente	Descripción	Función	Modo de Fallo	Efecto sobre:	Críticidad	Acción correctora
				Sistema		
5. Suministro eléctrico.	Alimentación eléctrica tomada de la línea de alta tensión de CFE, que pasa con una tensión de 13.2 kV., y de la que se tomará una desviación mediante la intercalación de un porte equipado con un juego de cuchillas fusibles 1F, 14, 4 Kv. Y con un juego de tres aparta rayos auto valvulares 1F, 12 Kv. Llevando la línea hasta el límite de la planta mediante postes de concreto C-11-500 equipados con estructuras "T", rematando con un poste PCR-12-750 en el cual se instalará mediante plataforma el transformador con su equipamiento en 3 fases de cuchillas, fusibles 14.4 V., y aparta rayos de óxido de zinc 12 Kv. Además del sistema de tierra que consta de un anillo de cable de cobre desnudo calibre 1/0 instalado dentro de la zona del	Suministrar energía eléctrica a toda la planta y poder llevar a cabo las operaciones de trasiego, almacenamiento y distribución y carburación.	5.1.) Ausencia de energía eléctrica en el predio.	5.1.1.) Inactividad de toda la planta.	2	5.1.1.1.) Activar la planta generadora de electricidad auxiliar. 5.1.1.2.) Reportar la ausencia de electricidad ante CFE.
			5.2.) Falla de fusibles.	5.2.1.) Ausencia de energía.	1	5.2.1.1.) Activar la planta generadora de electricidad auxiliar. 5.2.1.2.) Cambio de fusibles.
			5.3.) Caída de cuchillas.	5.3.1.) Ausencia de energía.	1	5.3.1.1.) Activar la planta generadora de electricidad auxiliar. 5.3.1.2.) Verificar la integridad física de las cuchillas.
			5.4.) Falla del transformador.	5.4.1.) Ausencia de energía.	1	5.4.1.1.) Activar la planta generadora de electricidad auxiliar. 5.4.1.2.) Verificar la integridad física del

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

tanque de almacenamiento.					transformador. 5.4.1.3.) Mantenimiento preventivo y correctivo.
	5.5.) Falla del arrancador.		5.5.1.) Transformador deja de operar. 5.5.2.) Ausencia de energía eléctrica.	1	5.5.1.1.) Verificar la integridad física del transformador. 5.5.1.2.) Mantenimiento preventivo y correctivo. 5.5.2.1.) Activar la planta generadora de electricidad auxiliar.
	5.6.) Corto circuito		5.6.1.) Falla en todo el sistema eléctrico de la planta. 5.6.2.) Ausencia de energía eléctrica. 5.6.3.) Posibles daños a los paneles de controles.	1	5.6.1.1.) Activar la planta generadora de electricidad auxiliar. 5.6.3.1.) Verificar la integridad física de toda la planta.
	5.7.) Fallo de la planta auxiliar		5.6.1.) Se interrumpe el proceso de distribución de Gas Lp.	2	5.7.1.1.) Reemplazo de la planta eléctrica auxiliar.

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

			generadora de energía eléctrica.	Todo la planta queda sin operaciones		5.7.1.2.) Reportar la ausencia de electricidad ante CFE.
--	--	--	----------------------------------	--------------------------------------	--	---

Criticidad 1 = Insignificante, 2 = Baja, 3 = Media, 4 = Alta.*

ANEXO VI. ANÁLISIS DE RIESGO Y OPERABILIDAD (HAZOP)

CONFIGURACIÓN PREVIA PARA DESARROLLO DEL ANÁLISIS HAZOP.



Datos Generales del Proyecto

Empresa

Nombre: ZETA GAS

Instalaciones: PLANTA DE GAS LP

Ubicación: CARRETERA FEDERAL

Proceso: ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCION Y CARBURACION

Descripción del proceso: SE DISTRIBUYE GAS LP EN CILINDROS Y AUTO TANQUES, ASI COMO VEHICULOS CARBURADOS A GAS

Fecha de creación del proyecto: **Martes, Noviembre 3 2015**

Datos del proyecto | Equipo de trabajo

Clave: CHAY_0 Referencia: CHAY_0

Descripción: DISTRIBUCION Y SUMINISTRO DE GAS LP

Sustancias: GAS LICUADO DE PETROLEO

Propósito: ESTUDIO DEL PROCESO REALIZADO PARA EL ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCION Y CARBURACION

Objetivos: CONOCER LAS FORMAS EN LAS QUE UN EQUIPO PUEDE FALLAR Y APARTIR DE ELLO TOMAR LAS

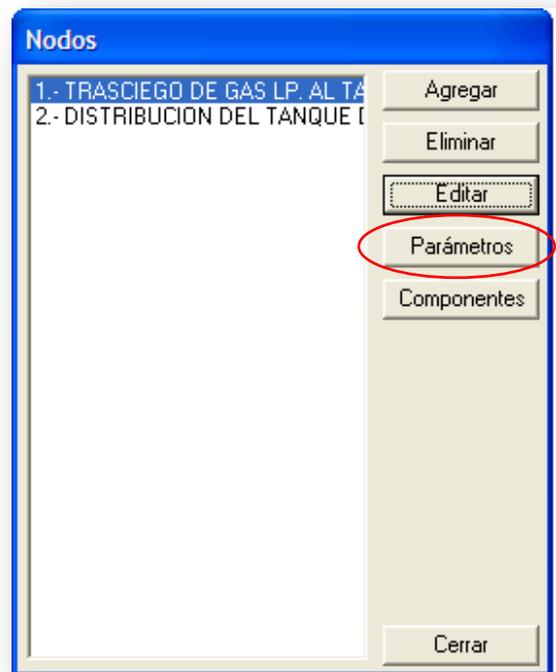
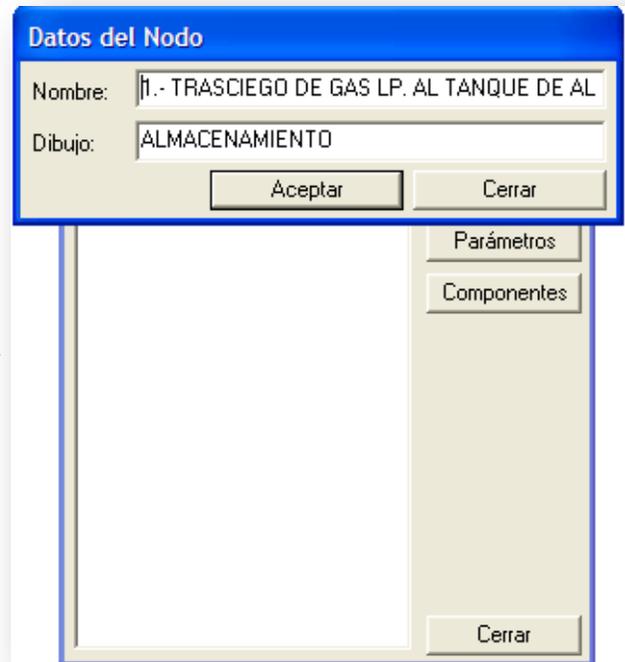
Documentos: FORMATO DE ESTUDIO DE RIESGO (SEMARNAT)

Alcance: PLANTA DE GAS LP

Actualizar Cerrar

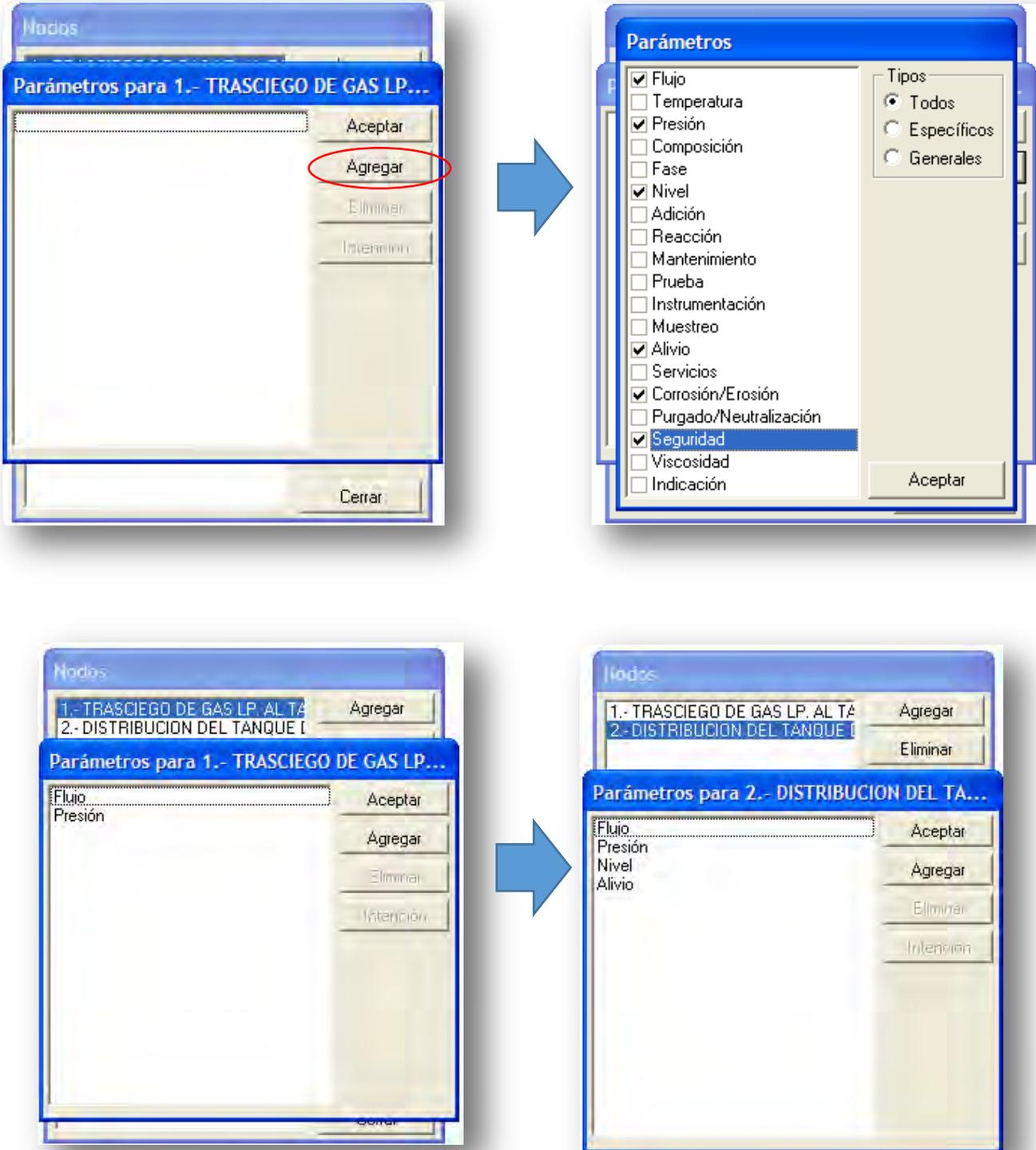
ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

AGREGAR NODOS



ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

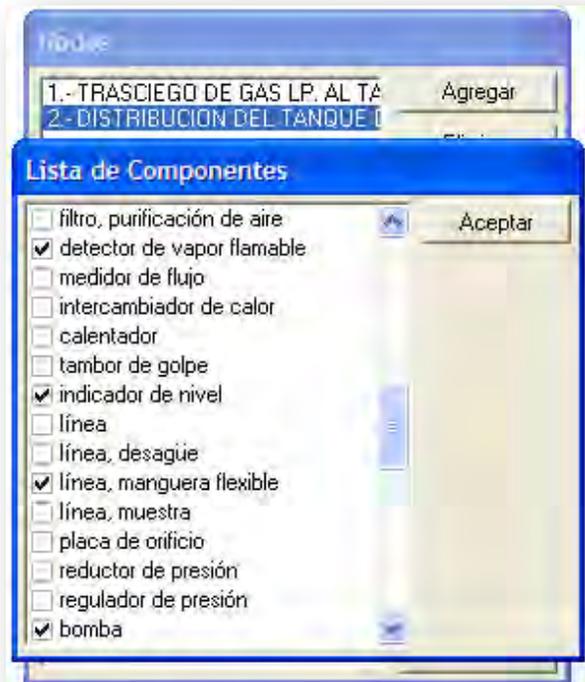
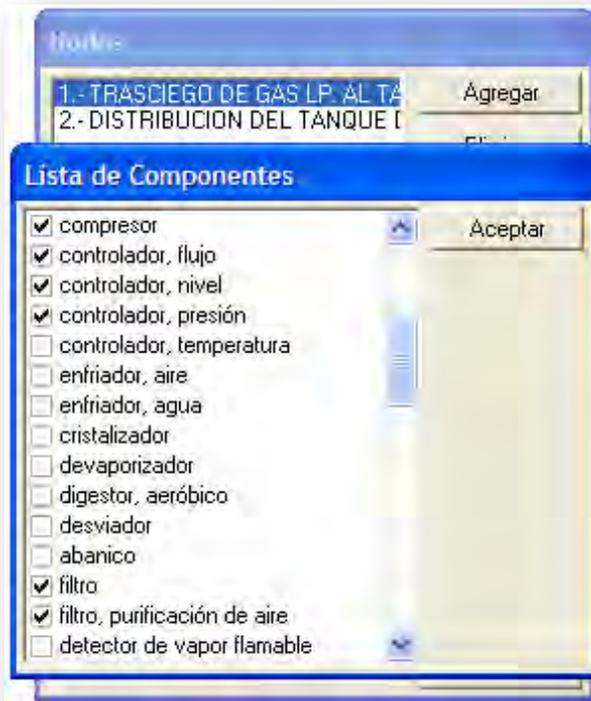
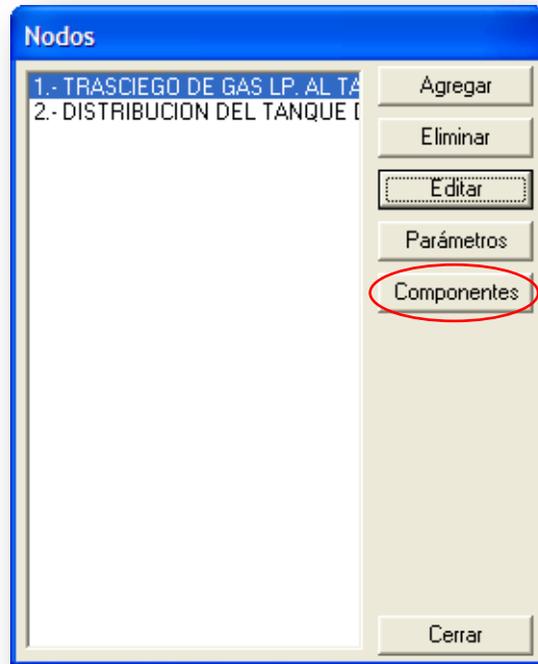
AGREGAR PARÁMETROS



**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

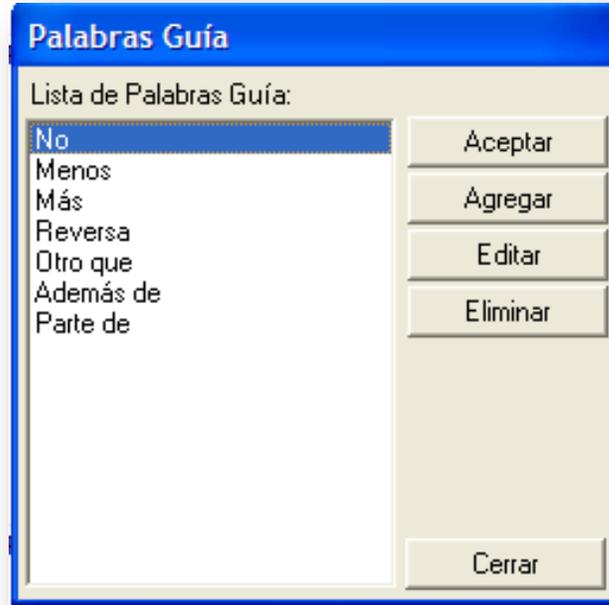
ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

AGREGAR COMPONENTES

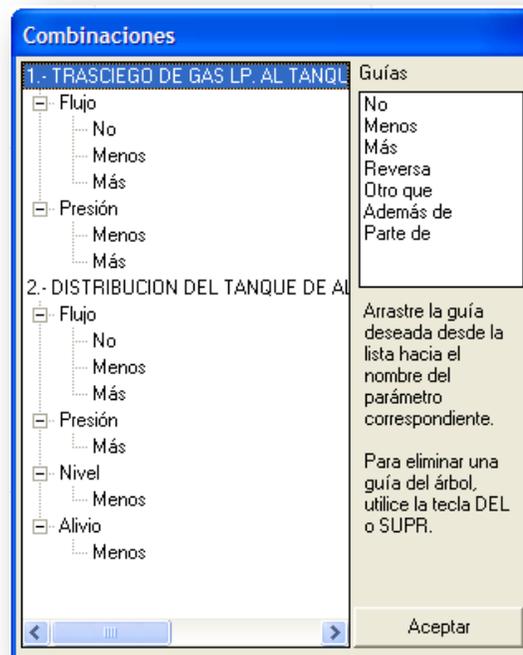


ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

AGREGAR PALABRAS GUÍA.

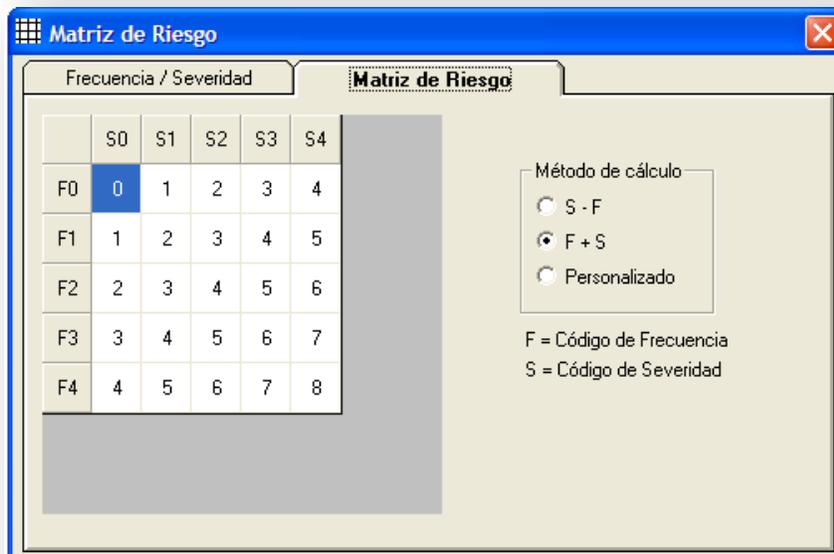
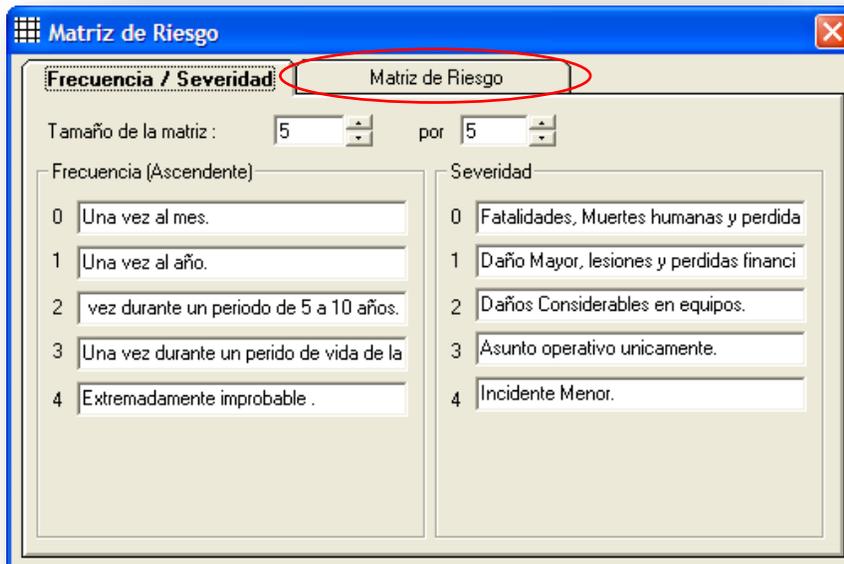
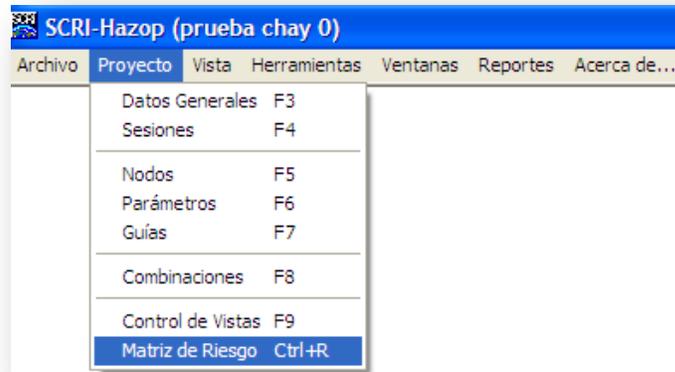


COMBINACIONES DE NODOS, PARÁMETROS Y PALABRAS GUÍA.



ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

CONFIGURAR MATRIZ DE RIESGO



MATRIZ DE RIESGO



Matriz de Riesgo
 Proyecto: prueba chay 0

Valores de Frecuencia (en orden ascendente)

- 0: Una vez al mes.
- 1: Una vez al año.
- 2: Una vez durante un periodo de 5 a 10 años.
- 3: Una vez durante un periodo de vida de la planta.
- 4: Extremadamente improbable .

Valores de Severidad

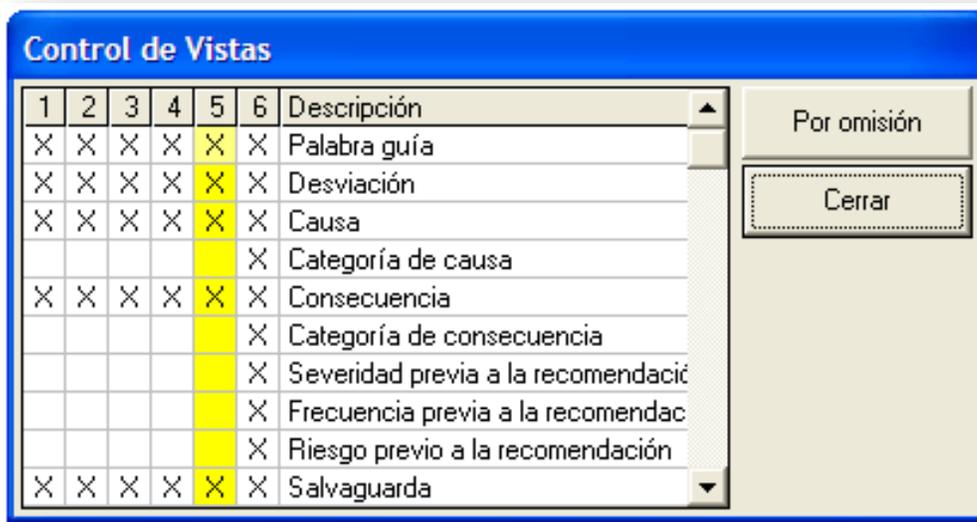
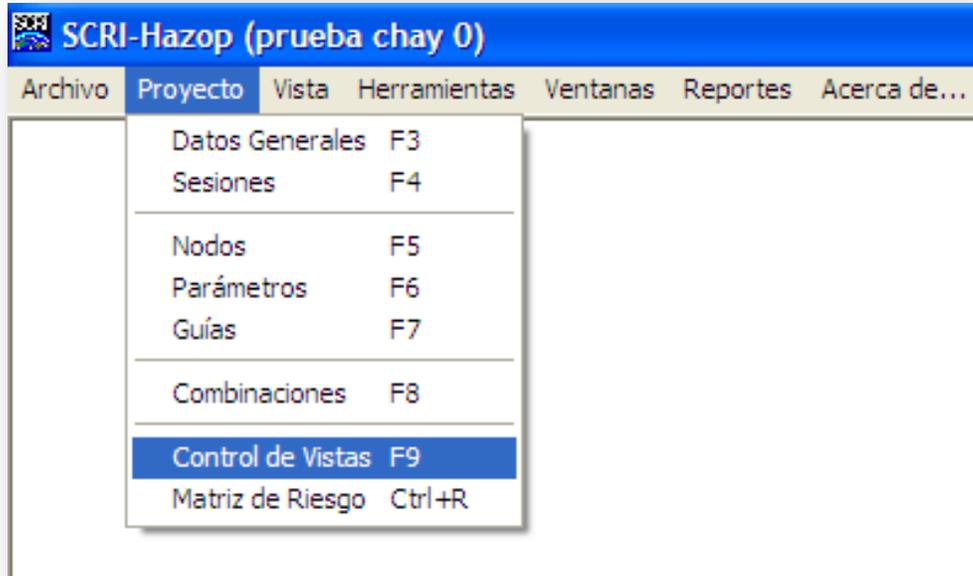
- 0: Fatalidades, Muertes humanas y perdidas financieras graves.
- 1: Daño Mayor, lesiones y perdidas financieras significativas.
- 2: Daños Considerables en equipos.
- 3: Asunto operativo unicamente.
- 4: Incidente Menor.

Método de Cálculo Frecuencia + Severidad

	S0	S1	S2	S3	S4
F0	0	1	2	3	4
F1	1	2	3	4	5
F2	2	3	4	5	6
F3	3	4	5	6	7
F4	4	5	6	7	8

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

CONFIGURACIÓN DE LAS VISUALIZACIÓN DE LAS COLUMNAS AL INICAR CON EL HAZOP



APLICACIÓN DEL MÉTODO - HAZOP

Nodo/Paso: 1.- TRASCIEGO DE GAS LP. AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Dibujo: ALMACENAMIENTO

Parámetro: Flujo **Revisión:** 1 **Sesión:** 1

Intención:

Guía	Desviación	Causa	Categoría	Consecuencia	Salvaguarda	Recomendación
No	Sin Flujo	1.) Falla de válvula de entrada en el compresor.	EQP	1.1.) No relevante.	1.1.1.) No relevante.	1.1.1.1.) Elaborar programas de capacitación anual.
		2.) Falla del compresor.	EQP	2.1.) No relevante.	2.1.1.) Válvulas de seguridad.	2.1.1.1.) Mantenimiento preventivo y correctivo de la bomba.
Menos	Bajo Flujo	3.) Ruptura de una manguera.	HUM	3.1.) Fuga y formación de una nube tóxica y explosiva.	3.1.1.) Cierre manual de las valvulas de salida y entrada	3.1.1.1.) Reemplazo de la manguera dañada. como verificar las condiciones de la línea de suministro.
						3.1.1.2.) Contar son sistema de deteccion de fugas con alarma sonora.
Más	Alto Flujo	4.) Fuga de gas por conexiones de línea de descarga.	FSA	4.1.) Actividad errónea de las válvulas de seguridad y emisión de una nube tóxica con posible explosión.	4.1.1.) Paro automatico de la planta para detener el proceso de suministro de gas lp.	4.1.1.1.) Supervision de maniobras.
						4.1.1.2.) Mantenimiento preventivo y correctivo de las válvulas de seguridad.
						4.1.1.3.) Contar son sistema de deteccion de fugas con alarma sonora.

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Nodo/Paso: 1.- TRASCIEGO DE GAS LP. AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Dibujo: ALMACENAMIENTO

Parámetro: Presión **Revisión:** 1 **Sesión:** 1

Intención:

Guía	Desviación	Causa	Categoría	Consecuencia	Salvaguarda	Recomendación
Menos	Baja presión.	1.) No relevante	PRV	1.1.) Se inicia con un retardo en el proceso de trasciego al tanque de almacenamiento. Hasta llegar a interrumpir el proceso de suministro por causa de una baja presión.	1.1.1.) No ocurre fugas porque debido a que no hay suficiente fuerza en el diafragma para desplegar el vástago de la válvula reguladora de vacío, ésta se cierra automáticamente	1.1.1.1.) Revisar las válvulas de retorno para que a la hora de interrumpir el proceso este no regrese a la línea y haga que no la válvula de no retorno no se cierre.
Más	Incremento de presión.	2.) Falla de las válvulas de seguridad.	EQP	2.1.) Activación errónea o apertura retardada de válvulas de seguridad y originando una fuga y la emisión tóxica con posible explosión.	2.1.1.) Automáticamente se da a conocer la sobrepresión por los medidores de nivel y presión.	2.1.1.1.) Contar con sistema de detección de fugas con alarma sonora.
					2.1.2.) Se cuenta con sistema de aspersión por cortina.	2.1.1.2.) Contar con sistema de aspersión o de cortina para reducir en caso de fuga la propagación del gas lp en el ambiente y generar una explosión.
		3.) Falla del medidor de presión.	EXT	3.1.) No se podrá saber cuando se este presentando una sobrepresión y todo dependerá de las válvulas de seguridad.	3.1.1.) No hay	3.1.1.1.) Mantenimiento preventivo y correctivo del medidor de presión por lo menos una vez al mes.
		4.) Falla humana.	HUM	4.1.) Puede llevar a una sobrepresión en el sistema que pueda generar una fuga y con ello la formación de una nube explosiva e incendio.	4.1.1.) Personal capacitado anualmente en cuanto a temas del proceso de la planta y consecuencias.	4.1.1.1.) Capacitación del personal sobre el funcionamiento de cada proceso de la planta y sus consecuencias.
				4.1.2.) Se cuenta con válvulas de seguridad multiport que se activan automáticamente en caso de que haya una sobrepresión en el sistema	4.1.1.2.) Mantenimiento preventivo y correctivo de las válvulas de seguridad.	

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Nodo/Paso: 2.- DISTRIBUCION DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO A LA TOMA DE SUMINISTRO

Dibujo: DISTRIBUCION

Parámetro: Flujo **Revisión:** 1 **Sesión:** 1

Intención:

Guía	Desviación	Causa	Categoría	Consecuencia	Salvaguarda	Recomendación
No	No existe flujo.	1.) Falla en la bomba de auto tanque.	EQP	1.1.) Entrega reducida de gas.	1.1.1.) Programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la bomba	1.1.1.1.) Cumplimiento con el mantenimiento periódico de las bombas de suministro a los cilindros domésticos, auto-tanques y vehículos impulsados a gas lp.
		2.) Taponamiento en alguna tubería.	HUM	2.1.) Sobrecalentamiento de la bomba bajo condiciones de no flujo.	2.1.1.) Medidores de flujo en las tomas de suministro.	2.1.1.1.) Inspección de líneas antes de ponerla en operación.
				2.2.) Daño en el interior de la bomba de auto-tanque.	2.2.1.) Indicadores de presión.	2.2.1.1.) Reemplazo de la bomba dañada.
				2.3.) Fuga	2.3.1.) Válvulas de seguridad.	2.3.1.1.) Respuesta de emergencia en el sitio. (Detector de fugas de Gas L.P.)
				2.4.) Incendio y/o explosión.	2.4.1.) Sistema de aspersión de agua en modo cortina, para reducir las emisiones tóxicas antes de la explosión.	2.4.1.1.) Contar con sistema de detección de fugas con alarma sonora.
		3.) Cerrada por error de alguna válvula antes o después de la bomba de suministro de cilindros domésticos.	EXT	3.1.) El Gas L.P. no se puede descargar.	3.1.1.) Procedimiento de operación.	3.1.1.1.) Continuar dando cumplimiento a los procedimientos operativos.
3.2.) Daño en el interior de la bomba de suministro de cilindros domésticos.	3.2.1.) Personal capacitado.			3.2.1.1.) Seguir capacitando al personal.		

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Guía	Desviación	Causa	Categoría	Consecuencia	Salvaguarda	Recomendación
No	No existe flujo.	3.) Cerrada por error de alguna válvula antes o después de la bomba de suministro de cilindros domésticos.	EXT	3.3.) Fuga.	3.3.1.) Válvulas de seguridad.	3.3.1.1.) Respuesta de emergencia en el sitio. (Detector de fugas de Gas L.P.)
						3.3.1.2.) Verificar el sentido de la válvula check de descarga.
				3.4.) Explosión y/o incendio.	3.4.1.) Sistema de aspersión de agua en modo cortina, para reducir las emisiones tóxicas antes de la explosión.	3.4.1.1.) Contar con sistema de detección de fugas con alarma sonora.
		4.) Falla de energía eléctrica para el suministro de carburación.	EXT	4.1.) Bombas de Gas L.P. no funcionan por lo cual no se puede suministrar el combustible.	4.1.1.) No hay.	4.1.1.1.) Contar con suministro de energía con cambio automático en los autotanques (planta auxiliar de energía).
		5.) El tanque se encuentra vacío.	HUM	5.1.) Daño de la bomba, por calentamiento.	5.1.1.) Medidor de nivel en el tanque.	5.1.1.1.) Asegurar el mantenimiento preventivo del medidor de nivel.
				5.2.) No se puede descargar el Gas L.P.	5.2.1.) Precedimientos de operación.	5.2.1.1.) Colocar alamas por bajo nivel en el tanque.
5.3.) Fuga	5.3.1.) La válvula de vacío se cierra automáticamente por pérdida de presión			5.3.1.1.) Respuesta de emergencia en el sitio. (Detector de fugas de Gas L.P.)		
6.) Ruptura significativa en cualquier punto de la línea.	EXT	6.1.) Fuga	6.1.1.) Programa de determinación de espesores y análisis estadístico.	6.1.1.1.) Revisar y/o actualizar el procedimiento de verificación de espesores, para que esté de acuerdo a normatividad.		

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Guía	Desviación	Causa	Categoría	Consecuencia	Salvaguarda	Recomendación
No	No existe flujo.	6.) Ruptura significativa en cualquier punto de la línea.	EXT	6.2.) Incendio y/o explosión.	6.2.1.) Sistema de aspersión de agua en modo cortina, para reducir las emisiones tóxicas antes de la explosión.	6.2.1.1.) Realizar pruebas de hermeticidad de acuerdo a un programa establecido.
		7.) Válvula de seguridad no funciona en tomas de suministro.	EQP	7.1.) Aumento de presión en el tanque del vehículo provocando probable nube explosiva.	7.1.1.) Válvula de seguridad con calibración periódica.	7.1.1.1.) Mantenimiento preventivo o de válvulas de control.
				7.2.) Fuga de Gas L.P.	7.2.1.) Proteger las válvulas contra intemperismos severos.	7.2.1.1.) Instalación de sistema de detección de gases con dispositivos de alarma.
		8.) Falla en medidor de flujo del suministro.	EQP	8.1) Aumento de presión en el tanque del vehículo provocando probable nube explosiva.	8.1.1.) Válvula de cierre manual.	8.1.1.1.) Mantenimiento y calibración de medidores de flujo continuamente.
				8.2.) Fuga de Gas L.P.	8.2.1.) Medidores de nivel.	8.2.1.1.) Instalación de sistema de detección de gases con dispositivo de alarma.
Menos	Menor flujo.	1.) Baja eficiencia de la bomba.	EQP	1.1.) Baja eficiencia de suministro de Gas L.P.	1.1.1.) Programa de mantenimiento preventivo a la bomba.	1.1.1.1.) Continuar dando cumplimiento a los procedimientos operativos.
					1.1.2.) Medidores de presión.	1.1.2.1.) Contar con bomba de relevo.
		2.) Que cualquiera de las válvulas de la línea estén parcialmente cerradas.	DIS	2.1.) Daño a la bomba de suministro de Gas L.P.	2.1.1.) Procedimiento de operación.	2.1.1.1.) Continuar dando cumplimiento a los procedimientos operativos.
					2.2.) Baja eficiencia de suministro de Gas L.P.	2.2.1.) Personal capacitado constantemente.
Más	Aumento de flujo.	Bloqueo en el sistema de tuberías	HUM	Daño en empaques de tuberías.	Medidores de flujo.	Cumplir con el mantenimiento preventivo al sistema de tubería.
				Sobrepresión de tuberías.	Manómetros.	Efectuar pruebas de hermeticidad.

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Guía	Desviación	Causa	Categoría	Consecuencia	Salvaguarda	Recomendación
Más	Aumento de flujo.	Bloqueo en el sistema de tuberías	HUM	Fuga de Gas LP.	Válvulas de seguridad multiport.	Protección anticorrosiva.

Nodo/Paso: 2.- DISTRIBUCION DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO A LA TOMA DE SUMINISTRO

Dibujo: DISTRIBUCION

Parámetro: Presión **Revisión:** 1 **Sesión:** 1

Intención:

Guía	Desviación	Causa	Categoría	Consecuencia	Salvaguarda	Recomendación
Más	Mayor presión	1.) Aumento de presión	EQP	1.1.) Daño de empaques de tuberías	1.1.1.) Medidores de flujo.	1.1.1.1.) Protección anticorrosiva.
				1.2.) Sobre presión de tuberías.	1.2.1.) Manómetros.	1.2.1.1.) Efectuar prueba de hermeticidad.
				1.3.) Fuga de Gas L.P.	1.3.1.) Mantenimiento preventivo.	1.3.1.1.) Cumplir con el mantenimiento preventivo periódico a tubería y equipos de medición.
		2.) Sobrellenado de tanque.	HUM	2.1.) Se abre la válvula de seguridad del tanque.	2.1.1.) Válvula de seguridad en el tanque.	2.1.1.1.) Instalar alarma por alto nivel.
				2.2.) Fugas en conexiones y/o bridas.	2.2.1.) Medidor de nivel en el tanque.	2.2.1.1.) Cumplir con programa de mantenimiento y calibración de equipos.

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Nodo/Paso: 2.- DISTRIBUCION DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO A LA TOMA DE SUMINISTRO

Dibujo: DISTRIBUCION

Parámetro: Nivel **Revisión:** 1 **Sesión:** 1

Intención:

Guía	Desviación	Causa	Categoría	Consecuencia	Salvaguarda	Recomendación
Menos	Menor nivel	1.) Falla en nivel del tanque.	EQP	1.1.) Abre la válvula de seguridad del tanque.	1.1.1.) Válvula de seguridad en el tanque.	1.1.1.1.) Instalar alama por bajo nivel.
				1.2.) Fugas en conexiones y/o bridas.	1.2.1.) Medidor de nivel en el tanque.	1.2.1.1.) Cumplir con programa de mantenimiento y calibración de equipos 1.2.1.2.) Respuesta de emergencia en el sitio. (Detector de fugas de Gas L.P.)
		2.) El tanque de almacenamiento se encuentra con un nivel bajo.	EQP	2.1.) Daño de la bomba, por calentamiento.	2.1.1.) Medidor de nivel en el tanque.	2.1.1.1.) Asegurar el mantenimiento preventivo del medidor de nivel.
					2.1.2.) Procedimientos de operación.	2.1.2.1.) Colocar alamas por bajo nivel en el tanque.

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Nodo/Paso: 2.- DISTRIBUCION DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO A LA TOMA DE SUMINISTRO

Dibujo: DISTRIBUCION

Parámetro: Alivio **Revisión:** 1 **Sesión:** 1

Intención:

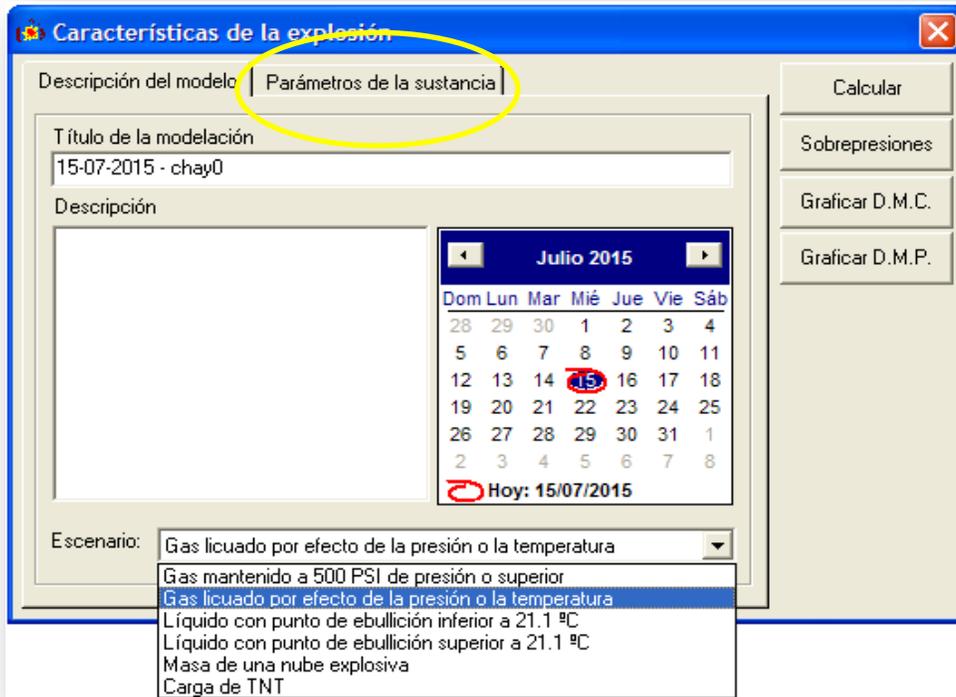
Guía	Desviación	Causa	Categoría	Consecuencia	Salvaguarda	Recomendación
Menos	Pérdida de presión	1.) Válvula de alivio no abre	EQP	1.1.) Fugas en conexiones y/o bridas.	1.1.1.) Válvula de seguridad en el tanque.	1.1.1.1.) Instalar alarma por bajo nivel.
					1.1.2.) Medidor de nivel en el tanque.	1.1.2.1.) Cumplir con programa de mantenimiento y calibración de equipos.
						1.1.2.2.) Respuesta de emergencia en el sitio. (Detector de fugas de Gas L.P.)

ANEXO VII. SIMULACION – SCRI MODELOS

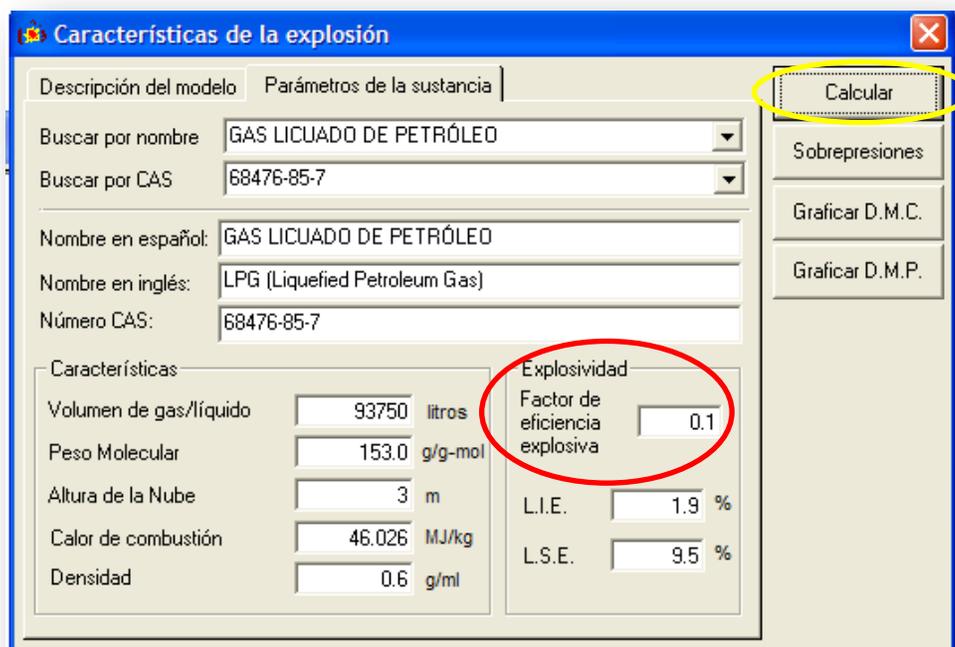


ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

DATOS GENERALES



DAÑO MAXIMO CATASTROFICO (D.M.C.) F.E.E. = 0.1



RESULTADO DEL SCRI - MODELOS

Resultados de la ejecución del programa	
Características de la nube:	
Masa=5.63 E04 kg	
Diámetro=2.69 E02 m	
Energía equivalente para	
Factor de Eficiencia Explosiva = 0.1	
5.3543 E04 kg de TNT	
RADIOS DE AFECTACIÓN	
PRESIÓN	DAÑO MÁXIMO
30 psig	67.06 m
20 psig	81.12 m
10 psig	115.77 m
7 psig	141.12 m
5 psig	171.68 m
3 psig	235.20 m
2 psig	306.48 m
1 psig	496.67 m
0.5 psig	836.27 m

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

The image shows a software window titled "Características de la explosión" with two tabs: "Descripción del modelo" and "Parámetros de la sustancia". The "Parámetros de la sustancia" tab is active. It contains several input fields and buttons. The "Buscar por nombre" field contains "GAS LICUADO DE PETRÓLEO" and the "Buscar por CAS" field contains "68476-85-7". Below these, the "Nombre en español" field contains "GAS LICUADO DE PETRÓLEO" and the "Nombre en inglés" field contains "LPG (Liquefied Petroleum Gas)". The "Número CAS" field contains "68476-85-7".

There are two sections of input fields: "Características" and "Explosividad".

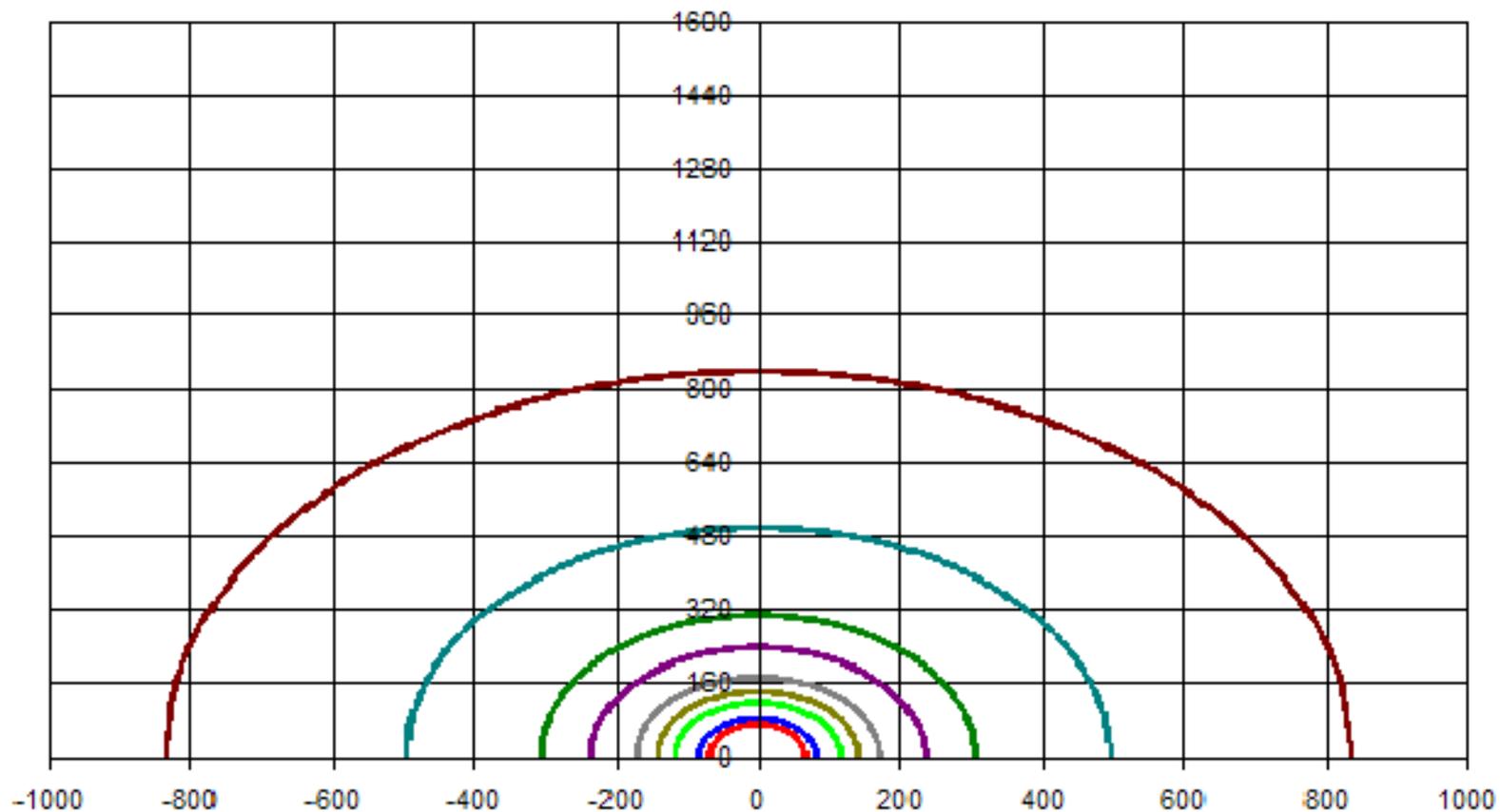
Características	
Volumen de gas/líquido	93750 litros
Peso Molecular	153.0 g/g-mol
Altura de la Nube	3 m
Calor de combustión	46.026 MJ/kg
Densidad	0.6 g/ml

Explosividad	
Factor de eficiencia explosiva	0.1
L.I.E.	1.9 %
L.S.E.	9.5 %

On the right side of the window, there are four buttons: "Calcular", "Sobrepresiones", "Graficar D.M.C." (highlighted with a yellow circle), and "Graficar D.M.P.".

GRÁFICA DE DAÑO MAXIMO CATASTRÓFICO.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 125,000 LTS. DE AGUA AL 100%
(F.E.E. = 0.1)



Energía equivalente a 53542.5 kg de TNT

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**



Modelos Atmosféricos para

SIMULACION DE CONTAMINACION Y RIESGOS EN INDUSTRIAS

Título del modelo

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 125,000 LTS. DE AGUA AL 100%

Descripción

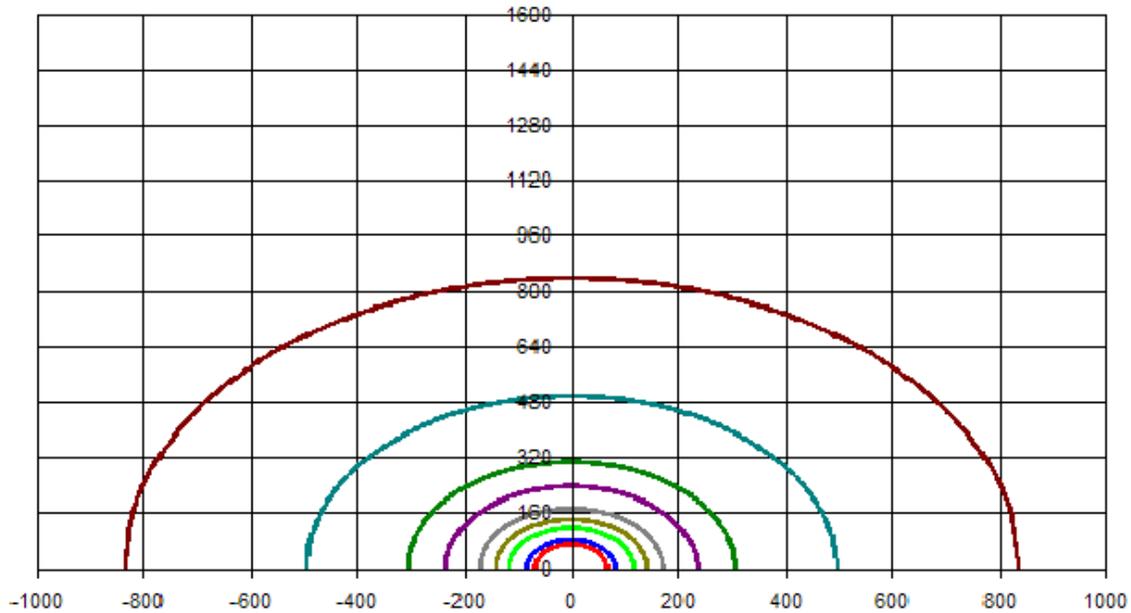
Sustancia de interés

Nombre	
Densidad	0.6 g/ml
Peso molecular	153 g/g-mol
Volumen de gas/líquido	93750 litros
Altura de la nube	3 m
Parámetros de explosividad	
Factor de eficiencia explosiva (F.E.E.)	0.1
Límite inferior de explosividad	1.9 %
Límite superior de explosividad	8.5 %
Calor de combustión	10994.06493 kcal/kg 19789.31687 BTU/lb 46.22345 MJ/kg

Radios de sobrepresión

	30 psig	20 psig	10 psig	7 psig	5 psig	3 psig	2 psig	1 psig	0.5 psig
Afectación	67.06	81.12	115.77	141.12	171.68	235.20	306.48	496.67	836.27

**TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 125,000 LTS. DE AGUA AL 100%
(F.E.E. = 0.1)**



Energía equivalente a 53542.5 kg de TNT

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

DELIMITACIÓN (3D) DEL PREDIO Y TANQUE MAYOR.



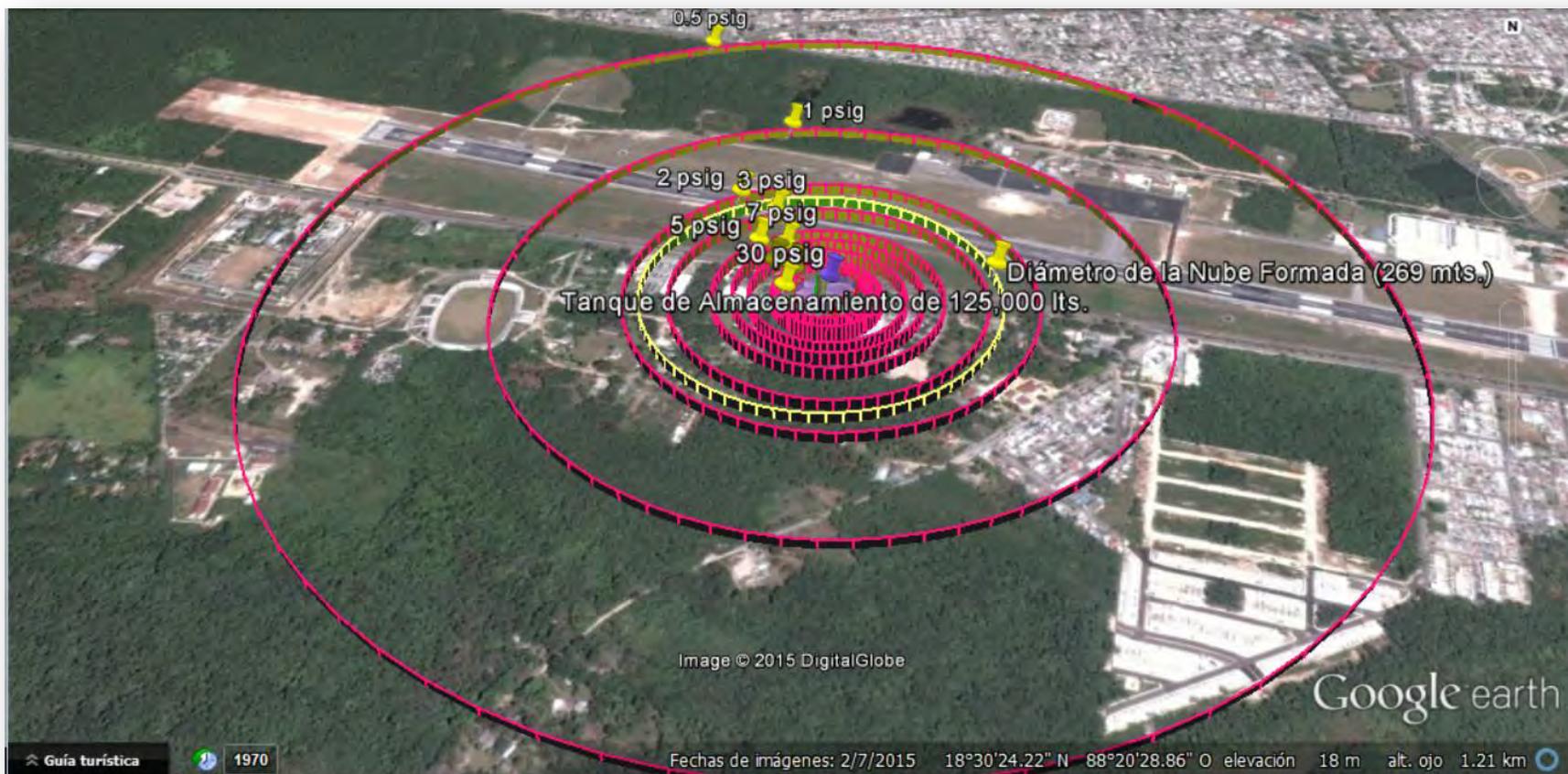
RADIOS DE SOBREPRESIÓN EN MTS. (MACRO)



Radios de sobrepresión

	30 psig	20 psig	10 psig	7 psig	5 psig	3 psig	2 psig	1 psig	0.5 psig
Afectación	67.06	81.12	115.77	141.12	171.68	235.20	306.48	496.67	836.27

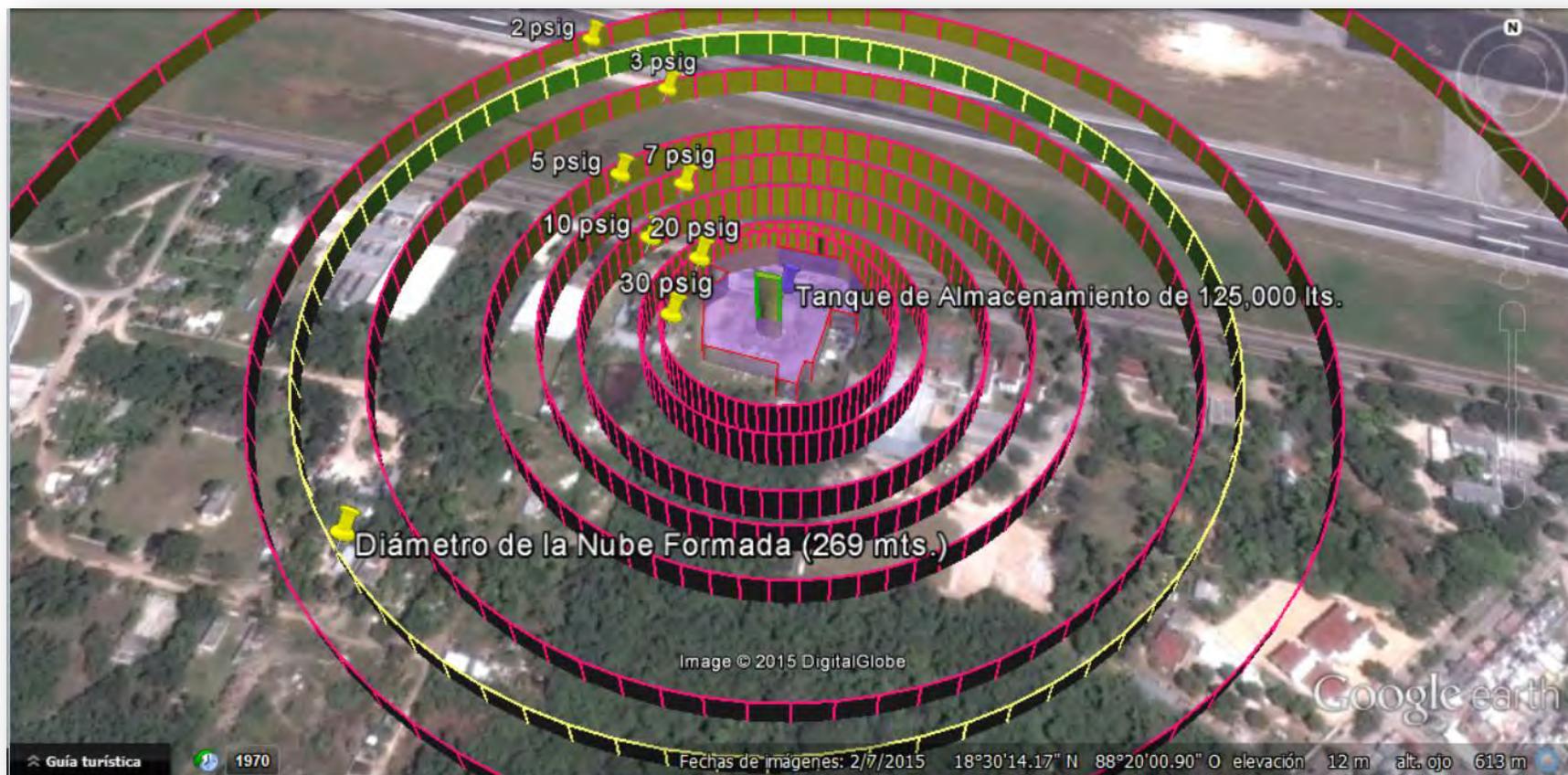
RADIOS DE SOBREPRESIÓN EN MTS. (MACRO 3D)



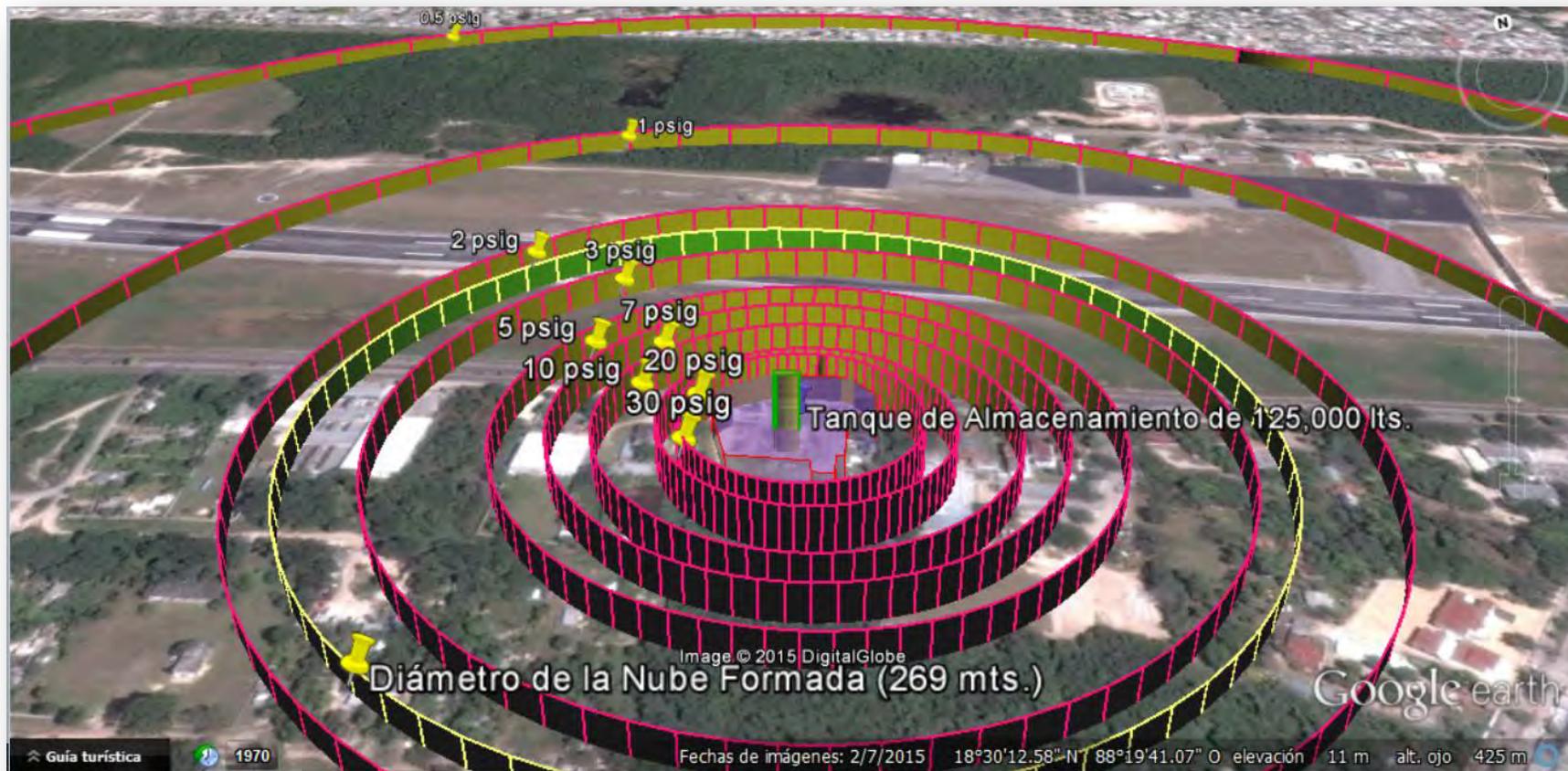
Radios de sobrepresión

	30 psig	20 psig	10 psig	7 psig	5 psig	3 psig	2 psig	1 psig	0.5 psig
Afectación	67.06	81.12	115.77	141.12	171.68	235.20	306.48	496.67	836.27

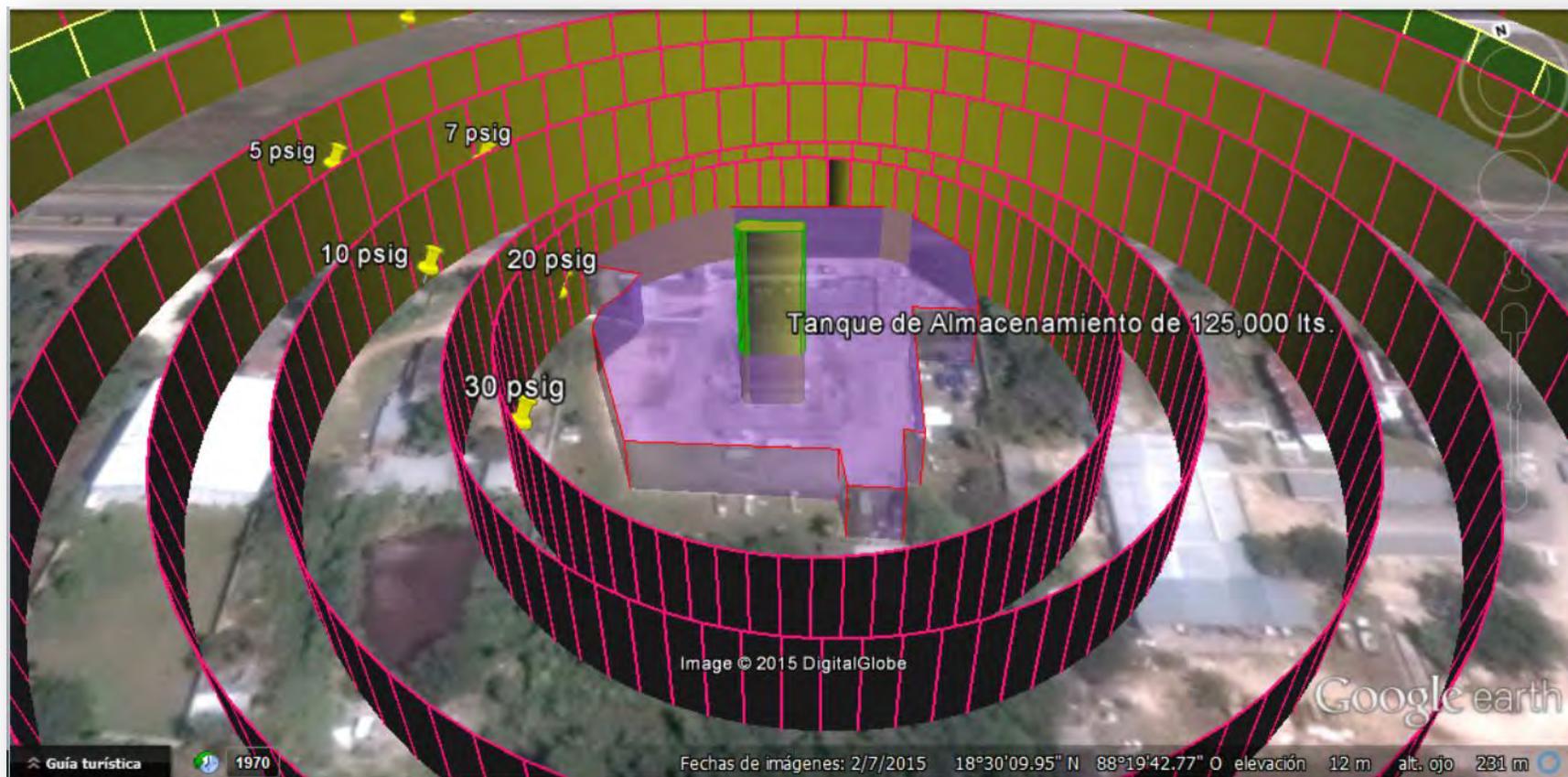
DIÁMETRO DE LA NUBE FORMADA (ED) = 269 M. (F.E.E. = 0.1)



RADIOS DE SOBREPRESIÓN Y DIÁMETRO DE LA NUBE FORMADA. (MICRO 1)



RADIOS DE SOBREPRESIÓN Y DIÁMETRO DE LA NUBE FORMADA. (MICRO 2)



**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

DAÑO MAXIMO PROBABLE (D.M.P.) F.E.E. = 0.02

RESULTADOS DE LA EJECUCIÓN

```

Resultados de la ejecución del programa

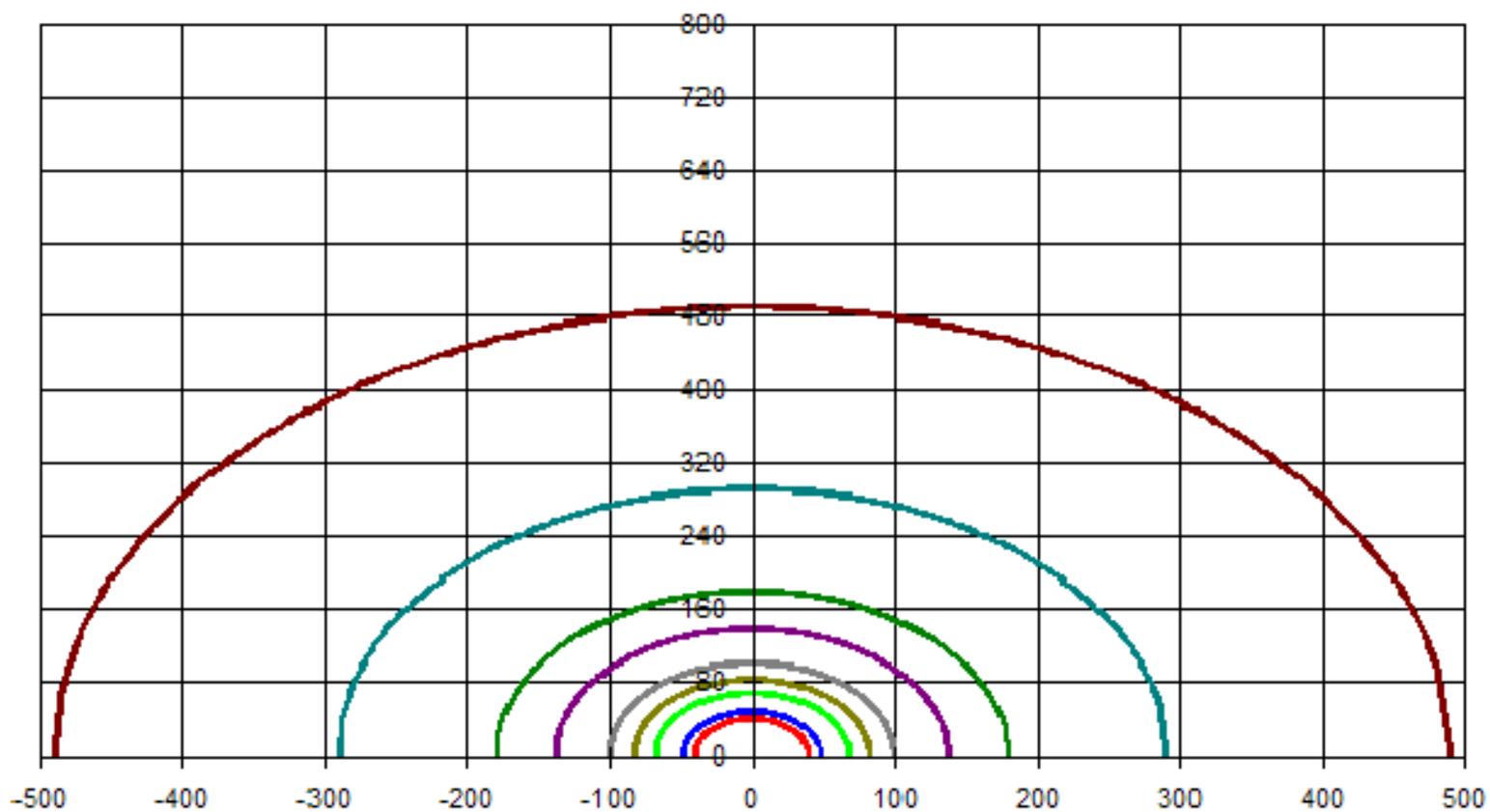
Características de la nube:
Masa=5.63 E04 kg
Diámetro=2.57 E02 m

Energía equivalente para
Factor de Eficiencia Explosiva = 0.02
1.0709 E04 kg de TNT

RADIOS DE AFECTACIÓN
PRESIÓN      DAÑO MÁXIMO
30 psig      39.21 m
20 psig      47.44 m
10 psig      67.70 m
7 psig       82.53 m
5 psig       100.40 m
3 psig       137.55 m
2 psig       179.23 m
1 psig       290.45 m
0.5 psig     489.05 m
    
```

GRÁFICA DE DAÑO MAXIMO PROBABLE.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 125,000 LTS. DE AGUA AL 100%
(F.E.E. = 0.02)



Energía equivalente a 10708.5 kg de TNT

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.



Modelos Atmosféricos para

SIMULACION DE CONTAMINACION Y RIESGOS EN INDUSTRIAS

Título del modelo

TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 125,000 LTS. DE AGUA AL 100%

Descripción

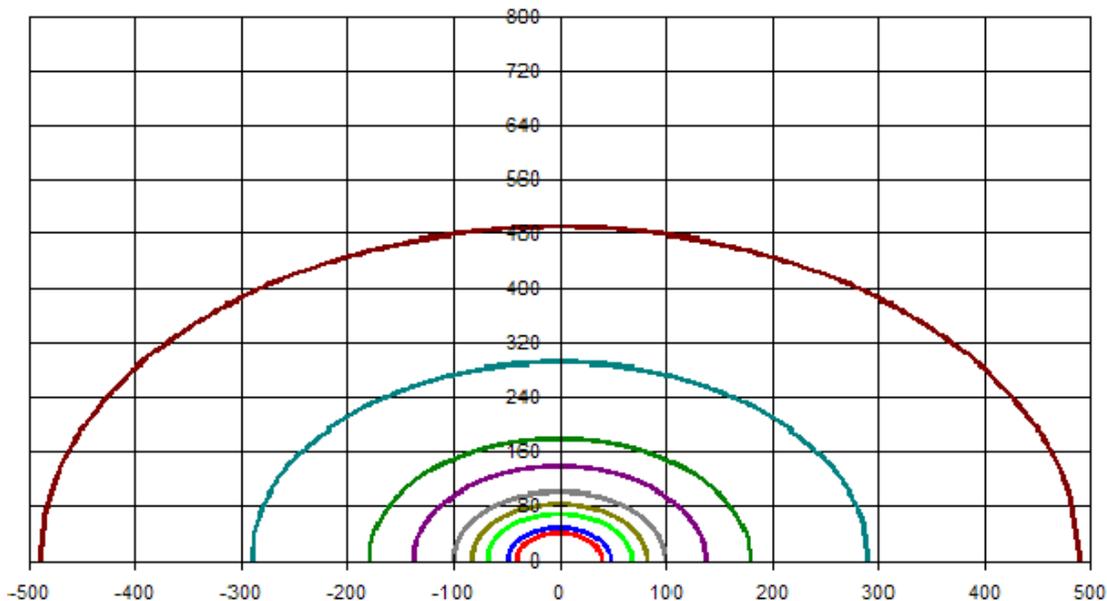
Sustancia de interés

Nombre	GAS LICUADO DE PETRÓLEO
Densidad	0.6 g/ml
Peso molecular	153 g/g-mol
Volumen de gas/líquido	93750 litros
Altura de la nube	3 m
Parámetros de explosividad	
Factor de eficiencia explosiva (F.E.E.)	0.02
Límite inferior de explosividad	1.9 %
Límite superior de explosividad	9.5 %
Calor de combustión	10994.06493 kcal/kg 19789.31687 BTU/lb 46.22345 MJ/kg

Radio de sobrepresión

	30 psig	20 psig	10 psig	7 psig	5 psig	3 psig	2 psig	1 psig	0.5 psig
Afectación	39.21	47.44	67.70	82.53	100.40	137.55	179.23	290.45	489.05

**TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 125,000 LTS. DE AGUA AL 100%
(F.E.E. = 0.02)**



Energía equivalente a 10708.5 kg de TNT

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

RADIOS DE SOBREPRESIÓN EN MTS. (MACRO)

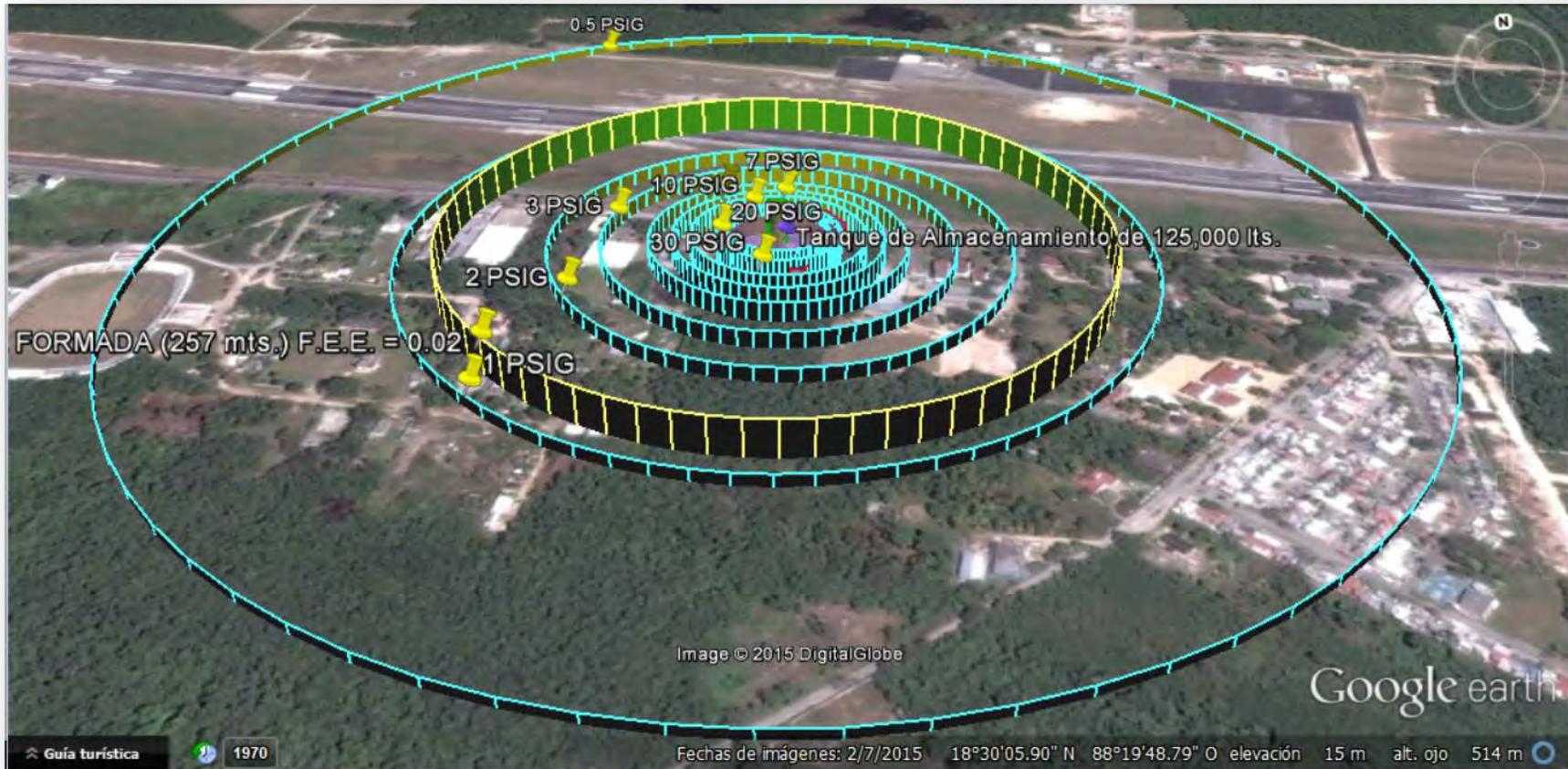


Radios de sobrepresión

	30 psig	20 psig	10 psig	7 psig	5 psig	3 psig	2 psig	1 psig	0.5 psig
Afectación	39.21	47.44	67.70	82.53	100.40	137.55	179.23	290.45	489.05

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

RADIOS DE SOBREPRESIÓN EN MTS. (MACRO 3D)

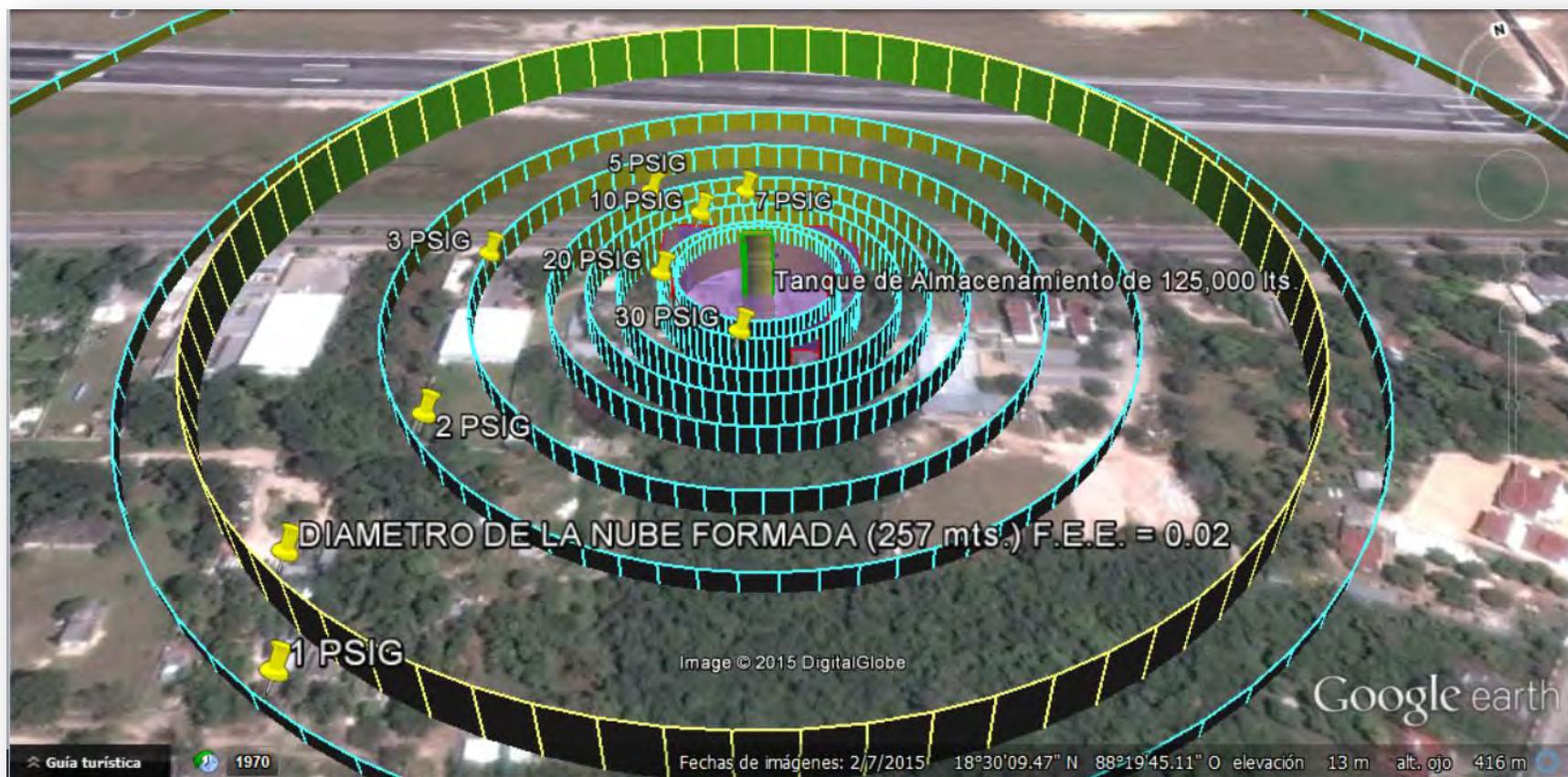


Radios de sobrepresión

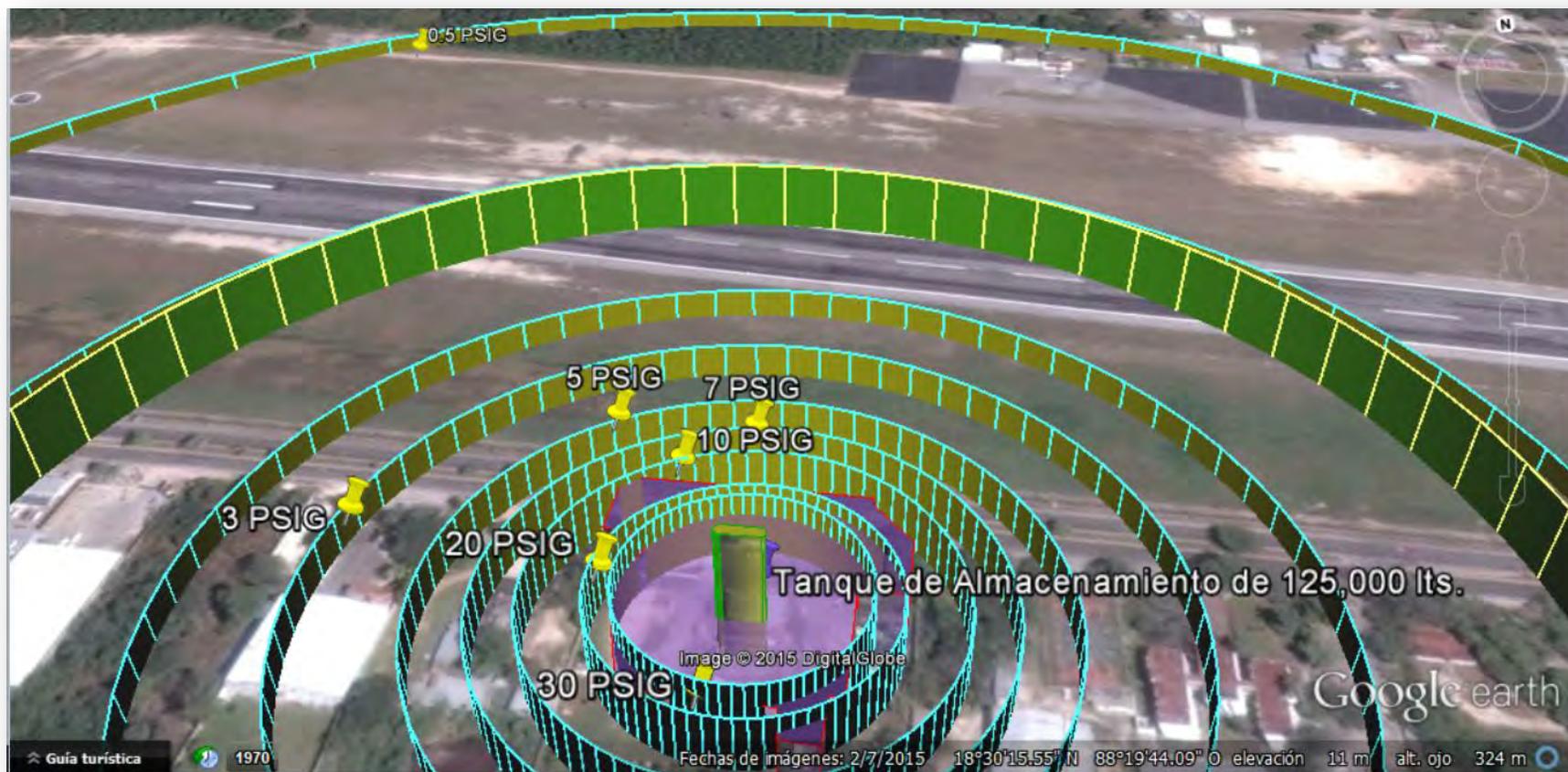
	30 psig	20 psig	10 psig	7 psig	5 psig	3 psig	2 psig	1 psig	0.5 psig
Afectación	39.21	47.44	67.70	82.53	100.40	137.55	179.23	290.45	489.05

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

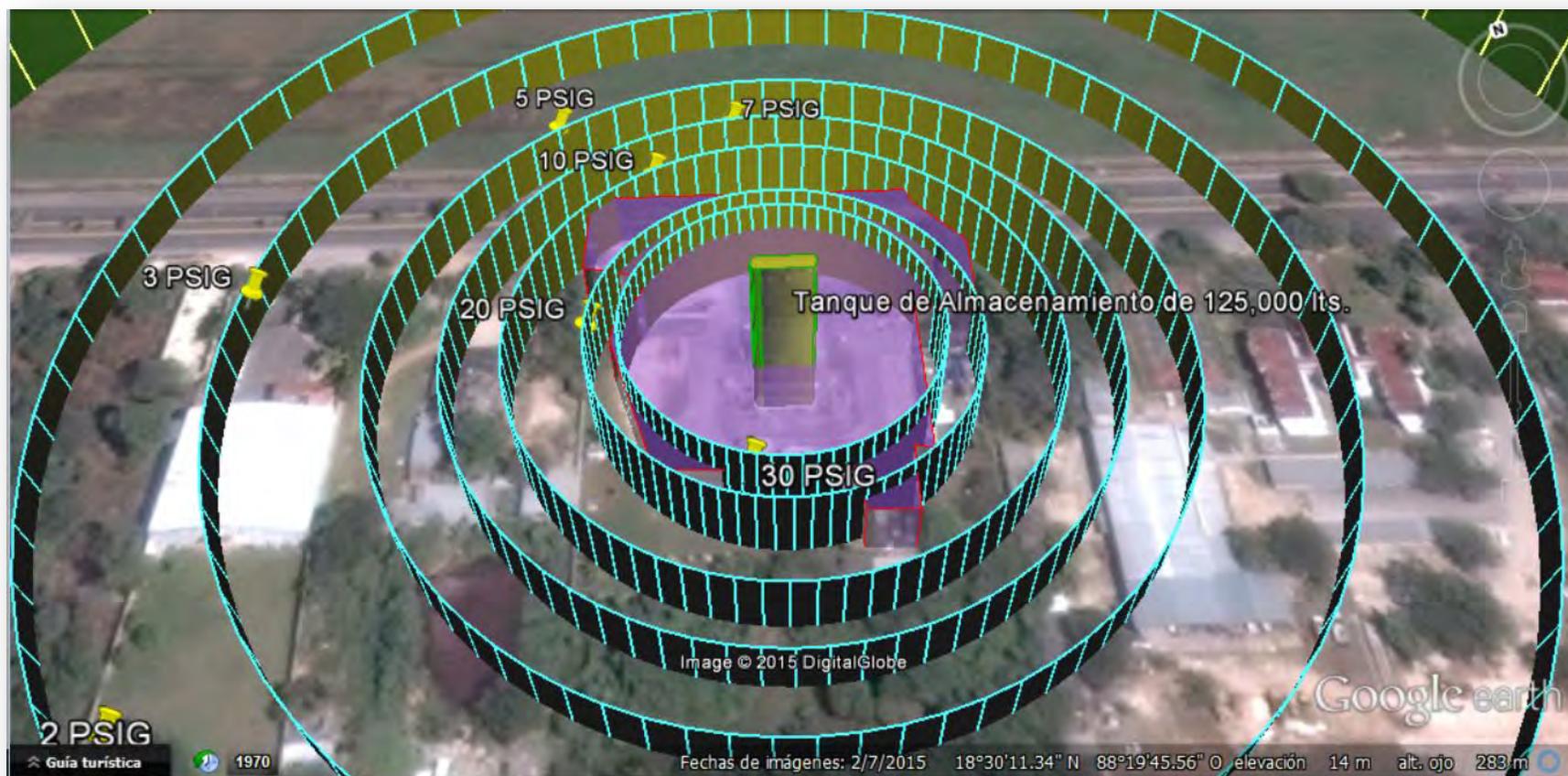
DIÁMETRO DE LA NUBE FORMADA (ED) = 257 M. (F.E.E. = 0.02)



RADIOS DE SOBREPRESIÓN Y DIÁMETRO DE LA NUBE FORMADA. (MICRO 1)



RADIOS DE SOBREPRESIÓN Y DIÁMETRO DE LA NUBE FORMADA. (MICRO 2)



**ANEXO VIII. Formato para elaboración
de Estudio de Riesgo ante la
SEMARNAT.**

**SUBSECRETARIA DE GESTIÓN PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL
DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE MATERIALES Y ACTIVIDADES
RIESGOSAS**

**SEMARNAT-07-008. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO PARA EMPRESAS QUE
REALIZAN ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS.**

**GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
(INSTALACIONES EN OPERACIÓN)**

Instrucciones

La presente guía aplica para instalaciones que se encuentran en operación y no deberá considerarse como un cuestionario, por lo que cada uno de los puntos que la integran deberá desarrollarse con la profundidad técnica suficiente, capaz de sustentar la evaluación integral de la instalación. La información, deberá ser presentada en idioma español y los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) y planos, deberán presentarse con base en la ingeniería de detalle, legible y actualizada. Asimismo, deberá presentar anexo al Estudio de Riesgo, un Resumen Ejecutivo del mismo. (SEMARNAT, 2013).

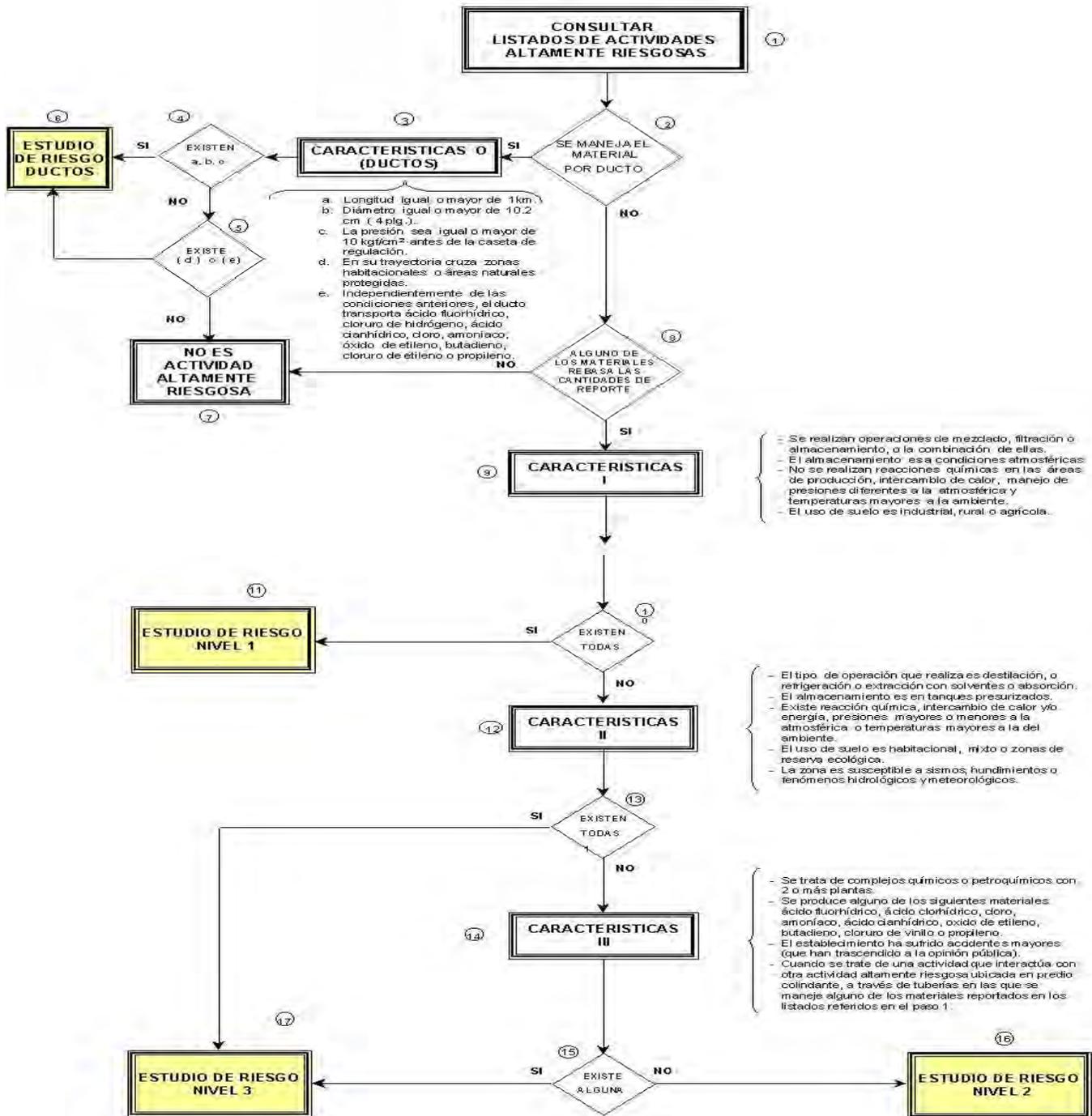
El promovente deberá remitir el estudio de riesgo ambiental en original, copia. y grabado en diskette de 3.5" en Word 97 o posteriores. La presentación del original y la copia deberá ser en carpetas de tres argollas; siguiendo el orden establecido por el capitulado y sus numerales, utilizando separadores que permitan distinguir claramente lo que corresponde a cada apartado. Esto permitirá que durante la recepción y evaluación de su trámite no se pierda tiempo en la ordenación de su expediente y así la resolución del mismo sea más expedita. (SEMARNAT, 2013).

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN
CHETUMAL, Q.ROO.**

Determinación del nivel del estudio.

La presente guía establece cuatro niveles diferentes de información para la presentación de los estudios del riesgo ambiental; así el siguiente procedimiento tiene como finalidad establecer cuáles son los criterios que definirán el estudio de riesgo ambiental a presentar por el particular. (SEMARNAT, 2013)

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.



ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Una vez que el particular determine qué nivel de estudio de riesgo ambiental le corresponde, deberá presentarlo de acuerdo a las características de información mencionadas a continuación; cuidando que su entrega se realice en carpetas de tres argollas; siguiendo el orden establecido por los numerales y utilizando separadores que permitan distinguir claramente lo que corresponde a cada apartado. Esto permitirá que durante la recepción y evaluación de su trámite no se pierda tiempo en la ordenación de su expediente y así la resolución del mismo sea más expedita¹.

Capítulos comunes a los niveles 1, 2 y 3

CAPITULO I. DATOS GENERALES

La información solicitada en este apartado, deberá escribirse sin abreviaturas, en forma legible y en el formato del Anexo No. 1.

- I.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo².
- I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.
- I.3. Número de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional).
- I.4. Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional).

¹ <http://tramites.semarnat.gob.mx/index.php/consulta-tu-tramite>

² Anexar copia simple del instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa (acta constitutiva, escritura pública o decreto)

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN
CHETUMAL, Q.ROO.**

- I.5. Actividad productiva principal del establecimiento.
- I.6. Clave del Catálogo M A P
- I.7. Código ambiental (CA)
- I.8. Domicilio del establecimiento (Anexar croquis)
- I.9. Domicilio para oír y recibir notificaciones
- I.10. Fecha de inicio de operación
- I.11. Número de trabajadores equivalente (opcional)
- I.12. Total de horas semanales trabajadas en planta (opcional)
- I.13. Número de trabajadoras promedio, por día y por turno laborado.
- I.14. ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal? (opcional)
- I.15. ¿Pertenece a alguna corporación? (opcional)
- I.16. Participación de capital.
- I.17. Número de empleos indirectos a generar.
- I.18. Inversión estimada (M.N.)
- I.19. Nombre del gestor o promovente
- I.20. Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente.
- I.21. Departamento proponente del estudio de riesgo.
- I.22. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación (Representante Legal).

Anexar comprobantes que identifiquen la capacidad jurídica del responsable de la empresa, suficientes para suscribir el presente documento.
- I.23. Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad.

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN
CHETUMAL, Q.ROO.**

- I.24 Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (en su caso).
- I.25 Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (Indicando Calle, Número Interior y Exterior, Colonia, Municipio o Delegación, Código Postal, Entidad Federativa, Teléfono, Fax)
- I.26 Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio de riesgo.

CAPITULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

- II.1. Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad.
 - II.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.
 - II.1.2 Fecha de inicio de operaciones.
- II.2. Ubicación de la instalación.
 - II.2.1. Planos de localización a escala adecuada y legible, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 m.
 - II.2.2. Coordenadas geográficas de la instalación (no aplica para zonas urbanas).
 - II.2.3. Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.; señalando claramente los distanciamientos a las mismas.
 - II.2.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad (m² o Ha).

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

- II.2.5. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o aéreos).
- II.2.6. Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, deberá indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada.
- II.3. Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o de servicios).
- II.4. Número de personal necesario para la operación de la instalación.
- II.5. Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, permiso de construcción, autorización en materia de Impacto Ambiental, etc.). Anexar comprobantes (opcional).

CAPITULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONÓMICO.

La información presentada en este capítulo, deberá estar referenciada y sustentada en fuentes confiables y actualizadas, debiéndose señalar en el estudio dicha referencia.

- III.1 Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contemple: Flora, fauna, suelo, aire y agua.
- III.2 Describir detalladamente las características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).
- III.3 Indicar la densidad demográfica de la zona donde se ubica la instalación.
- III.4 Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros entorno a la instalación.

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

III.5. Indicar el deterioro esperado en la flora y fauna por la realización de actividades de la instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.

III.6. ¿El sitio de la instalación de la planta, está ubicado en una zona susceptible a:

- () Terremotos (sismicidad)?
- () Corrimientos de tierra?
- () Derrumbamientos o hundimientos?
- () Efectos meteorológicos adversos (inversión térmica, niebla, etc.)?
- () Inundaciones (historial de 10 años)?
- () Pérdidas de suelo debido a la erosión?
- () Contaminación de las aguas superficiales debido a escurrimientos y erosión?
- () Riesgos radiológicos?
- () Huracanes?

Los casos contestados afirmativamente, describirlos a detalle.

III.8. Sí es de su conocimiento que existe un historial epidémico y endémico de enfermedades cíclicas en el área de las instalaciones, proporcione la información correspondiente.

CAPITULO IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN EL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO LOCAL.

Señalar si las actividades de la instalación se encuentran enmarcadas con las políticas del Programa de Desarrollo Urbano Local, que tengan vinculación directa con las mismas. Anexar el plano del referido Programa de Desarrollo Urbano de la zona donde se localiza la instalación.

CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESOS

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

Para el nivel 2 ver página 14

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Para el nivel 2 ver página 14

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VII.1 Presentar un Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo, que deberá incorporar los datos generales de la empresa (Anexo No. 1), y la relación de sustancias peligrosas manejadas, capacidad y tipo de almacenamiento.

VII.2. Presentar el Informe Técnico del Estudio de Riesgo (Anexo No. 3).

VII.3 Hacer un resumen de la situación general que presenta la instalación en materia de riesgo ambiental, señalando las desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación.

VII.3.1 Con base en el punto anterior, señalar todas las recomendaciones derivadas del análisis de riesgo efectuado, incluidas aquellas determinadas en función de la identificación, evaluación e interacciones de riesgo y las medidas y equipos de seguridad y protección con que contará la instalación para mitigar, eliminar o reducir los riesgos identificados.

VII.4 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo.

CAPITULO VIII. ANEXO FOTOGRÁFICO.

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN
CHETUMAL, Q.ROO.**

- VIII.1 Presentar anexo fotográfico o video del sitio de ubicación de la instalación, en el que se muestren las colindancias y puntos de interés cercanos al mismo. Así como de las instalaciones, áreas o equipos críticos.

NIVEL 2

CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

- V.1. Mencionar los criterios de diseño de la instalación con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos.
- V.2.- Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundaria en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo (debiendo anexar diagramas de bloques).
- V.3 Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas, especificando: Sustancia, cantidad máxima de almacenamiento en kg, flujo en m³/h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD), concentración, capacidad máxima de producción, tipo de almacenamiento (granel, sacos, tanques, tambores, bidones, cuñetes, etc.) y equipo de seguridad.
- V.4. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD), de acuerdo a la **NOM-114-STPS-1994, "Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo"** (formato Anexo No. 2), de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica **CRETI**.

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

- V.5. Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando: Características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.

- V.6 Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización. Asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.

EJEMPLO:

EQUIPO	NOMENCLATURA DEL EQUIPO	CARACTERÍSTICAS Y CAPACIDAD	ESPECIFICACIONES	VIDA UTIL (INDICADA POR EL FABRICANTE)	TIEMPO ESTIMADO DE USO	LOCALIZACION DENTRO DEL ARREGLO GENERAL DE LA PLANTA
BOMBA	P-1	CENTRIFUGA SELLO HIDRAULICO 150-HP	460 VOLTS 3 FASES” 60 HERTZ ACERO INOXIDABLE. 1400 LITROS/MIN.	10 AÑOS.	3 AÑOS	AREA DE SULFONACION

V.7 Condiciones de operación.

Anexar los diagramas de flujo, indicando la siguiente información:

V.7.1 Balance de materia.

V.7.2 Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

V.7.3 Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

- V.8 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).
- V.9 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

- VI.1 Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención.
- VI.2 Con base en los DTI's de la ingeniería de detalle, identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP); Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) con Arbol de Eventos; Arbol de Fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente.

Bajo el mismo contexto, deberá indicar los criterios de selección de la(s) metodología(s) utilizadas para la identificación de riesgos; asimismo, anexar el o los procedimientos y la(s) memoria(s) descriptiva(s) de la(s) metodología(s) empleada(s).

En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s), deberán considerarse todos los aspectos de riesgo de cada una de las áreas que conforman la instalación.

Para la jerarquización de Riesgos se podrá utilizar: Matriz de Riesgos, metodologías cuantitativas de identificación de riesgos, o bien, aplicar criterios de peligrosidad de los materiales en función de los volúmenes, condiciones de operación y/o características CRETI o algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización.

- VI.3 Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo identificados en el punto VI.2, e incluir la memoria de cálculo para la determinación de los gastos, volúmenes y tiempos de fuga utilizados en las simulaciones, debiendo

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN
CHETUMAL, Q.ROO.**

justificar y sustentar todos y cada uno de los datos empleados en dichas determinaciones.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, deberá utilizar los criterios que se indican a continuación:

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

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

NOTAS: 1) En modelaciones por toxicidad, deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, deberá utilizarse Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.

2) Para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

- VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.
- VI.6 Indicar claramente las recomendaciones técnico operativas resultantes de la aplicación de la(s) metodología(s) para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.
- VI.7 Presentar reporte del resultado de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación, anexando en su caso, el programa calendarizado para el cumplimiento de las recomendaciones resultantes de la misma.

Los aspectos que deberán considerarse en la Auditoría son, entre otros:

- La revisión de normas y especificaciones de diseño y construcción de los equipos e instalaciones (vías de acceso y maniobra, tanques de almacenamiento, capacidad de bombeo, etc.).
- La existencia y aplicación de procedimientos y programas, para garantizar la adecuada operación y mantenimiento de las instalaciones (Manuales con procedimientos de operación para cada área de la planta, paro, arranque y emergencias, mantenimiento preventivo, etc.).
- La implementación de los sistemas de identificación y codificación de los equipos (Identificación de tuberías, tanques, unidades de transporte de la planta, etc.).
- 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.).
- Programas de revisión de los diversos sistemas de seguridad, así como los programas de la calibración de la instrumentación y elementos de control (válvulas de seguridad, disparo y alarmas, etc.).
- Disposición del equipo necesario de protección personal y de primeros auxilios.
- Disposición de los residuos industriales generados dentro de sus instalaciones.

Cabe señalar, que deberá poner especial énfasis en aquellas áreas que resultaron ser las de mayor riesgo, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgo.

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN
CHETUMAL, Q.ROO.**

- VI.8 Describir a detalle las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta o contará la instalación, consideradas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

- VI.9 Indicar las medidas preventivas o programas de contingencias que se aplicarán, durante la operación normal de la instalación, para evitar el deterioro del medio ambiente (sistemas anticontaminantes), incluidas aquellas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.

Para cualquier aclaración, duda y/o comentario con respecto a este trámite, sírvase llamar al sistema de Atención Telefónica a la Ciudadanía (SACTEL) a los teléfonos 5480 2000 en el D.F. y área metropolitana, del interior de la república sin costo para el usuario al 01800 0014800 o desde Estados Unidos y Canadá al 1888 5943372 o directamente al Centro Integral de Servicios a los teléfonos 5624-3442 o 5624-3495.

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN
CHETUMAL, Q.ROO.**

ANEXO NO. 1



Hoja General de Registro

**HOJA GENERAL DE REGISTRO PARA LOS TRÁMITES DE LA DIRECCIÓN GENERAL
DE GESTIÓN INTEGRAL DE MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS
SISTEMA AUTOMATIZADO DE TRÁMITES**

PARA SER LLENADO POR LA SEMARNAT	
1) SOLICITUD NÚMERO: 	2) NÚMERO DE REGISTRO AMBIENTAL: (Si cuenta con este número presentar la Constancia de Registro)
3) RECIBIDO POR: <hr style="width: 30%; margin-left: auto; margin-right: auto;"/> <p align="center">Nombre y firma</p>	<p align="center">(Sello con fecha de recibido)</p>
4) ENVIAR A:	
Residuos Peligrosos ()	Riesgo Ambiental ()

En cumplimiento de los Artículos 1º, 5º, Fracciones VI, 28, 30, 109 bis, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 151 bis, 152, 153 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA); y los Artículos 3, 4, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, y 60 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Residuos Peligrosos; la Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNAT-1993; así como los Acuerdos por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con Fundamento en lo dispuesto por los artículos 5º fracción X y 146º de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27º fracción XXXII y 37º fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Expiden el Primer y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, la empresa que represento proporciona a esa dependencia la siguiente información para solicitar se le expida:

RESOLUCIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO

PARA SER LLENADO POR EL SOLICITANTE	
5) NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 10px 0;"/>	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 10px 0;"/> <p style="text-align: center;">Nombre y firma del representante legal</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 10px 0;"/>
<p style="text-align: center;">Declaramos que la información contenida en esta solicitud y sus anexos es fidedigna y que puede ser verificada por la SEMARNAP, la que en caso de omisión o falsedad, podrá invalidar el trámite y/o aplicar las sanciones correspondientes.</p> <p>Lugar y fecha:</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/>	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 10px 0;"/> <p style="text-align: center;">Nombre y firma del responsable técnico</p>

1) NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA QUE SOLICITA EL TRÁMITE ³	RFC	
2) NÚMERO DE REGISTRO DEL SIEM*	3) CÁMARA A LA QUE PERTENECE, NÚMERO DE REGISTRO Y FECHA*	
4) ACTIVIDAD PRODUCTIVA PRINCIPAL DEL ESTABLECIMIENTO ⁴	CLAVE CMAP	CÓDIGO AMBIENTAL (CA) ⁵
5) DOMICILIO DEL ESTABLECIMIENTO Parque o Puerto Industrial () Especifique cual: _____ Centro Poblado () Calle: _____ No. Exterior y No. Interior o No. de Manzana y Lote: _____ Colonia: _____ Localidad (excepto D.F.): _____ Código Postal: _____ Municipio o Delegación: _____ Entidad Federativa: _____ Teléfonos: _____ Fax: _____ Correo Electrónico: _____		
6) DOMICILIO PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES (En caso de ser distinto al del establecimiento). Calle: _____ No. Exterior y No. Interior o No. de Manzana y Lote: _____ Colonia: _____ Municipio o Delegación: _____ Código Postal: _____ Entidad Federativa: _____		

³ Anexar fotostática.

⁴ Esta sección será llenada por la SEMARNAT. Presente copia fotostática simple del documento probatorio, por ejemplo, licencia estatal o municipal, documento de radicación de impuestos, alta en secretarías de estado, licencia de uso de suelo.

⁵ Esta sección será llenada por la SEMARNAT.

Teléfonos: _____ Fax: _____ Correo Electrónico: _____	
7) FECHA DE INICIO DE OPERACIÓN: ¹ Día <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mes <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Año <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
8) NÚMERO DE TRABAJADORES EQUIVALENTE ⁶ *	9) TOTAL DE HORAS SEMANALES TRABAJADAS EN PLANTA*:
Empleados: _____ Obreros: _____ Total: _____	_____

10) NÚMERO DE TRABAJADORES PROMEDIO, POR DÍA Y POR TURNO LABORADO* (Considerar un turno por cada horario diferente. No deje espacios vacíos. Si no hay información, anote NA / no aplica).

Turnos		Número de trabajadores promedio						
		L	M	M	J	V	S	D
No.	Horario							
1								
2								
3								

11) ¿ES MAQUILADORA DE RÉGIMEN DE IMPORTACIÓN TEMPORAL?* Si () No ()	12) ¿PERTENECE A UNA CORPORACIÓN?* Si () No () Indique cual: _____
13) PARTICIPACIÓN DE CAPITAL*: Sólo nacional () Mayoría nacional () Mayoría extranjero () Sólo extranjero ()	
14) NÚMERO DE EMPLEOS INDIRECTOS A GENERAR*:	15) INVERSIÓN ESTIMADA (M.N.)*:
16) NOMBRE DEL GESTOR O PROMOVENTE (Anexar carta poder en hoja membretada del establecimiento industrial y firmada por su representante legal)	
	RFC

Logotipo de la empresa

[NOMBRE DE LA EMPRESA]

México D.F., a XX de XXXX del 20XX

⁶ Es el número que resulta de dividir entre 2000 el total de horas trabajadas anualmente, considerando por separado empleados y obreros, para luego sumar el total.

* Esta información es opcional para el particular.

En caso de presentar **Estudio de Riesgo deberá anexarse una hoja membretada, de la empresa encargada de la elaboración del estudio. En la cual se deberá señalar el nombre de la misma, su domicilio, el nombre del responsable de la elaboración del estudio, su puesto y firma.

[NOMBRE DEL DIRECTOR GENERAL DE GESTIÓN INTEGRAL DE MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS]

Director General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas.

Por medio de la presente, la empresa **[NOMBRE DE LA EMPRESA QUE ELABORÓ EL ESTUDIO]**, ubicada en **[DOMICILIO PARA OIR Y RECIBIR NOTIFICACIONES DE LA EMPRESA]**, hace constar que el presente estudio fue elaborado bajo la responsabilidad DE **[NOMBRE DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO]**, quien atiende el puesto de **[NOMBRE DEL PUESTO]**, siguiendo los lineamientos establecidos en la *Guía para la Elaboración de Estudios de Riesgo Ambiental (Instalaciones en operación) Nivel XX*, emitida por la Dirección General a su cargo.

Atentamente,

[Nombre y firma del representante legal de la empresa]

[Nombre y firma del responsable de estudio]

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES

NOMBRE DE LA EMPRESA:			
FECHA DE ELABORACION:		FECHA DE REVISION:	
SECCION I: DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA SUSTANCIA QUIMICA			
1.- NOMBRE DEL FABRICANTE O IMPORTADOR:		2.-EN CASO DE EMERGENCIA COMUNICARSE A:	
		TELEFONO:	
		FAX:	
3.- DOMICILIO COMPLETO:			
CALLE	No. EXT.	COLONIA	C.P.
DELEG/MUNICIPIO	LOCALIDAD O POBLACION	ENTIDAD FEDERATIVA	

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

SECCION II: DATOS GENERALES DE LA SUSTANCIA QUIMICA			
1. NOMBRE COMERCIAL	2.- NOMBRE QUIMICO		
3.- PESO MOLECULAR	4.- FAMILIA QUIMICA		
5.- SINONIMOS	6.- OTROS DATOS		
SECCION III: COMPONENTES RIESGOSOS			
1.- % Y NOMBRE DE LOS COMPONENTES	2.- No. CAS	3.- No. DE LA ONU	4.- CANCERIGENOS O TERATOGENICOS
5.- LIMITE MAXIMO PERMISIBLE DE CONCENTRACION	6.-IDLH/IPVS (ppm)	7.- GRADO DE RIESGO:	
		7.1 SALUD	7.2 INFLAMABILIDAD
SECCION IV: PROPIEDADES FISICAS			
1.- TEMPERATURA DE FUSION (°C)	2.- TEMPERATURA DE EBULLICIÓN (°C)		
3.- PRESION DE VAPOR, (mmHg a 20 °C)	4.- DENSIDAD RELATIVA SOLIDOS Y LIQUIDOS (AGUA=1.00 a 4°C) GASES Y VAPORES (AIRE=1.00 a C.N.)		
5.- DENSIDAD RELATIVA DE VAPOR (AIRE = 1.00 a C.N)	6.- SOLUBILIDAD EN AGUA (g/100ml).		

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

7.- REACTIVIDAD EN AGUA:			8.- ESTADO FISICO, COLOR Y OLOR:		
9.- VELOCIDAD DE EVAPORACION (BUTIL ACETATO = 1):			10.- PUNTO DE INFLAMACION (°C)		
11.- TEMPERATURA DE AUTOIGNICION (°C):			12.- PORCIENTO DE VOLATILIDAD		
13.- LIMITES DE INFLAMABILIDAD (%):					
INFERIOR:			SUPERIOR:		
SECCION V: RIESGOS DE FUEGO O EXPLOSION					
1.- MEDIO DE EXTINCIÓN:					
NIEBLA DE AGUA:	ESPUMA:	HALON:	CO ₂	POLVO QUIMICO SECO:	OTROS:
2.- EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION (GENERAL) PARA COMBATE DE INCENDIO:					
3.- PROCEDIMIENTO ESPECIAL DE COMBATE DE INCENDIO:					
4.- CONDICIONES QUE CONDUCEN A UN PELIGRO DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES:					
5.- PRODUCTOS DE LA COMBUSTION:					
SECCION VI: DATOS DE RECTIVIDAD					
1.- SUSTANCIA			2.- CONDICIONES A EVITAR:		

**ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS
L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.**

ESTABLE		INESTABLE	
3.- INCOMPATIBILIDAD (SUSTANCIAS A EVITAR):			
4.- DESCOMPOSICION DE COMPONENTES PELIGROSOS:			
5.- POLIMERIZACION PELIGROSA:		6.- CONDICIONES A EVITAR:	
PUEDE OCURRIR		NO PUEDE OCURRIR	
SECCION VII: RIESGOS PARA LA SALUD			
VIAS DE ENTRADA		SINTOMAS DEL LESIONADO	PRIMEROS AUXILIOS
1.- INGESTION ACCIDENTAL			
2.- CONTACTO CON LOS OJOS			
3.- CONTACTO CON LA PIEL			
4.- ABSORCION			
5.- INHALACION			
6.- SUSTANCIA QUIMICA CONSIDERADA COMO CANCERIGENA (SEGUN NORMATIVIDAD DE LA STPS Y SSA):			
STPS SI _____ NO _____ SSA SI _____ NO _____ OTROS. ESPECIFICAR			
SECCION VIII: INDICACIONES EN CASO DE FUGA O DERRAMES:			

SECCION IX: EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL

1.- ESPECIFICAR TIPO:

2.- VENTILACION:

SECCION X: INFORMACION SOBRE TRANSPORTACION (DE ACUERDO CON LA REGLAMENTACION DE TRANSPORTE):

SECCION XI: INFORMACION ECOLOGICA (DE ACUERDO CON LAS REGLAMENTACIONES ECOLOGICAS)

SECCION XII: PRECAUCIONES ESPECIALES

1.- DE MANEJO Y ALMACENAMIENTO:

2.- OTRAS:

CAPÍTULO 11

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- American Institute of Chemical Engineers. (1992). *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures*. - (Vol. Second Edition). New York, N.Y, USA: Center for Chemical Process Safety. Retrieved Abril 24, 2013
- BARBERA, J. (1998). *Accidentes Químicos: aspectos reativos a la salud*. PARIS, FRANCIA.
- Barbes Macias., M. D. (2004, 01 18). Gas Natural y Lp. 3-5. (J. J. Morín, Interviewer) El consumidor. Retrieved Noviembre 10, 2014, from http://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos_04/gasnatylyp_ene_04.pdf
- Casal J., H. M. (1999). *Análisis del Riesgo en Instalaciones Industriales*. Edición UPC. : Barcelona, España.
- CENAPRED. (2014, 01 01). *Cenapred.gob.mx*. Retrieved Abril 16, 2015, from <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/137-GUAPRACTICASOBRERIESGOSQUMICOS.PDF>
- Comisión Nacional del Agua. (2010). *Calidad del Agua*. México: S/E. Retrieved Diciembre 27, 2013
- Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral. (2000, Diciembre 7). *asinom.stps.gob.mx*. Retrieved Agosto 28, 2013, from <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/nom/10.pdf>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (2005).
- Contribucion de la OIT al Programa Internacional PNUMA/OIT/OMS de Seguridad en las Sustancias Químicas (IPCS). (1998). *Control de Riesgos de Accidentes Mayores*. México, D.F.: Alfaomega.
- Dario Oficial de la Federación. (1992, Mayo 4). *Dof.gob.mx*. Retrieved Septiembre 3, 2014, from <http://tramites.semarnat.gob.mx/Doctos/DGGIMAR/Guia/07-008/primerlaar.pdf>
- Diario Oficial de la Federación. (2014, Noviembre 28). *Dof.gob.mx*. Retrieved octubre 25, 2015, from http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5372639&fecha=28/11/2014
- Dinámica Heurística. (2010). *SCRI - HAZOP, Análisis de Riesgos y Operabilidad de los Procesos*. México, DF. Retrieved Septiembre 10, 2015
- Espinoza Avalos, J., & Iseble, G. A. (2014, Diciembre 8). *Ecosur-qroo.mx*. (H. A. Hernández Arana, Ed.) Retrieved Septiembre 2, 2015, from <http://www.ecosur-qroo.mx/img/files/libbahia.pdf>
- Gas Imperial. (2011, Abril 13). *Sinat.semarnat.gob.mx*. Retrieved Agosto 5, 2015, from <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/qroo/estudios/2011/23QR2011G0017.pdf>

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

- H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco. (2010). *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*. Chetumal: S/E. Retrieved Enero 10, 2015, from <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM23quintanaroo/municipios/23004a.html>
- INEGI. (2012, Febrero 11). *Inegi.org.mx*. Retrieved Mayo 17, 2014, from http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/guias-carto/geolo/Geoll.pdf
- Ley Federal del Trabajo. (2006, Noviembre 30). *Stps*. Retrieved Agosto 10, 2013, from http://www.stps.gob.mx/bp/micrositios/reforma_laboral/archivos/Noviembre.%20Ley%20Federal%20del%20Trabajo%20Actualizada.pdf
- Ley General de la Salud. (2007, Septiembre 19). *Salud.gob.mx*. Retrieved Agosto 26, 2013, from http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/legis/lgs/LEY_GENERAL_DE_SALUD.pdf
- Ley General de Protección Civil. (2012, Junio 6). *Diputados.gob.mx*. Retrieved Agosto 26, 2013, from http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPC_030614.pdf
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. (2007, Agosto 11). *Profepa.gob.mx*. Retrieved Junio 19, 2013, from http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1157/1/reglamento_de_la_lgeepa_en_materia_de_preencion_y_control_de_la_contaminacion_de_la_atmosfera.pdf
- Oficina Internaonal del Trabajo Ginebra. (1990). *Control de Riesgos de Accidentes Mayores*. México, D.F.: Alfaomega. Retrieved enero 17, 2014
- OSINER. (2011, 06 21). *Osiner.gob*. Retrieved Diciembre 18, 2014, from http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/Foro_Hidrocarburos_Cusco_2011/3.%20SEGURIDAD%20EN%20INSTALACIONES%20DE%20GLP-ING.PEDRO%20ORDAYA%201.pdf
- Petróleos de México. (2011). *Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas - Gas Lp*. México: S/E. Retrieved Octubre 15, 2012, from http://www.gas.pemex.com.mx/NR/rdonlyres/1D3E1128-E8A5-4CD1-B04C-DBC7CEFC0592/0/msdsgasnatural_02.pdf
- PNUMA. (1988). *Concientizacion y preparacion para emergencias a nivel local; un proceso para responder a los accidentes tecnológicos*. Francia: APELL. Retrieved Diciembre 10, 2012
- PROFECO. (2014, 12 08). *Profeco.gob*. Retrieved from http://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos_04/gasnatylp_ene_04.pdf
- Protección Civil de Cordoba. (S/F, S/F S/F). *Sistemamid.com*. Retrieved Julio 28, 2015, from <http://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/184/1243/1249/1253/7587.pdf>
- Reglamento de Gas Licuado de Petróleo. (2007, Diciembre 5). *Profeco.gob.mx*. Retrieved Agosto 27, 2013, from http://www.profeco.gob.mx/juridico/pdf/r_gas.pdf

ESTUDIO DE RIESGO EN INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS L.P. EN CHETUMAL, Q.ROO.

- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (2006, Noviembre 30). *Profepa.gob.mx*. Retrieved Agosto 2, 2013, from http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1162/1/reglamento_de_la_ley_general_para_la_prevencion_y_gestion_in.pdf
- Reglamento de la Ley General para la Previsión y Gestión Integral de los Residuos. (2006, Noviembre 30). *Profepa.gob.mx*. Retrieved Agosto 2, 2013, from http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/4140/1/reg_lgpgir.pdf
- Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo. (1997, Enero 21). *Dof.gob.mx*. Retrieved Agosto 23, 2013, from http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4864856&fecha=21/01/1997
- Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. (2003, Abril 7). *Sct.gob.mx*. Retrieved Julio 20, 2013, from http://www.sct.gob.mx/fileadmin/_migrated/content_uploads/7_Reglamento_para_el_Transporte_Terrestre_de_Materiales_y_Residuos_Peligrosos.pdf
- Sánchez M., A., & Mendoza S., M. (2014, Mayo 11). La Energía y la Protección Civil: La Regulación de la Seguridad de las Plantas de Gas L.P. en México. *AMICUS CURIAE*(5), 1-3. Retrieved Septiembre 04, 2015
- Sánchez Medrano, A. G. (2008). *Estudio de Riesgo para Sistemas de Desinfección de Agua a Base de Cloro Gas*. Chetumal., Quintana Roo, México: Tesis. Retrieved Octubre 25, 2015
- SEMARNAT. (2015, Enero 15). *Tramites.semarnat.gob.mx*. Retrieved Septiembre 14, 2015, from http://tramites.semarnat.gob.mx/Doctos/DGGIMAR/Guia/guia_estudio_riesgo.pdf
- SENER. (2015, 09 20). *Energia.gob*. Retrieved from <http://www.energia.gob.mx/portal/Default.aspx?id=983>
- Servicio Sismológico Nacional. (2010). *Regiones Sísmicas en México*. México: UNAM. Retrieved Diciembre 12, 2014, from http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/region_sismica_mx.jsp
- Yagüe G, R. (2009, Julio 29). <http://itzamna.bnct.ipn.mx>. (I. P. Nacional, Ed.) Retrieved Agosto 22, 2014, from <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/8135/1/SEPRESID.pdf>