BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.

2020

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL II
ANÁLISIS DE RIESGO



"OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

Camino de Moyoapán Parcela 26, No. 300, localidad de Buena Vista, Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

Capítulo I

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I 1
ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO. 1
I.1. Susceptibilidad de la Zona a fenómenos naturales. 1
I.1.1 Riesgos Geológicos. 1
I.1.2 Riesgos Hidrometeorológicos. (Intemperismo severos). 24
I.2. Bases de Diseño 36
Usos de Suelo identificados in situ en un radio de 2,000 m 37
A. Proyecto Civil 40
B. Proyecto Mecánico. 44
C. Proyecto Eléctrico. 49
D. Proyecto Contraincendio. 53
MEDIDAS PREVENTIVAS. 58
I.3 Operación y Mantenimiento. 63
1. Recepción de Gas L.P. 65
2. Almacenamiento de Gas L.P. 65
3. Trasiego del Gas L.P. 66
I.3.1 Hojas de seguridad 69
I.3.2 Almacenamiento. 70
I.3.3 Equipos de proceso y auxiliares 74
I.3.4 Pruebas de verificación. 76
I.4 Condiciones de Operación. 80
I.4.1 Temperaturas y Presiones de diseño y operación. 80
I.4.2. Estado físico de las diversas corrientes del proceso. 80
I.4.3 Características del régimen operativo de la instalación (continuo, intermitente o por lotes). 81
I.4.4 Diagramas de tubería e instrumentación (DTI´S) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente. 81
I.4.5 Especificación del cuarto de control. 81
I.4.6 Sistemas de aislamiento. 81
I.5 Análisis y Evaluación de Riesgos. 82
I.5.1. Antecedentes de incidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o similares. 82
I.5.2 Clasificación de los accidentes. 84
I.5.3 Metodologías de identificación y jerarquización 87
I.5.3.1 Identificación de Riesgos asociados al almacenamiento y trasiego de Gas L.P. 88
I.5.3.2 HazOp (Hazard and Operability Analisys). 95
I.5.4 Análisis cualitativo de la magnitud de los riesgos. 108
I.5.4.1 Matriz de jerarquización de riesgos. 108
I.5.4.2 Jerarquización de Riesgos 113
I.6 Resultados de la aplicación de las metodologías. 120
1.6.1 Recomendaciones Técnicos operativas. 133

Indice De Figuras

Fig. 1 Ubicación del sitio del proyecto con respectos al nivel de peligrosidad por el volcán Pico de Orizaba.....4
Fig. 2 Ubicación del proyecto con respecto al mapa de peligros del volcán Citlaltépetl. 5
Fig. 3 Ubicación del proyecto con respecto a la distribución de avalanchas y flujo de lodos gigantes en los últimos 250,000 años. 6
Fig. 4 Ubicación del proyecto con respecto a las zonas de potencial afectación por caída de cenizas. 7
Fig. 5 Ubicación del proyecto con respecto de la Regionalización Sísmica CFE 1993 9
Fig. 6 Ubicación del proyecto con respecto de la Regionalización Sísmica CFE 2015 9
Fig. 7 Ubicación del sitio del proyecto con respectos a la Zona sísmica, Atlas de Riesgo Municipal. 10
Fig. 8 Ubicación del sitio del proyecto con respectos a la Zona sísmica, Regionalización Sísmica del Municipio.....12
Fig. 9 Ubicación del sitio del proyecto con respectos a los epicentros de los sismos registrados para el estado de Veracruz en 2014. 13
Fig. 10 Ubicación del sitio del proyecto con respectos a los epicentros de los sismos registrados para el estado de Veracruz en 2017. 14
Fig. 11. Ubicación del sitio del proyecto con respecto a deslizamiento de laderas Atlas de Riesgo Municipal.....17
Fig. 12. Ubicación del sitio del proyecto con respecto de la intensidad de fracturamientos Atlas de Riesgo Municipal. .. 19
Fig. 13. Ubicación del sitio del proyecto con respecto a la litología Atlas de Riesgo Municipal.....21
Fig. 14. Ubicación del sitio del proyecto con respecto riesgos por erosión Atlas de Riesgo Municipal. 23
Fig. 15. Ubicación del sitio del proyecto con respecto de las temperaturas mínimas Atlas de Riesgo Municipal. 26
Fig. 16. Ubicación del sitio del proyecto con respecto de las temperaturas máximas Atlas de Riesgo Municipal. 27
Fig. 17 Ubicación del sitio del proyecto con respecto del Grado de sequía meteorológica Atlas de Riesgo Municipal. 29
Fig. 18 Ubicación del sitio del proyecto con respecto riesgos por granizadas Atlas de Riesgo Municipal. 31
Fig. 19 Ubicación del sitio del proyecto con respecto riesgos por ciclones tropicales Atlas de Riesgo Municipal.....33
Fig. 20. Puntos de interés dentro del Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento por Radiación Térmica. 39
Fig. 21 Detalle de armado de la estructura y cimentaciones de las bases de sustentación.....42
Fig. 22 Distribución de las áreas en donde se manejará el Gas L.P., representación gráfica en sitio. 72
Fig. 23 Ubicación de los accesorios del tanque. 73
Fig. 24 Diagrama de la Técnica del Análisis HAZOP 96
Fig. 26 Detalle del Nodo 1 seleccionado. 103
Fig. 27 Detalle del Nodo 2 seleccionado 104
Fig. 28 Detalle del Nodo 3 seleccionado 105
Fig. 29 Detalle del Nodo 4 seleccionado. 106
Fig. 30 Puntos de interés dentro de los radios de potenciales afectaciones a la salud humana. Plano 1 de 2 116
Fig. 31 Puntos de interés o de los radios de potenciales afectaciones a la salud humana. Plano 2 de 2..... 117

Indice De Tablas

Tabla 1. Relación De Distancias Mínimas.....43
Tabla 2. Características Del Tanque.....45
Tabla 3 Características De La Bomba.....46
Tabla 4 Características De La Compresora.....46
Tabla 5 Rótulos De Seguridad. 58
Tabla 6 Equipos De Seguridad En El Tanque De Almacenamiento. 60
Tabla 7 Listado De Sustancias Por Tipo De Riesgo Mayor Y Características De Peligrosidad.....70
Tabla 8 Características Del Tanque.....71
Tabla 9 Características De Las Bombas.....74
Tabla 10 Características Del Compresor. 75
Tabla 11 Resumen De Los Equipos. 75
Tabla 12 Condiciones De Operación De Los Distintos Equipos.....80
Tabla 13 Antecedentes Históricos De Accidentes Que Involucran Gas L.P. 83
Tabla 14 Identificacion De Peligros Asociados Al Manejo De Gas L.P. En Equipos Y Maquinaria. 88
Tabla 15 Identificacion De Peligros Asociados Al Almacenamiento De Gas L.P. 88
Tabla 16 Identificacion De Peligros Asociados A Operación De Trasiego De Gas L.P. 89
Tabla 17 Riesgos Potenciales Por Manejo De Sustancias Peligrosas. 90
Tabla 18 Típico De Las Metodologías De Acuerdo Con La Etapa Del Proyecto. 95
Tabla 19 Clasificación De Las Medidas De Seguridad.....97
Tabla 20 Palabras Guías A Utilizar Durante La Aplicación De La Técnica Hazop- 98
Tabla 21 Matriz De La Técnica Hazop. 100
Tabla 22 Nodos De Análisis Para La Metodología Hazop. 101
Tabla 23 Desviaciones A Analizar En El Análisis Hazop.....107
Tabla 24 Niveles Cualitativos Para La Ocurrencia De Los Eventos. 109
Tabla 25 Tabla De Consecuencias 111
Tabla 26 Índice De Riesgo. 119
Tabla 27 Resumen De Los Resultados Obtenidos De La Ponderación De Riesgos Metodología Hazop. 122
Tabla 28 Matriz Jerarquización: Resumen De Los Escenarios De Riesgos Identificados Por Severidad De Las Consecuencias. 131
Tabla 29 Áreas Susceptibles Por Riesgos De Bleve Con Bola De Fuego 132
Tabla 30 Áreas Susceptibles Por Riesgos De Fugas. 132

CAPÍTULO I.

Escenarios de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto.

Indicar los criterios de diseño y normas utilizadas para el proyecto con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos, indicando el análisis y descripción de áreas identificadas como vulnerables (Terremotos o sismicidad, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, inundaciones, vulcanología, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, entre otros).

La identificación de los riesgos potenciales asociados a fenómenos naturales del tipo geológico o hidrometeorológico a los que potencialmente pudiese estar expuesta la planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L. P., se obtuvo a partir de los datos generados en el Atlas de Riesgo de los municipios de Ixtaczoquitlán, Veracruz, la cartografía no está disponible por lo que se recurrió a la sobreposición de imágenes para determinar la ubicación del predio con respecto de las zonas de riesgo.

I.1. Susceptibilidad de la Zona a fenómenos naturales.

De acuerdo a la ubicación del predio y el Atlas de Riesgos Naturales del municipio de Ixtaczoquitlán, Veracruz, en el SA delimitado para el proyecto su vulnerabilidad a los riesgos y fenómenos naturales es conforme a lo siguiente.

I.1.1 Riesgos Geológicos.

Vulcanismo

El vulcanismo es un conjunto de fenómenos geológicos resultantes de la expulsión de materiales desde la corteza terrestre a la superficie, debido a la presión y posterior liberación por medio de fisuras en las rocas. Los fenómenos asociados a vulcanismo abarcan desde fluidos de lava, hasta caída de ceniza, incluyendo flujos piroclásticos, caída de materiales como tefra y bombas, lahares, y deslizamientos, por mencionar sólo los más representativos.

Peligros identificados por la potencial erupción del volcán y el riesgo que representan para el proyecto.

El presente análisis de los riesgos bajo los cuales podría estar expuesta la planta de distribución por la potencial erupción del volcán Pico de Orizaba considera únicamente los mapas de peligro que se han generado hasta la fecha-

De acuerdo con la ubicación del predio el volcán más cercano es el Citlaltépetl, a una distancia aprox. 29 km, mejor conocido como Pico de Orizaba que los náhuatl-hablantes de la región llaman Iztactépetl (montaña blanca como la sal), es un volcán activo, ubicado en los límites territoriales de los estados mexicanos de Puebla y Veracruz. Es la montaña más alta de México, el único del mundo que tiene lava congelada en su interior, el volcán más alto de Norteamérica con una altitud de 5747 msnm, la séptima montaña más alta del planeta por prominencia, con una altura de 4922 metros de altura.

El volcán forma parte de dos sistemas orográficos: la Cordillera Neovolcánica, que alberga a otras de las elevaciones más altas de México, como el Popocatépetl y el Iztaccíhuatl, y la Sierra Madre Oriental, que recorre a México de norte a sur desde el Río Bravo hasta el centro del estado de Veracruz generalmente siguiendo una dirección paralela al Golfo de México. Su cima está cubierta por nieve durante todo el año debido a su gran altura.

El Mapa de peligros del Volcán Citlaltépetl (Pico de Orizaba) presentado en 2001, elaborado por F. Sheridan, Carrasco N. G., Hubbard B. E., Rodríguez E. S., (incluido en el ANEXO CARTOGRAFÍA) señala tres zonas de diferente grado de peligro alrededor del volcán –tomando en cuenta la topografía, porque las barrancas canalizan los diferentes flujos de lodo o lahares y flujos piroclásticos–, representadas con tres colores:

- **ZONA ROJA: Es la de mayor peligrosidad** por ser la más próxima al cráter del Volcán. Puede ser afectada por erupciones de cualquier tipo incluidas erupciones de pequeña magnitud las cuales suelen ocurrir con mayor frecuencia.

  Esta zona se podría ver afectada por cualquier tipo de peligro volcánico, desde erupciones tranquilas de lava, caída de cenizas y bloques de roca incandescente, hasta las explosiones violentas que generan flujos de lodo compuestos de roca, tierra, hielo y agua que descienden a través de las barrancas y causes existentes. Esta zona ha sido afectada en el pasado por flujos de material volcánico incandescente con una ocurrencia promedio de 2,000 años; sin embargo, erupciones de menor magnitud han ocurrido en el pasado cada 80 años en promedio.
- **ZONA NARANJA: Es menos peligrosa que la roja**. Esta zona puede ser alcanzada por erupciones de mayor peligrosidad que ocurren con menor frecuencia. Esta zona es afectable por los mismos peligros que podrían alcanzar a la zona roja, a excepción de la caída de bloques incandescentes y flujos de lava cuya probabilidad de ocurrencia es muy baja. Esta zona ha sido afectada por flujos de material incandescente cada 4,000 años.
- **ZONA AMARILLA: indica el menor peligro.** Las erupciones de gran magnitud que podrían afectarla ocurren con muy poca frecuencia. Por ello esta zona podría ser afectada por el mismo tipo de peligros que podría afectar a la zona naranja; sin embargo, los flujos de material incandescente que han afectado a esta zona, han ocurrido, en intervalos de ocurrencia que fluctúan alrededor de 9,000 años.

De acuerdo a la revisión de los mapas de peligros elaborados por diversas instituciones entre ellas la Universidad Nacional Autónoma de Mexico (UNAM) con los Institutos de Geología, Geografía y Geofísica señalan que predio en donde se instaló el tanque de almacenamiento y el muelle de Llenado se ubica **en la ZONA AMARILLA: CONSIDERADA LA MENOS PELIGROSA, además de encontrarse fuera de los límites del polígono de distribución de depósitos de derrumbes (avalanchas), y flujo de lodos ocurridos durante los últimos 250,000 años.**

En conclusión, podemos señalar que el predio en donde se encuentra el tanque de almacenamiento y el muelle de llenado se encuentra en una zona identificada de mediana peligrosidad; siendo la caída de cenizas el fenómeno al que se vería expuesto con mayor probabilidad.

Como "menos peligrosas y riesgo medio por sismo; los epicentros registrados en el año 2014 y 2017 también indican que se encuentra alejado de la región en la que se han registrado los últimos sismos en el estado de Veracruz, el diseño de las bases de sustentación considera el diseño por sismo de acuerdo a la región sísmica en donde se ubica el predio.

Fig. 1 Ubicación del sitio del proyecto con respectos al nivel de peligrosidad por el volcán Pico de Orizaba.

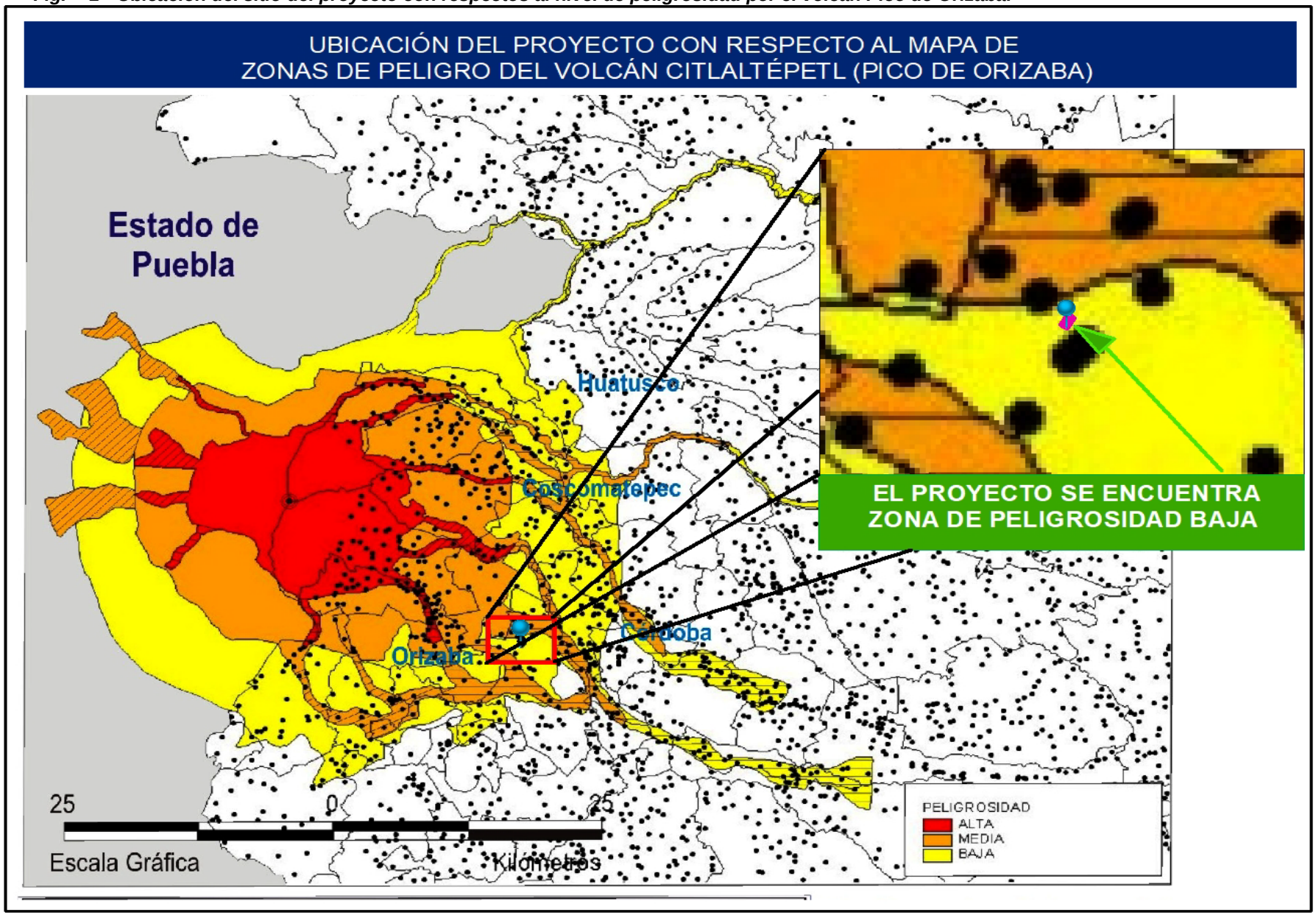


Fig. 2 Ubicación del proyecto con respecto al mapa de peligros del volcán Citlaltépetl.

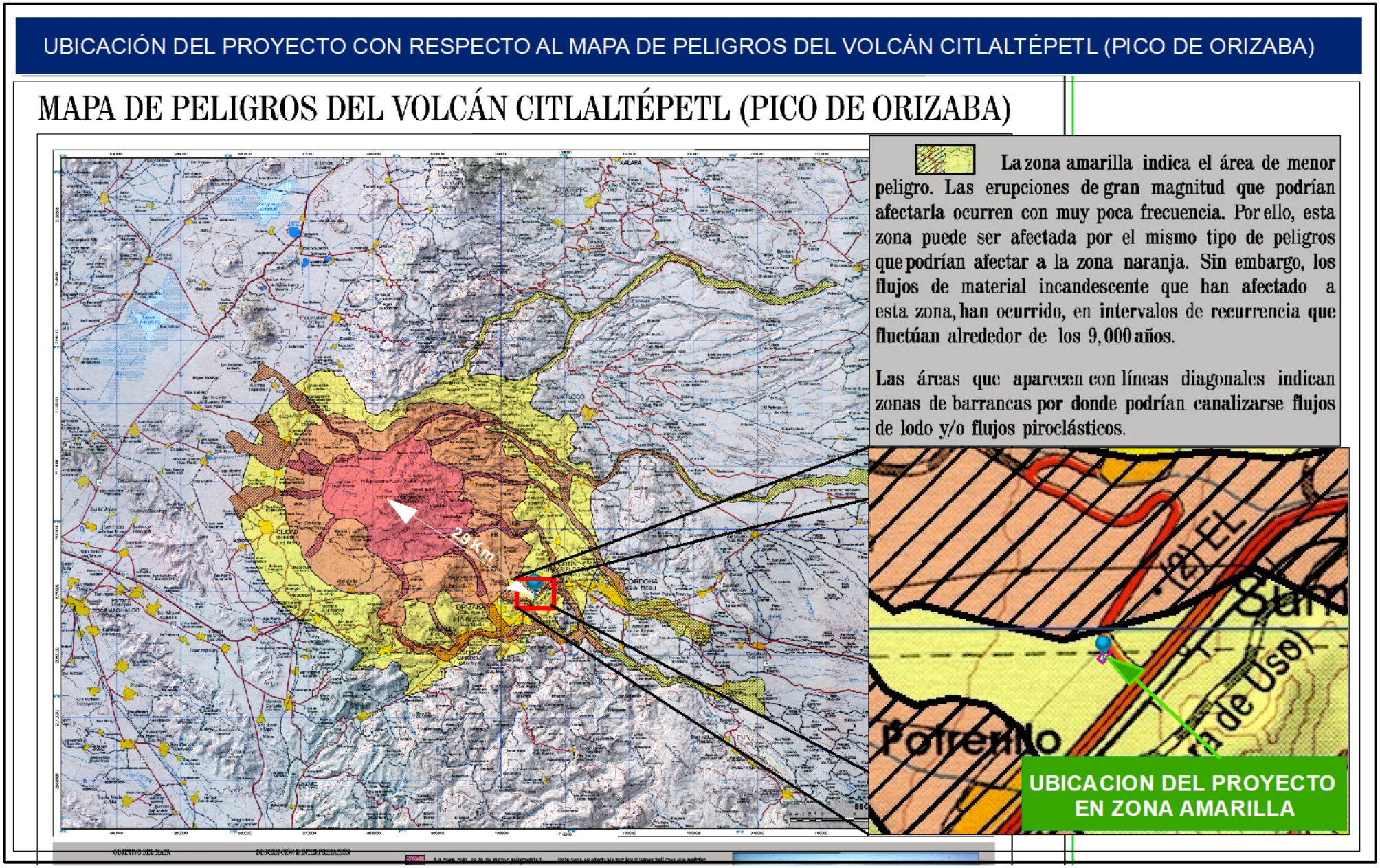


Fig. 3 Ubicación del proyecto con respecto a la distribución de avalanchas y flujo de lodos gigantes en los últimos 250,000 años.

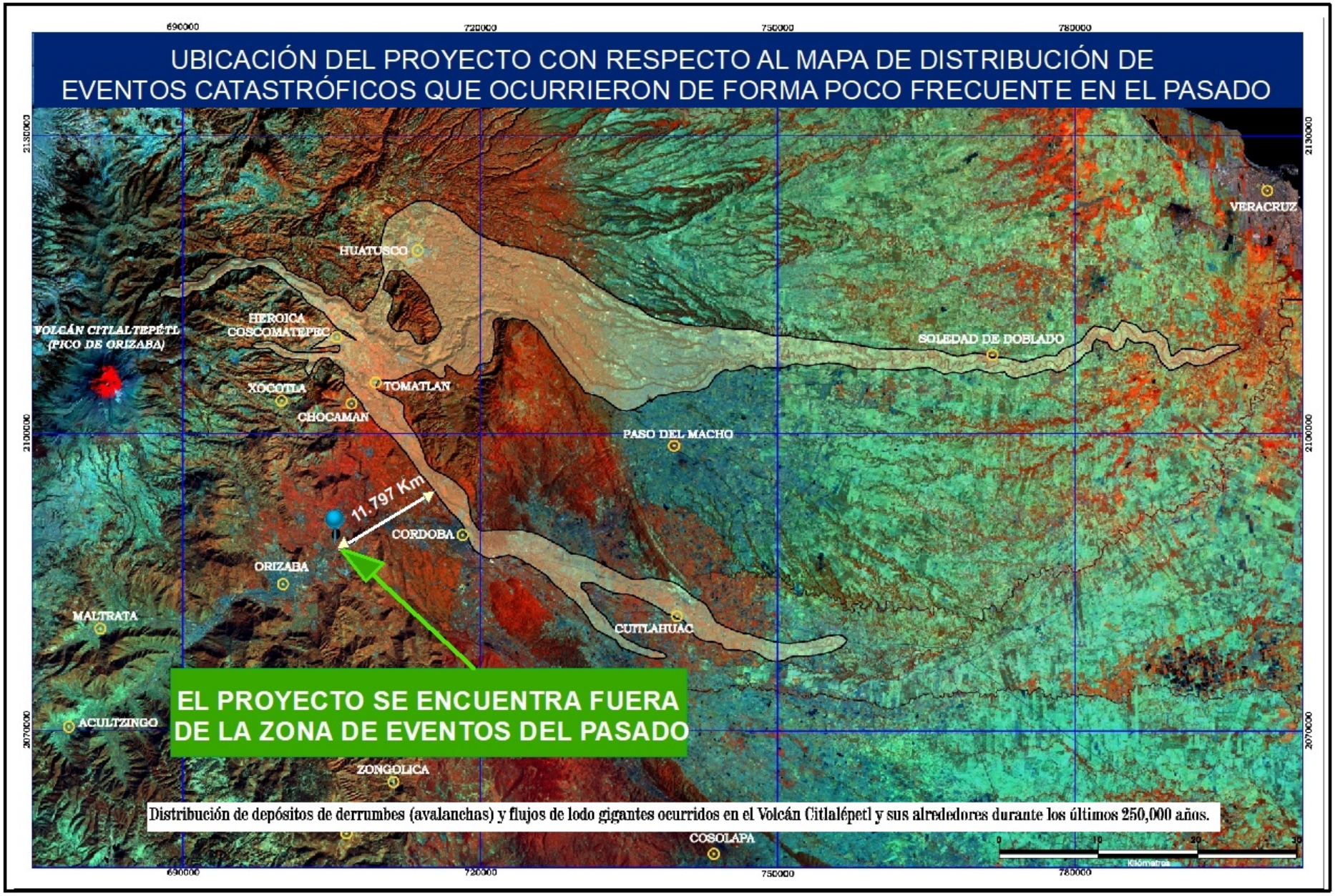
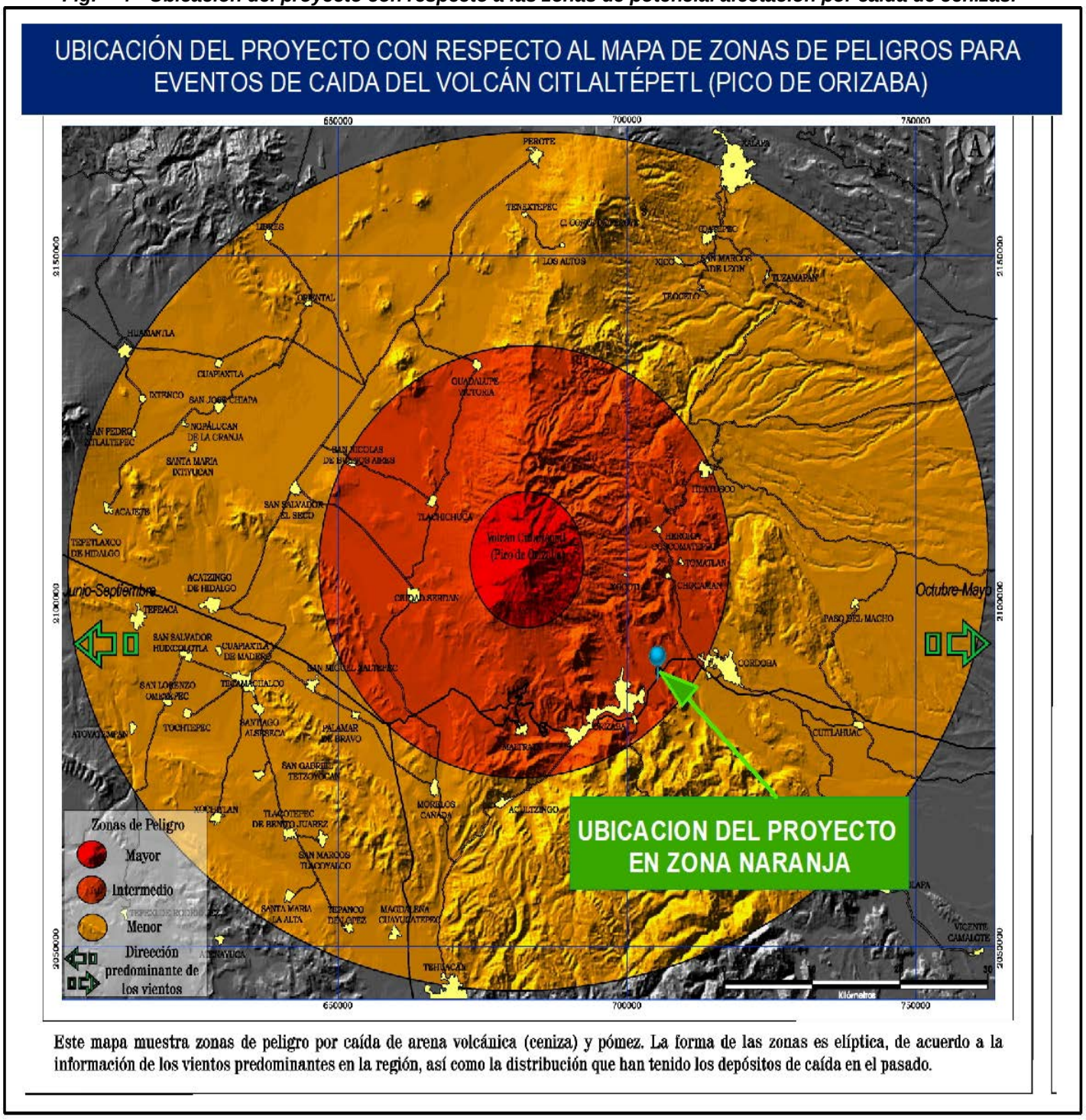


Fig. 4 Ubicación del proyecto con respecto a las zonas de potencial afectación por caída de cenizas.



Este mapa muestra zonas de peligro por caída de arena volcánica (ceniza) y pómez. La forma de las zonas es elíptica, de acuerdo a la información de los vientos predominantes en la región, así como la distribución que han tenido los depósitos de caída en el pasado.

Sismicidad.

La sismicidad es uno de los peligros derivados de la dinámica interna de la Tierra que ha estado presente en la historia geológica de nuestro planeta, y que seguramente continuará manifestándose de manera similar a lo observado en el pasado (CENAPRED, 2006).

La República Mexicana está situada en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, enclavada dentro del área conocida como el Cinturón Circumpacífico donde se concentra la mayor actividad sísmica del planeta. La alta sismicidad en el país es debido principalmente a la interacción entre las placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la del Caribe, así como a fallas locales que corren a lo largo de varios estados, aunque estas últimas menos peligrosas. La Placa Norteamericana se separa de la del Pacífico, pero roza con la del Caribe y choca contra las de Rivera y Cocos, de aquí la incidencia de sismos.

Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco son los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico frente a estos estados, también por esta misma acción son afectados los estados de Veracruz, Tlaxcala, Morelos, Puebla, Nuevo León, Sonora, Baja California, Baja California Sur y el Distrito Federal.

Otra división del país está dada por Regiones Sísmicas, Penisísmicas y Asísmicas. Las Zonas sísmicas están localizadas al sur y suroeste de la República, abarca los estados de México, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, sur de Veracruz, Chiapas, Jalisco, Puebla y Distrito Federal; las Zonas Penisísmicas abarcan la Sierra Madre Occidental, las llanuras de Sonora, Sinaloa, Nayarit, así como la región transversal que va del sur de Durango al centro de Veracruz y, las Zonas Asísmicas se sitúan en la parte norte y noreste de México, en casi toda la península de Baja California y en la península de Yucatán.

Los reportes históricos de la actividad sísmica en Veracruz, se remontan al período comprendido entre los siglos XVI y XIX, en los que hay datos imprecisos de la ocurrencia de temblores, particularmente en la ciudad de Xalapa y sus alrededores. Por lo general, los daños se refieren a afectaciones en conventos o iglesias. Durante el siglo XX, en la época instrumental de la sismología, se registraron varios sismos de consecuencias catastróficas. Entre los más importantes están los ocurridos el 3 de enero de 1920, conocido como el temblor de Xalapa (Comisiones del Instituto Geológico de México, 1922), y el del 28 de agosto de 1973, conocido como el temblor de Orizaba. Hasta antes del terremoto de 1985 de la ciudad de México, estos dos sismos eran los causantes del mayor número de víctimas y daños en el país.

En el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFEIIE, 1993), Capítulo Diseño por Sismo, se encuentra publicado el mapa de Regionalización Sísmica de la República Mexicana; clasificándola en cuatro zonas sísmicas: A, B, C y D, las cuales representan un nivel, creciente de peligro. Esta clasificación del territorio permite conocer, **en términos generales**, el nivel de peligro sísmico que ·tiene un área determinada y se emplea en los reglamentos de construcción para fijar los requisitos mínimos que deben seguir los proyectistas, diseñadores y constructores en las edificaciones y otras obras civiles, de tal manera que éstas resulten suficientemente seguras ante los efectos producidos por un sismo

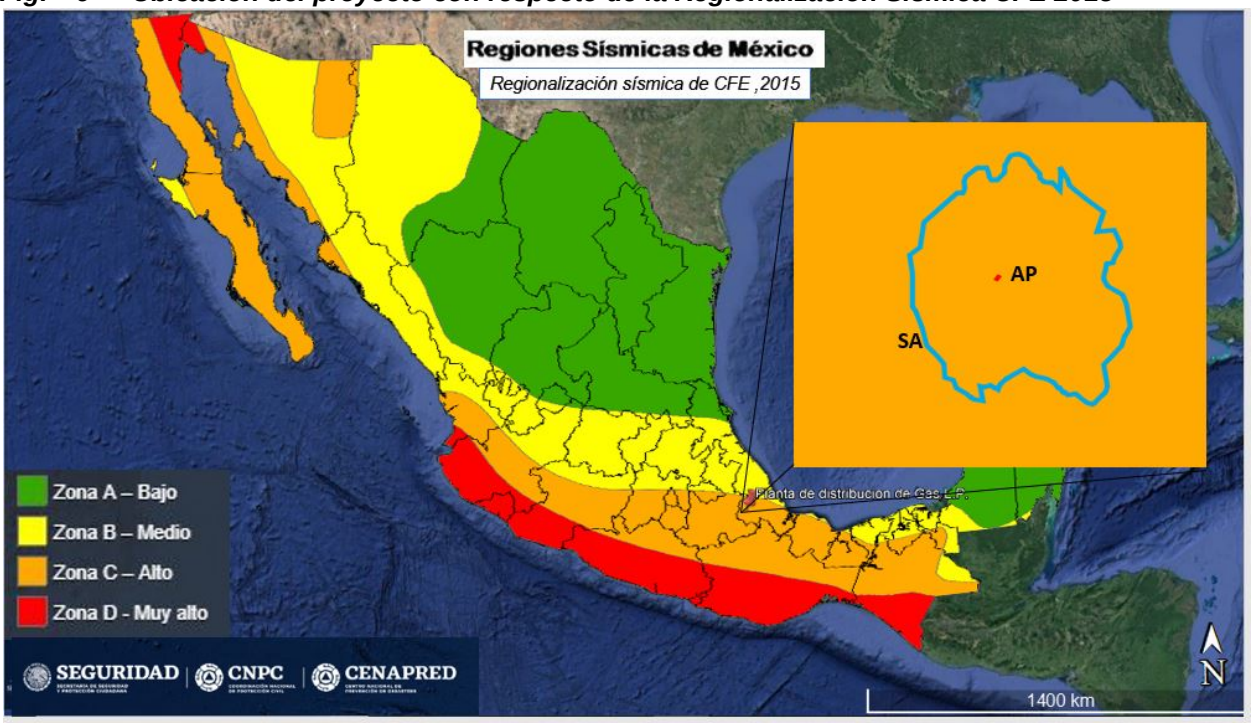
De acuerdo esta regionalización tenemos que el predio en donde se instaló el tanque se ubicaba en una zona de riesgo medio por sismicidad.

Fig. 5 Ubicación del proyecto con respecto de la Regionalización Sísmica CFE 1993



En el año 2015 la CFE publico la nueva regionalización sísmica para la república mexicana, bajo la cual la planta se ubica en una región de alta sismicidad.

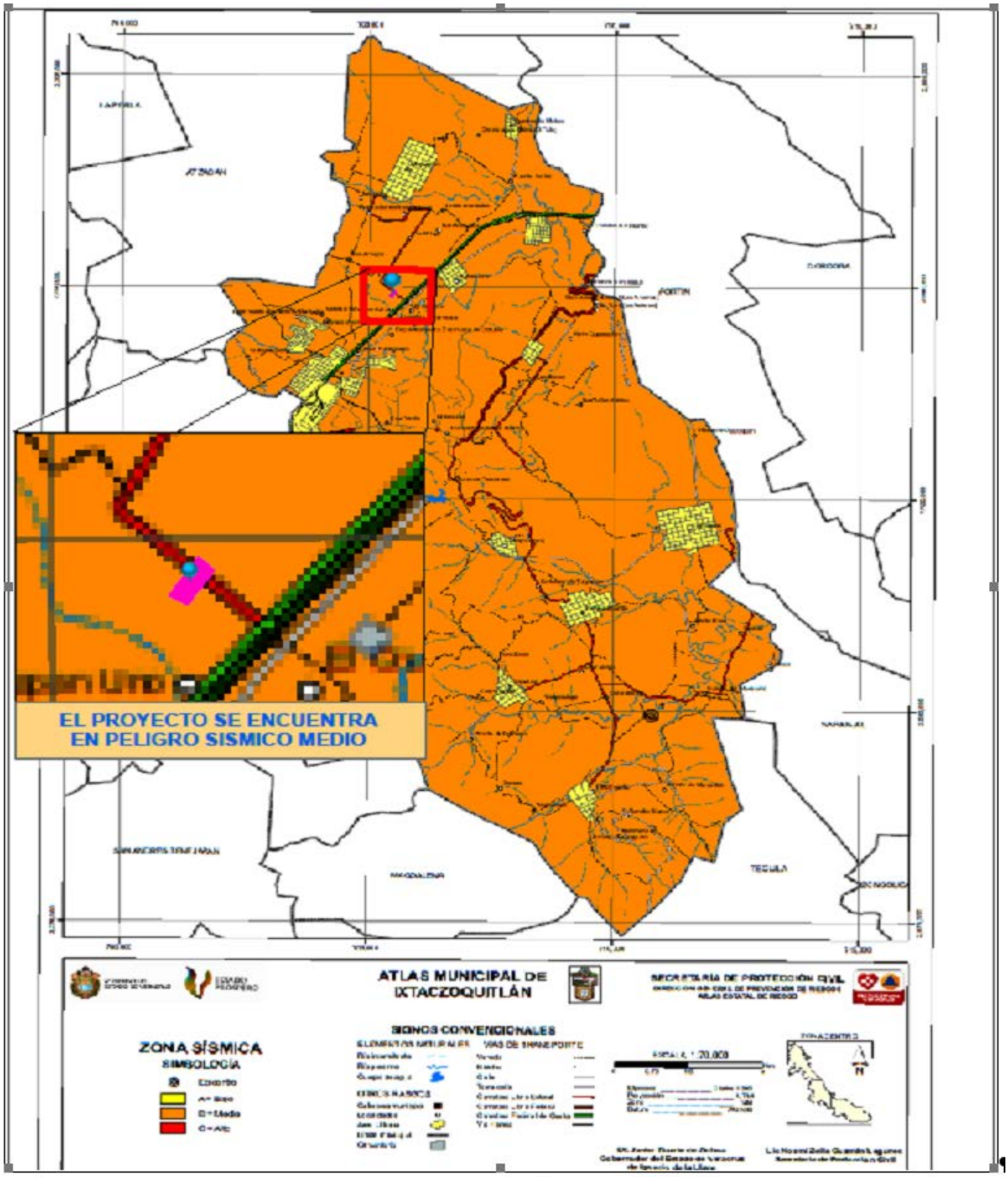
Fig. 6 Ubicación del proyecto con respecto de la Regionalización Sísmica CFE 2015



Pero como hemos mencionado esta regionalización es en términos generales.

El Atlas Municipal de Riesgos Nivel Básico del municipio de Ixtaczoquitlán publicado en el año 2011[1], establece una regionalización sísmica para el municipio y de acuerdo a esta regionalización el predio se ubica en una zona de riesgo medio por sismos.

Fig. 7 Ubicación del sitio del proyecto con respectos a la Zona sísmica, de acuerdo con el Atlas de Riesgo Municipal.



[1] Atlas Municipal de Riesgos Nivel Básico se imprimió en agosto de 2011, por encargo de la Secretaría de Protección Civil, en la Editora de Gobierno del Estado de Veracruz, siendo Gobernador del Estado Javier Duarte de Ochoa y Directora General de la Editora de Gobierno Elvira Valentina Arteaga Vega.

Red Sísmica de Veracruz (RSV)

El 13 de noviembre de 2013 se inauguró la Red Sísmica de Veracruz (RSV), con la cooperación entre la Coordinación Nacional de Protección Civil, el Instituto de Geofísica de la UNAM, el Centro de Ciencias de la Tierra de la Universidad Veracruzana, y la Secretaría de Protección Civil.

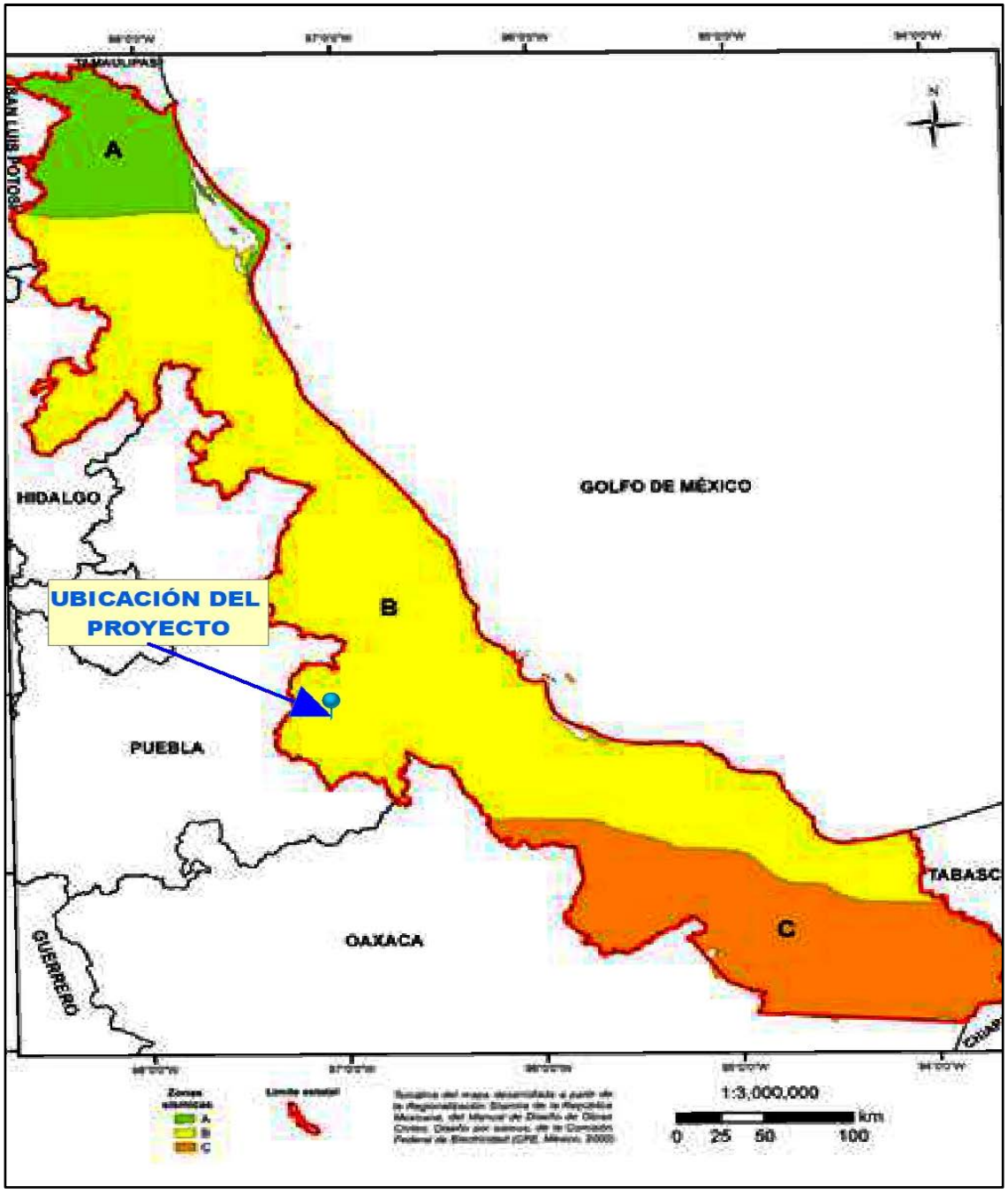
El objetivo es contar con datos en tiempo real de sismos pequeños, grandes, locales y lejanos, ya que la RSV está perfectamente instrumentada y enlazada satelitalmente al Servicio Sismológico Nacional, se integra por 11 estaciones e incluye el monitoreo del volcán Pico de Orizaba (con 3 estaciones) y del volcán San Martín (con otras 3) en la región de los Tuxtlas.

Para nuestro Estado este es un paso fundamental en el camino de la protección de nuestra población y la reducción del riesgo de desastres.

De acuerdo con el Dr. Arturo Iglesias Mendoza, director del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Red Sísmica de Veracruz permitirá contar con localizaciones mucho más detalladas de temblores en Veracruz y otros Estados, y si se cuenta con la colaboración de las universidades, institutos tecnológicos y las secretarías de protección civil de las diferentes Entidades, el modelo se puede extrapolar en otras partes del País.

De acuerdo a la regionalización sísmica desarrollada por la **RSV** el predio en donde se construyó el tanque de almacenamiento y el muelle de llenado se ubica en una zona de riesgo medio por sismos.

Fig. 8 Ubicación del sitio del proyecto con respectos a la Zona sísmica, de acuerdo con la Regionalización Sísmica del Municipio.



Fuente: Red Sísmica de Veracruz. Secretaría de Protección Civil del Gobierno del Estado de Veracruz

En el año 2012 la **M. en C. Wendy Vanesa Morales Barrera Cédula de Ingeniera Geóloga: 5343466, emitió un dictamen de Riesgo Geológico para el predio, en el cual coincide con lo antes descrito (Anexo 9),** en dictamen también señala que el de acuerdo al catálogo de sismos del Servicio Sismológico Nacional, los epicentros que se han presentado desde 1920 a la fecha

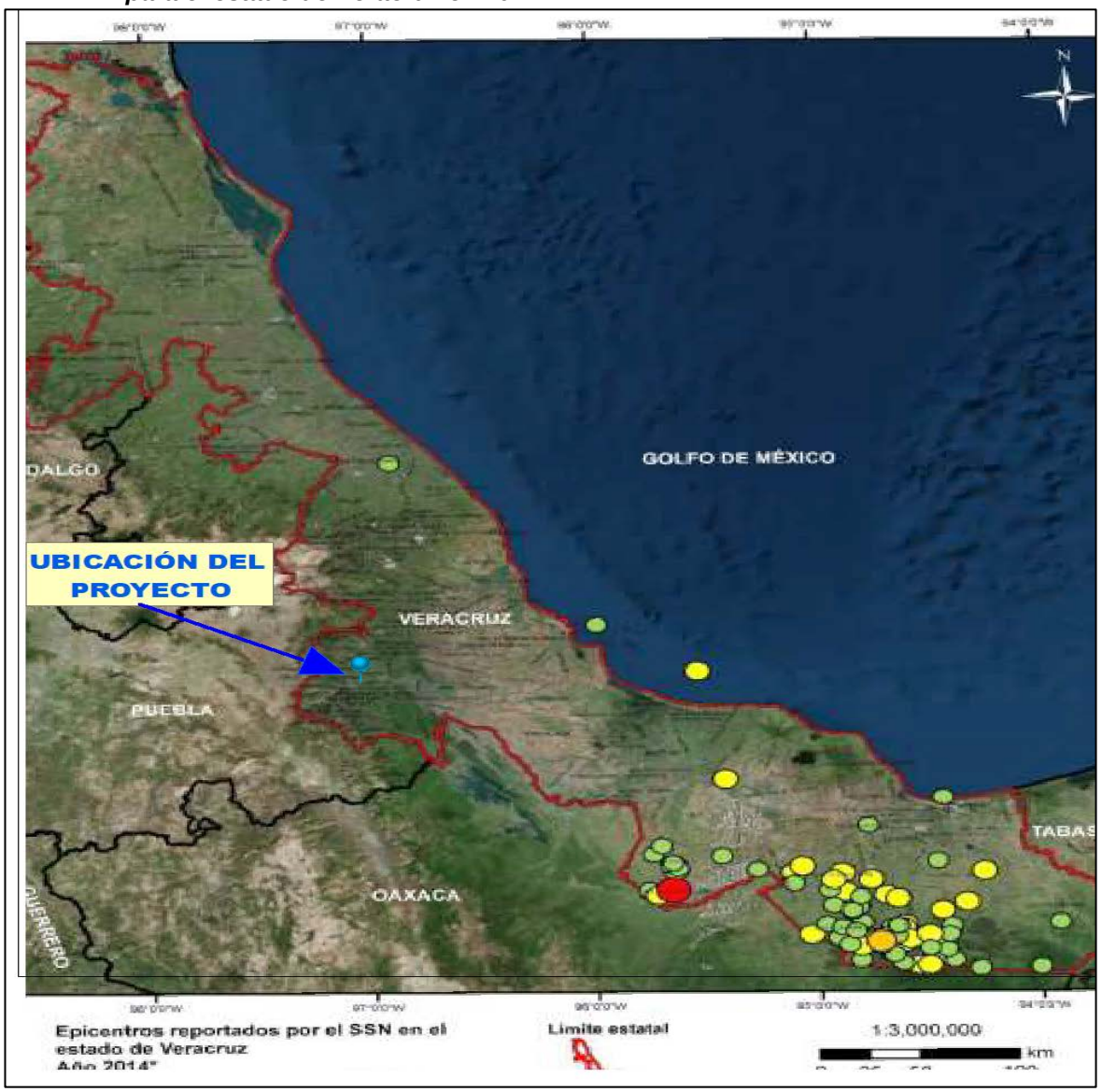
en la región donde se localiza el predio han sido 5 con magnitudes que varían de 3.7 a 4.1; lo cual representa bajo peligro por sismicidad, ya que son sismos de baja magnitud.

Tabla 1 Sismos ocurridos en la región.

Epicentro	Longitud	Latitud	Magnitud	Profundidad	Año	Municipio
1	-97.2	18.9!	3.7	2	2002	Ixhuatlancillo
2	-97.04	18 .97	3.7	28	2009	Atzacán
3	-97.967	19	4	33	!920	Córdoba
4	-97.0	18.8	4	100	1965	Ixtaczoquitlán
5	-97.19	18.94	4.1	7	2010	Mariano Escobedo

Lo cual es coincidente con el historial de sismos que han ocurrido en la region en los años 2014 y 2017 como se muestra a continuación en las siguientes imágenes.

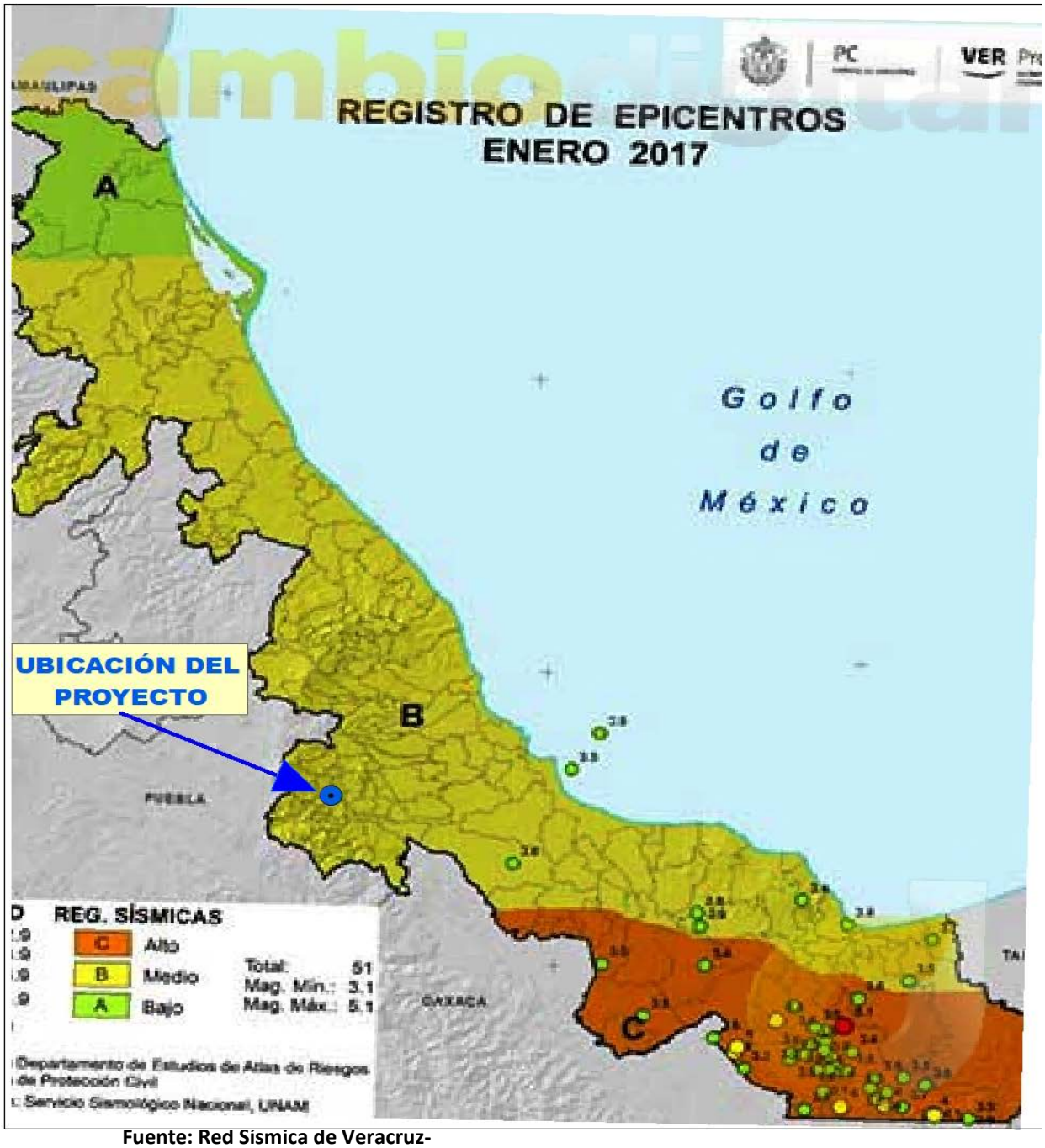
Fig. 9 Ubicación del sitio del proyecto con respectos a los epicentros de los sismos registrados para el estado de Veracruz en 2014.



"Operación del Tanque de Almacenamiento y del Muelle de Llenado de la Planta de Distribución de Gas L.P."
BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.

Fuente: Sistema Sismológico Nacional.

Fig. 10 Ubicación del sitio del proyecto con respectos a los epicentros de los sismos registrados para el estado de Veracruz en 2017.



Fuente: Red Sismica de Veracruz-

Como se puede observar el predio se encuentra alejado de la mayoría de los epicentros de los sismos registrados; siendo congruente con lo que señala la RSV *"Con lo anterior es posible reconocer que la región con mayor probabilidad de afectación por un sismo de magnitud importante es el sur del Estado, por lo que las medidas preventivas deberán considerarse*

particularmente en esa zona. Aunque históricamente el centro de la Entidad es el que ha sido mayormente afectado…"

Adicionalmente el dictamen señala que con base en los mapas de intensidad sísmica para los periodos de retomo de 10, 50, 100 y 500 años para el estado de Veracruz, se determinaron los valores de aceleración máxima que se tienen para la región donde se localiza el predio, resultado en:

Tabla 2 Valores -de aceleración máxima para un periodo de retorno dado.

Periodo de retorno (años)	Aceleración máxima (cm/seg2 o
10	34
50	64
100	**81**
500	135

Como referencia general se señala que con una aceleración de 150 cm/s^2 o mayor se pueden presentar daños de algún tipo en las construcciones.

En la tabla anterior se observa que para un periodo de retorno de 500 años o menos en la region donde se ubica el predio no hay aceleraciones mayores a los 150 cmf-s2, por fo que se. determina que para este periodo la zona se localiza en BAJO PELIGRO por sismicidad.

En conclusión, podemos señalar que el predio en donde se encuentra el tanque de almacenamiento y el muelle de llenado se encuentra en una zona de riesgo medio por sismo; los epicentros registrados en el año 2014 y 2017 también indican que se encuentra alejado de la región en la que se han registrado los últimos sismos en el estado de Veracruz, el diseño de las bases de sustentación considera el diseño por sismo de acuerdo a la región sísmica en donde se ubica el predio.

Deslizamiento de laderas.

La inestabilidad de laderas se presenta frecuentemente en zonas donde se tiene un relieve accidentado. El municipio de Ixtaczoquitlán se encuentra en una planicie, rodeado por una zona montañosa, lomeríos, cerros son muy significativos en la región, entre ellos el cerro de Escamela, que es muy famoso por su avistamiento y por los fósiles.

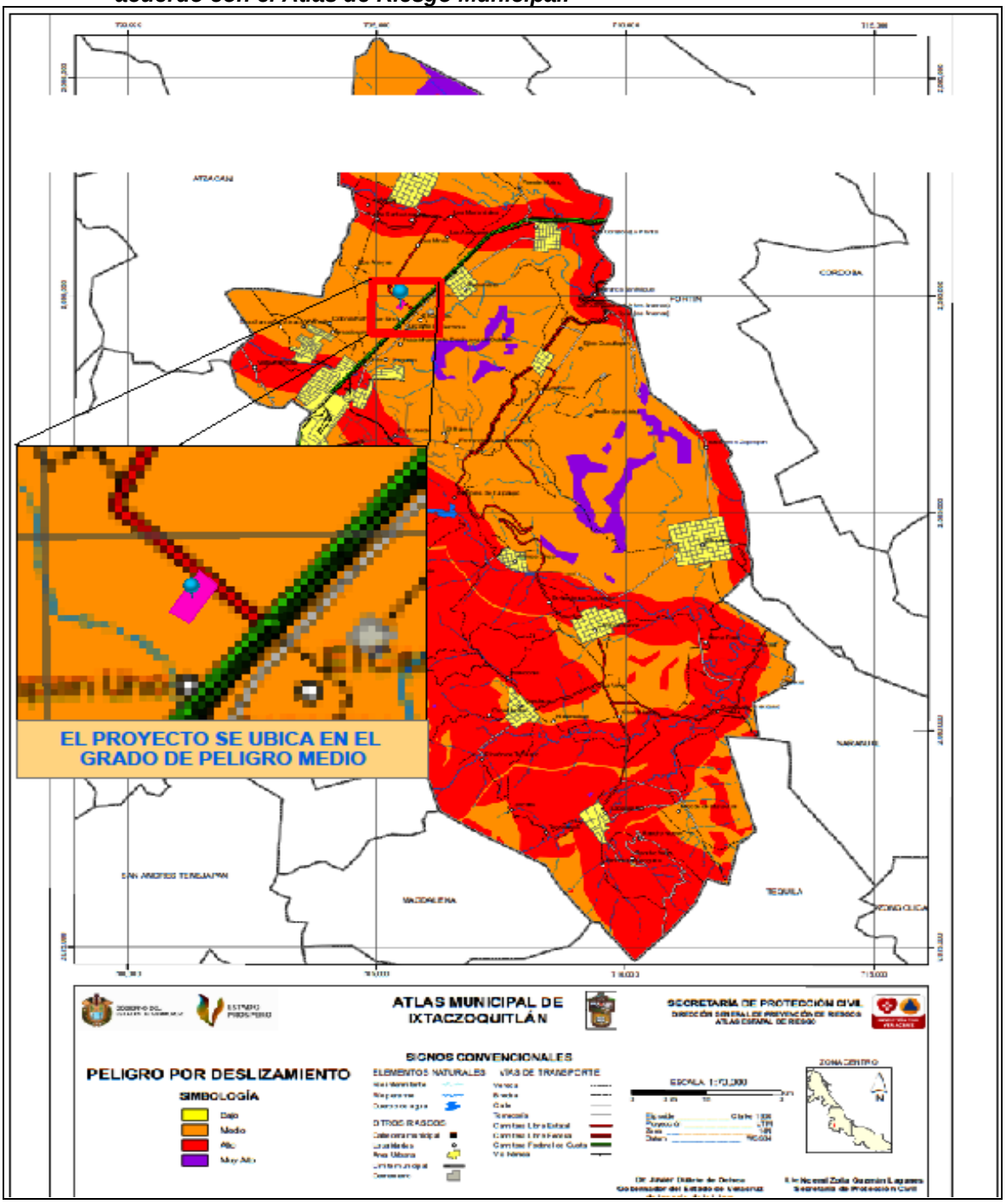
En la Fotografía 1 se muestra parte de la morfología observada en las inmediaciones del municipio de Ixtaczoquitlán, la cual corresponde a lomeríos de elevaciones poco significativas ocupando más del 70% de la superficie, con elevaciones desde los 900 hasta los 1,700 msnm.



Foto 1 Panorama general de la morfología de Ixtaczoquitlán, Veracruz.

Aunado a lo observado en la prospección de campo y mediante el análisis del MDE elaborado a partir de datos vectoriales de INEGI (2005), se puede concluir que, debido a la predominancia de pendientes suaves y la presencia de algunas elevaciones considerables, el municipio de Ixtaczoquitlán presenta un peligro medio por deslizamiento de tierra.

Fig. 11. Ubicación del sitio del proyecto con respecto a deslizamiento de laderas de acuerdo con el Atlas de Riesgo Municipal.



Fallas y fracturas.

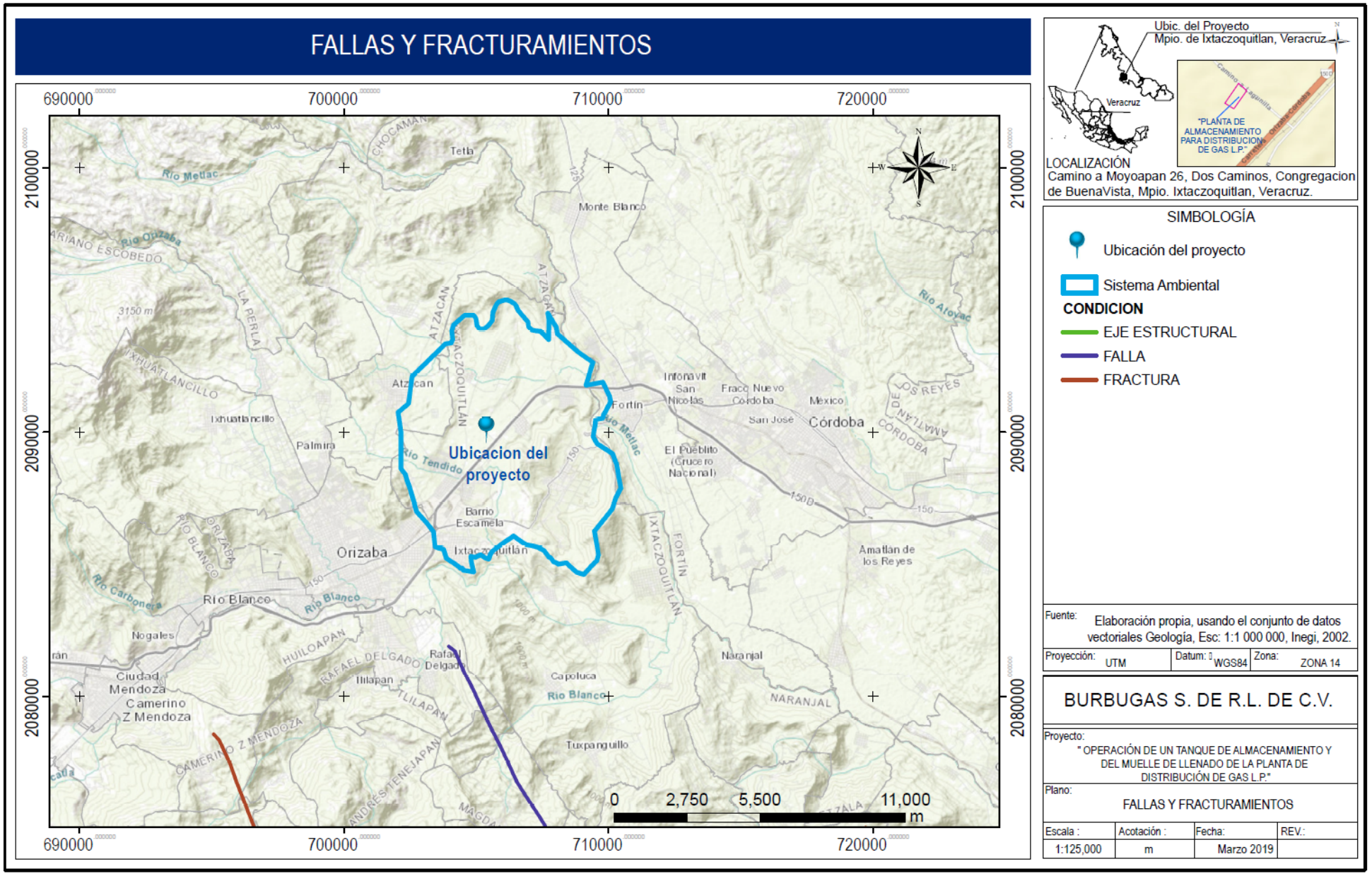
Una falla es una discontinuidad que involucra un desplazamiento debido a fuerzas estructurales que superan la resistencia de las rocas. La zona de ruptura tiene una superficie generalmente bien definida denominada plano de falla y su formación va acompañada de un deslizamiento de las rocas tangencial a este plano. El movimiento causante de la dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas

La fractura se entiende como la ruptura sobre una unidad litológica por influencia de esfuerzos estructurales, sin implicar un desplazamiento entre sus bloques. Las fracturas aparecen generalmente en grupos denominados sistemas.

La concentración de sistemas de fracturas se ubica principalmente en la zona sur del Municipio de Ixtaczoquitlán, muy alejadas del proyecto; además, la traza de estas fracturas no llega a afectar a la zona urbana.

Como se mencionó anteriormente, es difícil estimar el grado de peligro ante una falla o fractura, dado que no se puede determinar cuándo van a llegar a tener un movimiento que afecte la infraestructura, sin embargo, en la ubicación del predio en donde pretende desarrollarse el proyecto y su área de influencia directa no existen fallas, ni peligro por fracturamiento, la falla más cercana se encuentra a aproximadamente 9 km, por lo que no llegaría a causar daños a la infraestructura propuestas en el predio.

Fig. 12. Ubicación del sitio del proyecto con respecto de la intensidad de fracturamientos de acuerdo con el Atlas de Riesgo Municipal.



Hundimientos.

El hundimiento es el movimiento vertical, ocasionando por acción y efecto de la gravedad, que afecta y desplaza el suelo, el terreno o algún otro elemento de la superficie terrestre. Estos movimientos verticales pueden tener su origen por el colapso de cavernas en rocas calcáreas, llamado hundimiento cárstico, por compactación de materiales granulares denominado hundimiento diferencial, por la presencia de fallas geológicas (Olcina y Ayala, 2002). De igual forma puede generarse por actividades antrópicas como la sobreexplotación de acuíferos, entre otras.

Las rocas en las que se puede formar un hundimiento son: las afectadas por un proceso de disolución (karsticidad) tales como: las calizas, dolomías y evaporitas (yeso y sal); y las formadas por flujos de lava, los cuales forman túneles que dejan huecos y cavidades dentro de la roca. A los hundimientos cársticos se le conoce como dolinas, aunque también pueden generarse por subsidencia de los suelos blandos que recubren morfologías cársticas. Con base al análisis de imágenes de satélite, ortofotos y la cartografía básica y geológica de los Municipios de Ixtaczoquitlán, presenta áreas en donde se identifica karsticidad.

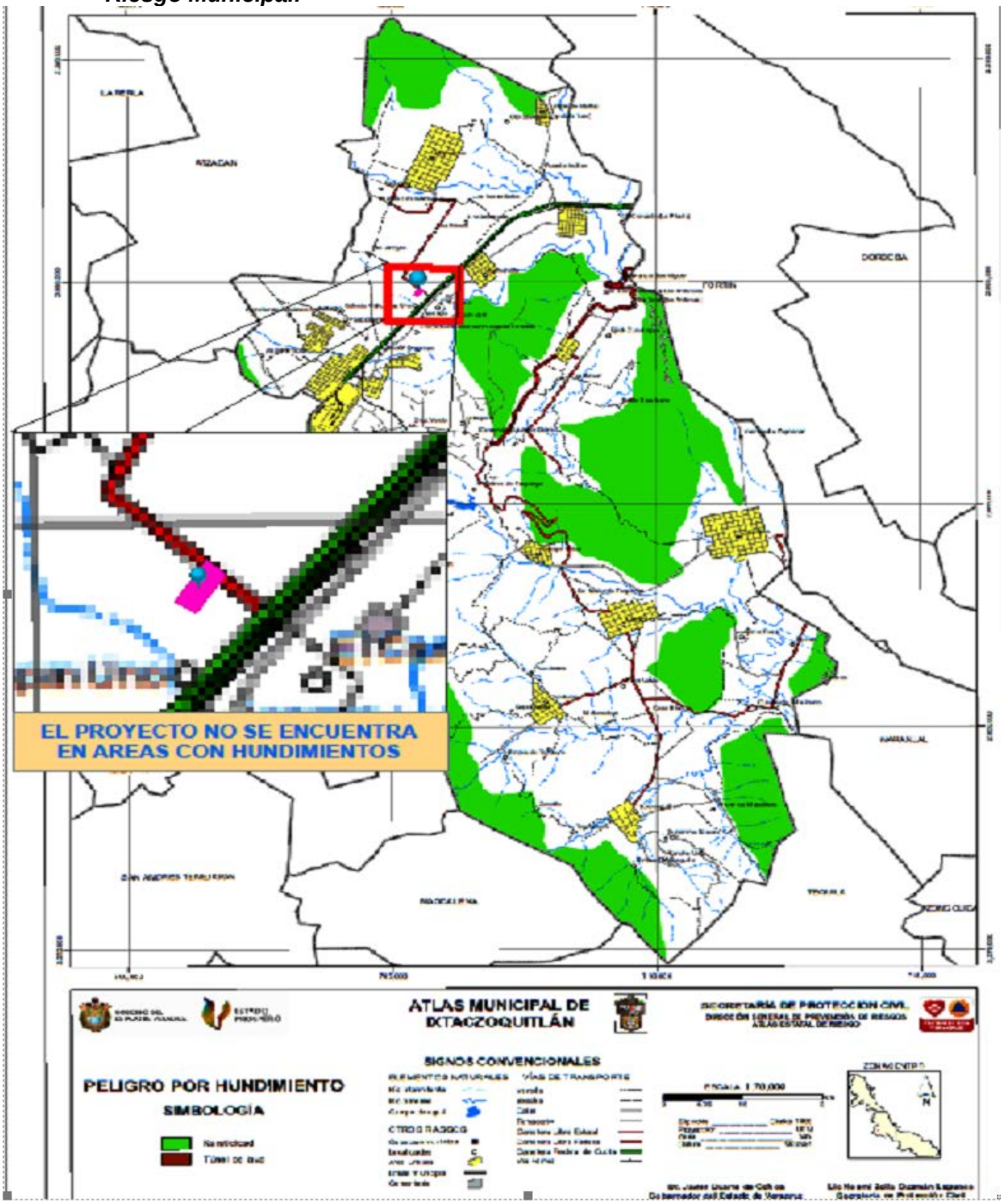
Estos lugares se ubican principalmente en la zona Oeste del territorio, en las inmediaciones del límite con los municipios de Rafael Delgado, Tlilapan, Magdalena y Tequila, así como en la zona al norte adyacente al municipio de Orizaba, cabe mencionar que dentro del municipio, esta condición se presenta en una porción de dimensiones mínimas del cerro de Escamela, en la zona colindante con el municipio de Orizaba, sin embargo, hay que resaltar que los ejidos Nahuapan y Potrerillo ubicados en la zona Noreste del área de estudio no se presenta esta condición.



Foto 2 Hundimiento sobre la carretera a Fortín, en el punto conocido como la piedra del Soldado (Municipio de Ixtaczoquitlán). Fuente: Los editores.com.

El predio donde se ubica el proyecto presenta roca de tipo aluvial, depositados recientemente. Además, de acuerdo con el Atlas municipal de riesgos, el proyecto no se ubica en áreas con peligro de hundimiento (Figura 7).

Fig. 13. Ubicación del sitio del proyecto con respecto a la litología de acuerdo al Atlas de Riesgo Municipal.



Erosión

La erosión es una serie de procesos naturales y actividades antropogénicas que influyen en la degradación del suelo, el cual es la base principal y sustento de diversas clases de microorganismos y organismos más complejos, entre ellos el hombre.

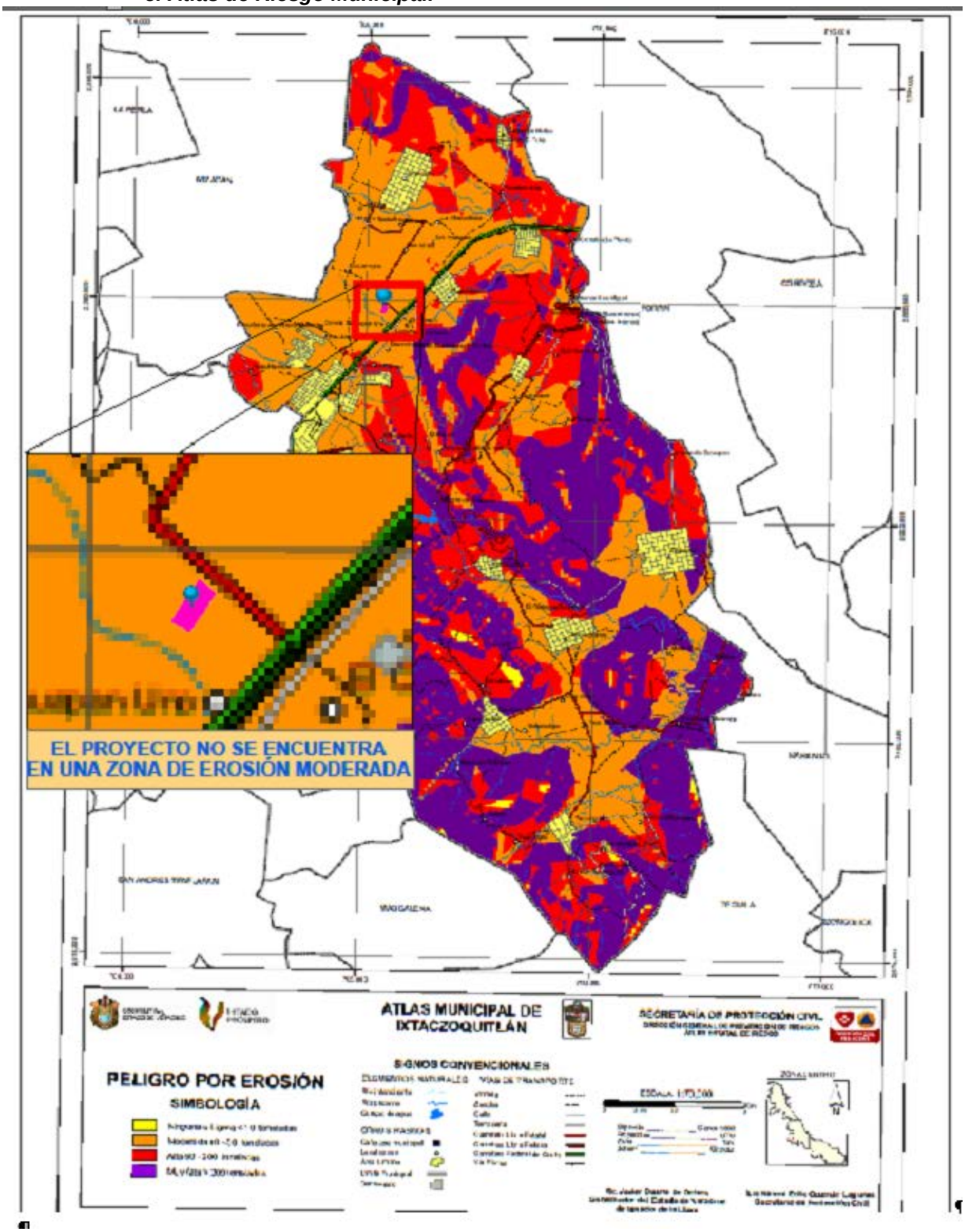
De acuerdo con las características naturales de cada región, en combinación con las actividades antropogénicas suscitadas en ella, se obtiene un deterioró en los ecosistemas, afectando así, los procesos naturales de los organismos y su entorno.

En México la mayor pérdida de suelo se produce por la lluvia. La erosión comienza con el golpe de sus gotas sobre el suelo y continúa por el desgaste del terreno que ocasionan los flujos de agua que se generan tanto en las laderas de las montañas como en los cauces de los ríos.

Históricamente en los estados de México, Tlaxcala y Oaxaca, se han presentado fuertes erosiones del terreno; sin embargo, la objetiva evidencia de cárcavas3 y azolve de embalses, se repite en muchas otras regiones del país.

El predio donde pretende desarrollarse el proyecto se encuentra en una zona con peligro de erosión moderada, sobre todo por la pendiente casi nula y el reemplazo de la vegetación natural con actividades agropecuarias.

Fig. 14. Ubicación del sitio del proyecto con respecto riesgos por erosión de acuerdo con el Atlas de Riesgo Municipal.



I.1.2 Riesgos Hidrometeorológicos. (Intemperismo severos).

Ondas cálidas y gélidas

También conocidas como Frente cálido y frío.

Frente

Un frente es una franja de separación entre dos masas de aire de diferentes temperaturas, y se les clasifica como fríos, calientes, estacionarios y ocluidos según sus características. La palabra frente tiene origen en el lenguaje militar (como frente de batalla) y se asemeja a una batalla porque el choque entre las dos masas produce una actividad muy dinámica de tormentas eléctricas, ráfagas de viento y fuertes aguaceros.

Los frentes meteorológicos son frecuentemente asociados con sistemas de presión atmosféricos. Son generalmente guiados por corrientes de aire y viajan de oeste a este en el hemisferio norte, e inversamente en el sur. Este movimiento se debe a la fuerza de Coriolis, causada por el movimiento de la Tierra en su eje. Los frentes también pueden ser afectados por formaciones geográficas tales como montañas y grandes volúmenes de agua.

Frente frío

El frente frío es una franja de mal tiempo que ocurre cuando una masa de aire frío se acerca a una masa de aire caliente. El aire frío, siendo más denso, genera una "cuña" y se mete por debajo del aire cálido y menos denso.

Los frentes fríos se mueven rápidamente. Son fuertes y pueden causar perturbaciones atmosféricas tales como tormentas de truenos, chubascos, tornados, vientos fuertes y cortas tempestades de nieve antes del paso del frente frío, acompañadas de condiciones secas a medida que el frente avanza. Dependiendo de la época del año y de su localización geográfica, los frentes fríos pueden venir en una sucesión de 5 a 7 días. En mapas de tiempo, los frentes fríos están marcados con el símbolo de una línea azul de triángulos que señalan la dirección de su movimiento.

La velocidad de desplazamiento del frente es tal que el efecto de descenso brusco de temperatura se observa en pocas horas.

Estos fenómenos abarcan otoño, invierno y primavera, y corresponden al movimiento de una masa de aire frío desde el polo hacia el ecuador.

Con base en el análisis realizado para temperaturas mínimas extremas en Ixtaczoquitlán, se encontró que estas se dan en los meses de diciembre a enero y varían de 6 a 11°C. En la Figura 8, se observa que esas son las temperaturas más bajas que se presentan anualmente y se registran en todo el municipio.

Frente cálido

Se llama frente cálido a la parte frontal de una masa de aire tibio que avanza para remplazar a una masa de aire frío, que retrocede. Generalmente, con el paso del frente cálido la temperatura y la humedad aumentan, la presión sube y aunque el viento cambia no es tan pronunciado como cuando pasa un frente frío. La precipitación en forma de lluvia, nieve o llovizna se encuentra generalmente al inicio de un frente superficial, así como las lluvias convectivas y las tormentas. La neblina es común en el aire frío que antecede a este tipo de frente. A pesar que casi siempre aclara una vez pasado el frente, algunas veces puede originarse neblina en el aire cálido.

En Ixtaczoquitlán, se tienen temperaturas máximas extremas mayorea a 30°C, en la Figura 9, se observa que esas temperaturas máximas se registran en todo el municipio. Estos valores extremos se registran generalmente en los meses de mayo a agosto. De manera histórica se tiene datos la temperatura más alta registrada en el municipio ha sido superior a los 35°C.

Frente ocluido

Un frente ocluido se forma donde un frente caliente móvil más lento es seguido por un frente frío, con desplazamiento más rápido. El frente frío ya con forma de cuña alcanza al frente caliente y lo empuja hacia arriba. Los dos frentes continúan moviéndose uno detrás del otro, y la línea entre ellos es la que forma el frente ocluido.

Así como con los frentes inmóviles, una amplia variedad de condiciones climáticas puede ser encontrada a lo largo de este tipo de frente, pero por lo general, son asociados con los estratos de nubes y la precipitación ligera. Los frentes ocluidos se forman generalmente alrededor de áreas de baja presión y cuando estas están debilitándose.

Los frentes ocluidos están marcados en los mapas meteorológicos con una línea punteada rosada entre las marcas del frente frío y el frente caliente que señalan la dirección de su desplazamiento.

Fig. 15. Ubicación del sitio del proyecto con respecto de las temperaturas mínimas de acuerdo con el Atlas de Riesgo Municipal.

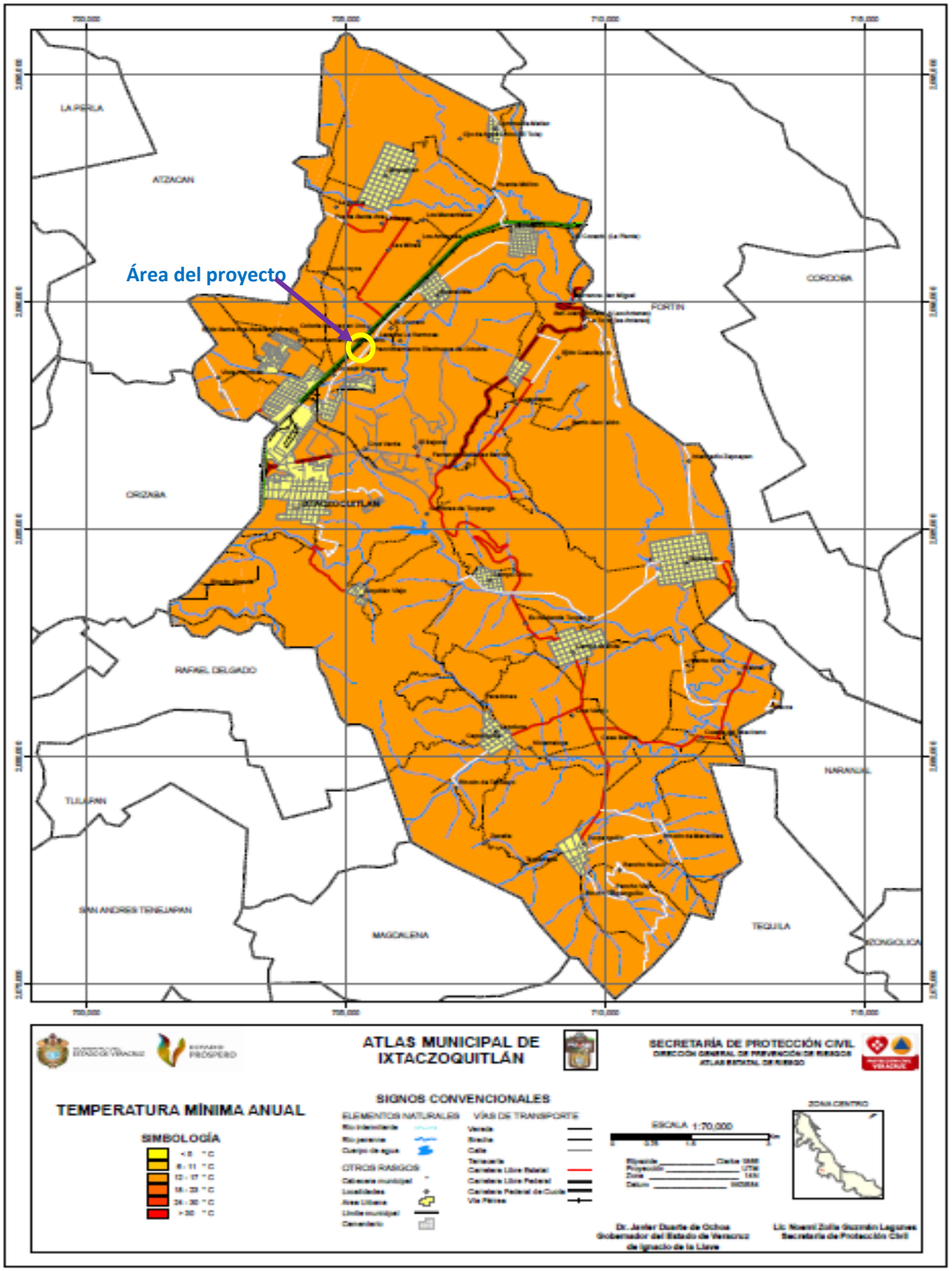
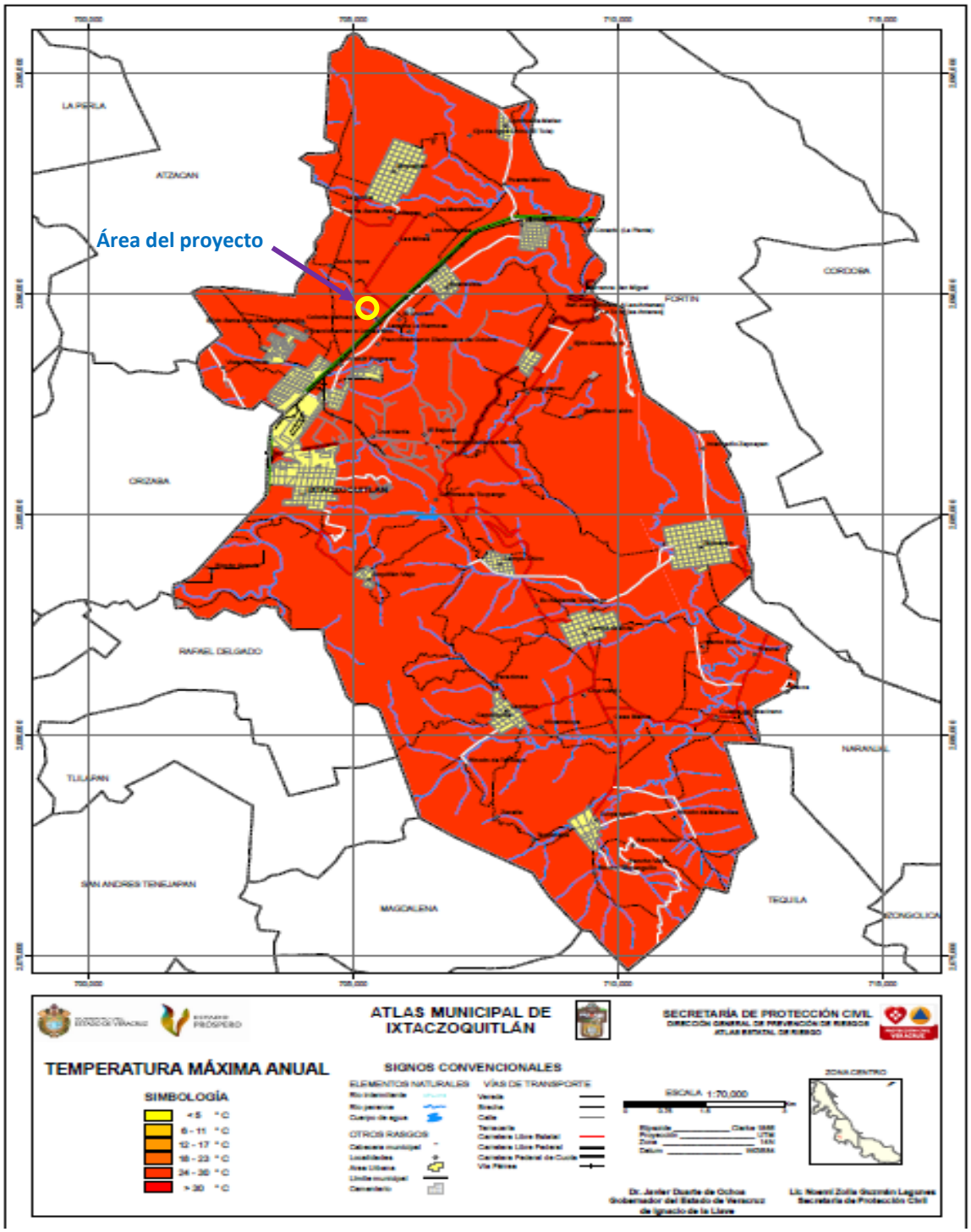


Fig. 16. Ubicación del sitio del proyecto con respecto de las temperaturas máximas de acuerdo con el Atlas de Riesgo Municipal.



Sequías.

La sequía en una zona corresponde a un periodo prolongado de tiempo seco, es decir, con poca lluvia.

Cuando en una región, la precipitación acumulada en un cierto lapso es significativamente menor al promedio, se presenta una sequía. Si este tiempo es de varios meses, se afectan las actividades principales de los habitantes de ese lugar. Desafortunadamente, este fenómeno que cada vez se presenta con mayor frecuencia en el mundo, causa grandes pérdidas económicas por la escasa actividad agrícola o la muerte de ganado.

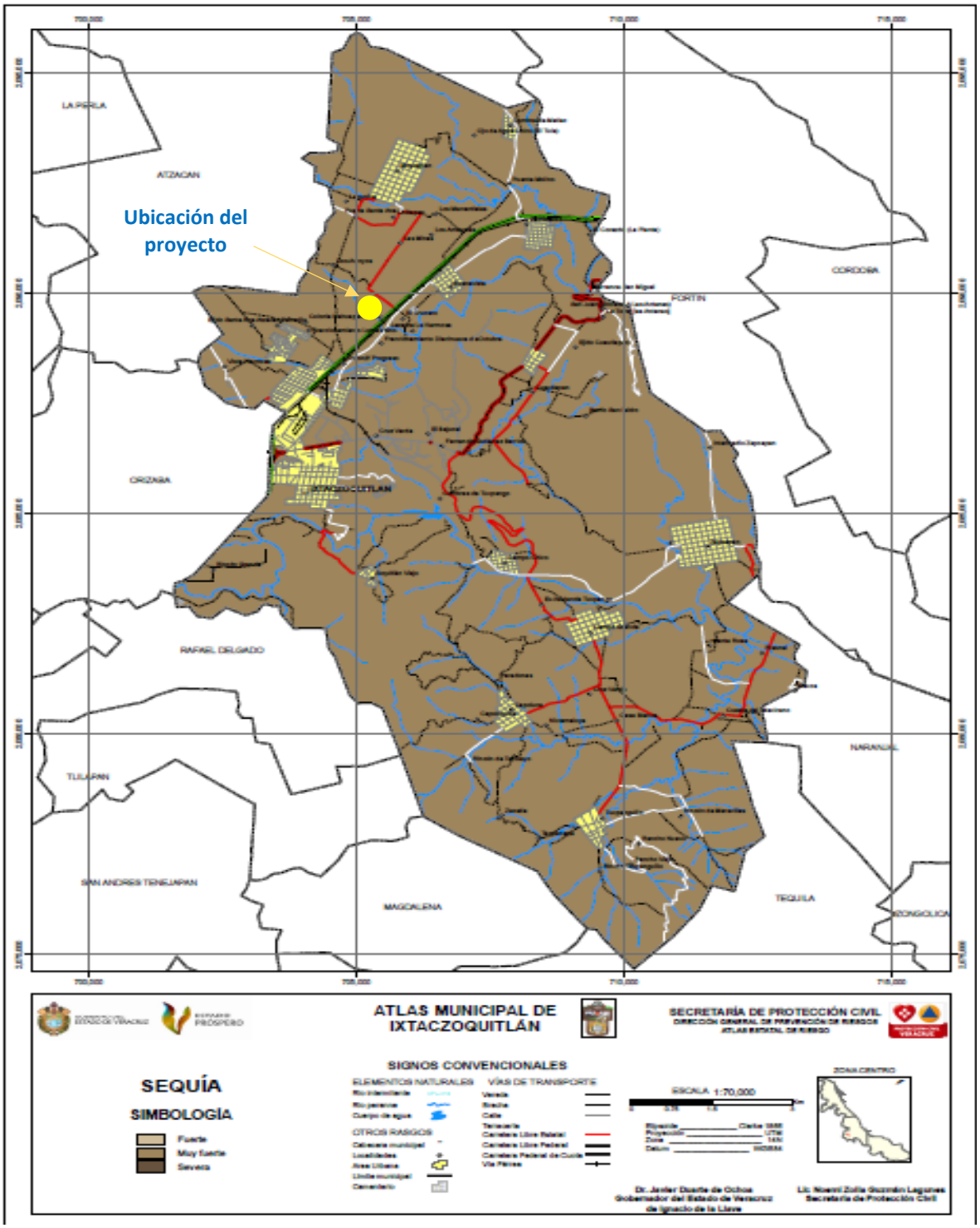
México tiene gran parte de su territorio en la franja de alta presión de latitud norte, por lo que tiene zonas áridas y semiáridas; ellas coinciden en latitud con las regiones de los grandes desiertos africanos, asiáticos y australianos.

Los estados del territorio nacional donde se presentan con mayor frecuencia las sequías están al norte. Sin embargo, en orden de severidad de sus efectos desfavorables están: Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Baja California, Sonora, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Tlaxcala.

En los últimos años, se han registrado en México cuatro grandes periodos de sequías, estos son: 1948 - 1954, 1960 - 1964, 1970 - 1978 y 1993 – 1996.

El proyecto se ubica en una zona con un grado de sequía **muy fuerte** (Figura 17), afectando principalmente a los cultivos agrícolas como caña de azúcar, maíz y chayote.

Fig. 17 Ubicación del sitio del proyecto con respecto del Grado de sequía meteorológica de acuerdo con el Atlas de Riesgo Municipal.



Heladas.

Dado que las estaciones climatológicas analizadas no cuentan con registros de heladas y nevadas, ya que, para el análisis de estas según CENAPRED, se necesitan registros horarios, a continuación, y con base en recopilación bibliográfica se hace una descripción breve de tales fenómenos, de igual forma se citan eventos que hayan afectado en la zona de interés.

De acuerdo a CENAPRED (2001), ocurre una helada cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0ºC o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas, presentándose generalmente en las madrugadas o cuando está amaneciendo. La diferencia con una nevada radica en que al ocurrir una helada no se registra precipitación, mientras que en una nevada si se registra precipitación, la cual ocurre cuando el vapor de agua contenido en aire asciende hasta alcanzar temperaturas cercanas a las de congelación, formando conglomerados de cristales de hielo.

Es común que durante los meses fríos del año (noviembre-marzo), en el norte y parte del centro de la República Mexicana, se presenten temperaturas menores a 0ºC, lo anterior debido a que comúnmente ingresa aire polar continental proveniente de Estados Unidos, ya que históricamente las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de grandes masas polares que desde finales del otoño se desplazan sobre el país de norte a sur.
De acuerdo Atlas de riesgo de Ixtaczoquitlán, el proyecto se ubica en una zona en donde la ocurrencia de heladas es de 31 a 60 días al año (Figura 11).

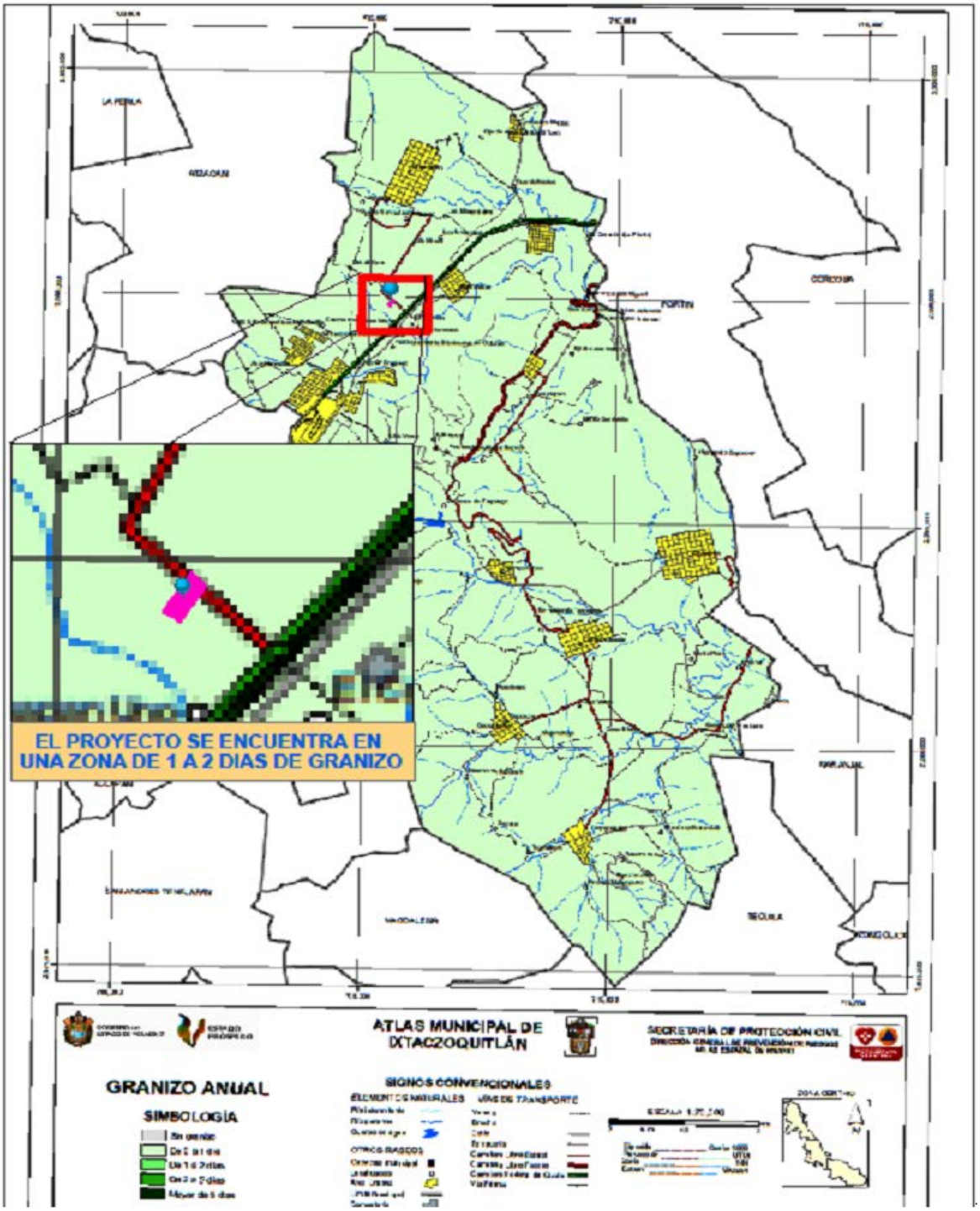
Tormentas de granizo.

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se genera en las tormentas severas dentro de una nube cumulonimbos a alturas superiores al nivel de congelación y crecen por las colisiones sucesivas de las partículas de hielo con gotas de agua sobre enfriada, esto es, el agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido y queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. El tamaño de las piedras de granizo está entre los 5 milímetros de diámetro hasta pedriscos del tamaño de una pelota de golf y las mayores pueden ser muy destructivas, como para romper ventanas y abollar la lámina de los automóviles, pero el mayor daño se produce en los cultivos, o a veces varias piedras pueden solidificarse formando grandes masas de hielo y nieve sin forma.

En México los daños más importantes por granizadas se presentan principalmente en las zonas rurales, ya que se destruyen las siembras y plantíos, causando en ocasiones la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones, alcantarillas y vías de transporte y áreas verdes. Cuando se acumula en cantidad suficiente puede obstruir el paso del agua en coladeras o desagües, generando inundaciones o encharcamientos importantes durante algunas horas. La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño.

En el Municipio de Ixtaczoquitlán este evento se presenta con poca recurrencia, ya que, debido al Atlas de riesgo del municipio de Ixtaczoquitlán, este fenómeno se da en 1 o 2 días durante todo el año (Figura 18).

Fig. 18 Ubicación del sitio del proyecto con respecto riesgos por granizadas de acuerdo con el Atlas de Riesgo Municipal.



Ciclones tropicales.

Un ciclón tropical consiste en una gran masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central de baja presión. Los ciclones tropicales generan lluvias intensas, vientos fuertes, oleaje grande y mareas de tormenta.

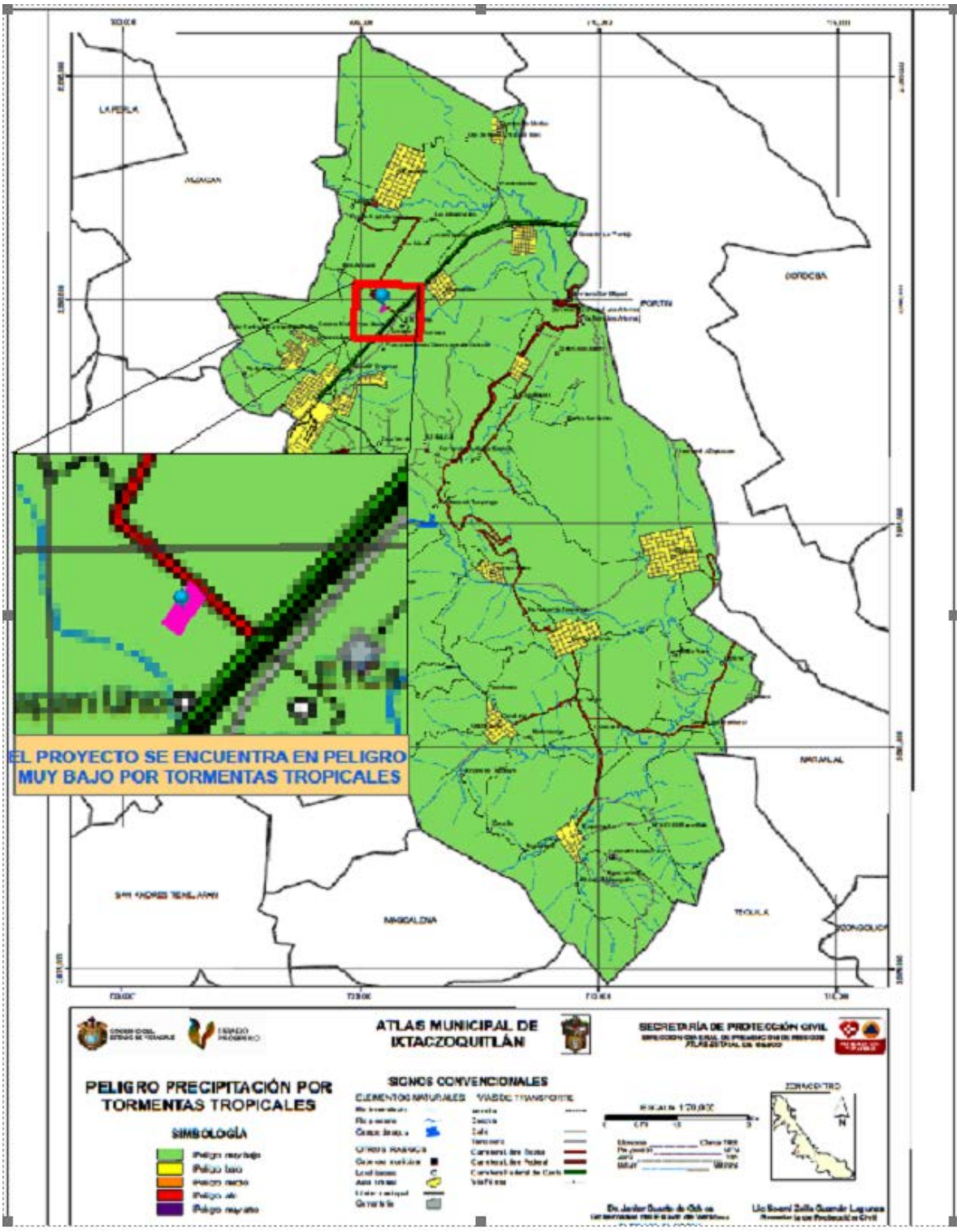
Los ciclones tropicales presentan en planta un área casi circular y en el centro tienen la presión más baja. En 1988 la presión central del ciclón Gilberto fue de 888 milibares (mb). Frecuentemente se desplazan con velocidades comprendidas entre 10 a 40 km/h.

La República Mexicana, debido a su ubicación entre los paralelos 16° y 32° latitud norte y por la gran extensión de litorales con que cuenta, es afectada por ciclones tanto en las costas del océano Pacífico como en las del Golfo de México y el Caribe. Por lo mismo, los asentamientos humanos cercanos a las costas, están expuestos a la influencia de las perturbaciones ciclónicas. Las áreas afectadas regularmente abarcan más del 60 % del territorio nacional.

Se ha observado que, en México, entre mayo y noviembre, se presentan 25 ciclones en promedio con vientos mayores de 63 km/h, de los cuales aproximadamente 15 ocurren en el océano Pacífico y 10 en el Atlántico. De éstos, anualmente 4 ciclones (dos del Pacífico y dos del Atlántico) inciden a menos de 100 km del territorio nacional.

En el predio y su área de influencia directa se tiene un riego muy bajo por presencia de una tormenta tropical.

Fig. 19 Ubicación del sitio del proyecto con respecto riesgos por ciclones tropicales de acuerdo con el Atlas de Riesgo Municipal.



Inundaciones, pluviales, fluviales, costeras y lacustres.

Inundación

De acuerdo a la definición del Atlas Nacional de Riesgo, se entiende por inundación: aquel evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

Las inundaciones ocurren cuando el suelo y la vegetación no pueden absorber toda el agua que llega al lugar y escurre sobre el terreno muy lentamente.

Debido a su ubicación geográfica en México, una de las causas de las lluvias intensas que generan inundaciones son los ciclones tropicales. Se puede afirmar que en cualquier región de México existe la posibilidad de sufrir inundaciones; sin embargo, las inundaciones más frecuentes se dan en las partes bajas o frente a las costas.

Factores para la ocurrencia de una inundación.
Alteración del cauce de los ríos (erosión, actividades humanas, etc.), disminuyendo su capacidad de conducción de las aguas.

Causas de las inundaciones
Las grandes lluvias son la causa principal de inundaciones, pero además hay otros factores importantes que se analizan a continuación:

Exceso de precipitación- Los temporales de lluvias son el origen principal de las avenidas. Cuando el terreno no puede absorber o almacenar toda el agua que cae, ésta resbala por la superficie (escorrentía) y sube el nivel de los ríos.

Fusión de las nieves- En primavera se funden las nieves acumuladas en invierno en las zonas de alta montaña y es cuando los ríos que se alimentan de estas aguas van más crecidos. Si en esa época coinciden fuertes lluvias, lo cual no es infrecuente, se producen inundaciones.

Actividades humanas- Los efectos de las inundaciones se ven agravados por algunas actividades humanas, tales como:

- Al asfaltar cada vez mayores superficies se impermeabiliza el suelo, lo que impide que el agua se absorba por la tierra y facilita el que con gran rapidez las aguas lleguen a los cauces de los ríos a través de desagües y cunetas.
- La tala de bosques y los cultivos que desnudan al suelo de su cobertura vegetal facilitan la erosión, con lo que llegan a los ríos grandes cantidades de materiales en suspensión que agravan los efectos de la inundación.
- Las canalizaciones solucionan los problemas de inundación en algunos tramos del río, pero los agravan en otros a los que el agua llega mucho más rápidamente.
- La ocupación de los cauces por construcciones reduce la sección útil para evacuar el agua y reduce la capacidad de la llanura de inundación del río. La consecuencia es que

las aguas suben a un nivel más alto y que llega mayor cantidad de agua a los siguientes tramos del río porque no ha podido ser embalsada por la llanura de inundación, provocando mayores desbordamientos. Por otra parte, el riesgo de perder la vida y de daños personales es muy alto para quienes viven en esos lugares.

Debido a su ubicación geográfica en México, una de las causas de las lluvias intensas que generan inundaciones son los ciclones tropicales. A nivel Estatal, en el municipio de Ixtaczoquitlán**,** se tienen identificadas zonas urbanas con mayor susceptibilidad a este tipo de eventos. Dentro de esta zona se tienen registros de algunas inundaciones principalmente debidas al desbordamiento de canales y por encharcamientos.

Con esta información se puedo inferir la distribución espacial y temporal de la lluvia en el municipio de Reynosa, el fenómeno perturbador que fue analizado como el que desencadena una mayor cantidad de eventos de inundación es el debido a las lluvias máximas.

El predio donde se pretende establecer el proyecto y su área de influencia directa se encuentran en una zona con peligro de inundación media.

I.2. Bases de Diseño

El presente proyecto, tiene como objeto el almacenamiento de Gas L.P., en **un tanque horizontal (tipo salchicha) con una capacidad individual de 150,000.00 (Ciento Cincuenta Mil Litros)** para su posterior distribución por medio de pipas (auto tanques) de diferentes capacidades. El desarrollo del proyecto responde a la necesidad de ampliar y modernizar el sistema de abastecimiento y permita mejorar la distribución y suministro del Gas L.P. a los centros de consumo de la región. Para lo cual se ha proyectado la instalación de esta planta que tendrá una capacidad total de **150,000.00 Lts. base agua; no obstante, la capacidad máxima de llenado de cada tanque será del 90%, como una medida de seguridad**, lo anterior significa que la capacidad máxima de almacenamiento será **135,000.00 Lts.** (**Ciento Treinta y Cinco Mil Litros de** Gas L.P), equivalentes a **72,900 Kg. (Setenta y dos mil novecientos Kg d**e Gas L.P. considerando la densidad de una Mezcla Propano – Butano, de la Hoja de Seguridad de PEMEX).

De acuerdo a lo señalado en la **MIA-P presentada y en el presente ERA d**el proyecto, en el **SA** en donde pretenden insertarse el proyecto, la susceptibilidad de fenómenos meteorológicos o con movimientos de tierras es bajo y no se constituyen como elementos que deban considerarse para el diseño de la infraestructura de la planta.

El diseño y construcción se hizo apegándose a los lineamientos de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del Petróleo, en el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo de fecha 5 de Diciembre del 2007 y a las especificaciones establecidas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014 "Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación."**, misma que fue aprobada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Hidrocarburos, en su Segunda Sesión Ordinaria del Ejercicio 2014, celebrada el 26 de junio de 2014 y emitida por la **Secretaría de Energía**, y publicada en el Diario Oficial de la Federación (**DOF**) el 22 de octubre del 2014.

No se requirieron diseños específicos o distintos a los establecidos en la norma anteriormente citada, toda vez que, de acuerdo con la ubicación geográfica de la planta, en la región la presencia de intemperismo severos corresponde a sequias o altas temperaturas y la susceptibilidad a sismos o deslizamientos es baja, de manera que no se tienen otros factores extraordinarios que se deben considerar para el diseño y construcción.

El proyecto **"Operación del Tanque almacenamiento y del muelle de llenado de la Planta de Distribución de Gas L.P. "** está integrado por subproyectos y cada uno cuenta con su memoria técnico – descriptiva, misma que contiene las memorias de cálculo a través de los cuales se determinaron las especificaciones de los elementos más relevantes en cada área, de manera que en todo momento se cubriera de forma satisfactoria los requerimientos técnicos y de seguridad de la planta, cada uno de lis subproyectos se elaboraron de conformidad con las especificaciones indicadas en **NOM-001-SEDG-2014** y cuyo dictamen sobre el diseño se presenta en el **Anexo 1**, mismo que fue realizado por una Unidad de Verificación acreditada.

Usos de Suelo identificados in situ en un radio de 2,000 m

La planta se ubica en el **Camino de Moyoapán 26, Núm. 300, localidad de Buena Vista, en Dos caminos de la Congregación Buena Vista, Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz**, con base en los recorridos de campo y la visualización de fotografía área de diversos servidores geográficos se determina que el uso predominante en la zona es agrícola, la presencia de zonas urbanas es aprox. a 0.5 kilómetros y con una muy baja densidad poblacional.

Colindancia Oeste.

- En 120.00 metros con terreno baldío propiedad del Sr. Vicente Tinoco.

Colindancia Sur.

- En 60.00 m colindando con el derecho de vía con la carretera Moyoapán.

Colindancia Este.

- En 120.00 metros con Instalaciones de Oficinas y Servicios Propiedad de la Empresa BURBUGAS S de R.L. de C.V.

Colindancia Norte.

- En 60.00 m con terreno baldío propiedad de la empresa BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Actividades que se desarrollan en el Área de influencia directa.

De acuerdo a los usos de suelo que se observan en Área de influencia directa se identifica que la actividad principal es la agrícola-forestal-Zona Urbana.

Cuerpos de agua y usos.

Aprox. a 300 m se ubica el Cuerpo de agua intermitente que es secundaria del arroyo Tendido. Esta corriente intermitente se usa como desagüe de las aguas negras de las comunidades vecinas a ella.

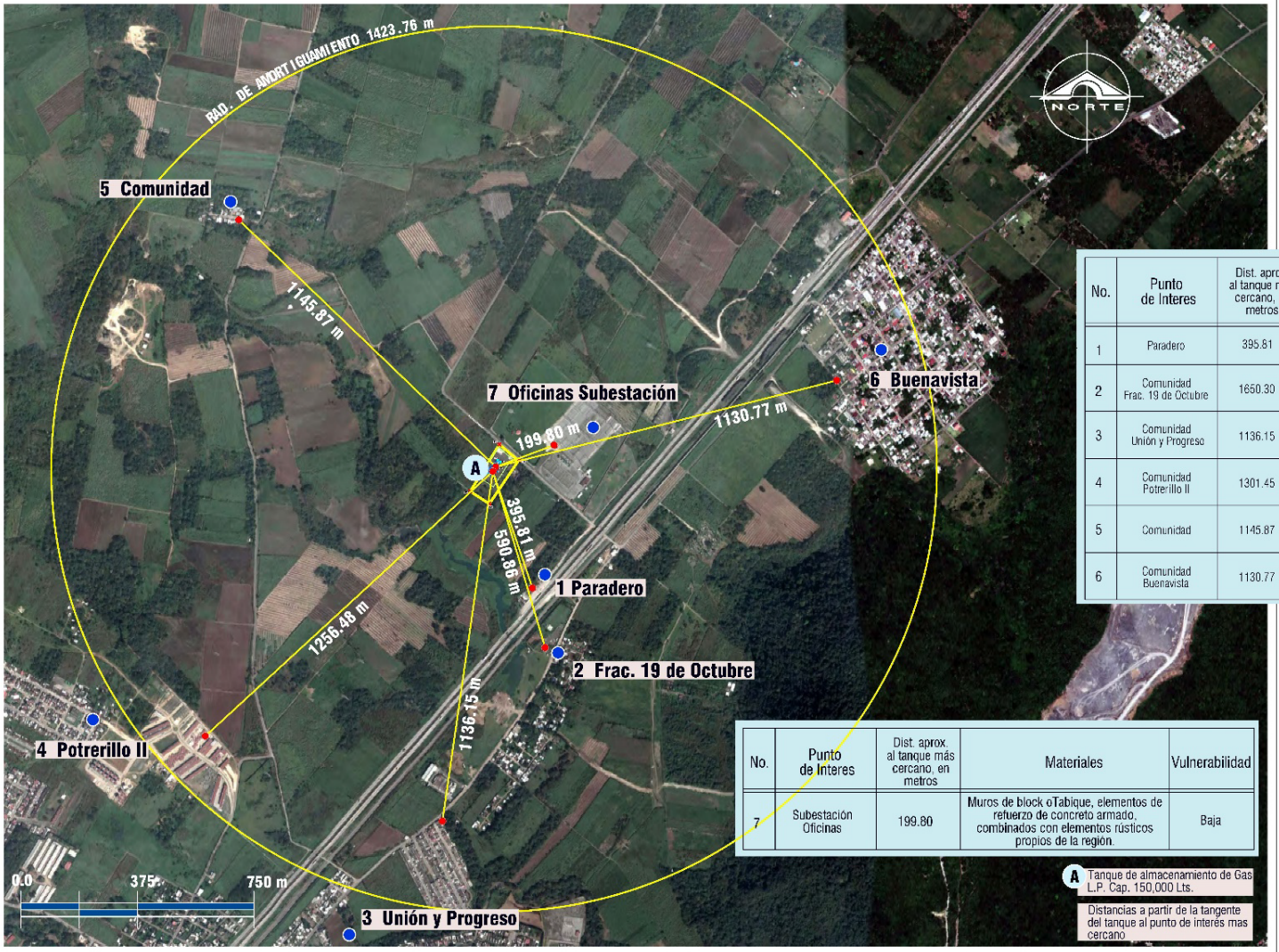
Además, a aproximadamente 900 m, se ubica el cauce principal del arroyo “Tendido”. El cual también es usado como desagüe de aguas negras.

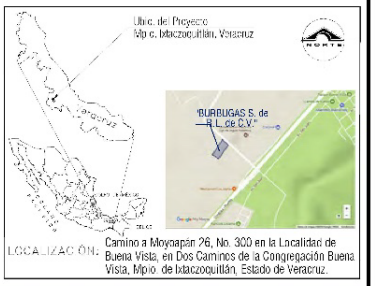


Foto 3 ***Cauce del Arroyo Tendido. Se puede notar la baja intensidad de la corriente, la cual está compuesta principalmente con aguas negras de las comunidades cercanas.***

Fig. 20. Puntos de interés dentro del Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento por Radiación Térmica.

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra





No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
1	Paradero	395.81	Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Acero	Baja
2	Comunidad Frac. 19 de Octubre	1650.30	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja
3	Comunidad Unión y Progreso	1136.15	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja
4	Comunidad Potrerillo II	1301.45	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja
5	Comunidad	1145.87	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja
6	Comunidad Buenavista	1130.77	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja

No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
7	Subestación Oficinas	199.80	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja

A Tanque de almacenamiento de Gas L.P. Cap. 150,000 Lts.

Distancias a partir de la tangente del tanque al punto de interés mas cercano

Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de OPERADORA DE SERVICIOS ANKER S.A. DE C.V.

Revisó: [redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: PUNTOS DE INTERÉS DENTRO DE LA POTENCIAL ZONA DE AFECTACIÓN

Plano No.: PI-1

Escala: Indicada | Acotación: Metros | Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

"Operación del Tanque de Almacenamiento y del Muelle de Llenado de la Planta de Distribución de Gas L.P."
BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.

Los subproyectos que integran el proyecto son:

Proyecto Civil.
Estudio y Plano Civil de la Planta.
Proyecto Mecánico.
Estudio y Plano Sistema Mecánico del Sistema de Gas L.P.
Proyecto Eléctrico.
Estudio y Plano Sistema Eléctrico de la Planta.
Proyecto Sistema Contra-Incendio.
Estudio y Plano Sistema Eléctrico de la Planta.

Cada uno de estos se presenta en el **Anexo 1; a continuación, se presenta una descripción de los aspectos más relevantes de cada uno de ellos.**

A. Proyecto Civil.

El proyecto civil se desarrolló considerando:

Superficie total del terreno.

El predio antes citado cuenta con una superficie de **12,862.50 m^2,** de los cuales **954.35 m^2** serán destinados para el Tanque de almacenamiento y muelle de llenado. La ubicación de los tanques de almacenamiento es estratégica y se da cumplimiento a las distancias mínimas permitidas con respecto de centros de reunión u otras instalaciones de almacenamiento de combustibles y que son indicadas en la norma **NOM-001-SEDG-1996.**

1. Urbanización:

Áreas de Circulación:

Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos se tienen pavimentadas a base de arena y grava compactadas y cuentan con las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia, todas las demás áreas libres dentro de la Planta se mantienen limpias y despejadas de materiales combustibles, así como de objetos ajenos a la operación de la misma. El piso dentro de la zona de almacenamiento es de concreto y cuenta con un declive necesario del 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales.

2. Edificios.

Todas las edificaciones en el interior de la planta son de materiales no combustibles en los acabados y estructuras exteriores.

El piso de la plataforma de seguridad de la zona de almacenamiento es de concreto con pendiente del 1% para el desalojo del agua pluvial de esta zona.

Las construcciones destinadas para oficinas, servicios sanitarios, cuarto del equipo contra incendio y tablero eléctrico se localizan por del lindero oriente de la Planta. El área de Taller Mecánico se encuentra en la esquina Nororiente del terreno de la Planta. Los materiales con que están construidas son en su totalidad incombustibles, ya que su techo es losa de concreto, paredes de tabique y cemento con puertas y ventanas metálicas.

Las dimensiones de estas construcciones se especifican en el plano general de la Planta, mismo que se anexa a esta memoria técnica.

Bardas y/o delimitación del predio

El terreno que ocupa la Planta se tiene limitado por su lindero Sur con una barda de tabique de 3.00 m de altura, los linderos oriente, norte y poniente cuentan con una barda de tabique con 2.00 m de altura.

Accesos

Por el lado Noreste del terreno se cuenta con una puerta de 10.00 metros de ancho para la entrada y salida de los vehículos de reparto propiedad de la empresa, así mismo se cuenta con una puerta de 6.00 metros que se emplea como salida de emergencia, las puertas son metálicas y ciegas.

Estacionamiento

La zona destinada para el estacionamiento de los vehículos repartidores se localiza por el lindero Oriente del terreno de la Planta, está ubicada de tal forma que la entrada o salida de cualquier vehículo a estacionarse no interfiere con la libre circulación de los demás, ni afecta a los ya estacionados.

El piso es pavimentado a base de arena y grava compactada y cuenta con la pendiente adecuada para evitar el estancamiento de las aguas de lluvia, esta Planta cuenta con áreas de circulación, las cuales se señalan en el plano anexo.

3. Techos o cobertizos para vehículos

No se cuentan con cobertizos para vehículos, sin embargo, las bombas y los compresores cuentan con cobertizos metálicos para protección del intemperismo; las áreas de recepción y suministro tienen cobertizos metálicos para proteger durante las lluvias.

4. Talleres

Esta Planta cuenta con un taller de servicio mecánico para la reparación de vehículos de reparto, ubicado en el lindero Suroriente.

5. Zonas de protección

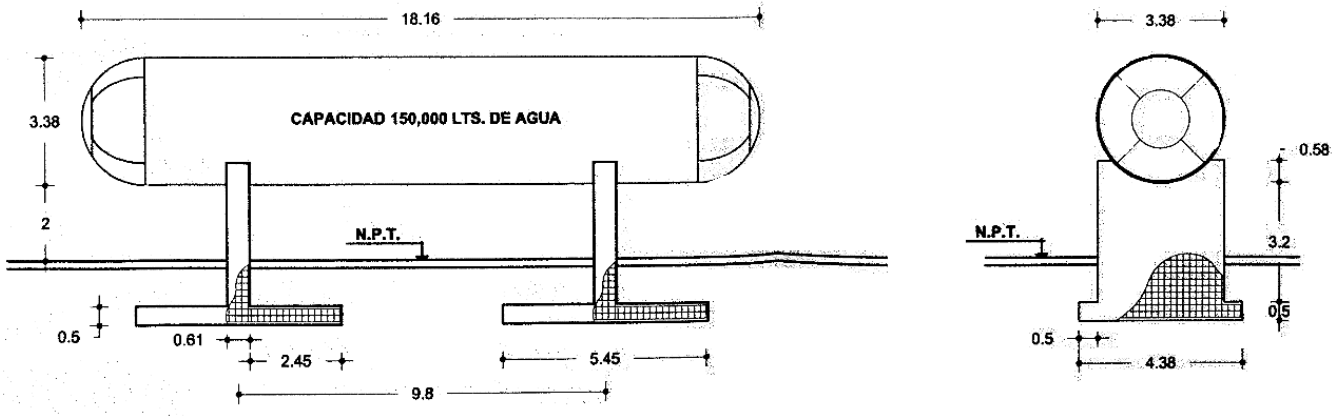
La protección de la zona de almacenamiento es a base de zonotubos metálicos rellenos de concreto de 1 m de altura y 0.90 m de separación entre ellos, las bombas y el compresor se encuentran dentro de la misma zona de almacenamiento y tienen pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia.
Las tomas de recepción y suministro se encuentran en isletas independientes a la zona de almacenamiento del tanque tal como se muestran en el plano correspondiente y tienen las pendientes apropiadas para el desalojo de las aguas pluviales.

6. Bases de sustentación del tanque de almacenamiento.

El recipiente cuenta con silletas metálicas de fábrica para colocarse sobre pedestales rectangulares sujetadas mediante unión atornillada con agujeros ovalados para permitir los movimientos de dilatación y contracción del recipiente; la placa de apoyo coincidirá perfectamente con la silleta y los pedestales un ángulo de 120º, soldada en todo su perímetro al recipiente y cubierto de primario y pintura anticorrosiva en toda su extensión.

Las bases de sustentación son de concreto armado, sus cálculos se indicarán a detalle en la memoria correspondiente.

Fig. 21 Detalle de armado de la estructura y cimentaciones de las bases de sustentación.



7. Muelle de llenado

Se cuenta con un muelle de llenado localizado por el lado Sur del Tanque de almacenamiento, encontrándose a una distancia de 6.00 metros de este. Está construido en su totalidad con materiales incombustibles; siendo sus techos de lámina galvanizada sobre estructuras metálicas soportados por columnas metálicas; sus pisos son relleno de tierra con terminación de ángulo de fierro y topes de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por los vehículos que tienen acceso al mismo.

8. Servicios sanitarios

En una sección de las Instalaciones del lindero poniente se localizan los servicios sanitarios, mismos que están construidos en su totalidad con materiales incombustibles y sus dimensiones se aprecian en el plano general anexo a esta memoria. Se cuenta con servicios sanitarios para el personal de la Planta y para el personal de Oficinas. Frente a los servicios se contará con un bebedero o garrafón de agua. Para el abastecimiento de agua se tiene una cisterna de capacidad apropiada.
El drenaje de las aguas negras está conectado por medio de tubos de concreto de 0.15 metros de diámetro, con una pendiente del 2% a una fosa séptica localizada por el lindero Poniente y sus dimensiones se especifican en el plano anexo a esta memoria.

Todos los servicios sanitarios cuentan con pisos impermeables y antiderrapantes, los muros están construidos con materiales impermeables hasta una altura de 1.50 metros para su fácil limpieza.

9. Cobertizo de maquinaría

Esta Planta tiene cobertizos protectores para la maquinaria.

10. Distancias menores entre los diferentes elementos de la planta de distribución.

Se tiene una tolerancia de 2% para las distancias señaladas en este inciso.

Las distancias mínimas en esta planta son las siguientes:

Tabla 3. Relación de distancias mínimas.

Referencia	Distancia en m
a) Del tanque de almacenamiento a:	
Lindero norte	29.00 m
Zona de protección	3.00m
Tomas de recepción y suministro	12.38 m
Muelle de llenado	6.00 m
Llenadoras	7.00 m
b) De compresor a la zona de protección:	3.00 m
c) De bomba a zona de protección:	3.00 m
d) De muelle de llenado a:	
Lindero sur	25.00 m

B. Proyecto Mecánico.

1. Bases de diseño.

El diseño se hizo apegándose a los lineamientos que señala el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo publicado en el Diario Oficial de la Federación del 5 de diciembre del 2007 y a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDG-1996 “Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. Diseño y Construcción”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 12 de septiembre de 1997.

Tanque de almacenamiento

Se tiene instalado un recipiente con capacidad de 150,000 Litros el cual se llenará como máximo al 90%, tipo intemperie, cilíndricos horizontal, construido según la norma NOM-021/1 y NOM-012/2 SEDG-2003 en vigor, para contener gas LP ubicado en el predio a distancias mínimas correspondientes.

Se tiene montado sobre bases de concreto de tal forma que puede desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación, entre la placa de refuerzo y la base, se utilizó material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.

Cuenta con una zona de protección constituida por zonotubo de acero relleno de concreto con altura de 1.00 metros. El tanque tiene una altura de 2.00 metros, medidos de la parte inferior del mismo al nivel del piso terminado.

A un costado del tanque se tiene una escalera metálica para tener acceso a la parte superior del mismo, también se cuenta con una escalerilla al frente, misma que es utilizada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental de medición y control.

El tanque, escalera y pasarelas metálicas cuentan con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc Marca Carboline tipo R.P. 480 y pintura de enlace primario epóxico catalizador tipo R.P. 680.

Tabla 4. Características del tanque.

Especificación	Datos de placa
Construido por:	TATSA
Según Norma:	NOM-012/1 y NOM-012/2 SEDG-2003
Capacidad lts. agua:	150,000
Año de fabricación:	En Fabricación
Diámetro exterior:	3,380 mm
Longitud total:	18,110 mm
Presión de diseño:	17.58 Kg/cm^2
Factor de seguridad:	4
Forma de las cabezas:	Semiesféricas
Eficiencia:	100%
Espesor lámina cabezas:	9.52 mm
Material lámina cabezas:	SA-612-A
Espesor lámina cuerpo:	16.58 mm
Material lámina cuerpo:	SA-612-A
Coples:	210 kg/cm^2
No. de Serie:	En Fabricación
Tara:	24,253 kg

Contiene además los siguientes accesorios:

- Un medidor magnético para nivel de líquido de 64 mm. (2½") de diámetro y carátula de 204 mm (8") de diámetro.
- Un termómetro con graduación de -50 a 50°C de 51 mm. de diámetro.
- Un manómetro con graduación de 0 a 21 Kg/cm^2 de 51 mm. de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado de 6.4 mm. de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del tanque.
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas-líquido de 76 mm. (3") de diámetro, con capacidad de 946 L.P.M. (250 G.P.M.) cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas-líquido de 51 mm. (2") de diámetro, con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M.).
- Dos válvulas de exceso de flujo para gas-vapor de 51 mm. (2") de diámetro, con capacidad de 927 m^3/hr (32,700 ft^3/hr) cada una.
- Una válvula multiport bridada 101 mm. (4") de diámetro, con cuatro válvulas de seguridad de 64 mm. (2½") de diámetro con capacidad de 294 m^3/min. cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- Una conexión soldada al tanque para cable a "tierra".
- Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del tanque cuentan con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm. (3") de diámetro y de 2.00 metros de altura, además cuenta con puntos de ruptura.

Maquinaria

a) Bombas

Tiene instalados tres bombas de un **gasto máximo 378 LPM** a una presión diferencial de **3 kg/cm²** (dos bombas) y **5 kg/cm²** (una bomba), con entradas y salidas de 76 mm ø, motor eléctrico a prueba de explosión de 7.5 CF acoplado con poleas y bandas, con copies flexibles del mismo ø en ambos extremos para aislarlas de vibraciones, motor tipo horizontal aprueba de explosión, aprobada por los laboratorios UL diseñadas y fabricadas para gas LP.

Tabla 5 Características de la bomba.

MAQUINARIA	
a) Bombas: Numero:	**3 (I, II y III)**
Operación básica:	Llenado de cilindros (I y II) y Carga de autotanques (III)
Motor Eléctrico:	7.5 C.F.
R.P.M.	640
Capacidad nominal:	378 L.P.M. (100 G.P.M.)
Tubería de descarga	76 mm (3'') ø
Tubería de succión	76 mm (3'') ø
Presión Diferencial de Trabajo	Bombas I y II 5Kg/cm^2. Bomba III 3 kg/cm^2

b) Compresores

Para descargar los autotransportes se tienen contemplados un compresor, acoplado a motores eléctricos horizontales a prueba de explosión de 15 C.F., con lo cual se obtiene un flujo de 473 litros por minuto de gas LP liquido en las descargas, cuenta con válvula de alivio de presión, tubería de desfogue no dirigidas a la planta, interconectado al sistema de tierras, con copies flexibles del mismo diámetro o superior en ambos extremos para aislarlo de vibraciones, aprobados por los laboratorios UL diseñadas y fabricadas para gas LP.

Tanto las bombas como el compresor se encuentran dentro de la zona de seguridad para protegerlos de choques mecánicos, anclados sobre bases de concreto e interconectados al sistema de tierras.

Tabla 6 Características de la compresora.

MAQUINARIA	
b) Compresora - Número:	**1**
Operación Básica:	Descarga de remolques-tanque
Motor Eléctrico:	15 C.F.
R.M.P.	515
Capacidad nominal:	473 L.M.P. (125 G.P.M.)
Desplazamiento:	39.10 m^3/hr (23. pies/hr)
Radio de compresión:	1.49
Tubería de Gas Líquido:	76 mm (3'') ø
Tubería de Gas Vapor:	51 mm (2'') ø

Controles manuales, automáticos y de medición

a) Controles Manuales:

En diversos puntos de la instalación se tienen válvulas de globo y bola de operación manual, para una presión de trabajo de 28 Kg/cm^2, las que permanecen "cerradas" o "abiertas", según el sentido del flujo que se requiera.

b) Controles Automáticos:

A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático de 51 mm. (2") de diámetro para retorno de gas-líquido excedente al tanque de almacenamiento, este control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y esta calibrada para una presión de apertura de 5 Kg/cm^2 (71 Lb/in^2) para las bombas I y II, y 3 Kg/cm^2 (43 Lb/in^2) para la bomba III.

Tuberías y conexiones

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L.P. son de acero cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 Kg/cm^2, y donde existen accesorios roscados, éstos son para una presión de trabajo de 140-210 Kg/cm^2 y con tubería de acero cédula 80. Las pruebas de hermeticidad se efectuarán por un período de 30 minutos con gas inerte a una presión de 10 Kg/cm^2.

A continuación, se describen los diámetros de las tuberías a instalarse:

TRAYECTORIA	LÍQUIDO	RETORNO DE LÍQUIDO	VAPOR
De tanques a toma de recepción	76 mm	---	51 y 32 mm
De tanque al múltiple de llenado	76 mm	51 mm	---
De tanque a tomas de suministro	76 y 51 mm	51 mm	51 y 32 mm

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de éste entre dos o más válvulas de cierre manual, se tienen instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 Kg/cm^2, capacidad de descarga de 22 m^3/min. y son de 13 mm. (½") de diámetro. Además, cuenta con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc Marca Carboline Tipo R.P. 480, y pintura de enlace primario epóxico catalizador tipo R.P. 680.

Tomas de recepción y suministro.

Las tomas de recepción y suministro están localizadas por el lado Poniente y Norte de la zona de almacenamiento, respectivamente, a una distancia de 12.38 y 7.00 metros del tanque de almacenamiento, también en forma respectiva.

a) Tomas de suministro:

La carga de autos-tanque se realiza por medio de una bomba, teniéndose la tubería a la descarga de 76 mm. (3") de diámetro, hasta llegar al marco soporte, donde se divide en una toma de 51 mm. (2") de diámetro y conserva el mismo diámetro en su boca terminal; la tubería que conduce gas-vapor en esta trayectoria es de 51 mm. (2") de diámetro, ya en la isleta la tubería se convierte en una toma de 32 mm. (1¼") de diámetro en su boca terminal.

b) Tomas de recepción:

Para descarga de remolques-tanque se cuenta con una toma, constando de dos bocas terminales de 51 mm. (2") de diámetro para conducir gas-líquido que se ensanchan y se conectan a una tubería de 76 mm. (3") de diámetro; además por una boca terminal de 32 mm. (1¼") de diámetro para conducir gas-vapor que se ensancha a 51 mm. (2") de diámetro.

c) Mangueras:

Todas las mangueras usadas para conducir Gas L.P. son especiales para este producto, construidas con hule neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P., están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 Kg/cm^2 y una presión de ruptura de 140 Kg/cm^2. Se cuenta con mangueras en el múltiple de llenado para cilindros y en las tomas de recepción y suministro, estando estas últimas protegidas contra daños mecánicos. Las mangueras, cuando no están en servicio, sus acopladores quedan protegidos con tapón.

d) Soportes:

Las tomas, para su mejor protección, están fijas en un extremo de su boca terminal en un marco metálico, contándose también en esta zona con pinzas especiales para conexión a "tierra" de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P. Los puntos de ruptura son localizados en los niples instalados a 45° que conectan a un codo soldado al marco metálico y por otro extremo a un codo roscado de 90°, donde conectan las mangueras.

C. Proyecto Eléctrico.

Toda la instalación eléctrica, los equipos y accesorios utilizados en un radio de doce metros son a prueba de explosión medidos a partir de zonas de trasiego.

Objetivo

El objetivo de esta memoria es la presentación de un conjunto de requerimientos técnicos para la correcta operación de esta instalación eléctrica de fuerza y alumbrado que cubre los requisitos de seguridad, minimización de perdidas eléctricas, operatividad, versatilidad y un nivel de alumbrado necesarios para un funcionamiento confiable y prolongado y que además cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005 en vigor.

El fluido eléctrico es conducido desde la alimentación hasta los aparatos de consumo por medio de cables de cobre con dispositivos de control como interruptores y arrancadores.

El paso normal de la corriente a través de los conductores produce calentamiento por el efecto Joule (Rl2) por lo cual es necesario calcular el calibre adecuado de los conductores para evitar una elevación de temperatura que pueda dañar los forros de los cables; por otra parte las corrientes de corto circuito pueden ser de tal magnitud que produzcan explosiones en tableros, transformadores y equipo, con riesgo para el personal pudiendo prevenirse con una protección adecuada contra sobre cargas y corto circuito en las líneas.

Se ha considerado la resistencia (R) al paso de la corriente del cable, aunque también es necesario considerar la impedancia que en ocasiones es pequeña y en otras no, la corriente normal debido a las cargas del circuito involucrado y la elevación de la temperatura producida por las corrientes normales o de cortocircuito Ice.

Demanda total requerida

La planta divide su carga en tres renglones principales:

2A	**Fuerza para servicio del sistema contra incendio con una carga de 29,840 Watts, y un factor de demanda del 100%**	**29,840 W**
2B	**Fuerza para operación de la planta con una carga de 32,589 watts y un factor de demanda del 80%**	**26,071 W**
2C	**Alumbrado, con una carga de 12,650 watts y un factor de demanda del 60%**	**7,590 W**

Esta instalación cuenta con un circuito de bloqueo para los arrancadores de la bomba y compresor para Gas L. P. que saca de operación a estos cuando se opera la bomba eléctrica del sistema contra incendio y viceversa, y por lo tanto la demanda total requerida es:

Watts totales	33,661 W
Factor de potencia	0.90
KVA	30,294 KVA

Capacidad del transformador alimentador

Tomando en cuenta la demanda máxima en KVA, se selecciona el transformador de 45 KVA.

Fuente de alimentación

La alimentación eléctrica se obtuvo de la línea de alta tensión de CFE que pasa sobre la carretera de acceso, con una tensión de 13.2 KV y de la que se tomó una derivación mediante la intercalación de un poste C-12-750, equipado con un juego de 3 cuchillas fusibles 1F, 14.4 KV y con un juego de 3 apartarrayos autovalvulares 1F, 12 KV, llevando la línea hasta el límite de la planta, rematando en un poste C-12-750, en el cual se instaló el equipamiento en 3 fases de cuchillas fusibles 14.4 KV y apartarrayos autovalvulares 12 KV, para conexión subterránea de transformador tipo pedestal. Y Protegiendo la salida de B. T. con un Interruptor termomagnético instalado en el Tablero de Distribución.

Red interior

a) Tablero principal:

Se colocó un tablero principal de Distribución en el lindero noroeste del terreno de la planta próximo a la acometida, este tablero aloja los Interruptores termomagnéticos de los circuitos derivados para fuerza y alumbrado de Planta, el tablero es tipo NEMA 1 y ostenta los siguientes componentes:

- Interruptor Termomagnético con capacidad de 3X70 Amp. En 220 VCA para el Área de Taller.
- Interruptor Termomagnético con capacidad de 3X30 Amp. En 220 VCA para Áreas Generales.
- Interruptor Termomagnético con capacidad de 3X30 Amp. En 220 VCA para Sala de Reuniones.
- Interruptor Termomagnético con capacidad de 3X16 Amp. En 220 VCA para Oficinas Generales.
- Interruptor Termomagnético con capacidad de 3X150 Amp. En 220 VCA para el Cuarto de Bombas.

Tablero A
Contiene 13 Circuitos para Alumbrado de Planta, Alumbrado Perimetral de Oficinas, Alarma y Servicios Generales.

Tablero B
Contiene 6 Circuitos para Alumbrado y Contactos de Sala de Reuniones, Sanitarios y Oficina de Encargado de Planta.

Tablero C
Contiene 6 Circuitos para Alumbrado y Contactos de Oficinas Generales.

Tablero D
Contiene 4 Circuitos para el arreglo de Interruptor termomagnético y arrancador a tensión plena de los siguientes equipos:

1.- Tres bombas de 7.5 H. P. en 220 VCA.
2.- Un Compresor para gas líquido de 15 H. P en 220 VCA.

Tablero E
Contiene 5 Circuitos para Alumbrado y Contactos en el Área de Taller.

Alimentación del Sistema Contra Incendio
Dentro del Cuarto de Bombas del Sistema Contra Incendios se ubicó el Interruptor Subgeneral SG-1 que Alimenta al Arrancador de la Bomba Contra Incendios y a los servicios de Alumbrado y recarga de baterías del mismo Cuarto.

Derivaciones hacia Motores
Las derivaciones de Alimentación hacia motores parten directamente desde los arrancadores instalados en el cuarto de Bombas. Cada Circuito corre por canalización individual para mejor atención de mantenimiento y facilidad de identificación.

Tipo de Motores
Todos los motores instalados en el área considerada como peligrosa son a prueba de explosión de acuerdo a la norma.

Control de Motores
Todos los motores instalados en el área peligrosa se controlan por estación de botones a prueba de explosión, ubicada según indica el plano. Los conductores de estas botoneras son llevados hasta los arrancadores contenidos en el tablero general utilizando canalizaciones subterráneas compartidas con los circuitos de alumbrado exterior y alumbrado de andenes.

Alumbrado exterior
El Alumbrado de los Andenes están instalados en las techumbres correspondientes con unidades a prueba de explosión de inducción a 220 VCA 150 Watts

Control de Llenado de Cilindros
El control de llenado de cilindros se realiza por medio de interruptores de capsula de mercurio, colocados en las basculas para accionamiento de las válvulas solenoides correspondientes. Ambos elementos en receptáculos a prueba de explosión 127 VCA.

Áreas peligrosas

De acuerdo con las disposiciones correspondientes se consideran áreas peligras a las superficies contenidas junto a los tanques de almacenamiento, las zonas de trasiego de Gas L.P. hasta una distancia horizontal de 6 M a partir de los mismos, por lo anterior en estos espacios se usan solamente aparatos y cajas de conexiones a prueba de explosión aislando estas últimas con los sellos correspondientes.

Sistema general de conexiones a tierra

El sistema de tierras tiene como objetivo el proteger de descargas eléctricas a las personas que se encuentren en contacto con estructuras metálicas de la planta en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento, además, el sistema de tierras cumple con el propósito de disponer caminos francos de retorno de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

En el plano correspondiente se señala la disposición de la malla de cables a tierra y los puntos de conexión de varillas cooperweld en el cálculo se supone que la máxima resistencia a tierra no rebasa 1 OHM. Los equipos conectados a tierra son: tanques de almacenamiento, bombas, compresor, tomas de recepción y suministro, tuberías, múltiple de llenado, transformador y tablero eléctrico.

D. Proyecto Contraincendio.

Alcance.

Durante la operación de la planta de gas LP se pueden presentar situaciones de emergencia que tienen como consecuencia la inmediata interrupción de las actividades y el corte automático de la corriente eléctrica de los sistemas de trasiego de gas L.P., quedando activos únicamente los sistemas de emergencia.

Las acciones de emergencia prevén actividades específicas de respuesta inmediata del personal capacitado para el uso de los sistemas de seguridad de la planta.

Objetivo.

Prevenir, controlar y combatir incendios, mediante el uso adecuado de alarmas, extintores, trajes contra incendio, paros de emergencia, rótulos preventivos, almacenamiento de agua, bombas y tuberías a las áreas críticas de la planta.

Descripción detallada del sistema de agua contra incendio, características de los equipos, tuberías, accesorios y materiales empleados.

Lista de componentes del sistema

a) Extintores manuales
b) Extintor de carretilla
c) Accesorios de protección
d) Alarma
e) Comunicaciones
f) Manejo de agua a presión
g) Entrenamiento de personal

Descripción de los componentes del sistema

a) Extintores manuales:

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se encuentran instalados extintores de polvo químico seco del tipo manual, de 9 Kg. de capacidad cada uno, en los lugares siguientes:

- Seis en el muelle de llenado
- Dos junto a tablero eléctrico (bióxido de carbono)
- Dos en oficinas
- Cuatro en estacionamiento para vehículos de reparto, propiedad de la misma empresa.
- Uno en caseta de equipo contra incendio
- Dos en servicios sanitarios
- Cuatro en zona de almacenamiento

- Dos en Bombas
- Uno en Compresor
- Cuatro en tomas de recepción y suministro
- Dos en taller

b) Extintor de carretilla:

Se cuenta con dos extintores de carretilla, con capacidad de 60 Kg. de polvo químico seco Clase ABC, localizados en la zona de almacenamiento y taller respectivamente.

c) Accesorios de protección:

A la entrada de la Planta se tiene instalado un anaquel con suficientes artefactos matachispas, los que son adaptados a cada uno de los vehículos que tienen acceso a la misma, además con trajes de Nomex para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio, también con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica, siendo operada ésta solo en casos de emergencia.

d) Alarma:

La alarma instalada es del tipo sonoro claramente audible en el interior de la Planta, con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operan con corriente eléctrica CA 127V.

e) Comunicaciones:

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

f) Manejo de agua a presión:

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

1. Cisterna de seguridad de 51.75 m^3 de agua con las siguientes medidas: Planta 4.50 x 5.00 y profundidad de 2.30 metros, su llenado se realizará a base de pipas.

2. Caseta de máquinas construida sobre la cisterna con dimensiones en Planta de 4.00 x 4.00 y altura de 2.50 metros, cuenta con acceso para maquinaria y/o personal.

Ya que se cuenta con Planta de Emergencia la caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

- Una bomba con motor eléctrico de 40 C.F. y gasto de 2,200 L.P.M. a 5 Kg/cm^2, conectada a la Planta de Emergencia.
- Una bomba con motor eléctrico de 40 C.F. y gasto de 2,200 L.P.M. a 5 Kg/cm^2, con acometida independiente.

3. Red distribuidora, construida con tubo de Polietileno para 11.2 Kg/cm^2; accesorios y conexiones de fierro fundido para 8.5 Kg/cm^2. Esta tubería se instaló subterránea a una profundidad de 1.00 metro; la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 101 mm. de diámetro.

   Este sistema alimenta a los siguientes componentes:
   - Tres hidrantes y el sistema de riego por aspersión para el tanque de almacenamiento.
   - La tubería es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible.

4. Tubería y elementos de rociado para el tanque:
   - El tanque cuenta, por encima de él, con un tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un semianillo.
   - Estas tuberías son de 51 mm. de diámetro.
   - El rociado opera colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 38 en todo el semianillo. Las boquillas de rociado son de tipo recto de cono lleno, con un diámetro de entrada de ½" y un gasto individual de 29.52 L.P.M. a una presión de 3 Kg/cm^2.

g) <u>Entrenamiento de personal:</u>

Una vez en marcha el sistema contra incendio, se procedió a impartir un curso de entrenamiento del personal, que abarcó los siguientes temas:

1. Posibilidades y limitaciones del sistema.
2. Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
3. Uso de manuales.

a) Acciones a ejecutar en caso de siniestro.
   - Interpretación de las alarmas
   - Uso de accesorios de protección.
   - Uso de los medios de comunicación.
   - Evacuación de personal y desalojo de vehículos.
   - Cierre de válvulas estratégicas de gas.
   - Corte de electricidad.
   - Uso de extintores.
   - Uso de hidrantes como refrigerante.
   - Operación manual y automática del rociado a tanque.
   - Ahorro de agua.

b) Mantenimiento general:
   - Puntos a revisar.
   - Acciones diversas y su periodicidad.

- Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
- Mantenimiento correctivo.

Calculo de capacidades

a) Capacidad mínima de la cisterna:

La capacidad mínima de la cisterna se obtiene de sumar 21,000 lts. del resultado del área en metros cuadrados del recipiente más grande de la Planta con dosificación de agua de 10 litros por metro cuadrado, la cual permite una operación continua durante treinta minutos.

Superficie = (π x L x ø) / 2 x 0.90

Superficie total = (3.1416 x 18.11 x 3.38) / 2 x 0.90 = 86.53 m^2

Capacidad mínima de la cisterna = S x 10 lts x 30 min + 21,000 = 86.53 x 10 x 30 + 21,000 = 46,961 lts = 46.96 m^3

Prohibiciones:

Sé prohíbe el uso en la planta de lo siguiente:

Fuego.

- No se permite acceso a personal NO AUTORIZADO a las zonas de almacenamiento y trasiego.
- Protectores metálicos en las suelas y tacones de los zapatos, peines, excepto los de aluminio.
- Ropa de rayón, seda y materiales semejantes que puedan producir chispas.
- Toda clase de lámparas de mano a base de combustión y las eléctricas que no sean apropiadas para atmósferas de gas inflamable.

Rótulos de prevención y pintura

a) Pintura del tanque de almacenamiento:

El tanque de almacenamiento se tiene pintado de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente, también tienen inscrito con caracteres no menores de 15 cms., la capacidad total en litros de agua, así como la razón social de la empresa y número económico.

b) Pintura en topes, postes, protecciones y tuberías:

Los zonotubos metálicos que constituyen la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la Planta, se tienen pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

Todas las tuberías se encuentran pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: de blanco las conductoras de gas-líquido, blanco con franjas verdes las que retornan gas-líquido al tanque de almacenamiento, amarillo las que conducen gas-vapor, negro los ductos eléctricos, rojo las que conducen agua y azul claro las de aire.

En el recinto de la Planta se encuentran instalados y distribuidos en lugares apropiados letreros con leyendas como: “PELIGRO, GAS INFLAMABLE” (varios) “SE PROHIBE EL PASO A VEHÍCULOS O PERSONAS NO AUTORIZADAS” (a la entrada de la Planta), “SE PROHIBE ENCENDER FUEGO EN ESTA ZONA” (en la zona de almacenamiento y trasiego) “SE PROHIBE EL PASO A ESTA ZONA A PERSONAS NO AUTORIZADAS” (en cada lado de la zona de almacenamiento), se cuenta con letreros que indican los diferentes pasos de maniobras (muelle, tomas de recepción y suministro). Se cuenta con una tabla que señala los códigos de colores de las tuberías (a la entrada de la Planta y a un costado del Tanque), “PROHIBIDO REPARAR VEHÍCULOS EN ESTA ZONA” (zona de almacenamiento y trasiego).

MEDIDAS PREVENTIVAS.

La Planta de distribución de Gas L.P. contará con las siguientes medidas tales como:

1. Rótulos de prevención, pintura y colores reglamentarios.

El recipiente de almacenamiento está pintado en su totalidad de color BLANCO, en sus casquetes unos círculos color ROJO, con la tercera parte del diámetro del recipiente. Tendrá pintado con caracteres ROJOS no menores de 10 cm. "PELIGRO GAS L.P. INFLAMABLE".

La capacidad total en litros, así como la razón social de la Empresa con letras de tamaño de 25 cm. como mínimo y número económico.

Todas las tuberías se encuentran pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son:

De color BLANCO las conductoras de Gas Líquido, de color BLANCO CON BANDA VERDE las que retoman Gas Líquido al tanque de almacenamiento, de AMARILLO las que conducen Gas Vapor, de NEGRO los conductores eléctricos, de color ROJO las de agua y color AZUL las de aire.

Los postes de protección del tanque que constituye la zona de protección del área de almacenamiento y las áreas de suministro para carburación, se encuentran pintadas con franjas de color amarillo y negro en forma alternada.

En el interior de la Estación de Gas L.P. para Carburación se cuenta con letreros preventivos alusivos y visibles como:

Deberán ser visibles instalados y distribuidos en los siguientes lugares como:

Tabla 7 Rótulos de seguridad.

LEYENDA DEL LETRERO	EJEMPLO DE PICTOGRAMA	LUGAR
ALARMA CONTRAINCENDIO		*INTERRUPTORES DE ALARMA*
PROHIBIDO ESTACIONARSE		*CUANDO APLIQUE, EN PUERTAS DE ACCESO DE VEHÍCULOS Y SALIDA DE EMERGENCIA, POR AMBOS LADOS Y EN LA TOMA SIAMESA*

LEYENDA DEL LETRERO	EJEMPLO DE PICTOGRAMA	LUGAR
PROHIBIDO FUMAR		*ZONAS DE ALMACENAMIENTO Y TRASIEGO Y, EN SU CASO, EN EL PATÍN DE RECEPCIÓN*
USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD		*EN LAS ÁREAS DE RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRASIEGO*
USO OBLIGATORIO DE GUANTES		*EN LAS ÁREAS DE RECEPCIÓN, ALMACENAMIENTO Y TRASIEGO*
EXTINTOR		*JUNTO AL EXTINTOR*
PELIGRO, GAS INFLAMABLE		*MUELLE DE LLENADO, TOMA DE RECEPCIÓN, TOMA DE SUMINISTRO, TOMA DE CARBURACIÓN OE AUTOCONSUMO, UNO POR CADA LADO DE LA ZONA DE ALMACENAMIENTO, COMO MÍNIMO, Y, EN SU CASO, EN EL PATÍN DE RECEPCIÓN*
SE PROHÍBE EL PASO A VEHÍCULOS O PERSONAS NO AUTORIZADOS		*ACCESOS A LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN, ZONAS DE ALMACENAMIENTO Y TRASIEGO Y, EN SU CASO, EN EL PATÍN DE RECEPCIÓN*
SE PROHÍBE ENCENDER FUEGO		*ZONAS DE ALMACENAMIENTO, TRASIEGO Y ESTACIONAMIENTOS PARA VEHÍCULOS OE LA EMPRESA Y, EN SU CASO, EN EL PATÍN DE RECEPCIÓN*
LETREROS OUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS	*LETREROS*	*MUELLE DE LLENADO, TOMAS DE RECEPCIÓN, SUMINISTRO Y CARBURACIÓN*
CÓDIGO OE COLORES OE LAS TUBERÍAS	*LETREROS*	*COMO MÍNIMO EN LA ENTRADA DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Y ZONAS DE ALMACENAMIENTO*

LEYENDA DEL LETRERO	EJEMPLO DE PICTOGRAMA	LUGAR
SALIDA DE EMERGENCIA		*EN El INTERIOR V EXTERIOR DE LAS PUERTAS*
PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHÍCULOS EN ESTA ZONA	*LETREROS*	*ZONAS DE TRASIEGO, ALMACENAMIENTO Y DE CIRCULACIÓN*
RUTA DE EVACUACIÓN		*VARIOS (VERDE CON FLECHAS Y LETRAS BLANCAS)*
VELOCIDAD MÁXIMA 10 KM/H		*A LA ENTRADA DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Y ZONAS DE CJRCULACIÓN*
GABINETE DE EQUIPO DE BOMBERO	*LETRERO*	*JUNTO AL GABINETE*
BOTON DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR	*LETRERO*	*JUNTO ALA VÁLVULA DE PARO DE EMERGENCIA*

2. Sistemas de seguridad en tanque de almacenamiento.

Cada una de las áreas que integran la instalación contara con los siguientes sistemas y equipos de seguridad.

Tabla 8 Equipos de seguridad en el tanque de almacenamiento.

ITEM	Válvulas y Accesorios
Tanque de Almacenamiento	
E2	Válvulas de Exceso de flujo para vapor.
C	Válvula de Cierre Rápido.
R	Válvula de Retorno Automático.
H	Válvula de relevo hidrostática.
GP	Válvula de Globo con Acoplador.
E	Reducción.
F	Filtro
CF	Conector Flexible
AC	Acoplador ACME
M	Manguera Flexible.
	Manómetro.

3. Contra impactos por vehículos.

Se contará con medios de protección para evitar que los elementos instalados puedan ser alcanzados por algún vehículo automotor los cuales estarán instalados en los lugares siguientes:

Murete de concreto corrido en zona de almacenamiento para protección de:

- Bomba.
- Compresor.
- Recipientes de Almacenamiento.

Plataformas de concreto en Tomas de Recepción y Suministro para protección de:

- Soportes de Toma de Suministro.
- Soportes de Toma de Recepción.

Las conexiones de las mangueras para la toma y la posición del vehículo que se cargue estarán proyectadas para que la manguera siempre esté libre de dobleces bruscos.

4. Contra descargas eléctricas.

Los equipos conectados a "tierra" serán: recipientes de almacenamiento, bombas, compresores, tomas de suministro de remolques-tanque, tomas de recepción para carros-tanque, tuberías, soportes, transformador, tableros eléctricos, estructuras metálicas, construcciones y todos los equipos que se encuentren presentes y que se mencionan en el Artículo 250 de la NOM-001-SEDE-2012.

Todas las tomas contarán con pinzas especiales para conexión a "tierra" de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P.

5. Contra explosión.

Los equipos y materiales eléctricos deben ser adecuados y conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM001SEDE2012, tal y como lo establece en su numeral 4.2.3.10.

- Las tuberías conduit deben contar con sello a prueba de explosión a la llegada de la caja de conexiones de los motores y del tablero eléctrico.
- Los sellos a prueba de explosión en las tuberías conduit deben estar llenos con compuesto sellante.
- Las cajas de conexiones para tuberías conduit para fuerza y alumbrado en áreas clasificadas como Clase I División 1 deben ser a prueba de explosión.
- Los motores eléctricos acoplados a las bombas y a los compresores serán los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y contarán con interruptor automático de sobrecarga, además se encontrarán conectados al sistema general de "tierra".

6. Contra agentes externos y sabotaje.

El predio que alberga la planta en sus límites Norte, Oeste y Sur, estará delimitado con bardas de concreto de 3.00 de alto.

Equipo de protección NOM-017-STPS-2000:

Se cuenta con un sistema de alarma general a base de una sirena eléctrica la cual se alimenta en forma independiente a los demás circuitos para mayor seguridad en su funcionamiento, siendo operada sólo en casos de emergencia.

Equipo de primeros auxilios NOM-005-STPS-1998: relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas.

De acuerdo el riesgo se determinan los medicamentos y materiales de curación para prestarlos primeros auxilios por personal capacitado, atendiendo también al Manual de Contingencias de esta empresa y operación mediante la Comisión Mixta de Capacitación Adiestramiento, el botiquín contendrá los medicamentos mínimos que se mencionan en la norma citada.

Certificados de capacitación.

El personal dedicado a la operación de la Estación de Gas L.P. para Carburación, está capacitado por Peritos Responsables y acreditados ante la Autoridad Competente.

I.3 Operación y Mantenimiento.

La operación de la planta de almacenamiento y distribución de Gas L.P., es simple, no se llevan a cabo procesos de transformación de materiales o reacciones químicas, las operaciones básicas unitarias son el almacenamiento y trasvase o trasiego de gas Licuado de Petróleo, de un recipiente a otro: **Autotanques o semirremolques – Tanque de Almacenamiento – Pipas y/o llenado de Recipientes Portátiles y su reparto**, los cuales se retiran para su distribución en la región.

El gas Licuado de Petróleo, (Gas L.P.) es una mezcla de hidrocarburos en la que predomina el butano y el propano[2].

En una planta de gas las operaciones se limitan al trasiego de gas, es decir el trasvase de gas de un recipiente a otro mediante accesorios adecuados. Por ejemplo, las mangueras empleadas son de hule neopreno y doble malla textil, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P., diseñadas para una presión de trabajo de 21 a 24 Kg./cm^2 y una presión de ruptura de 140 Kg./cm^2. En el múltiple de llenado se cuenta con una válvula de seguridad de alivio de presiones hidrostáticas de 13 mm (1/2").

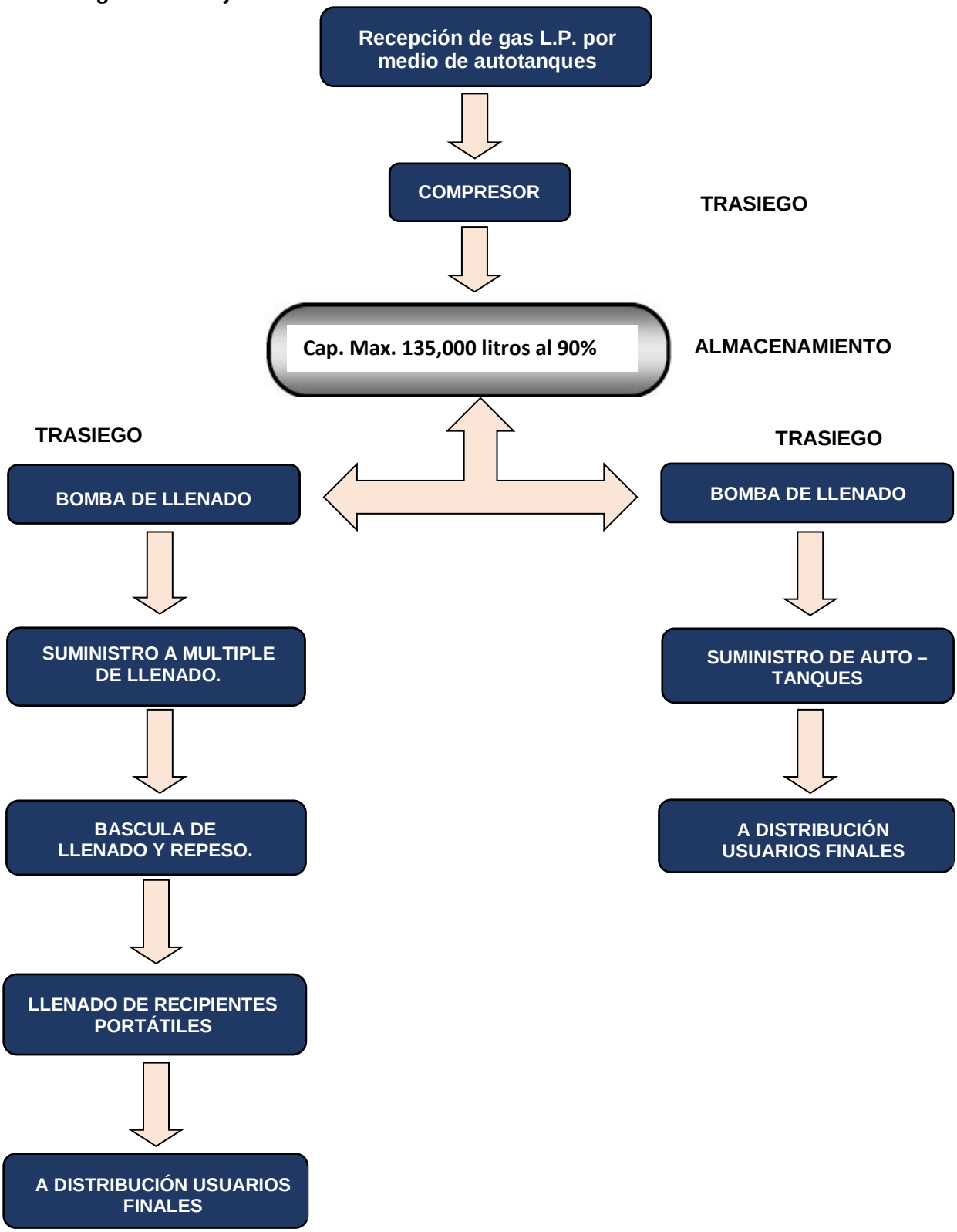
El gas que se encuentra "contenido" en una tubería se encuentra en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejerce, aproximadamente de 7.0 Kg/cm^2. Cuando el número de moléculas que se liberan del líquido es igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y gaseosa está en equilibrio.

Los impactos que ejercen fuerzas sobre las paredes del recipiente y expresadas por unidad de área reciben el nombre de presión de vapor. Un aumento de temperatura sube la presión de vapor de un líquido, debido a que la velocidad de las moléculas aumenta con la temperatura, pasando con rapidez al estado gaseoso.

El siguiente diagrama de flujo muestra de forma sencilla las operaciones que se llevan dentro de la planta.

[2] **REGLAMENTO de Gas Licuado de Petróleo. (DOF 05 12 07)**

Diagrama de Flujo.



Con base en lo anterior la operación se lleva a cabo de la siguiente forma:

1. **Recepción de Gas L.P.**

El Gas L.P. se recibe por medio de **Semirremolques** en el área de descarga, en la cual se encuentra el compresor (maquina con la cual se hará el transvase de gas a los tanques de almacenamiento), soportada sobre una base de concreto armado, que recibe tuberías de carga y descarga, las cuales salen de la zona de protección de los tanques; las tuberías son para líquido y vapor; se trata de una isla para protección contra choques metálicos y alguna mala operación en las maniobras de trasiego, se encuentra protegida con viguetas de acero fuertemente empotradas; cada toma cuenta en su extremo con válvulas de paso de acción manual, válvulas de exceso de flujo y adaptadores a las mangueras de trasiego.

El procedimiento para recepción y descarga es el siguiente.

- Revisión el espacio disponible del tanque de almacenamiento al inicio de cada turno.
- Recepción del semirremolque o autotransporte en sus áreas respectivas
- Las unidades deberán estar totalmente detenidas, con el motor apagado y el freno de estacionamiento colocado.
- Lectura en por ciento del contenido, así como de la presión a la que viene.
- Coloca las cuñas metálicas, en por lo menos dos de sus ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo; también coloca el cable, con su respectiva pinza, para el aterrizaje de la unidad.
- Acoplar la manguera de líquido (normalmente de 551 mm) misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y color blanco.
- Posteriormente abrirá la válvula de la manguera, así como la de la unidad.
- Acoplar la manguera de vapor, que está conectada a la tubería de color amarillo, abrirá la válvula tanto de la manguera como de la unidad.
- Abrirá las válvulas tanto de líquido como de vapor del tanque de almacenamiento.
- En la línea del tanque hasta la estación de descarga se abren las válvulas correspondientes. Deberá cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.
- Se accionará el interruptor que pone a funcionar la compresora por medio de su motor eléctrico.
- Durante la operación de descarga, el descargador por ningún motivo se retira de la isla y periódicamente verifica el contenido restante en el auto – transporte mediante el medidor rotatorio (rotogage) hasta que alcance el valor de cero.
- En cuanto el medidor rotatorio marque cero, el descargador apagará el motor de la compresora.
- Cerrará las válvulas de líquido de las mangueras, así como del auto – transporte y las retirará de la unidad.
- Se cerrará la válvula de vapor como en el apartado anterior y desacopla todas las líneas.
- Coloca los tapones respectivos en las tomas de líquidos y vapor del auto – transporte, así como en las mangueras, las cuales se colocarán en su lugar correspondiente y se retirarán las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.
- Informará al operador que la unidad ha sido descargada y pueda retirarse.

2. **Almacenamiento de Gas L.P.**

Los tanques de almacenamiento son del tipo intemperie cilíndrico horizontal, especiales para contener Gas L.P., los cuales se localizan de tal manera que cumplan con las distancias mínimas reglamentarias y son llenados al 90% de su capacidad.

Cuentan con una zona de protección constituida por muretes de concreto con altura de 0.60 metros, los tanques de almacenamiento tendrán una altura de 2.00 metros, medida de la parte inferior de los mismos al nivel del piso terminado. A un costado de los tanques se tendrá una escalera metálica para tener acceso a la parte superior de los mismos, también contará con una pasarela y una escalerilla al frente, misma que será usada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental.

3. Trasiego del Gas L.P.

El trasiego de Gas L.P. se lleva a cabo para llenado de autotanques, se realiza por medio de bombas, conectadas a las tomas de suministro el procedimiento para el trasiego de gas en cada una de las áreas es el siguiente:

a) Procedimiento de llenado de auto – tanque (Pipas).

El operador estaciona el auto – tanque en el área de carga, donde el llenador sigue la secuencia de las siguientes operaciones:

- Verifica que las llaves de encendido del motor del auto – tanque no estén colocadas en el switch de encendido.
- Verifica que se encuentren colocadas correctamente las cuñas metálicas en las llantas traseras del vehículo y la pinza del cable de aterrizaje.
- Revisará, utilizando el medidor rotatorio, el por ciento de gas que tiene el auto – tanque (contenido sobrante con el que regresó de ruta).
- Con el volumen en porcentaje de gas que contiene el auto – tanque, el llenador podrá calcular la cantidad de gas que habrá de suministrarle al auto – tanque, para que éste alcance el 80% de su capacidad.
- Colocará la palanca indicadora del medidor rotatorio en el nivel que se desee y dejará la válvula del medidor rotatorio abierta con el objeto de saber el momento preciso en que el llenado ha llegado al nivel deseado.
- Selecciona el tanque del cual se va a suministrar gas, determinando el porcentaje de su llenado, por medio del medidor del mismo tanque.
- Establece continuidad de flujo abriendo las válvulas de corte, desde el tanque hasta el mismo auto – tanque por llenar.
- Verifica que no existan fugas en las conexiones de la manguera con el auto – tanque, tanto en las líneas que conducen líquido como las de vapor.
- Oprime el botón energizado del motor de la bomba.
- Durante el llenado verifica que se realice con normalidad y por ningún motivo abandonará la supervisión de esta operación. Continuamente verificará el por ciento de llenado de auto – tanque.
- Retira las calzas de las llantas del auto – tanque. Revisará en todo su alrededor la unidad, haciendo hincapié que en las tomas no existan fugas.

- El llenador dará aviso al operador para que retire la unidad y la estacione en el lugar asignado a tal auto – tanque. La función de un operador es la de conducir la unidad en el área de circulación con la precaución debida.

b) Llenado de recipientes portátiles.

El llenado de cilindros portátiles se hace mediante el empleo de una bomba, controlándose por medio de una báscula el peso del gas que se va a suministrar a cada cilindro.

El sistema de tuberías debe estar preparado de tal modo, que la descarga se efectúe hacia el múltiple de llenado; es conveniente mencionar que se tenga cuidado para que la bomba no sufra forzamientos y la forma de lograrlo es que siempre se utilicen todas las salidas o llenaderas que fueron diseñadas para ser alimentadas por dicha bomba, recordando que mientras menor sea el tiempo de conexión y desconexión de un cilindro, menor forzamiento sufrirá una bomba.

Las básculas están sujetas a un trabajo pesado, siendo recomendable que no se golpeen excesivamente al colocar los cilindros. Es necesario comprobar constantemente su buen estado y su exacta calibración, verificándose con pesas patrón; para un mejor control de peso, es conveniente el uso de automáticos de llenado o sistema computarizado, debiendo calibrarlos periódicamente.

El peso en la báscula deberá marcarse sumando la tara del recipiente y el peso del gas que se va a suministrar, de manera que, al repesar el cilindro, se obtenga el peso del gas que se suministró, más la tara del recipiente.

Durante el llenado de un cilindro, es necesario probar con agua jabonosa, que la válvula de servicio no tenga ninguna fuga, al terminar de llenarlo ya con la válvula cerrada, deberá probarse nuevamente.

Una vez que los cilindros han sido llenados, se debe tener la precaución de comprobar que contienen la cantidad de gas que corresponde a la capacidad de cada uno de ellos. Para esto se utilizan las básculas de repeso. En caso de haber menor gas del que corresponde, deberá completarse.

El exceso de gas debe trasegarse mediante el sistema de vaciado de Gas, existente en la Planta y por gravedad se eliminará el gas excedente, ya que los cilindros deben salir a reparto con el Gas L.P. cuya capacidad sea el cilindro de 20, 30 y 45 Kg. y no deben salir a reparto sobrellenados, porque esto constituye un riesgo y puede abrirse la válvula de seguridad.

En la inspección o revisión visual de cilindros la experiencia es un importante factor para determinar si un cilindro puede continuar en servicio. Aplicando la calificación de cilindros descrito en el Plan Interno de Emergencia y Contingencia y la NOM-011/1-SEDG-1999 Condiciones de Seguridad en Recipientes Portátiles para Contener Gas L.P. en uso.

La Secretaría de Energía, Dirección General de Gas y de instalaciones eléctricas, exige que se retire del servicio el cilindro que tenga fuga, o cuando la corrosión, las abolladuras, combamientos, los daños por incendio, o alguna otra evidencia de abuso anormal, exista hasta el extremo que haga pensar que el cilindro está debilitado apreciablemente.

Las herramientas que se utilizan al llevar a cabo una inspección visual son: cepillo de alambre, regla punzón, calibrador de profundidad, gafas protectoras, etc.

Revise cuidadosamente los cilindros, buscando evidencia de que hayan sido expuestos a incendio. Son evidencias comunes de exposición al fuego, la pintura que está quemada o carbonizada, el metal decolorado o quemado.

Las fugas pueden originarse por diversas causas, tales como defectos en una costura soldada, defectos en la abertura roscada, en sajaduras o en poros. Por lo tanto, cualquier fuga, incluyendo una en la conexión roscada que no pueda ser corregida apretando el accesorio, es causa de rechazo.

Las reparaciones deben ser hechas en la fábrica de cilindros, o por un taller de reparación autorizado.

I.3.1 Hojas de seguridad

El gas Licuado de Petróleo, (Gas L.P.), que es una mezcla de hidrocarburos en la que predomina el propano Y butano [3], no tiene características reactivas, corrosivas, toxicas o radioactivas. Es peligroso aspirar Gas L. P.; en grandes cantidades puede producir muerte por asfixia, al igual que muere una persona por falta de oxígeno.

La hoja de seguridad de las sustancias se encuentra en el Anexo 8.

Carece de olor y de color, sin embargo, para anunciar su presencia se ha optado por odorizarlo utilizando para ello un aroma penetrante y molesta conocido con el nombre de mercaptano, sustancia también carente de color, que corroe el cobre y el bronce. Esta sustancia se mezcla total y libremente con el gas y no es venenosa, no reacciona con los metales comunes y es inofensiva a los diafragmas de los medidores. Su peso por litro es de 0.813 Kg. y su olor es tan penetrante que basta poner un medio kilo en 37,850 l (10,000 gls) para odorizarlo.

La planta almacenará y distribuirá Gas Licuado de Petróleo una mezcla de las que proporciona Petróleos Mexicanos siendo las más común 60 % propano y 40% butano, y sustancia que rebasa la cantidad de reporte mencionada en el Primer y Segundo listado de sustancias altamente riesgosas, que señalan **50, 000 kg.**

La cantidad a almacenar considerando que los tanques de almacenamiento se llenaran al 90% de su capacidad, será de:

1500000 X 0.9 = 135,000.00 Lts. (Ciento treinta y cinco mil litros)

De acuerdo a las hojas de seguridad Anexo 8, la Mezcla de Propano – Butano de 0.540 kg/lts., de manera que se tendría un almacenamiento de:

Propano – Butano = Gas L.P.= 70,312.5 Kg de gas en el tanque.

Las características fisicoquímicas de las sustancias se presentan en la siguiente tabla.

[3] **REGLAMENTO de Gas Licuado de Petróleo. (DOF 05 12 07)**

Tabla 9 Listado de sustancias por tipo de riesgo mayor y características de peligrosidad

Sustancia	Capacidad de almacenamiento Kg.	Riesgo Mayor	Tipo de almacenamiento	Familia Química	Características de Peligrosidad				
					Propiedades Físicas y Químicas		NOM-018-STPS-2000		
					Estado físico	Olor	S	I	R
Mezcal de Propano - Butano	81,000.00	Inflamable explosivo	En tanque .	Hidrocarburos del Petróleo	Gas a T ambiente. Liquido a Presiones de 8 Kg/cm²	Inodoro	1	4	0
							1	4	0

I.3.2 Almacenamiento

Tanque de almacenamiento.

La planta contará con **1 (Uno)** tanque de almacenamiento de Gas L.P., del tipo intemperie Cilíndrico – Horizontal (Tipo Salchicha) con una capacidad de 150,000.00 Lts. agua al 100%, especial para contener Gas L.P; sin embargo, por políticas de seguridad y condiciones de mercado la máxima capacidad de llenado de cada tanque será 90% de su capacidad, dando una capacidad máxima de almacenamiento de **135,000.00 Lts**, construido por CYTSA bajo las especificaciones que señala la **Norma Oficial Mexicana NOM-009-SESH-2011**, "**Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba**."

Para los dispositivos de seguridad, se consideran los siguientes códigos:

ASME Sección VIII Div. I
API 2000 Venteo atmosférico y tanques a baja presión.
NOM-022-STPS-1999 Electricidad estática en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad e higiene

El tanque se ubicará estratégicamente en el predio de forma que cumplan con las distancias mínimas reglamentarias.

EQUIPO	NOMENCLATURA	CARACTERISTICAS Y CAPACIDAD	PRESIÓN DE TRABAJO	VIDA UTIL INDICADA POR EL FABRICANTE	TIEMPO DE USO	LOCALIZACIÓN
Tanque de almacenamiento		Horizontal, cabezas semiesféricas 150, 000 lts	8.00 kg/cm2	20 años	Nuevo	Área de almacenamiento

Está fabricado bajo las siguientes especificaciones

Tabla 10 Características del Tanque.

Especificación	Datos de placa
Construido por:	CYTSA
Según Norma:	NOM-012/1 y NOM-012/2 SEDG-2003
Capacidad lts. agua:	150,000
Año de fabricación:	2012
Diámetro exterior:	3,380 mm
Longitud total:	18,110 mm
Presión de diseño:	17.58 Kg/cm^2
Factor de seguridad:	4
Forma de las cabezas:	Semiesféricas
Eficiencia:	100%
Espesor lámina cabezas:	9.52 mm
Material lámina cabezas:	SA-612-A
Espesor lámina cuerpo:	16.58 mm
Material lámina cuerpo:	SA-612-A
Coples:	210 kg/cm^2
No. de Serie:	A-000
Tara:	24,253 Kg

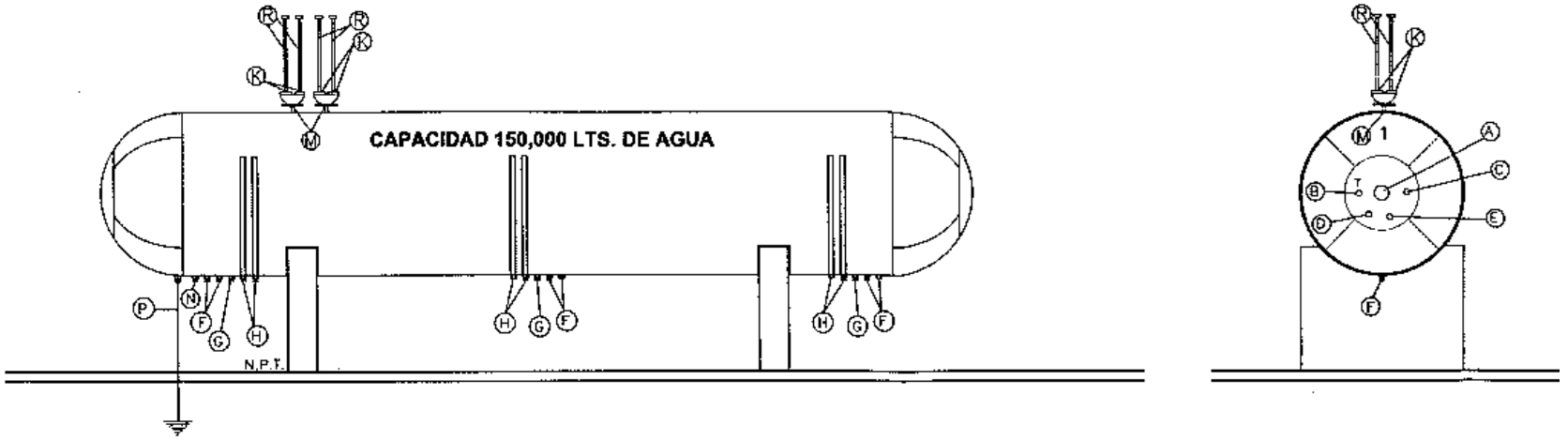
Fig. 22 Distribución de las áreas en donde se manejará el Gas L.P., de acuerdo con plano métrico, representación gráfica en sitio.



El tanque está equipado con los siguientes accesorios y equipos de seguridad:

LET	SIMB.	MM.	ACCESORIOS DEL TANQUE	CARACTERISTICAS
A	R	25.4	MEDIDOR ROTATORIO DE NIVEL LIQUIDO	REGO 9093RSM48
B	T	12.7	TERMOMETRO – 20 A +50 °C	ROCHESTER
C	M	6.4	MANOMETRO DE 0 – 28 KGS./CM. ^{2}	EVA
D	——	6.4	VALVULA DE MAXIMO LLENADO 90%	REGO 3165
E	——	6.4	VALVULA DE MAXIMO LLENADO 86.25%	REGO 3165
F		76	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO P/ LIQUIDO.	REGO A7539V6
G		51	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO P/ LIQUIDO.	REGO A3292B
H		51	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO P/ VAPOR	REGO A3292B
J		32	VALVULA DE EXCESO DE FLUJO P/ VAPOR	REGO A3282C
K	——	38	VALVULA DE SEGURIDAD 294M ^{3}/ MIN. CON PUNTO DE RUPTURA	REGO 3133G
L	——	–	VALVULA DE SEGURIDAD – M ^{3}/ MIN. CON PUNTO DE RUPTURA	–
M	——	101	VALVULA MULTIPORT BRIDADA	REGO A8574G
N		51	TAPON MACHO	ACERO ALTA PRESION
P		--	CONEXION SOLDADA PARA TIERRA	CABLE DE COBRE DESNUDO
R	——	76	TUBO DE DESCARGA CON CAPUCHON	CED. 40

Fig. 23 Ubicación de los accesorios del tanque.



I.3.3 Equipos de proceso y auxiliares

Bombas y compresores.

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego es la siguiente:

Generalidades

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego será para uso exclusivo de gas L.P.
Las bombas están ubicadas dentro de la zona de protección del recipiente de Almacenamiento e instalada con un conector flexible precedida de un filtro en La línea de succión, cumpliendo con las distancias normativas.

El compresor está ubicado dentro de la zona de protección del recipiente E instalado entre conectores flexibles y cumpliendo con las distancias Normativas.

La bomba y el compresor, junto con su motor, están cimentados a una base Metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de Concreto.

Los motores eléctricos acoplados a las bombas y al compresor son los Apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuentan con Interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al Sistema general de "tierra".

La descarga de la válvula de purga de líquidos, está a una altura mínima de 2,50 Metros sobre nivel de piso.

Bombas:

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego será la siguiente:

Tabla 11 Características de las Bombas.

MAQUINARIA	
a) Bombas: Numero:	**3 (I, II y III)**
Operación básica:	Llenado de cilindros (I y II) Carga de autotanques (III)
Motor Eléctrico:	7.5 C.F.
R.P.M.	640
Capacidad nominal:	378 L.P.M. (100 G.P.M.)
Tubería de descarga	76 mm (3'') Ø
Tubería de succión	76 mm (3'') Ø
Presión Diferencial de Trabajo	Bombas I y II 5Kg/cm^2. Bomba III 3 kg/cm^2

Compresor.

Tabla 12 Características del compresor.

MAQUINARIA	
b) Compresora - Número:	**1**
Operación Básica:	Descarga de remolques-tanque
Motor Eléctrico:	15 C.F.
R.M.P.	515
Capacidad nominal:	473 L.M.P. (125 G.P.M.)
Desplazamiento:	39.10 m^3/hr (23.pies/hr)
Radio de compresión:	1.49
Tubería de Gas Líquido:	76 mm (3'') ø
Tubería de Gas Vapor:	51 mm (2'') ø

Tabla 13 Resumen de los equipos.

EQUIPO	NOMENCLATURA	CARACTERISTICAS Y CAPACIDAD	ESPECIFICACIONES	TIEMPO DE USO	LOCALIZACIÓN EN EL ARREGLO DE LA PLANTA
COMPRESOR	1	15 C.F. 473 L.M.P. (125 G.P.M)	DESPLAZAMINETO DE 39.10 M^3/HR	NUEVA	ÁREA DE DESCARGA
BOMBA	3 Llenado de cilindros (I y II). Carga de autotanques (III)	378 L.P.M. (100 G.P.M.)	Bombas I y II 5Kg/cm^2. Bomba III 3 kg/cm^2	NUEVO	ÁREA DE RECEPCIÓN

I.3.4 Pruebas de verificación.

Para el caso de los recipientes o tanques de almacenamiento estos se diseñaron y probaron conforme a los señalado por la Norma Oficial Mexicana **NOM-009-SESH-2011, "Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba."**

Prueba hidrostática.

Los recipientes deberán someterse a una presión hidrostática de 1.3 veces su presión de diseño, como mínimo, la cual en ningún caso debe exceder el 90% del esfuerzo límite de cadencia del material determinado a través de cálculo.

Esta prueba debe efectuarse al 100% de los recipientes.

De acuerdo a la norma de referencia, el procedimiento es el siguiente:

8.1.1.1 Aparatos y equipos.

a. *Dispositivo hidráulico que proporcione una presión de 2.23 MPa (22.79 kgf/cm2) como mínimo.*
b. *Medidor indicador de presión analógico de carátula (manómetro), el cual debe estar graduado para un alcance de entre 1.5 veces y 4 veces la presión de prueba máxima. Pueden emplearse medidores de presión de lectura digital que tengan un alcance más amplio, siempre y cuando las lecturas den el mismo o mayor grado de exactitud que el obtenido con medidores de presión analógicos de carátula.*

8.1.1.2 Procedimiento.

Una vez que el recipiente ha sido llenado completamente con agua, se procede a colocar las conexiones correspondientes para purgar o eliminar el aire dentro del recipiente. Para medir la presión se instala el manómetro en el recipiente o en la línea de prueba, posteriormente debe elevarse la presión hidrostática a por lo menos 1.3 veces la presión de diseño durante el tiempo necesario para inspeccionar si existen fugas en el material base o en las juntas soldadas.

8.1.1.3 Resultado.

El recipiente no debe presentar fugas. Esta condición debe comprobarse visualmente.

Es importante aclarar que esta prueba las realiza el fabricante, por lo que solo se presenta el dictamen de la Unidad de Verificación que evaluó la conformidad de la norma.

Por otra parte, Para el caso de los recipientes o tanques de almacenamiento previo a la puesta marcha de la planta estos serán sometidos a la evaluación que establece el numeral 4.2.5.5.5 en la Norma Oficial Mexicana **NOM-009-SESH-2011, "Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba.",** que señala lo siguiente:

4.2.2.2.5 Evaluación de los recipientes de almacenamiento

4.2.2.2.5.1 Previo a su puesta en operación, debe revisarse por inspección visual, si el recipiente de almacenamiento presenta los siguientes daños, exceptuando las protuberancias en las placas o cordones de soldadura, en cuyo caso debe efectuarse la reparación:
a) Abolladuras en las placas o en los cordones de soldadura con una profundidad mayor al 10% del diámetro mayor de la misma.
b) Cavidades en las placas o cordones de soldadura con una profundidad mayor al 40% del espesor nominal de la placa más delgada.

4.2.2.2.5.1.1 La evaluación de los daños anotados en los incisos anteriores debe llevarse a cabo mediante las siguientes pruebas:
a) Las abolladuras con una profundidad mayor al 10% del diámetro mayor de la misma, deben evaluarse con las pruebas de medición ultrasónica de espesores e hidrostática. En caso de que la abolladura sea en los cordones de soldadura, además de las pruebas anteriores, debe efectuarse la prueba de radiografiado en dicha soldadura Previo al inicio de operaciones de la planta los tanques.

Se determinará si se requiere reparación o no, de acuerdo al resultado de: la prueba de medición ultrasónica de espesores efectuada por parte de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya; la prueba hidrostática debe ser presenciada por una unidad de verificación acreditada y aprobada en esta Norma Oficial Mexicana. La prueba radiográfica debe efectuarse en términos de la norma oficial mexicana referente a valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes no transportables para contener Gas L.P., en uso.

b) Las cavidades en las placas o cordones deben evaluarse mediante medición ultrasónica de espesores o medición directa.

Se determinará si se requiere reparación o no, de acuerdo al resultado de la prueba de medición ultrasónica de espesores efectuada por parte de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya.

Cuando en el resultado de la medición la profundidad sea mayor al 40% del espesor nominal de la placa más delgada, ésta deberá ser reparada.

4.2.2.2.5.2 En caso de que se apliquen soldaduras en la reparación de la sección cilíndrica o casquetes, debe efectuarse su valoración radiográfica en el 100% de la soldadura aplicada.

4.2.2.2.5.3 En caso de que la reparación del recipiente de almacenamiento haya implicado cambio de placas en la sección cilíndrica o en los casquetes, debe efectuarse y aprobar la prueba hidrostática a 1.3 veces su presión de diseño nominal marcada en la placa de identificación, y en la cual se haya sostenido la presión por un periodo mínimo de 30 min.

4.2.2.2.5.3.1 En caso que el recipiente de almacenamiento no cuente con placa de identificación o el dato correspondiente a la presión de diseño del recipiente no sea legible, la presión de prueba hidrostática debe ser como mínimo de 2.06 MPa (21 kgf/cm^2).

4.2.2.2.5.4 En caso de que el recipiente de almacenamiento haya estado expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas:
a) El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. Esta evaluación y aprobación debe efectuarse en términos de la norma oficial mexicana referente a valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes no transportables para contener Gas L.P., en uso.

b) Debe efectuarse y aprobar una medición ultrasónica de espesores en los términos de la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya.
La medición de la dureza debe efectuarse, como mínimo, en 6 puntos del área afectada.

La toma de réplicas metalográficas debe efectuarse, como mínimo, en 4 puntos del área afectada. Estas evaluaciones y sus aceptaciones deben efectuarse en términos de la Norma Oficial Mexicana referente a valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes no transportables para contener Gas L.P., en uso.

a) Efectuarse y aprobar la prueba hidrostática a 1.3 veces la presión de diseño nominal, marcada en la placa de identificación, y en la cual se haya sostenido la presión por un periodo mínimo de 30 min.

Cuando el recipiente de almacenamiento no cuente con placa de identificación o el dato correspondiente a la presión de diseño del recipiente no sea legible, la presión de prueba hidrostática debe ser como mínimo de 2.06 MPa (21 kgf/cm^2).
Los recipientes de almacenamiento que no cuenten con el dictamen o certificado aprobatorio de las pruebas descritas en el presente numeral, no podrán utilizarse para el almacenamiento de Gas L.P.[4]

Antes de la puesta en operación de la planta la tubería será verificará de acuerdo a lo que señala la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014 "Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación"**, conforme a lo siguiente.

4.2.2.5.4 Prueba e inspección de soldaduras en tuberías.
Previo al inicio de operaciones de la planta de distribución, en caso de existir tuberías soldadas:
a) Las soldaduras en las tuberías deben ser inspeccionadas mediante radiografiado o ultrasonido con haz angular, antes de la prueba de hermeticidad; la extensión y limitantes de la inspección dependen del tipo de instalación de las tuberías.
b) El personal que aplique la soldadura debe estar certificado conforme a un método específico, siendo necesario señalar dicho método. Es válido utilizar el método mencionado en el inciso i) del Apéndice.
c) Todas las soldaduras inaceptables deben ser reparadas y efectuarse su inspección nuevamente.
d) Por cada soldadura inaceptable se revisarán dos más para ese soldador(a).
e) Debe contarse con el informe por escrito del resultado.
f) Es válido que las soldaduras sean inspeccionadas de acuerdo con el inciso b) del Apéndice.

[4] NOM-001-SESH-2014 "Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación"

4.2.2.5.4.1 Tuberías sobre NPT o en trinchera.
Se inspecciona y se interpreta el 25% de las soldaduras en las tuberías con diámetro nominal mayor que 5.08 cm (2"). El porcentaje anterior se dividirá por cada soldador(a).4.2.2.5.4.2 Tuberías subterráneas Independientemente de su diámetro, todas las soldaduras en las tuberías subterráneas que conducen Gas L.P. deben ser inspeccionadas al 100%. Se deben identificar las soldaduras hechas por cada soldador(a).

4.2.2.5.5 Revisión de hermeticidad

4.2.2.5.5.1 Previo al inicio de operaciones de la planta de distribución, se debe contar con:

a) Informe por escrito del resultado radiográfico o ultrasónico de las pruebas en las soldaduras de las tuberías.

b) Efectuar y aprobar una revisión de hermeticidad del sistema de tuberías para el trasiego de Gas L.P.

c) Cuando los actuadores del sistema del paro de emergencia son accionados neumáticamente, debe contarse con el informe por escrito del resultado de la revisión de la hermeticidad.

4.2.2.5.5.2 El fluido para la presurización debe ser un gas inerte; no se permite el uso de oxígeno (O2) ni de Gas L.P.

4.2.2.5.5.3 La detección de fugas puede hacerse mediante manómetro, aplicación de solución jabonosa o detector de fugas cuando se use CO2.

4.2.2.5.5.4 El tiempo de duración de la revisión de hermeticidad debe ser como mínimo de 30 min.

4.2.2.5.5.5 El valor de la presión manométrica para la revisión de la hermeticidad debe ser como mínimo de 0.49 MPa (5
kgf/cm2) y como máximo de 0.98 MPa (10 kgf/cm2).

4.2.2.5.5.6 El manómetro utilizado para la prueba no debe ser para un rango mayor a 2.06 MPa (21 kgf/cm2) ni amortiguado.
4.2.2.5.5.7 La hermeticidad del sistema de tuberías se dará por aceptada, cuando, durante el tiempo de revisión no se registra disminución del valor de la presión ni se detecta fuga.
4.2.2.5.5.8 La revisión de hermeticidad se debe llevar a cabo en presencia de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la presente Norma Oficial Mexicana. Debe contarse con el informe por escrito del resultado de la revisión.[5]

[5] NOM-001-SESH-2014 “Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación

I.4 Condiciones de Operación.

I.4.1 Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

Las condiciones de operación de los tanques y de los equipos auxiliares se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 14 Condiciones de operación de los distintos equipos.

Operación de la Planta					
Tanques de almacenamiento I, II,					
Capacidad en lts		**Presión en Kg/cm**		**Temperatura en ºC**	
Máxima.	**150,000.00**	**Máxima.**	**17.58**	**Máxima.**	**Ambiente**
Mínima	**135,00.00**	**Mínima (Presión de Trabajo)**	**8.00**	**Mínima**	**ambiente**
Compresor I					
Capacidad de llenado en L.P.M		**Presión diferencial en Kg/cm^2**		**Temperatura en ºC**	
Máxima.	**473 L.P.M**	**39.10 m^3/hr**		**Ambiente**	
Bombas I					
Capacidad de llenado en lts		**Presión diferencial en Kg/cm^2**		**Temperatura en ºC**	
Máxima.	**378.00**	**3Kg/cm^2 y 5Kg/cm^2**		**Ambiente**	

I.4.2. Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

El Gas L.P., es único entre los combustibles comúnmente usados, que bajo presiones moderadas (6–9 Kg/cm^2) y a temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en una forma líquida, pero cuando se libera a presión atmosférica y a temperatura relativamente baja, se evapora y puede ser manejado y usado como gas.

El gas que se encuentra “encerrado” en una tubería se encuentra en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejerce, aproximadamente de 5 a 7.0 Kg./cm^2. Cuando el número de moléculas que se libera del líquido es igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y gaseosa está en equilibrio.

El Gas L.P. es más pesado que el aire (su densidad relativa es 1.5 aire = 1.0). 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.

I.4.3 Características del régimen operativo de la instalación (continuo, intermitente o por lotes).

El régimen operativo del sistema de Gas L.P. es intermitente.

I.4.4 Diagramas de tubería e instrumentación (DTI´S) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

En el **Anexo 1** Se presenta el isométrico del arreglo mecánico el cual indica de forma clara las tuberías, diámetros, accesorios y el arreglo de tuberías y cada uno de accesorios y equipos de seguridad que serán instalados.

I.4.5 Especificación del cuarto de control.

La planta no contara con un cuarto de control, contara con un tablero para el control y ejecución de los paros de emergencia que ya fueron descritos en el proyecto eléctrico.

I.4.6 Sistemas de aislamiento.

De acuerdo al tipo de sustancia a manejar la planta de almacenamiento y distribución se ha construido de manera que solo sea aislada de la entrada de personas ajenas a su operación.

No se considera aislamiento de las áreas en donde se maneja el Gas L.P. debido que sería contraproducente, ya que se daría paso a la acumulación de gas en caso de fugas con riesgo de encontrar puntos de inflamabilidad.

I.5 Análisis y Evaluación de Riesgos.

I.5.1. Antecedentes de incidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares.

El histórico de Accidentes es una base de datos de los accidentes que han ocurrido en instalaciones similares a la que se está analizando, con ayuda de ella se puede llevar a cabo un Análisis Frecuencia, de la periodicidad con la presentan los distintos tipos de accidentes, así como la búsqueda de los agentes que pudieron cuásar dichos eventos, revisando las condiciones de seguridad y operación en las instalaciones existentes o en las que se van a construir, lo que nos llevará a mejorar sustancialmente los diseños y procedimientos de operación y seguridad.

El Análisis Histórico de Accidentes es una herramienta de identificación de riesgos que hace uso de los datos recogidos del pasado de accidentes ocurridos en instalaciones similares y permite vislumbrar el potencial riesgo que tiene la instalación.

Sin embargo en México la cultura de previsión de accidentes no ha alcanzado mecanismos que permitan tener trazabilidad sobre los distintos accidentes que ocurren, incluso la búsqueda de las causales no se realiza o se obvia, dificultando el Análisis del Histórico de Accidentes, sin embargo, hay estadísticas que indican que el mayor número de emergencias relacionadas con el gas L.P., tienen que ver, con el uso inadecuado del gas a nivel doméstico, y se deben en mayor medida por la falta, de mantenimiento en instalaciones y aparatos; en segunda instancia se tiene a la distribución del gas por parte de compañías, quienes transportan el hidrocarburo por medio de autotanques (pipas) a domicilio.

Los principales factores que están posiblemente vinculados a la ocurrencia de riesgos son sucesos individuales, que involucran a una o pocas personas, es decir el error humano, la falta o deficiente inspección y/o verificación de los equipos, la falta de mantenimiento y en menor medida la falla de equipos o fenómenos externos ajenos al proceso de operación de la planta.

El almacenamiento, transporte y distribución del gas L.P. son actividades consideradas que presentan un nivel de riesgo alto y no por la frecuencia con la cual pueden presentarse los accidentes, sino por la potencial gravedad de sus consecuencias en caso de convertirse en un suceso no controlado.

Cabe destacar que en México no existe un registro público del número de accidentes relacionados al Gas L.P. Si uno consulta el Sistema de Información Energética (SIE) de SENER, no existe ninguna categoría para accidentes de Gas L.P. Al interior de la Dirección General de Gas L.P. en la SENER, se construye una base de datos a partir de los accidentes que los mismos permisionarios reportan. No obstante, no hay incentivos para que los permisionarios reporten todos los accidentes que sufren por temor a recibir sanciones de la autoridad regulatoria, por

lo cual la SENER trata de completar la base de datos a partir de la información que los cuadros de bomberos y protección civil de los municipios del país registran.[6]
Una búsqueda en Google de fugas de gas y accidentes relacionados al transporte de este combustible vía los autotanques devolvió 10 accidentes en los últimos 8 meses (octubre 2014 a mayo 2015) en cinco estados de la República.

Adicionalmente, la prensa ha reportado (meniconando de documentos que no son públicos) que Gas Express Nieto (la gasera responsable de la explosión del Hospital Materno Infantil de Cuajimalpa) reportó un total de 688 fugas tan sólo en los primeros tres trimestres de 2014.[7]

"Diez explosiones provocadas por gas que cimbraron a México" en Noticieros Televisa, México D.F., 30 de enero de 2015.

Otro accidente es el ocurrido en la carretera México-Pachuca el 7 Mayo de 2013, en Ecatepec municipio del Estado de México, en el cual se registraron 27 decesos y alrededor de 36 heridos. El accidente involucró un vehículo con doble remolque que transportaba Gas LP el cuál explotó como resultado del impacto derivado de la pérdida del control del vehículo y choque de la unidad.

La explosión de una pipa de gas junto al hospital Materno Infantil de Cuajimalpa, en la ciudad de México, con un saldo provisional de 7 muertos y 58 heridos el 15 de enero de 2015.

Según la Unidad Estatal de Protección Civil y Bomberos de Jalisco durante 2017 se registraron 44 incidentes relacionados con gas LP, entre los que se encuentran explosiones, flamazos, incendios, choques y soldaduras, los cuales dejaron como saldo al menos 19 personas lesionadas y dos fallecidos.

La referencia más evidente de esto es el evento catastrófico ocurrido en 1984, en la Terminal Satélite Norte de Pemex, San Juan Ixhuatepec, Estado de México., en donde una fuga en una tubería de alimentación de 8" a una de las esferas de almacenamiento, provocó una serie de explosiones (BLEVE) de más de 15 mil metros cúbicos de gas LP., afectando un radio de más de 800 metros alrededor de la Terminal, ocasionando 650 defunciones, 2,500 lesionados, más de 25 mil damnificados, 60 mil evacuados y daños materiales estimados en más de 2 mil millones de pesos.

Tabla 15 Antecedentes históricos de accidentes que involucran Gas L.P.

Año	Lugar	Sustancia involucrada	Tipo de Accidente	Daños	
				Muertos	Lesionados
2003	Veracruz, México	GLP	Explosión	4	62
1984	San Juan de Ixhuatepec - México DF, México.	GLP	BLEVE	1500	4200

6 Es Posible Desarrollar un Mercado Competitivo de Gas L.P. en México. (CIDAD 2015)

7 Fuente: Sergio Meana, "Gas Express Nieto suma 688 fugas en el DF hasta septiembre 2014" en El Financiero, México D.F., 29 de enero de 2015.

Año	Lugar	Sustancia involucrada	Tipo de Accidente	Daños	
				Muertos	Lesionados
1979	Good Hope, EE.UU.	Butano	BLEVE	12	s/d
1978	Waverly, EE.UU.	Propano	BLEVE	12	s/d
1978	Camping de Los Alfaques, San Carlos de la Rápita, España.	Propileno	BLEVE	216	s/d
1978	Texas City, EE.UU.	Butano	BLEVE	7	s/d
1975	Eagle Paas	Propano	BLEVE	16	s/d
1975	Beek, Paises Bajos.	Propileno	Explosión	14	107
1974	Decatur, Illinois - EE.UU..	Propano	Explosión	7	152
1974	West St. Paul, EE.UU.	Propano	BLEVE	4	s/d
1974	Oreonta, EE.UU.	Propano	BLEVE	0	s/d
1974	Puebla, EE.UU.	Propano	BLEVE	0	s/d
1973	Kingman, EE.UU.	Propano	BLEVE	13	s/d
1972	Río de Janeiro, Brasil	Propano	BLEVE	37	s/d
1972	East St. Louis, Illinois - EE.UU.	Propileno	Explosión	0	230
1972	New Jersey, EE.UU.	Propileno	BLEVE	2	s/d
1972	Tewksbury, EE.UU.	Propano	BLEVE	2	s/d
1970	Crescent City, EE.UU.	Propano	BLEVE	0	s/d
1966	Feyzin, Francia.	GLP	BLEVE	18	90
1959	Weldria, EE.UU.	Propano	BLEVE	23	s/d
1958	Michigan, EE.UU.	Butano	BLEVE	1	s/d
1957	Quebec, Canada	Butano	BLEVE	1	s/d
1951	Port Newark, EE.UU.	Propano	BLEVE	0	s/d

I.5.2 Clasificación de los accidentes.

La clasificación de los accidentes es un área de estudio importante en la seguridad industrial permitiendo la identificación de los elementos, factores, agentes, consecuencias involucrados durante el accidente, sin embargo, dada la gran variedad de elementos que se pueden asociar a la ocurrencia de un evento existen diversas formas de clasificación los accidentes.

Los accidentes obedecen por regla general a una nube o conjunto de causas, por lo se han establecido clasificaciones amplias considerando una serie de factores de accidente, que se agrupan dentro de seis apartados que a continuación se desarrollarán:

1. El agente.
2. La parte del agente.
3. La condición peligrosa.
4. El tipo de accidente.
5. La acción peligrosa
6. El factor personal de inseguridad.

1. El agente.

Se refiere a la sustancia, el material, circunstancia u objeto más relacionado con el accidente, como pueden ser:

1. Máquinas: torno, fresadora, pulidora, sierra, prensa, etc.
2. Generadores de movimiento y bombas: motor compresor, ventilador, etc.
3. Ascensores o elevadores: de pasajeros o de carga, eléctricos, hidráulicos, manuales, etc.
4. Aparatos de izar: grúas, polipastos, etc.
5. Transportadores: de banda, de rodillos, de cadena, etc.
6. Generadores de vapor y recipientes sujetos a presión: caldera, tubería de presión, condensador.
7. Vehículos: carretillas eléctricas, de motor, automóviles, ferrocarriles, etc.
8. Animales: domésticos, insectos, serpientes, etc.
9. Aparatos de transmisión de fuerza mecánica: poleas, árboles de transmisión, engranajes, etc.
10. Aparatos eléctricos: motor, generador lámpara, tomas de fuerza, etc.
11. Herramientas de mano: martillo, alicates, lima, etc.
12. Sustancias químicas: explosivos, gases, sustancias corrosivas, etc.
13. Sustancias muy inflamables y calientes: vapor, petróleo, laca, etc.
14. Radiaciones y sustancias radiactivas: uranio, radio, rayos X, etc.
15. Superficies de trabajo: piso, rampa, escalera, salientes, etc.
16. Agentes diversos: escalera de mano, abertura en el piso, cajones, condiciones climáticas.

2. La parte del agente.

La parte que se encuentra más estrechamente relacionada con el accidente y que generalmente podía haber sido protegida, por ejemplo: el útil de la máquina, la horquilla de la carretilla, el peldaño de la escalera, etc.

3. La condición peligrosa

Está íntimamente relacionada con la parte del agente y se refiere a aquella condición que se podía haber protegido o evitado. Dentro de este apartado se encuentra:

a) Agentes protegidos de forma deficiente: no protegidos o mal protegidos.
b) Agentes defectuosos: rugosos, ásperos, resbaladizos, agudos, etc.
c) Arreglos o procedimientos peligrosos en el agente de que se trate: almacenamiento inseguro, sobrecarga, etc.
d) Iluminación inadecuada: luz insuficiente, sombras, deslumbramiento, etc.
e) Ventilación inadecuada: aire con sustancias tóxicas o nocivas, volumen de renovación insuficiente, etc.
f) Ropa insegura: calzado impropio, ropa suelta, etc.
g) Otras condiciones inseguras.

4. El tipo de accidente.

La causa por la se establece el contacto.

a) Colisión, Golpes o choques contra objetos
b) Deslizamientos, caídas, desprendimientos.
c) Aprisionamiento entre objetos
d) Caída de un mismo nivel
e) Caída a distinto nivel
f) Resbalar sin caer o hacer esfuerzos excesivos que pueden producir esguinces, luxaciones, lumbagos, etc.
g) Exposición a temperaturas extremas, que pueden dar lugar a quemaduras, golpe de calor, congelaciones.
h) Inhalación, absorción o ingestión de sustancias que pueden producir asfixia, envenenamiento, etc.
i) Contacto con la corriente eléctrica, que provoca la electrocución.
j) Otros tipos de accidente

5. La acción peligrosa.

Es la violación de un procedimiento comúnmente aceptado como seguro, lo cual provoca un determinado tipo de accidente.
Como acciones peligrosas se pueden citar:

a) Realizar una operación sin la autorización necesaria, o sin advertir que va a realizarse.
b) Trabajar a velocidad peligrosa, demasiado lenta o demasiado rápida, en algunas operaciones delicadas.
c) Inutilizar los dispositivos de seguridad con el fin de ganar tiempo al realizar una operación.
d) Utilizar un equipo de trabajo inadecuado.
e) No utilizar las prendas de protección personal.
f) Adoptar una postura o posición inadecuada al realizar un trabajo.
g) Trabajar sin la necesaria protección, sobre equipo en movimiento, o peligroso.
h) Distraer, molestar, bromear con los demás.

6. El factor personal de inseguridad.

Es la característica física o mental de la persona que permite o provoca una determinada acción peligrosa.

Entre estos factores cabe citar:

- Actitud indebida, como no hacer caso de instrucciones o no comprenderlas, nerviosismo o excitación, etc.
- Falta de práctica o conocimientos, como resultado de la poca experiencia profesional, o el desconocimiento de las normas de seguridad industrial, etc.
- Defectos físicos, tales como enfermedades del corazón, falta de visión, alteraciones del equilibrio, etc.

Las anteriores formas de clasificar a los accidentes presentan la ventaja de poder seleccionar más de una causa en el análisis de un accidente, presentando por tanto una mayor posibilidad de localizar las causales y permitiendo un estudio más exhaustivo y a la vez más profundo y riguroso de las causas que concurren.

Es importante mencionar que con tan solo disminuir la probabilidad de impacto externo por una mala maniobra; así como, disminuir el error humano, se tendría siempre un aumento en la confiabilidad en los sistemas actuales, disminuyendo el número de accidentes ocurridos en estos sistemas.

I.5.3 Metodologías de identificación y jerarquización

Existen numerosas metodologías de identificación y evaluación de riesgo que son reconocidas y aplicadas internacionalmente, algunas son:

1. Revisión de Seguridad, Safety Review (SR).
2. Análisis de Lista de verificación, Checklist Analysis (CL).
3. Ponderación Relativa, Relative Ranking (RR).
4. Análisis Preliminar de Riesgo, Preliminary Hazard Analysis (PHA).
5. Análisis que pasa sí, What if Analysis (WI).
6. Análisis Que pasa sí / Lista de verificación, What if / Check list (WI/CL).
7. Estudio de análisis de riesgo y operabilidad, Hazard and Operability Analysis (HazOp).
8. Análisis de modo de falla y sus efectos, Failure Modes and Effects Analysis (FMEA).
9. Análisis de árbol de eventos, Event Tree Analysis (ET).
10. Análisis de árbol de fallas, Fault Tree Analysis (FT).
11. Análisis Causa-Consecuencia, Cause Consecuence Analysis (CCA).
12. Análisis de confiabilidad humana, Human Reliability Analysis (HRA).

Los puntos de riesgo de una instalación se enfocan a todas aquellas áreas de operación que en un momento dado pueden causar daño al personal, a las instalaciones o al ambiente, ya sea por explosión, incendio o toxicidad, los pasos más comunes para llevar a cabo una identificación y jerarquización de riesgos son:

a) Selección de la técnica de identificación de riesgos.
b) Análisis y evaluación de riesgos.
c) Jerarquización de riesgos.
d) Análisis de consecuencias.

Para el presente estudio de riesgo utilizaremos una combinación de técnicas primeramente emplearemos el Análisis Preliminar de Riesgo, a un nivel básico para la identificación de los riesgos reales y riesgos potenciales.

I.5.3.1 Identificación de Riesgos asociados al almacenamiento y trasiego de Gas L.P.

A fin de identificar los potenciales peligros y/o riesgos asociados al manejo de Gas L.P. consideraremos los equipos, procesos, herramientas, y la sustancia que se maneja para llevar a cabo las actividades de la planta de forma que se revisa los puntos en los que se considera se pueda presentar una liberación de Gas L.P. o la potencial ocurrencia de eventos en: maquinaria o equipos, procesos, operaciones, instalaciones, equipos de seguridad, etc.

Para el tipo de instalación que nos ocupa realizaremos la identificación de riesgos potenciales por equipos y sustancias que manejaran en la planta de distribución.

Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 16 Identificacion de peligros asociados al Manejo de Gas L.P. en equipos y maquinaria.

APR POR HERRAMIENTAS Y EQUIPOS				
Equipo critico	**Fuga**	**Incendio**	**Explosión**	**Incompatibilidad de, Nube tóxica o asfixiante Materiales tóxicos**
Compresor (área de recepción y descarga)	X	√	√	√
Bombas para trasiego.	X	√	√	√
Equipo eléctrico (fuente de suministro de corriente eléctrica)	X	√		
Semirremolques	√	√	√	√
Tanques de almacenamiento.	√	√	√	√
Autotanques.	√	√		
Mangueras y tubería destinada al trasiego del gas.	√	√	√	√

√: Existe la posibilidad de riesgo
X: No existe posibilidad de riesgo.

Los riesgos pueden ser generados por su ubicación, operación, falla del equipo o mantenimiento.

Tabla 17 Identificacion de peligros asociados al Almacenamiento de Gas L.P.

APR SUSTANCIAS Y MATERIALES PELIGROSOS						
Sustancias y materiales peligrosos	**Volumen o cantidad mínima Lts.**	**Volumen o cantidad máxima**	**Incendio**	**Explosión**	**Derrame**	**Incompatibilidad, nube tóxica o Asfixiante**
Gas licuado de petróleo (GLP)	**135 000.00 Lts**	**135 000.00 Lts**	**√**	**√**	**√**	**√**

√: Existe la posibilidad de riesgo
X: No existe posibilidad de riesgo.

Los riesgos están asociados a la liberación del gas de forma continua o masiva, dando paso a la formación de chorros de fuego, nubes explosivas, en case de ser súbitas podrían ser asfixiantes.

Tabla 18 Identificacion de peligros asociados a operación de trasiego de Gas L.P.

Riesgos Asociados a los Procesos				
Actividades.	**Fuga**	**Incendio**	**Explosión**	**Incompatibilidad, Nube tóxica o materiales tóxicos**
Trasiego de Gas LP en Recepción y Suministro	**√**	**√**	**√**	**X**
Almacenamiento	**√**	**√**	**√**	**X**

√: Existe la posibilidad de riesgo
X: No existe posibilidad de riesgo.

Los riesgos están asociados a la liberación de gas de forma continua o súbita, por potenciales fallas durante la operación.

El manejo de Sustancias clasificadas como peligrosas en general presentan características que pueden desarrollar sucesos no deseados por su transporte y almacenamiento, los sucesos iniciadores, propagación, mitigación y medidas de prevención generales pueden ser[8]:

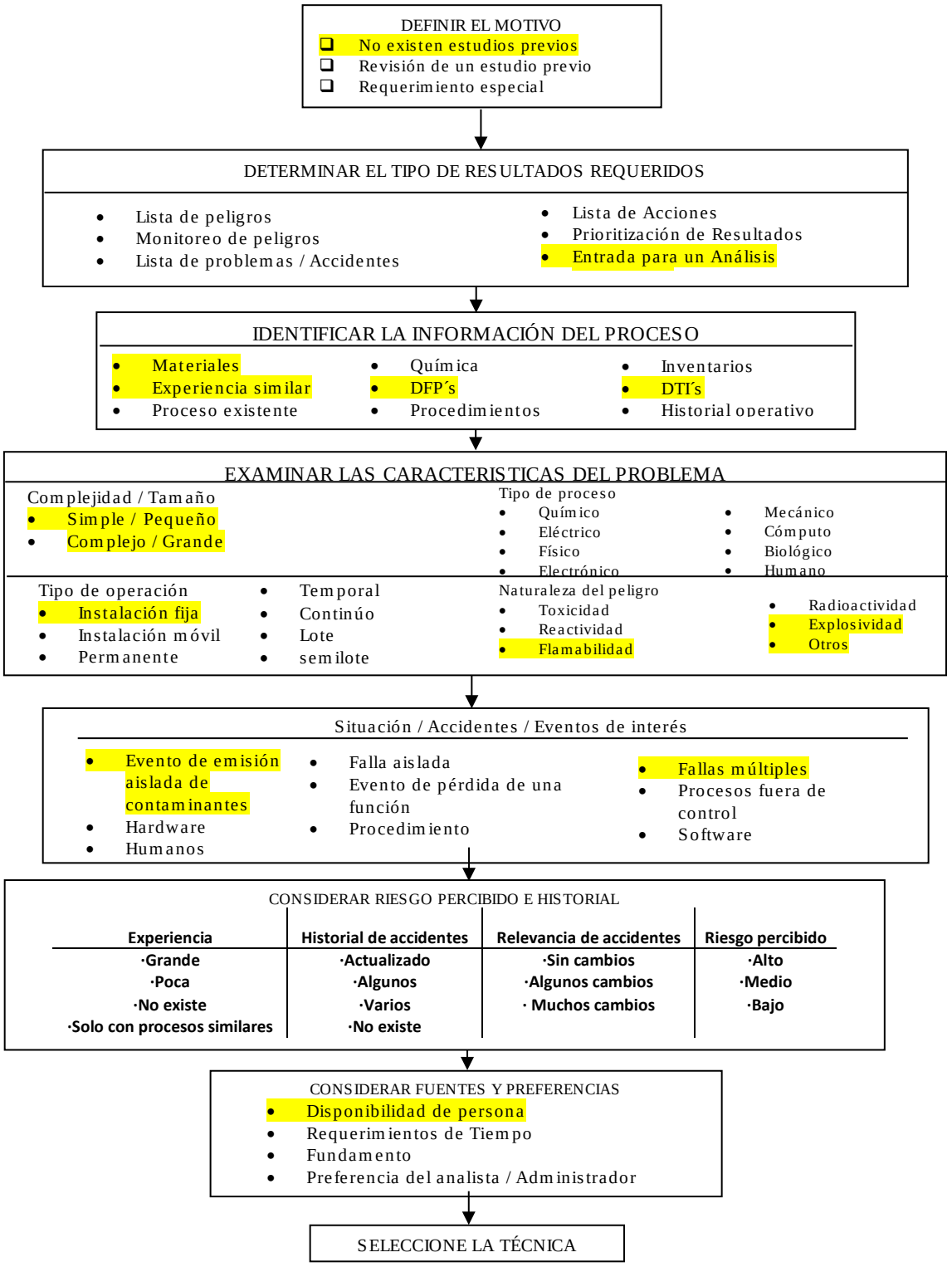
[8] Información adaptada del libro "BATTELLE COLUMBUS DIVISION-AICHE/CCPS": Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, American Institute of Chemical Engineers. Nueva York (1985)" y tomada del libro "Análisis y reducción de riesgos en la industria química, fundación MAPFRE, J.M. Santamaría Ramiro y P.A. Braña Aísa.

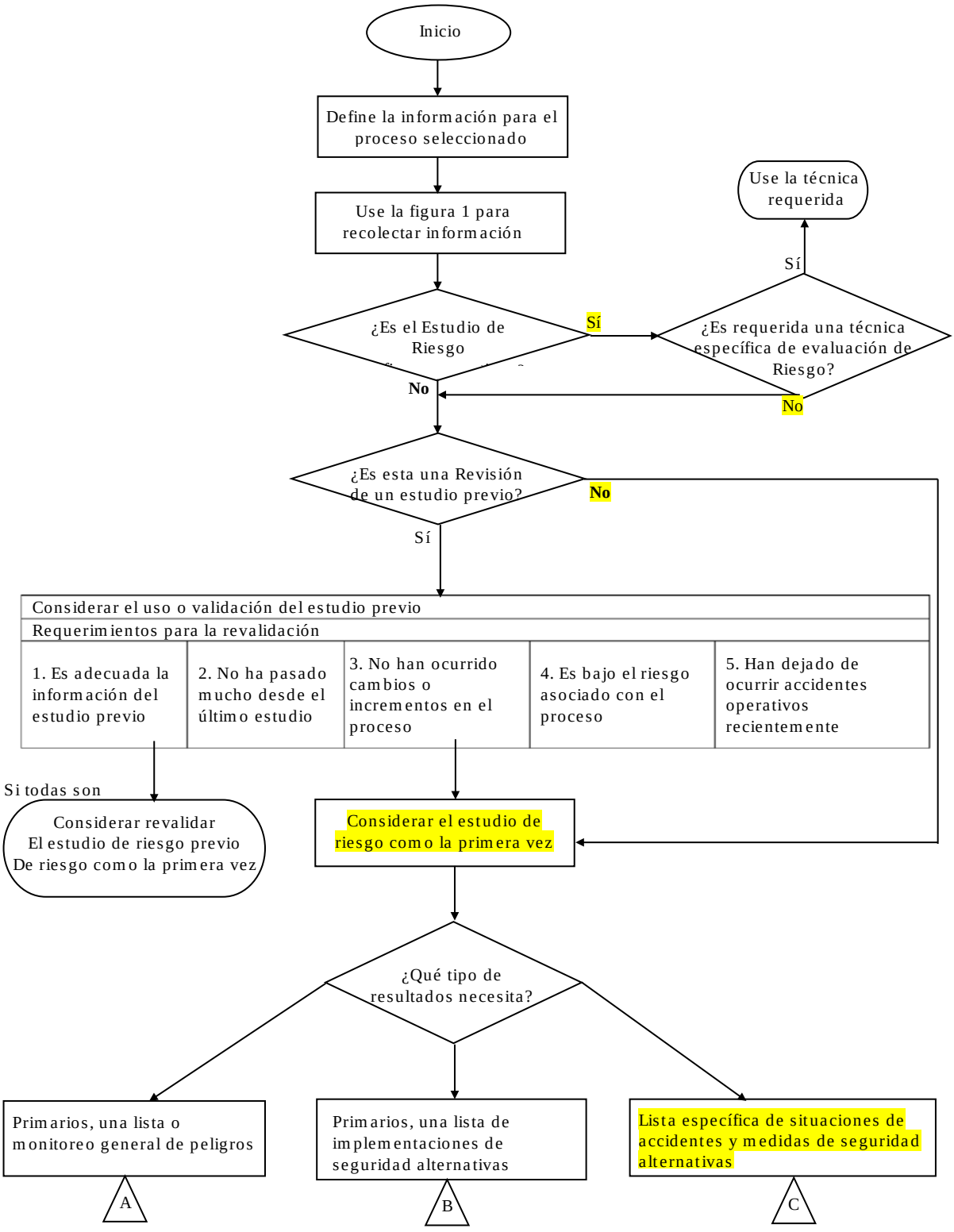
Tabla 19 Riesgos Potenciales por manejo de sustancias peligrosas.

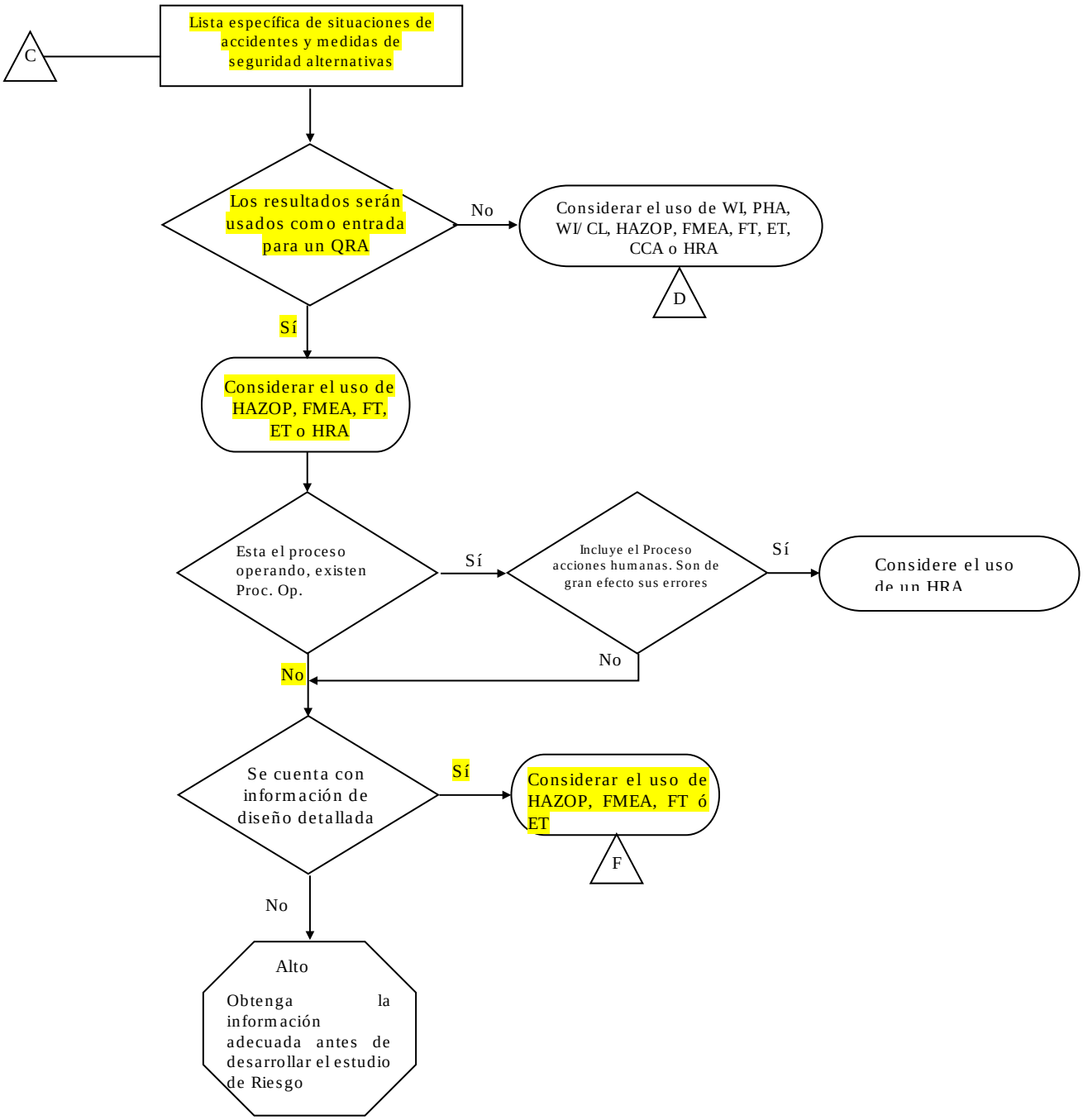
Características Peligrosas	Sucesos Iniciadores	Circunstancias Propagadoras	Circunstancias Mitigantes	Consecuencias Del Accidente
Manejo de cantidades de sustancias peligrosas (materiales inflamables, combustibles, inestables o tóxicos, gases inertizantes materiales a muy alta o baja temperatura, etc.).	**Fallos de contención** (tuberías, juntas, soldaduras etc.) **Errores humanos** (Operación mantenimiento, revisiones). **Pérdida de servicios - Agentes de externos.** (Inundaciones, terremotos, tormentas, vientos fuertes, impactos, sabotajes, etc.). **Errores de método o información.**	**Fallos de contención.** (Tuberías, recipientes, tanques juntas, fuelles, entrada o salida de venteo, etc.). **Ignición, explosión.** - **Errores del operador** (Comisión, omisión, diagnostico, toma de decisiones). **- Agentes externos.** - **Errores de método o de información**	**Respuestas de control, respuestas de los operadores.** - **Operaciones de emergencia** (alarmas, procedimientos de Emergencia, equipos de protección personal, evaluación, etc.). - **Agentes externos.** - **Flujo adecuado de información**	- **Fuegos.** - **Explosiones.** - **Impactos.** - **Dispersión de materiales tóxicos.**

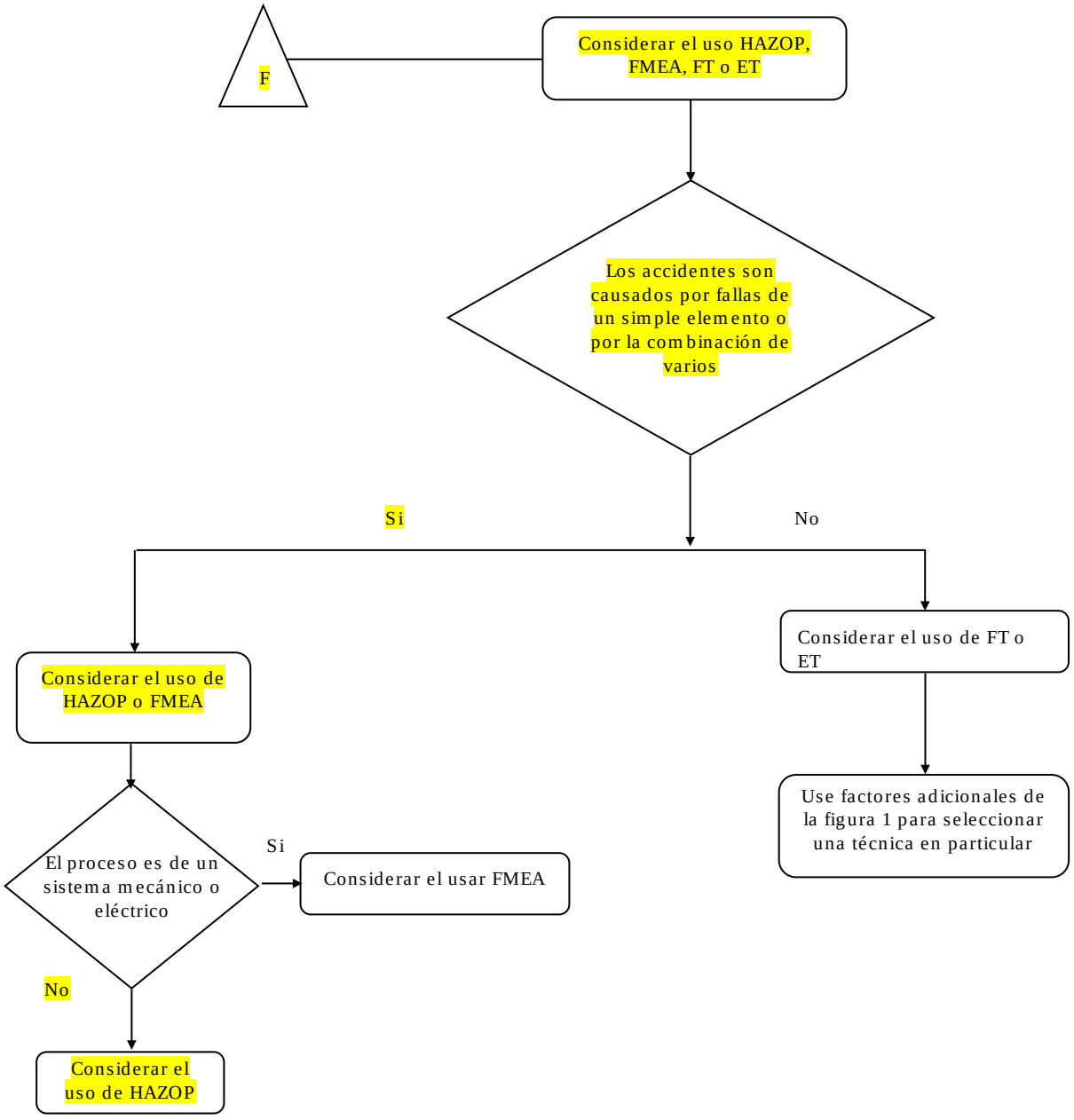
A. Selección de técnica de identificación de riesgos.

La selección de la metodología para la identificación de riesgos se basó en la guía sugerida por el Centro de Seguridad en Procesos Químicos (CCPs) del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) publicada bajo el título de Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, segunda edición con ejemplos desarrollados, 1995.


DEFINIR EL MOTIVO
No existen estudios previos
Revisión de un estudio previo
Requerimiento especial
DETERMINAR EL TIPO DE RESULTADOS REQUERIDOS
Lista de peligros
Monitoreo de peligros
Lista de problemas / Accidentes
Lista de Acciones
Prioritización de Resultados
Entrada para un Análisis
IDENTIFICAR LA INFORMACIÓN DEL PROCESO
Materiales
Experiencia similar
Proceso existente
Química
DFP´s
Procedimientos
Inventarios
DTI´s
Historial operativo
EXAMINAR LAS CARACTERISTICAS DEL PROBLEMA
Complejidad / Tamaño
Simple / Pequeño
Complejo / Grande
Tipo de proceso
Químico
Eléctrico
Físico
Electrónico
Mecánico
Cómputo
Biológico
Humano
Tipo de operación
Instalación fija
Instalación móvil
Permanente
Temporal
Continúo
Lote
semilote
Naturaleza del peligro
Toxicidad
Reactividad
Flamabilidad
Radioactividad
Explosividad
Otros
Situación / Accidentes / Eventos de interés
Evento de emisión aislada de contaminantes
Hardware
Humanos
Falla aislada
Evento de pérdida de una función
Procedimiento
Fallas múltiples
Procesos fuera de control
Software
CONSIDERAR RIESGO PERCIBIDO E HISTORIAL
Experiencia
·Grande
·Poca
·No existe
·Solo con procesos similares
Historial de accidentes
·Actualizado
·Algunos
·Varios
·No existe
Relevancia de accidentes
·Sin cambios
·Algunos cambios
· Muchos cambios
Riesgo percibido
·Alto
·Medio
·Bajo
CONSIDERAR FUENTES Y PREFERENCIAS
Disponibilidad de persona
Requerimientos de Tiempo
Fundamento
Preferencia del analista / Administrador
SELECCIONE LA TÉCNICA


Inicio
Define la información para el proceso seleccionado
Use la figura 1 para recolectar información
¿Es el Estudio de Riesgo
Sí
¿Es requerida una técnica específica de evaluación de Riesgo?
Sí
Use la técnica requerida
No
No
¿Es esta una Revisión de un estudio previo?
No
Sí
Considerar el uso o validación del estudio previo
Requerimientos para la revalidación
1. Es adecuada la información del estudio previo
2. No ha pasado mucho desde el último estudio
3. No han ocurrido cambios o incrementos en el proceso
4. Es bajo el riesgo asociado con el proceso
5. Han dejado de ocurrir accidentes operativos recientemente
Si todas son
Considerar revalidar El estudio de riesgo previo De riesgo como la primera vez
Considerar el estudio de riesgo como la primera vez
¿Qué tipo de resultados necesita?
Primarios, una lista o monitoreo general de peligros
Primarios, una lista de implementaciones de seguridad alternativas
Lista específica de situaciones de accidentes y medidas de seguridad alternativas
A
B
C


C
Lista específica de situaciones de accidentes y medidas de seguridad alternativas
Los resultados serán usados como entrada para un QRA
No
Considerar el uso de WI, PHA, WI/ CL, HAZOP, FMEA, FT, ET, CCA o HRA
D
Sí
Considerar el uso de HAZOP, FMEA, FT, ET o HRA
Esta el proceso operando, existen Proc. Op.
Sí
Incluye el Proceso acciones humanas. Son de gran efecto sus errores
Sí
Considere el uso de un HRA
No
No
Se cuenta con información de diseño detallada
Sí
Considerar el uso de HAZOP, FMEA, FT ó ET
F
No
Alto
Obtenga la información adecuada antes de desarrollar el estudio de Riesgo



También se consideró el procedimiento **DG-SASIPA-SI-02741 Rev. 3 "Guía para Realizar Análisis De Riesgos"** que señala que la identificación de riesgos se puede llevar a cabo mediante las siguientes metodologías de acuerdo con criterios que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 20 Típico de las metodologías de acuerdo con la etapa del proyecto.

Método de análisis de riesgos								
Etapa de desarrollo del proyecto	Lista de verificación	¿Qué pasa sí?	¿Qué pasa si?/Lista de verificación	FMEA	HAZOP	AAE	AAF	AC
Investigación y desarrollo		√	√					
Diseño conceptual	√	√	√					
Operación de planta piloto	√	√	√	√	√	√	√	√
Ingeniería de detalle	√	√	√	√	√	√	√	√
Construcción y arranque	√	√	√		√			
Operación rutinaria	√	√	√	√	√	√	√	√
Expansión o modificación	√	√	√	√	√	√	√	√
Desmantelamiento	√	√	√					
Investigación de accidentes	√			√	√	√	√	√

Análisis del método.

Con base a los criterios antes mencionados, se determinó que la metodología **HazOp (Hazard and Operability Analisys**) es adecuada para la identificación, evaluación y jerarquización de Riesgos Potenciales que podría presentar la construcción de la estación de descompresión de gas natural y las operaciones que se realizarán en ella, los principios y bases técnicas de dicha metodología se describen a continuación.

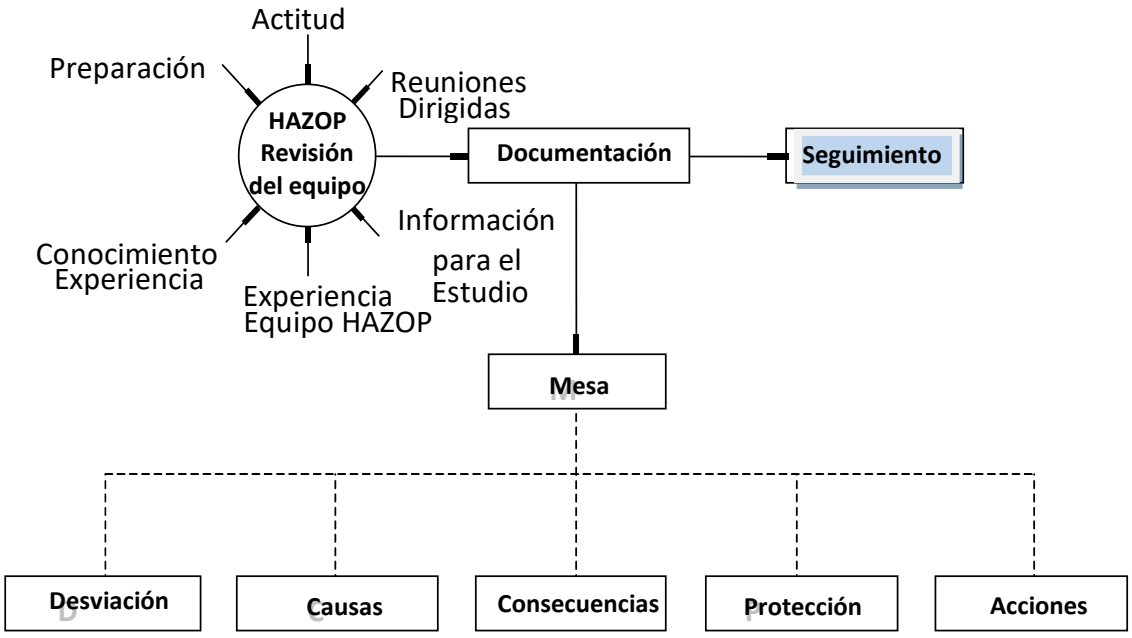
I.5.3.2 HazOp (Hazard and Operability Analisys).

Es una técnica cualitativa para la identificación de riesgos concebida en la industria química y que ha sido muy utilizada en la misma. El estudio **HazOp** debe complementarse con la revisión de seguridad (evaluación de la correspondencia con requisitos de seguridad prescriptivos, establecidos en la normativa de seguridad aplicable); permite un análisis sistemático de las desviaciones de proceso que pueden producirse, sus causas y las defensas contra las mismas y se enfoca a las desviaciones de proceso que puedan dar lugar a eventos de pérdida de contención (liberación de sustancias), así mismo aportará las recomendaciones de seguridad adicionales a la revisión de seguridad y permitirá identificar acciones críticas para la seguridad y evaluar o recomendar su consideración en los procedimientos operacionales vigentes. La metodología se resume como sigue:

- División de las instalaciones en secciones, representación en diagrama de flujo.
- Descripción de la intención de diseño (operación normal, límites y condiciones de seguridad según diseño) de las diferentes secciones definidas.
- Postulación, a través de palabras guías, de desviaciones de la intención de diseño de cada tramo y sus componentes. Determinación de las causas y consecuencias posibles de las desviaciones postuladas.
- Determinación de las desviaciones significativas (aquéllas cuyas consecuencias implican riesgos importantes y cuyas causas son creíbles, haciéndolas posibles).
- Evaluación de las defensas existentes contra tales desviaciones (prevención de las causas de las desviaciones, mitigación de las consecuencias).
- Proposición de mejoras de diseño, procedimientos y preparación del personal, para la prevención de las desviaciones y la mitigación de sus consecuencias).

El análisis **HazOp** requiere que el diseño sea definido, para que se pueda disponer de la información necesaria. En particular, la sistemática del método requiere que los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) estén completos y actualizados, el análisis se lleva a cabo mediante un equipo en el que intervienen personal técnico con distintas funciones dentro del proceso a analizar (el número de ellas depende de la complejidad del proceso o de la instalación) como ingeniero de proceso, ingeniero de instrumentación/control, ingeniero de producción y/u operaciones e ingeniero de seguridad industrial.

Fig. 24 Diagrama de la Técnica del Análisis HAZOP



La sistemática del análisis **HazOp** se indica a partir de palabras guías o bien otras palabras similares, el inicio del procedimiento será de acuerdo con las siguientes actividades específicas.

Selección de líneas de proceso.

a) Aplicación de las palabras guía.
b) Identificación de las posibles desviaciones, eliminando las que no se consideren razonables, o las que no dan lugar a consecuencias importantes.
c) Identificación de las posibles consecuencias de cada desviación.
d) Evaluación de soluciones.
e) Seguimiento de la implementación de las medidas correctoras.

Dichas actividades serán aplicadas a cada una de las líneas de proceso que entran o salen de un elemento determinado de la instalación; las palabras se aplicarán tanto a acciones y parámetros específicos (presión, temperatura, etc), y variables de operación (bajo, alto, no, etc).
Para cada una de las líneas operativas se especificará el propósito y finalidad que cumple en el proceso bajo condiciones normales. La aplicación de las palabras guía permitirá identificar desviaciones o circunstancias en las cuales las intenciones definidas no se cumplen, dichas desviaciones deberán generan consecuencias significativas y causas razonables.

Una vez identificadas las desviaciones se propondrán soluciones correctoras establecidas bajo instrucciones de trabajo, procedimientos, manuales, etc.

De igual manera se establecerán acciones que permitirán eliminar y/o controlar la desviación detectada de acuerdo a la experiencia y capacidad de los ingenieros especialistas del proceso y operación.

En caso que las medidas de seguridad no sean suficientes, existe una ampliación de las mismas o que siendo aceptables pueden aun mejorarse, presentando y fundamentando las recomendaciones de mejora, identificadas como "acciones".

Estás se clasifican en 4 categorías[1] asignando diferentes grados de prioridad en su implementación:

Tabla 21 Clasificación de las medidas de seguridad.

Tipo	Descripción.
Inaceptable	Mejoras de la más alta prioridad (que implican una insuficiencia o degradación inaceptable de las medidas de seguridad y deben de implementarse de inmediato).
Indeseable	Mejoras necesarias (ej. Incumplimiento de determinados requisitos de la normatividad de seguridad aplicable), pero cuya implementación puede esperar.
Aceptable con controles	Mejoras convenientes por su beneficio y bajo costo (ej. Mejoras de procedimiento).
Aceptable	Mejoras deseables pero que requieren análisis costo-beneficio (mejoras que se realizan a partir de un nivel

Como el análisis es sistemático y estructurado, es necesario utilizar términos de manera precisa y disciplinada, tales como:

Propósito. El propósito (o intención) define de qué manera se espera que la parte funcione. Esto puede requerir un cierto número de formatos que pueden ser descriptivos o esquemáticos. En muchos casos habrá un diagrama de flujo o diagrama de líneas.

Desviaciones. Son alejamientos de la intención o propósito que se descubren al aplicar sistemáticamente las palabras guía.

Causas. Estas son las razones por las cuales podrían ocurrir desviaciones. Una causa se puede tratar como significativa una vez que se haya demostrado que la desviación tiene una causa posible o realista.
Consecuencias. Estos son los resultados de las desviaciones, en caso que se presenten.

Riesgos. Estos son las consecuencias que pueden motivar daños, perjuicios o pérdidas.

[1] Risk Ranking Categories for Stone and Webster Engineering Co. Houston, TX.

Palabras guía. Estas son las palabras sencillas que se utilizan para calificar el propósito con el fin de guiar y estimular el proceso creativo de pensamiento y descubrir de esa manera las desviaciones.

Tabla 22 Palabras guías a utilizar durante la aplicación de la técnica HazOp-

Palabras Guía	Significado	Comentarios
NO	La negación total de los propósitos.	No se logra parte de los propósitos, pero no sucede nada más.
MAS MENOS	Incremento o disminución cuantitativa	Esto se refiere a cantidades – propiedades, como proporciones de flujo y temperaturas, así como también actividades como "Calor" y "Reaccionar".
ADEMAS DE	Un incremento cualitativo	Todos los propósitos del diseño y de operaciones se logran conjuntamente con alguna actividad adicional.
PARTE DE	Una disminución cualitativa	Sólo se logran algunos de los propósitos, otros no se logran.
REVERTIR CONTRARIO	Lo opuesto lógico	Esto se aplica la mayoría de las veces a actividades, por ejemplo, flujo revertido o reacciones químicas. También se pueden aplicar a sustancias, como VENENO en vez de ANTIDOTO o isómeros ópticos "D" en vez de "L".
EN VEZ DE DIFERENTE	Sustitución completa	No se logra ninguna parte del propósito original. Se produce un fenómeno diferente.

Conforme al método **HazOp** para la identificación y evaluación de riesgos, se obtendrá como resultado para cada nodo operativo la siguiente información:

- Nombre del nodo (sección).
- Descripción de la función.
- Número consecutivo de la desviación.
- Variable de estudio.
- Palabra guía.
- Desviación identificada mediante la combinación variable + palabra guía.
- Posibles causas de la desviación.
- Posibles consecuencias de la desviación.
- Salvaguardas con que cuenta el nodo para mitigar las consecuencias de la desviación.
- Recomendaciones.

Fig. 25 Diagrama de Flujo de la Metodología del Análisis HAZOP

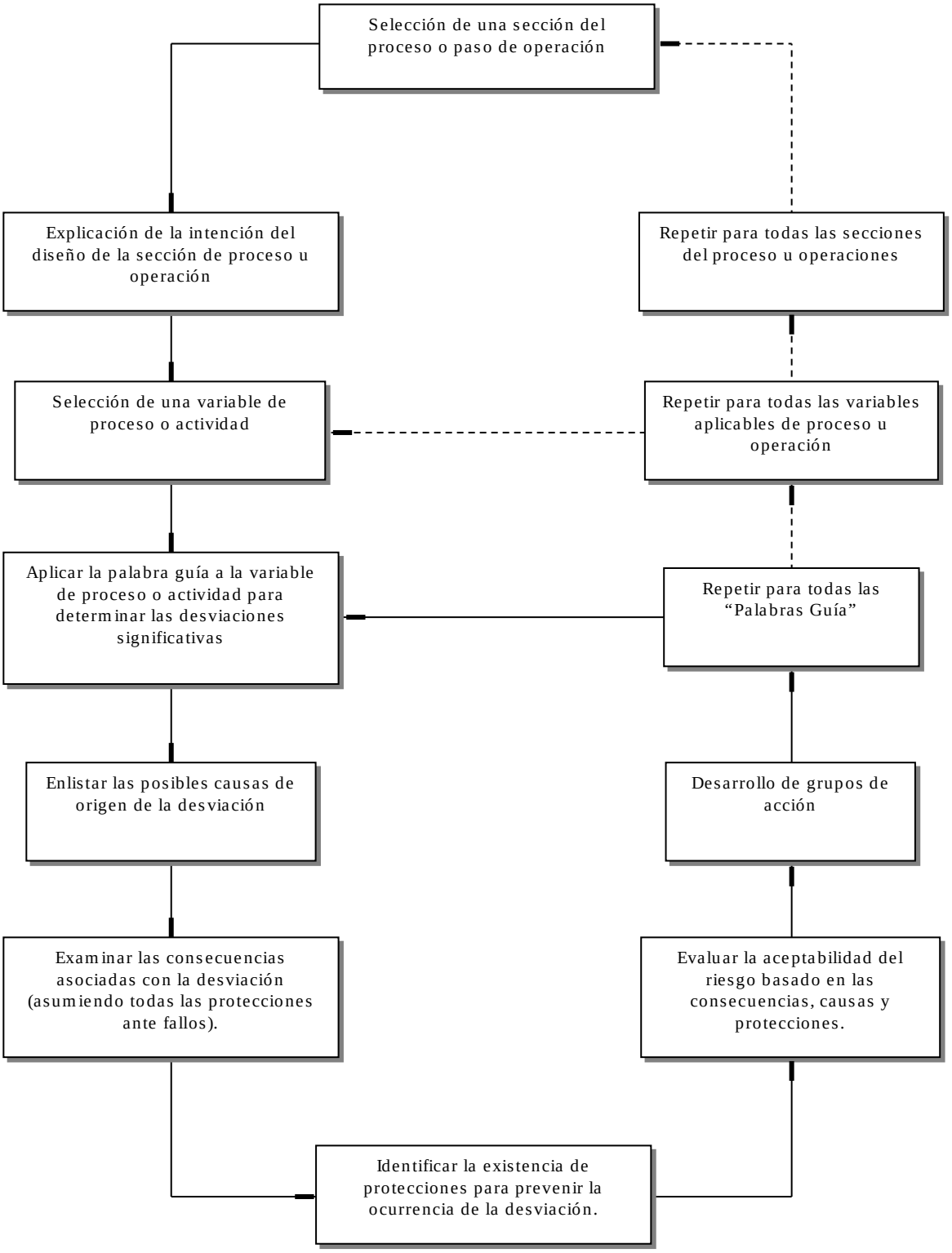


Tabla 23 Matriz de la Técnica HazOp.

Palabra Guía / Parámetro	No	Reversa (dar marcha atrás)	Mas	Menos	Parte de	Tan Bien Como	Otro que
Flujo	no flujo	retroceso de flujo	alto flujo	bajo flujo	composición	contaminación	materiales equivocados
Presión	vacío		alta presión	baja presión		mov. hid. fuerte/ golpe de ariete	
Temperatura			alta temperatura	baja temperatura	gradiente	oxidación/ fragilización	soporte
operación	falla de servicios		descollamiento	espera o reducida	arranque/ paro	mantenimiento	muestreo
para cada sistema							
Aterrizamiento	fuentes de ignición						
instrumentación	falla de instrumentos		confiabilidad			alarmas	De otra manera
estructura	falla de soporte			corrosión/ erosión		a prueba de fuego	
soporte de la administración	no cumplimiento en seguridad						cumplimiento ambiental

Asimismo se consideraron criterios para la identificación de riesgos como: tipo de resultado requerido (lista de problemas / accidentes y lista de acciones); información con que se cuenta del proceso (experiencia similar, diagramas de la instalación, historial operativo "en instalaciones similares") características del problema (operación simple, proceso mecánico, operación continua, peligro de inflamabilidad, explosividad y toxicidad, situación falla aislada, accidentes proceso fuera de control); riesgo percibido e historial (amplia experiencia, historial de accidentes actualizado, riesgo percibido medio).

Para profundizar en el análisis de riesgo posteriormente a la identificación y jerarquización de escenarios de riesgo obtenidos a través del **HazOp,** se aplicarán las técnicas de Arboles de Fallas (FMEA) con el fin de cuantificar la probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados y el arbol de eventos para determinar la frecuencia de ocurrencia y como influye la propuesta de mejoras a las instalaciones con objeto de disminuir la frecuencia de ocurrencia.

Las metodologías y técnicas fueron corridas con el siguiente personal.

Lic. Juan Ramón Herebia Hernández
Propietario y Jefe de Operación

C. Proceso Cruz Carballo
Jefe de Planta y Operario.

Quienes conformaron el grupo multidisciplinario de análisis e identificación de riesgos, las hojas de trabajo de las técnicas empleadas se muestran en el **Anexo 3.**

Derivado de la inducción a las metodologías del **HazOp** el grupo dividió las instalaciones en 4 nodos de análisis:

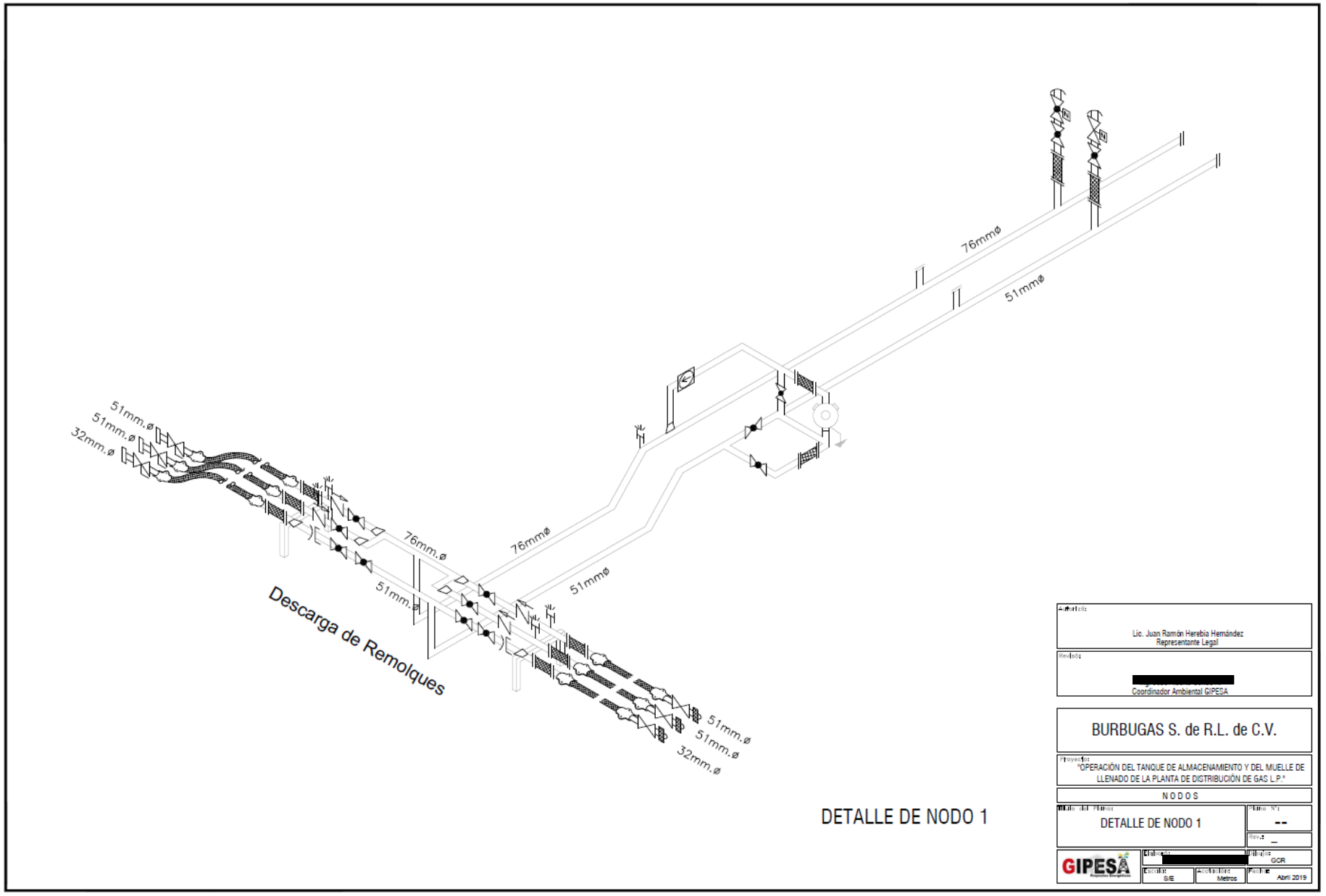
Tabla 24 Nodos de Análisis para la metodología HazOp.

Nodo	Descripción
Nodo 1	**Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.** Intención de Diseño: Recepción de Gas L.P. de semirremolques mediante interconexión con mangueras de 2", tomas de recepción de 2"de diámetro nominal y su conducción por medio de tubería de 3" de diámetro nominal hasta los tanques de almacenamiento y el Retorno de Gas L.P. en estado gaseoso a semirremolque mediante tubería de 2" de tanque a toma de recepción, la toma es de 1 ½" de diámetro y manguera de 1 ½". Límites del Nodo. Desde la manguera de la toma de Recepción hasta las válvulas de entrada al tanque de almacenamiento para el Caso del Gas L.P. en estado líquido y de Válvula de salida del tanque de almacenamiento hasta toma de recepción para retorno de Gas L.P. en estado Vapor. Maquinaria necesaria para la operación: Compresor. Condiciones de Operación: **10 Kg/cm^2.** Capacidad máxima de desplazamiento: **677.59 LPM (179 GPM)**

Nodo 2	**Tanque de Almacenamiento de Gas L.P.** Intención de Diseño: Almacenamiento de Gas L.P. en un tanque de almacenamiento cilíndrico horizontal con una capacidad de 150,000.00 Lts., la máxima capacidad de **llenado como máximo al 90%, es decir, 135,000.00 litros de Gas L.P. para su posterior trasiego a la isleta de suministro de Autotanques y Muelle de llenado de recipientes portátiles,** Límites del Nodo; Válvulas de entrada al tanque y válvulas de salida del tanque. **La presión de operación es de 8.00 Kg/cm^{2,} para su posterior trasiego.**
Nodo 3	**Toma de suministro de autotanques.** Intención de Diseño: Envío de Gas L.P. en estado líquido de los tanques de almacenamiento a la toma de suministro de Auto –tanques a través de tuberías de 3" y 2" de diámetro y manguera de 2" de diámetro nominal, y retorno de Gas L.P. en estado vapor a través de manguera y tubería de 1 ¼" y 2" pulgadas de diámetro nominal. Límites del Nodo. Para el caso del Gas L.P. en estado líquido desde las válvulas de salida de los tanques de Almacenamiento de 3" de diámetro, pasando por toma de suministro hasta la manguera de 2" para la conexión con el autotanque. Para el Gas LP.P. en estado vapor desde la manguera para la conexión con autotanque de 1 ¼" hasta la válvula de 2" de diámetro hasta la válvula de entrada de retorno de vapor a tanques de almacenamiento. Maquinaria necesaria para la operación: Bomba. Condiciones de Operación: **3 Kg/cm^2** Capacidad máxima de desplazamiento: **378 LPM. (100 GPM))**
Nodo 4	**Toma de suministro de Muelle de Llenado.** Intención de Diseño: Envío de Gas L.P. en estado líquido de los tanques de almacenamiento al múltiple del llenado de recipientes portátiles a través de tuberías de 4", 3" y 2" de diámetro nominal y llenaderas de ½" de diámetro nominal- Retorno de Gas L.P. excedente en las llenaderas a los tanques de almacenamiento mediante tubería de 2" y 3" de diámetro nominal. Límites del Nodo. Desde las válvulas de salida de los tanques de Almacenamiento de 3" de diámetro, hasta lo toma y/o llenadera y el retorno desde tubería del múltiple de llenado de 2" hasta la entrada al tanque de 3" de diámetro nominal. Maquinaria necesaria para la operación: Bomba. Condiciones de Operación: **5 Kg/cm^2** Capacidad máxima de desplazamiento: **378 LPM. (100 GPM))**

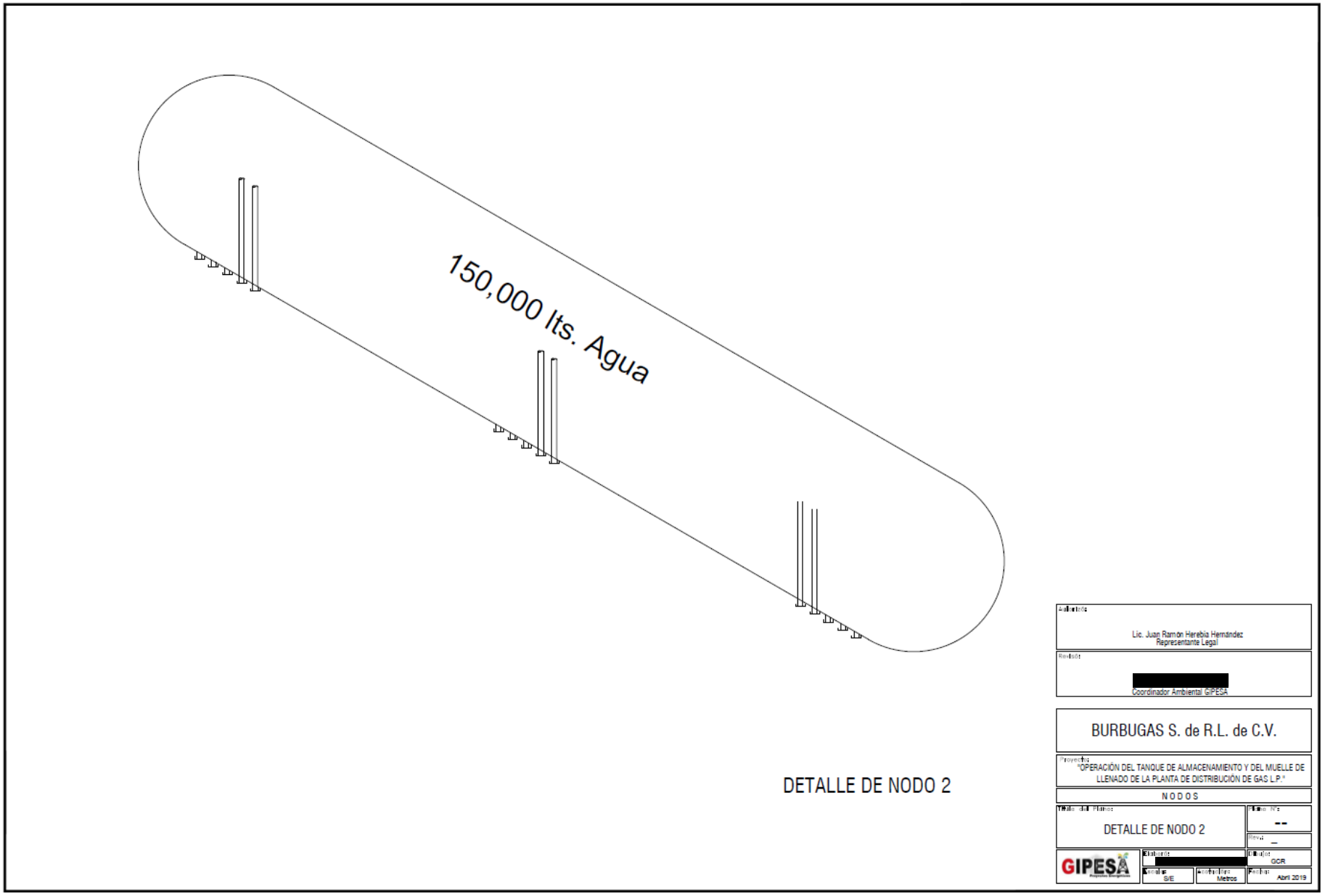
Los nodos seleccionados se muestran en el **Anexo 2.**

Fig. 26 Detalle del Nodo 1 seleccionado.



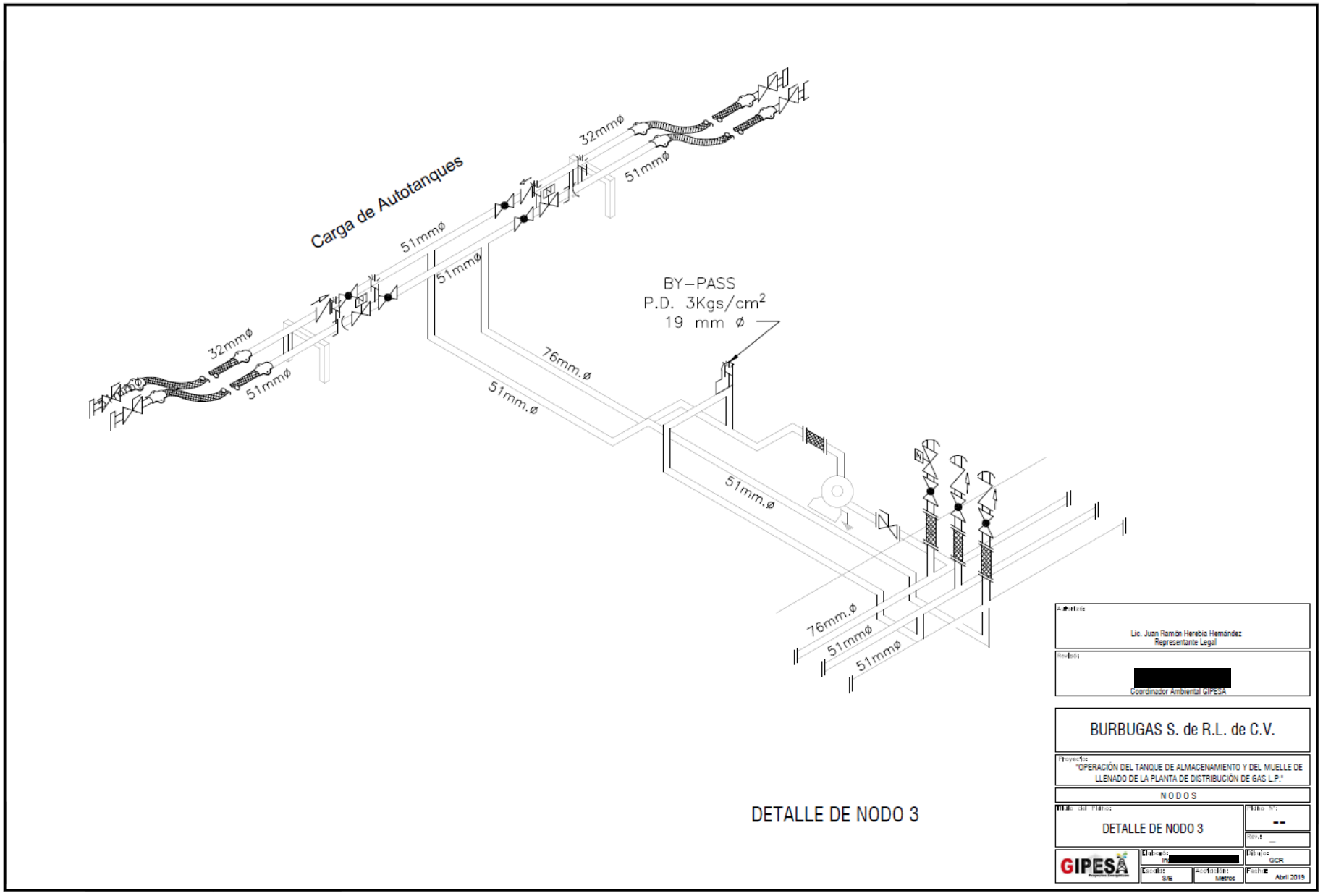
Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Fig. 27 Detalle del Nodo 2 seleccionado



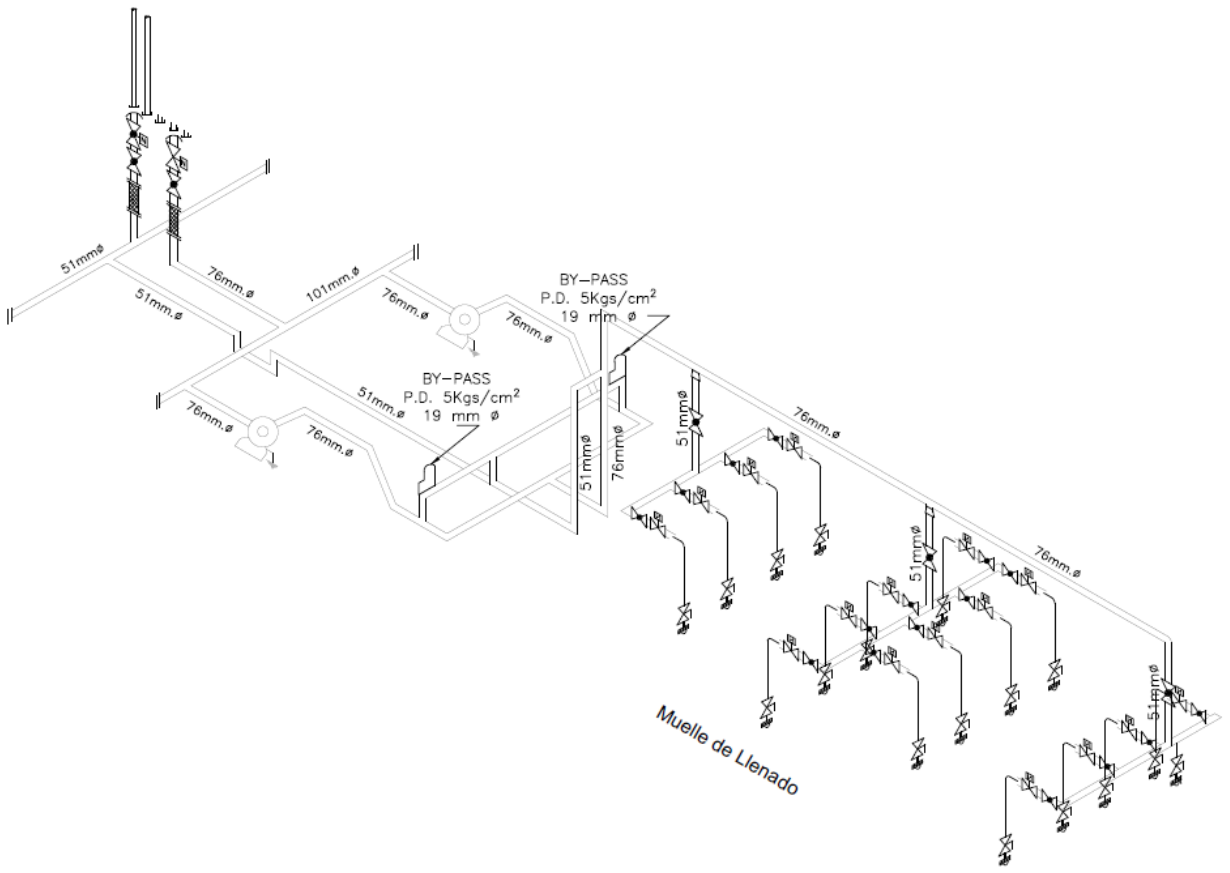
Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Fig. 28 Detalle del Nodo 3 seleccionado



Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Fig. 29 Detalle del Nodo 4 seleccionado.



DETALLE DE NODO 4

Lic. Juan Ramón Herebia Hernández
Representante Legal

[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

"OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

NODOS

DETALLE DE NODO 4

--

GIPESA

Ing. José Alberto Conde R.

GCR

S/E

Metros

Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

De acuerdo con las operaciones que se realizan el grupo identifico **23 desviaciones** de operación, que podrían generar algún escenario de riesgo, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 25 Desviaciones a analizar en el análisis HazOp.

No.	Variable	Palabra Guía	Desviación
Numero de Nodo: 1 Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.			
1.1	**Flujo**	**No.**	No se presenta flujo de gas al tanque de almacenamiento.
1.2	**Flujo**	**Menos**	Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas a los tanques de almacenamiento
1.3	**Presión**	**Menos**	Se registra una menor presión en el trasiego de gas.
1.4	**Presión**	**Más**	Se registra una mayor presión en las líneas de la toma de recepción
1.5	**Corrosión**	**De otra Manera-**	Se presenta corrosión externa en las líneas de 1 ½", 2" y 3"de diámetro nominal
1.6	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de la manguera o líneas de 1 ½", 2" y 3" de Ø
1.7	**Operación**	**No**	No opera el sistema contraincendio
Almacenamiento de Gas L.P.			
2.1	**Presión**	**Mas**	El tanque presenta una mayor presión a la normal operativa
2.2	**Nivel**	**Mayor**	El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.
2.3	**Corrosión**	**De otra manera**	Se presenta a corrosión externa en el los tanques de almacenamiento
2.4	**Otro**	**De otra manera**	Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE
Numero de Nodo: 2 Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.			
3.1	**Flujo**	**Menos**	Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas a los autotanques
3.2	**Flujo**	**No**	No hay Flujo
3.3	**Presión**	**Más.**	Se presenta mayor presión en las líneas de trasiego de gas.
3.4	**Corrosión**	**Más.**	Se presenta corrosión externa en las líneas de 2" y 3"de diámetro nominal
3.5	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de la manguera o líneas de 2" y 3" de Ø
3.6	**Otro**	**De otra manera.**	No opera el sistema contraincendio
Numero de Nodo: 4 Toma de suministro de Muelle de Llenado			
4.1	**Flujo**	**Menos**	Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas al múltiple de llenado autotanques
4.2	**Flujo**	**No**	No hay Flujo
4.3	**Presión**	**Más.**	Se presenta mayor presión en las líneas de trasiego de gas.
4.4	**Corrosión**	**Más.**	Se presenta corrosión externa en las líneas de 2" y 3"de diámetro nominal
4.5	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de la manguera del múltiple de llenado de recipientes portátiles o líneas de 2" y 3" de Ø
4.6	**Otro**	**De otra Manera**	No opera el sistema contraincendio

En Anexo 3 se localiza la memoria técnica de la aplicación de la técnica del HazOp.

I.5.4 Análisis cualitativo de la magnitud de los riesgos.

Durante la aplicación de las metodologías de identificación de riesgos se elaboró de forma simultánea el proceso de jerarquización de los eventos identificados, con objeto de seleccionar los postulados finales sobre los que se proseguirá el Análisis de Consecuencias, así como para definir aquellos que, estando en una situación de riesgo intermedia, deben ser cuestionados sobre la justificación o no de la implantación de las recomendaciones.

I.5.4.1 Matriz de jerarquización de riesgos.

La Matriz de Jerarquización de Riesgo relaciona la severidad de los escenarios mediante el uso de índices ponderados de la severidad de las consecuencias (o afectación) y de la probabilidad de ocurrencia del incidente. El índice de evaluación de la consecuencia permite identificar la magnitud de las consecuencias en relación con los daños probables tanto a la salud como a la economía de la instalación. Por otro lado, la probabilidad de ocurrencia de un incidente, depende directamente del nivel de protección del equipo, así como del historial de la frecuencia de fallas que funjan como eventos iniciantes en el desarrollo de los escenarios evaluados.

La matriz de riesgo representa en forma gráfica la ponderación de riesgo que pueden tomar cada uno de los escenarios, para lo cual, se definen tres regiones que indican el tipo de riesgo que tiene el escenario y las acciones que deben ser tomadas.

Caracterización y jerarquización de riesgos

Matriz de riesgos

FRECUENCIA	**ALTA (F4)**	**B**	**B**	**A**	**A**
	MEDIA (F3)	**C**	**B**	**B**	**A**
	BAJA (F2)	**D**	**C**	**B**	**A**
	REMOTA(F1)	**D**	**D**	**C**	**B**
		Menor C1	**Moderada C2**	**Grave C3**	**Catastrófica C4**
		CONSECUENCIA			

Frecuencia de cada escenario.

Se definen 4 niveles cualitativos para la ocurrencia de los eventos, en función de las frecuencias con que se estima que puedan presentarse.

Tabla 26 niveles cualitativos para la ocurrencia de los eventos.

Frecuencia		Criterios de ocurrencia		
Categoría	**Tipo**	**Cuantitativo**		**cualitativo**
Alta	F4	$> 10^{-1}$	> 1 en 10 años	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años
Media	F3	10^{-1}-10^{-2}	1 en 10 años a 1 en 100 años	Puede ocurrir al menos 1 vez en la vida de las instalaciones
Baja	F2	10^{-2}-10^{-3}	1 en 100 años a 1 en 1000 años	Concebible: nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar
Remota	F1	$<10^{-3}$	< 1 en 1000 años	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra

Frecuencia:

Escenarios Más Probables, pero menos Catastróficos.

Emisiones de Gas L.P.

De acuerdo con lo señalado por el personal que participo en la aplicación de la metodología de acuerdo a su experiencia y si bien no tienen una estadísticas que nos permita establecer una frecuencia para los escenarios que se identifiquen como de riesgo, señala que el evento que se presenta de forma recurrente son las emisiones o liberación de Gas L.P. que se llegan a presentar durante el trasiego del Gas L.P. en cualquiera de las áreas ya sea a través de las válvulas de relevo hidrostáticas que se tienen en las líneas o en la válvula de seguridad del compresor cuya duración es menor de cinco minutos; así como las emisiones derivadas de desacoplar las conexiones entre mangueras y válvulas.

Fugas de Gas L.P.

Las fugas de Gas L.P. son aún menos frecuentes con base a la experiencia de los participantes la presencia de orificios en las tuberías son eventos de baja ocurrencia y lo son más en el cuerpo del tanque, ninguno tiene una referencia de que en un tanque se haya presentado un orificio, las fugas de las que tiene referencia se han presentado generalmente en las conexiones ya sea por una mala soldadura o mal apriete (instrumentos y accesorios), casos muy extraños por corrosión.

La cantidad o volumen liberada por estas fugas, si bien, tienen la probabilidad de derivar en un jet fire o fuego inmediato, o atmosferas explosivas, sus potenciales consecuencias, por lo general, no rebasan los límites del predio en donde se encuentra circunscrita la instalación.

La liberación de Gas L.P. a través de las válvulas multiport derivadas de una sobrepresión al interior de los tanques de almacenamiento, es un evento muy raro que se presente, aunque se tiene la referencia, no documentada, de que se presentó en una instalación similar ubicada en el norte del País.

Estos eventos son Fugas de Gas L.P. y serán denominados **más probables menos catastróficos. Asignándoles una Frecuencia Baja (F2), Concebible: nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.**

Escenarios Más Probables, pero menos Catastróficos.

Ruptura de Tuberías y/o mangueras.

La ruptura total de tuberías es un evento del cual a la fecha de operación de la planta no se ha presentado, sin embargo, la falla de mangueras si son eventos de los cuales se tienen referencias y es un evento que es concebible que ocurra, es un **evento menos probable pero más catastrófico** y se le asignara una **Frecuencia Baja (F2) nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.**

BLEVES.

La ocurrencia de un BLEVE es un evento del cual se tiene una referencia que ha ocurrido en este tipo de instalaciones, será un evento **menos probable pero más catastrófico y se le asignara una Frecuencia Baja (F2) Concebible: nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.**

Tabla 27 Tabla de consecuencias

Afectación	Tipo de evento y categoría de la consecuencia.			
	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
A las personas				
Seguridad y salud de los vecinos	Sin afectación a la seguridad y a la salud publica	Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad publica	Evacuación: lesiones menores o afectación a la seguridad publica moderada; costos por afectación y daños entre 5 y 10 millones de pesos.	Evacuación lesionados; una o más fatalidades afectación a la seguridad y salud pública; costos por lesiones y daños mayores a 10 millones de pesos.
Seguridad y salud del personal y contratistas	Sin afectación lesiones; primeros auxilios	Atención médica; lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal, efectos moderados a la salud	Una o más fatalidades, lesionados graves con daños irreversibles, incapacidad parcial o total permanente
Al ambiente				
Efectos en el centro de trabajo	Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones en los límites de reporte; partículas y polvos en el aire	Condiciones peligrosas; informe a las autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes	Preocupación en el sitio por fuego y llamaradas; ondas de sobre presión; fuga de sustancias tóxicas	Continuidad de la operación amenazada; incendios, explosiones o nubes tóxicas, evacuación del personal
Efectos fuera del centro de trabajo	Operación corta de quemadores; olores y ruidos que provocan pocas quejas vecinales	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores quemadores operando continuamente; ruidos presentes y presencia de humo	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del centro de trabajo; explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo, presencia de contaminantes significativa	Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape significativo de agentes tóxicos daño significativo a largo plazo de la flora y la fauna o repetición de eventos mayores.
Descargas y derrames	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable	Informe a las autoridades. Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar muerte a peces.	Remediación requerida; fuego y humo que afectan las áreas de trabajo; Explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa.	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere gran esfuerzo para remediación. Efectos sobre la flora y la fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua

Afectación	Tipo de evento y categoría de la consecuencia.			
	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
Al negocio.				
Pérdida de producción daños a las instalaciones	Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, menos de 5 millones de pesos	De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 10 millones de pesos	De 2 a 4 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 20 millones de pesos	MS de un mes de paro. Daños a las instalaciones y propiedades; pérdida mayor a 20 millones de pesos
Efecto legal	Incidente reportadle	Se da alerta por parte de las autoridades	Multas significativas; suspensión de actividades	Multa mayor proceso judicial
Daños en propiedad a terceros	Las construcciones son reutilizables, con reparaciones menores. Poco riesgo para los ocupantes	Las reparaciones son mayores, con costos similares a edificaciones nuevas. Riesgo de alguna lesión a ocupantes	Pérdida total a los bienes o de la funcionalidad de los bienes, posibilidad de lesiones fatales	Demolición y reedificación de inmuebles; sustitución del edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante
A la imagen				
Atención de los medios del evento	Difusión menor del evento, prensa y radio locales	Difusión local significativa; entrevistas, TV local	Atención de medios a nivel nacional	Cobertura nacional. Protestas públicas. Corresponsales extranjeros

Escenarios más Probables, pero menos Catastróficos

Salud Humana e Infraestructura Urbana.

Bajo la experiencia de estudios similares se tiene para los radios de afectación para los escenarios en los que se presentan fugas (**escenarios más probables, pero menos catastróficos**) los efectos por radiación térmica (incendio) u ondas de sobrepresión (explosión) raramente sobrepasan los límites de los predios que albergan las instalaciones, aunado a lo anterior como se manifestó tanto en la MIA-P (Capitulo II y IV) y el ERA (Capitulo II), la superficie que ocupa la planta se encuentra inmersa al centro de un predio. la infraestructura más cercana a la planta es en la colindancia Este que corresponde a una construcción abandonada, y que se ubica a 50.00 m de la tangente más cercana del tanque, posteriormente se encuentra una palapa de la subestación construida con concreto armado a una distancia de 118.00 m, seguida de las oficinas de las Subestación que se ubican a 200.00 m aprox.

A una distancia de 395.00 m aprox. se localiza un paradero (comedor para viajeros y transportistas) y con respecto a núcleos urbanos el más cercano se ubica a 590.00 aprox. (Fraccionamiento 19 de Octubre); de manera que para estos casos las consecuencias para la **salud humana en general no se estiman afectaciones y tampoco daños a la infraestructura urbana.**

Ambiente.

En lo que respecta al ambiente, considerando que los radios se circunscriben al limite del predio dentro del cual si bien se tiene presencia de estrato alboreo, este es con fines de ornamento, por lo que las afectaciones se consideran menores.

En la colindancia Este se tiene presencia de un manchón de vegetación secundaria de selva alta perennifolia, sin embargo, considerando que la planta tiene una barda perimetral de 3 m de alto, que servirá como medio de protección siendo el primer elemento que recibirá la radiación termina y la fuerza de choque de las ondas de sobrepresión, con base en estas consideraciones se estima que no se tendrán afectaciones sobre este ecosistema.

Escenarios Menos Probables, pero más Catastróficos.

Para el caso de los escenarios como son rupturas de tuberías o mangueras, se relacionan a liberaciones masivas de Gas L.P. y las potenciales consecuencias derivados de la radiación térmica o las ondas de sobrepresión, en algunos casos sobrepasan los predios que albergan las instalaciones, por lo que las consecuencias sobre la población, el ambiente, el negocio y la imagen depende lo que se encuentre dentro de estos radios.

Es evidente para el caso del personal es evidente que las consecuencias para el personal serán graves por señalar lo menos pero, sin minimizar, es un riesgo que se corre en todas las áreas en donde se tiene presencia de manejo de la una sustancia altamente flamable y/o explosiva, en el caso de la **población** depende de la distancia a la que se encuentren, ya que los efectos por

radiación térmica y por ondas de sobrepresión tanto sobre el ser humano como sobre la infraestructura depende de la cantidad de energía que reciban en ya sea en forma de calor o como onda de choque y ropa o materiales que pueden fungir como medios de protección.

Salud Humana e Infraestructura Urbana.

De acuerdo los puntos de interés identificados la infraestructura urbana en donde se podría tener presencia del ser humano se localiza la palapa de la subestación a una distancia de 118.00 m, las oficinas de las Subestación que se ubican a 200.00 m aprox.; a 395.00 m aprox. se localiza un paradero (comedor para viajeros y transportistas) y con respecto a núcleos urbanos el más cercano se ubica a 590.00 aprox. (Fraccionamiento 19 de Octubre).

Considerando estas distancia y que la planta cuenta con muros perimetrales de una altura de 3 m habilitados block de cemento arena, y elementos de refuerzo verticales y horizontales (trabes y columnas) de concreto armado, se estima que para los **casos más catastróficos pero menos probables, no se tendrán afectaciones a la salud humana y tampoco a la infraestructura urbana.**

Ambiente.

Para nuestro caso particular considerando que dentro de un radio de 500 m las condiciones ambientales corresponden a ecosistemas en los que los componentes bióticos y algunos bióticos ya han sido totalmente transformados las afectaciones se consideraran **menores para el componente ambiental,** verificando esta suposición con el análisis de consecuencias.

BLEVE.

El caso de un potencial BLEVE es particular ya que es un escenario reconocido como el que mayores consecuencias graves pudiese ocasionar y para el presente estudio, si bien, en primera instancia las afectaciones para todo lo que este dentro del radio de la bola de fuego será catastrófica para los trabajadores de la planta.

Salud Humana e Infraestructura Urbana.

Para el caso de la población las potenciales afectaciones se valorarán considerando los radios de alto riesgo y amortiguamiento y los resultados de que arroja el modelo matemático empleado para la simulación con respecto a las afectaciones a la salud humana, y que nos indica que hasta un radio de 611.00 m aprox. se tiene riesgos de daños de quemaduras de 1er grado en piel desnuda (alcanza el núcleo poblacional fraccionamiento 19 de octubre) y en un radio de 462.68 m se tendría una letalidad (mortandad) de 1% alcanzando el paradero y algunas casas dispersas. Por lo que las afectaciones s**obre el ser humano se considerarán catastróficos.**

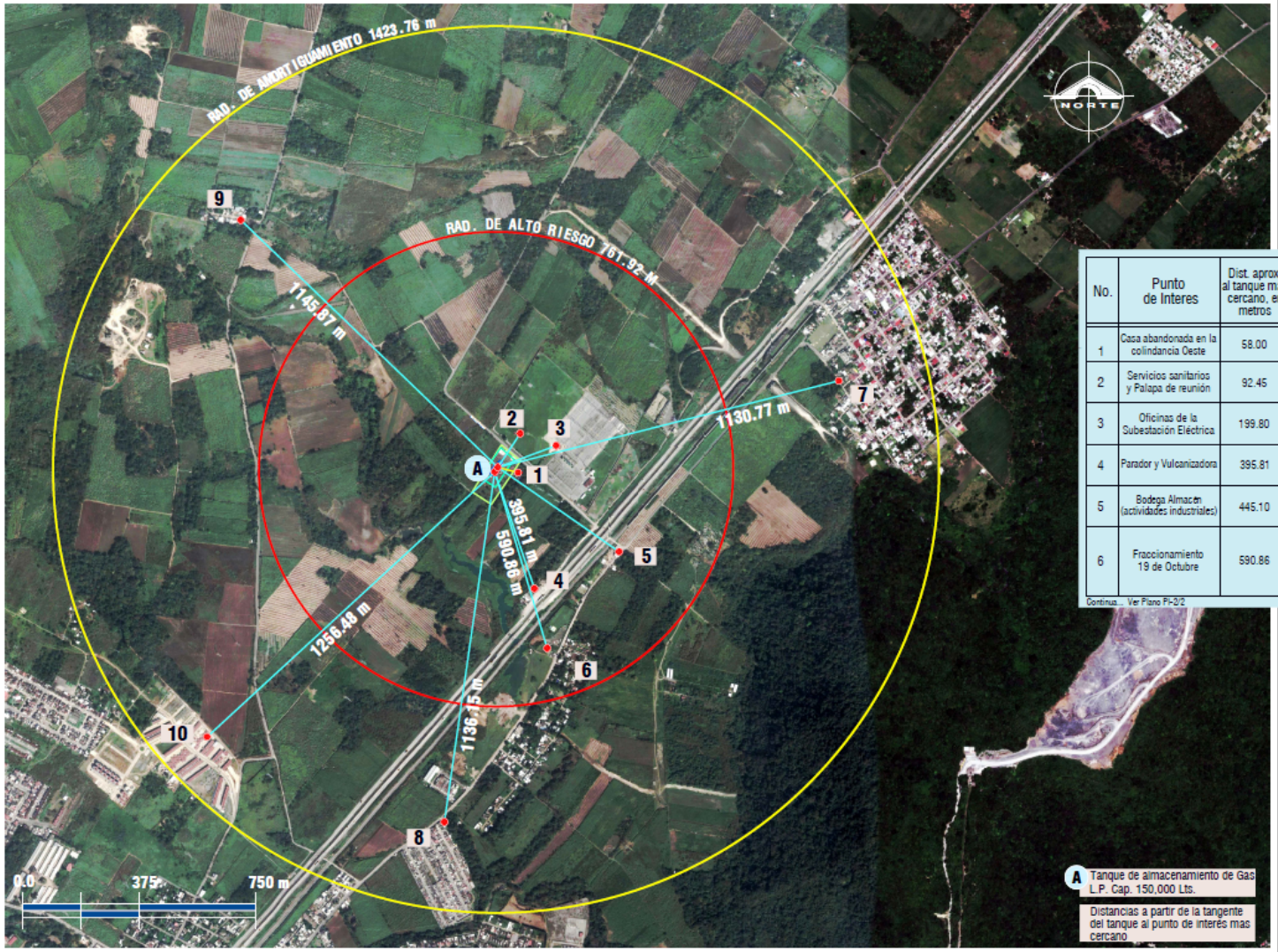
Ambiente.

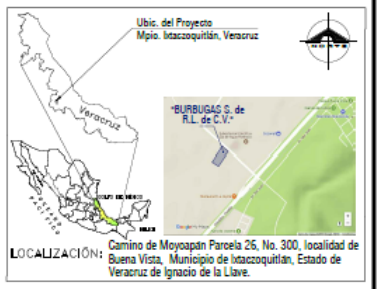
Para el caso del ambiente, las condiciones ambientales corresponden a un sistema ambiental con un mediano grado de perturbación, aun se tiene presencia de áreas de selva alta perennifolia con un buen grado de conservación sobre todo en las zonas montañosas, y que de acuerdo a los radios de afectación derivados de un BLEVE, no se verán afectados por la radiación térmica.

En el caso de la ubicación de la planta esta se encuentra en una meseta y se encuentra rodeada de predios dedicados en su mayoría para actividades agrícolas intercalándose con algunos remanentes de vegetación secundaria de Selva Alta Perennifolia, los daños que se podrían ocasionar a esto es el riesgo potencial de incendiarse, sin embargo, para que la madera se incendie requiere de 12.5 kw/m2 y un tiempo prolongado de exposición de manera que los daños se ve limitados en este caso por la intensidad de radiación térmica y el tiempo de exposición, bajo estas consideraciones se esperan daños como: perdida de follaje, y riesgo de incendios de la vegetación que presente una fragilidad mayor como son los pastos y arbustos. De acuerdo a las características de ecosistema presente en el SA, estimamos que las afectaciones serán menores.

Fig. 30 Puntos de interés dentro de los radios de potenciales de afectación derivados de un BLEVE. Plano 1 de 2

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Junio 2020
CIUDAD O ESTADO:		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino de Moyoapán Parcela 26, No. 300, localidad de Buena Vista, Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave	REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra	





No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
1	Casa abandonada en la colindancia Oeste	58.00	Construida con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado, techumbre de lámina.	Alta por la cercanía
2	Servicios sanitarios y Palapa de reunión	92.45	Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	Baja
3	Oficinas de la Subestación Eléctrica	199.80	Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	Baja
4	Parador y Vulcanizadora	395.81	Construidas con tabique recocido, block de cemento-arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado, loza de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	Baja
5	Bodega Almacen (actividades industriales)	445.10	Utilizados con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado	Baja
6	Fraccionamiento 19 de Octubre	590.86	Comunidad semirural La mayoria de las casas y construcciones estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (block de cemento -arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado. Techumbres de loza de concreto armado, pero es común también encontrar de lamina.	Baja

Continua... Ver Plano PI-2/2

Autorizó
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de OPERADORA DE SERVICIOS ANKER S.A. DE C.V.

Revisó
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

PUNTOS DE INTERES

Título del Plano: PUNTOS DE INTERÉS DENTRO DE LA POTENCIAL ZONA DE AFECTACIÓN

Plano N°: PI-1/2

Rev.: –

Dibujó: GCR

Escala: Indicada | Acotaciones: Metros | Fecha: Junio 2020

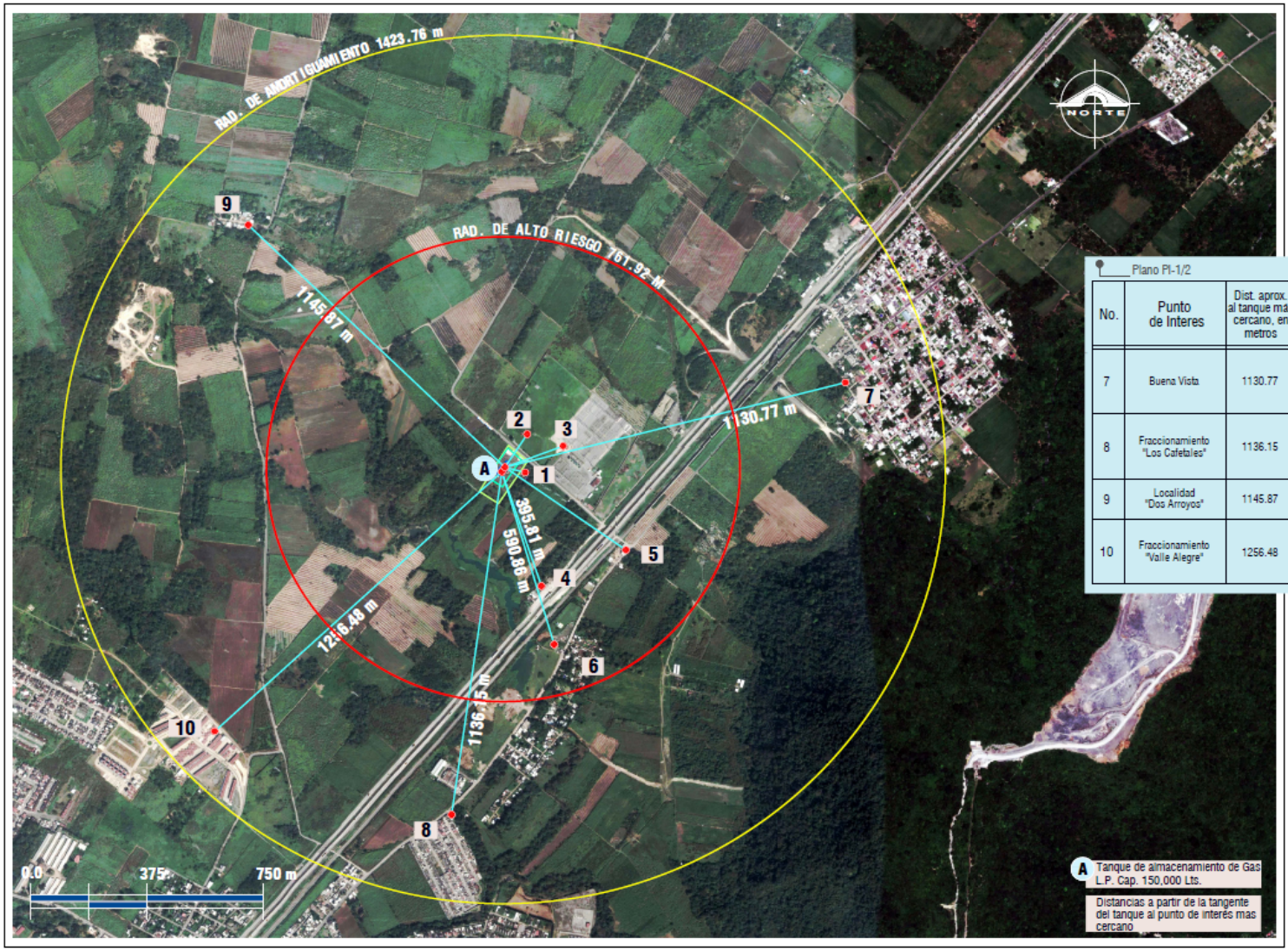
GIPESA

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

"Operación del Tanque de Almacenamiento y del Muelle de Llenado de la Planta de Distribución de Gas L.P."
BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.

Fig. 31 Puntos de interés dentro de los radios de potenciales de afectación derivados de un BLEVE. Plano 2 de 2

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.	FECHA:	Junio 2020
CIUDAD O ESTADO:		RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino de Moyoapán Parcela 26, No. 300, localidad de Buena Vista, Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra





Plano PI-1/2

No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
7	Buena Vista	1130.77	Localidad Urbana La mayoría de las casas y construcciones estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (block de cemento-arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado. Los techumbres son de losa de concreto armado, pero es común también encontrar de lamina y cercas perimetrales, de materiales rusticos.	Baja
8	Fraccionamiento "Los Cafetales"	1136.15	Localidad Rural La mayoría de las casas y construcciones estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (block de cemento-arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado. Los techumbres son de losa de concreto armado, pero es común también encontrar de lamina y cercas perimetrales, de materiales rusticos.	Baja
9	Localidad "Dos Arroyos"	1145.87	No se tomo registro fotografico de la localidad, de acuerdo al grado de marginalidad que se reporta se estima que la mayoria de las viviendas estan construidas con una combinación de materiales rusticos propios de la región y materiales prefabricados.	Baja
10	Fraccionamiento "Valle Alegre"	1256.48	Fraccionamiento Urbano Cuenta con todos los servicios urbanos y los edificios son de cuatro niveles y están construidos con materiales prefabricados, blocks de cemento-arena, arcilla, con elementos de refuerzo de concreto armado. Cuenta con servicios de tienda de conveniencia y plazas comerciales.	Baja

Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de OPERADORA DE SERVICIOS ANKER S.A. DE C.V.

Revisó: [redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

PUNTOS DE INTERES

Título del Plano: PUNTOS DE INTERÉS DENTRO DE LA POTENCIAL ZONA DE AFECTACIÓN

Plano N°: PI-2/2

Rev.: –

GIPESA

Elaboró: [redacted]

Unidades: GCR

Escala: Indicada

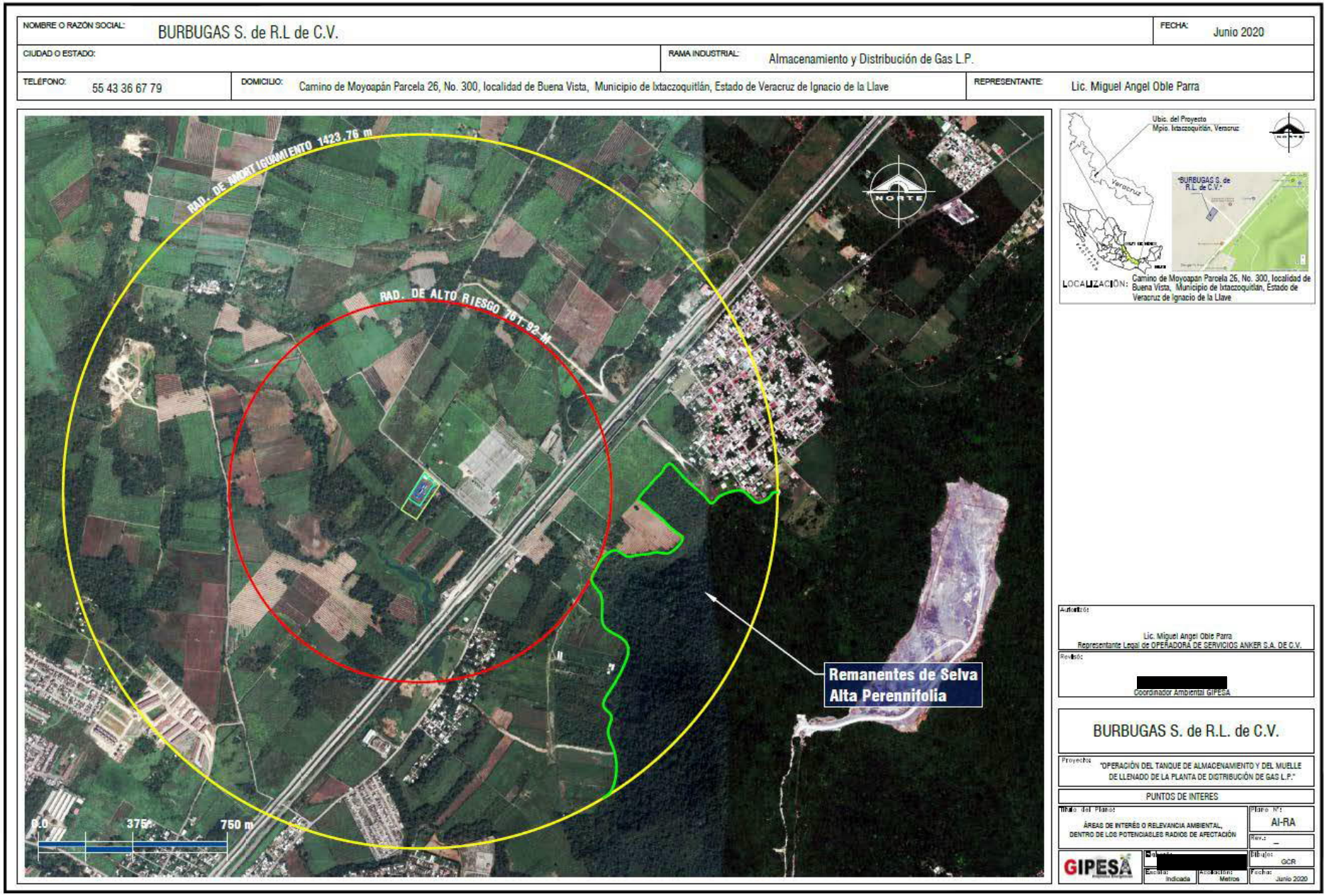
Acotaciones: Metros

Fecha: Junio 2020

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

"Operación del Tanque de Almacenamiento y del Muelle de Llenado de la Planta de Distribución de Gas L.P."
BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.

Fig. 32 ***Puntos de interés ambientales dentro de los radios de potenciales afectaciones de un BLEVE.***



"Operación del Tanque de Almacenamiento y del Muelle de Llenado de la Planta de Distribución de Gas L.P."
BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.5.4.2 Jerarquización de Riesgos

Para la elaboración de la Matriz de Jerarquización de Riesgos, se evaluaron y analizaron las desviaciones obtenidas en la técnica de identificación de Riesgos **HazOp**, donde se le asigna una frecuencia de ocurrencia y una severidad o consecuencia tomando en cuenta las medidas de seguridad con que cuenta la instalación. El índice ponderado de riesgo se utiliza para jerarquizar y determinar los escenarios que se consideren importantes para la simulación de consecuencias, en el **Anexo 3** del presente estudio se encuentran los resultados de la metodología Jerarquización de Riesgos.

Tipos de Riesgos.

Tipo A – Riesgo intolerable: El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo C o de preferencia a Tipo D, en un lapso de tiempo menor a 90 días

Tipo B – Riesgo indeseable: El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo, deben establecerse controles temporales inmediatos en sitio, para reducir el riesgo.

Tipo C – Riesgo aceptable con controles: El riesgo es significativo, pero se pueden compensar con las acciones correctivas en el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. Las medidas de solución para atender los hallazgos deben darse en los próximos 18 meses. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.

Tipo D – Riesgo razonablemente aceptable: El riesgo requiere control, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención conjuntamente con otras mejoras operativas.

Finalmente, el índice ponderado de riesgo, permite jerarquizar las áreas de proceso y operaciones que requieren de acciones correctivas urgentes o bien, interpretar el riesgo asociado de la instalación con sus posibles efectos.

Tabla 28 Índice de Riesgo.

Categoría	Riesgo	Descripción
D	Aceptable	Riesgo generalmente aceptable; no se requieren medidas de mitigación y abatimiento.
C	Aceptable con controles	Se debe revisar que los procedimientos de ingeniería y control se estén llevando a cabo en forma correcta.
B	Indeseable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar en un período de 3 a 12 meses.
A	Inaceptable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar en un período de 3 a 6 meses

Fuente: JBF Associates, Inc., Knoxville, TN. (CCPs, 1995)

I.6 Resultados de la aplicación de las metodologías.

Derivado de la aplicación de las técnicas aplicadas se concluye que los riesgos presentes en la instalación se asocian con la liberación de Gas L.P., de acuerdo a la experiencia de los participantes, las instalaciones en las que han colaborados han sido muy seguras, a la fecha señalan que no tienen conocimiento sobre desviaciones operativas que hayan derivado en rupturas de líneas o mangueras, la liberación de Gas L.P. no ha sido masiva ni continua, los sistemas de control bajo los cuales operan actualmente han sido eficaces en el control de emergencias.

Los escenarios de riesgo relacionadas con la eventual liberación de Gas L.P., son fugas en:
Tuberías como conexiones roscadas.
Falla en mangueras.
Falla en conexiones de accesorios e instrumentos.

La potencial ocurrencia de eventos catastróficos que se deriven de eventos en los cuales todo falla o se presentan agentes externos como un sabotaje, o golpes accidentales por los vehículos de entrega o reparto, que darán pie a la ruptura total de la tubería o

La falla en los servicios como las bombas del sistema Contraincendio.
Es importante aclarar que la posibilidad de la presencia de atmósferas tóxicas se descarta, lo anterior se sustenta en lo siguiente:

- El Gas L.P. no es tóxico, ya que carece de ácido sulfhídrico (**H_2S**), no obstante, puede causar asfixia.
- La asfixia es poco probable que ocurra ya que la infraestructura que integra la planta se totalmente expuesta por lo que la probabilidad de acumulación de gases por fugas es baja, siendo potencialmente de presentarse ante liberaciones masivas.

El análisis anterior nos permite concluir que los escenarios de riesgo que pueden presentarse en la planta de almacenamiento esta referidos a la potencial ocurrencia de fugas de Gas L.P. que pueden derivar en los siguientes tipos de escenarios:

1. **Liberación continua de Gas L.P. con posibilidad de encontrar una fuente de ignición inmediata de manera que se presenta incendio en forma de Chorro de Fuego (JET FIRE).**

2. **Liberación continúa de Gas L.P. con posibilidad de encontrar una fuente de ignición retardada por lo que hay acumulación de gas, y se presenta una explosión.**

3. **Liberación masiva de Gas L.P. debido a la acción de un agente externo que derive en la ruptura total de las tuberías o la generación de un incendio que provoque un calentamiento de los recipientes de almacenamiento dando paso a un BLEVE, generando explosión, incendio, o formación de nubes asfixiantes o flamables.**

En los escenarios de riesgo antes mencionados en caso de ocurrencia sus consecuencias están asociadas a la liberación del Gas L.P. y su posterior inflamación y/o explosión (formación de nubes explosivas), aunque la liberación de gas derivados de fugas menores en realidad tienen muy baja probabilidad de formar una nube con características explosivas, debido a que la construcción de la planta se realizará en áreas totalmente ventiladas, de forma que las condiciones climáticas que prevalecen en el área de estudio favorecen la dispersión del hidrocarburo, reduciendo el riesgo de acumulación

Al contrario de fugas menores, las rupturas totales de tubería o el BLEVE en el tanque de almacenamiento, significan una liberación masiva de gas que, de no contar con los elementos de seguridad y prevención, si pueden llegar a formar nubes explosivas cuyos efectos serian graves para las instalaciones y todo aquello que se localice dentro de su radio de alto riesgo.

A continuación, se presenta una tabla con el resumen de la ponderación **Frecuencia – Consecuencia** realizada, para cada una de las desviaciones consideradas en la aplicación del **"HazOp"** para las actividades de almacenamiento y distribución de Gas L.P.

Tabla 29 Resumen de los resultados obtenidos de la ponderación de riesgos Metodología HazOp.

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 1 Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
1.1	**Flujo**	**No.**	**No se presenta flujo de gas al tanque de almacenamiento.**	• Válvulas de semirremolques cerrada. • Válvula de Exceso de flujo bloqueada. • Falta de Purga del compresor. • Válvulas de seguridad de control remoto neumática se encuentra cerrada. • Válvula esférica del tanque se encuentra cerrada.	• No hay alimentación de gas L.P. • Represionamiento de líneas. • Paro de labores.	• Procedimiento de maniobras. • Válvula de relevo/seguridad en el compresor. • Paro de Emergencia (Botonera).	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
1.2	**Flujo**	**Menos**	**Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas a los tanques de almacenamiento**	• Falla (Fuga) en la manguera especial para Gas L.P. • Falla (Fuga) de gas en tuberías de 1 ¼", 2" y 3"de Ø y accesorios de la isleta de tomas de recepción. • Falla mecánica del compresor (trabaja a menor capacidad de la normal de operación). **Nota: La fuga se considera equivalente al 20% del diámetro nominal**	• Liberación ***de*** gas con probabilidad de generar un flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o asfixiantes. • Potenciales daños a los Equipos. • Paro de labores.	• Válvulas de cierre neumático en línea de vapor. • Válvula de exceso de flujo en línea de vapor. • Válvulas esféricas en línea de líquido y vapor antes y después para el aislamiento de secciones. • Conexiones a tierra. • Paro de emergencia. • Sistema contraincendio.	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
1.3	**Presión**	**Menos**	**Se registra una menor presión en el trasiego de gas.**	• Falla (Fuga) en la manguera especial para Gas L.P. • Falla (Fuga) de gas en tuberías de Falla (Fuga) de gas en tuberías de 1 ¼", 2" y 3"de Ø" y accesorios de la isleta de tomas de recepción. • Falla mecánica del compresor (trabaja a menor capacidad de la normal de operación). • **Nota: La fuga se considera equivalente al 20% del diámetro nominal**	• Liberación ***de*** gas con probabilidad de generar un flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o asfixiantes. • Potenciales daños a los Equipos. • Paro de labores.	• Válvulas de globo recta ubicadas estratégicamente para el seccionamiento del arreglo de tuberías. • Válvulas de no retroceso. • Conexiones a tierra. • Botonera para para de emergencia. • Sistema contraincendio.	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 1 Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
1.4	**Presión**	**Más**	**Se registra una mayor presión en las líneas de la toma de recepción**	• Falla operativa. Válvulas cerradas del semirremolque. • Falla Operativa, Válvulas del tanque están cerradas. • Falla de compresor de aire.	• Forzar el compresor. • Exceso de flujo durante el llenado del tanque	• Válvula de seguridad o de relevo hidrostática en compresor. • Válvulas de relevo hidrostáticas de presión en línea de vapor y línea de líquido. • Válvula de exceso de Flujo en línea de vapor en toma de suministro. • Indicadores de presión (manómetros)	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
1.5	**Corrosión**	**De otra Manera**	**Se presenta corrosión externa en las líneas de 1 ½", 2" y 3"de diámetro nominal**	• Falla humana. Falta de mantenimiento periódico de las instalaciones.	• Posibilidad de fugas en líneas por corrosión.	• Programa anual de mantenimiento de las instalaciones	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
1.6	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de la manguera de 1 ¼" o 2" de Ø" nominal o ruptura de las tuberías de 1 ¼", 2" y 3" de Ø" nominal.	• Golpe externo. • Error humano (el semirremolque se pone en movimiento) • Falla de manguera	• Liberación súbita y masiva de gas L.P. • Formación inmediata de nubes explosivas y/o incendio. • Presencia de daños por radiación térmica y/o afectación por ondas de presión provocadas por explosiones. • Potencial efecto domino con los tanques de almacenamiento.	• Manguera de ruptura (Pull Away). • Válvulas esféricas de bloqueo antes y después de compresor. • Válvulas de exceso de flujo en semirremolque. • Válvulas de Exceso de flujo en línea de vapor de tomas de recepción • Válvulas de seguridad de control remoto neumática en línea de líquido y vapor. • Conexión a tierra. • Botonera de paro de emergencia. • Sistema contraincendio. • Sistema de alarmas.	**F2**	**C2**	**C1**	**C2**	**C1**	**C**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 1 Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
1.7	Operación	No	No opera el sistema contraincendio	• Falla bomba. • Falla de suministro de corriente eléctrica. • Falta de suministro de agua. • Válvulas cerradas.	• Incendios que no podrían ser controlados.	• Bomba de respaldo, de operación de combustión interna. • Toma siamesa. • Sistema de contraincendio a base de extintores.	**F2**	**C**	**D**	**D**	**D**	**C**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 2 Almacenamiento de Gas L.P..												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
2.1	**Presión**	**Mas**	**El tanque presenta una mayor presión a la normal operativa**	• Falla en la operación de las líneas de retorno. • Altas temperaturas. • Sobrellenado. • Incremento anormal de temperatura (Fuente externa incendio)	• Sobrepresión en el tanque. • Fatiga de materiales en válvulas de seguridad • Riesgo de liberación de gas. • Riesgo de BLEVE.	• 4 válvulas de seguridad con capacidad de liberar 294.00 m^3/minuto cada una (válvulas mulitport) • Tubo de descarga para emitir al Gas L.P. liberado a 2.00 m por encima del nivel del. • Indicador de presión (manómetro). • Indicador de temperatura. • Conexión a tierra. • Sistema contraincendio (enfriamiento del tanque)	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
2.2	**Nivel**	**Mayor**	**El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.**	• Exceso de Flujo. • Falla en el indicador de nivel.	• Sobre llenado del Tanque. • Riesgo de Sobrepresión en el tanque. • Disminuye el margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo	• Medidor magnético de nivel de líquido. • Alarma por alto nivel. • Válvulas de máximo llenado para entrar en operación una al 90% y otra al 85 %. • Válvulas de Exceso de Flujo. • Paro de emergencia.	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
2.3	**Corrosión**	**De otra manera**	**Se presenta a corrosión externa en el los tanques de almacenamiento**	• Falta de mantenimiento periódico de las instalaciones. • Incorrecta aplicación del sistema de protección anticorrosiva.	• Mayor probabilidad de fugas por tubería en mal estado. • Operación de una Instalación insegura.	• Programa anual de mantenimiento.	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 2 Almacenamiento de Gas L.P..												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
2.4	Otro	De otra manera	Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE	• Golpe accidental o un sabotaje en las líneas de Gas L.P en el área de almacenamiento. • Se tiene la presencia de una fuga. • El gas liberado encuentra una fuente de ignición, generando un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los tanques. • No se tiene atención al evento. • Falla el sistema contraincendio, el sistema de enfriamiento de aspersión, de manera que se crean condiciones para un sobrecalentamiento del tanque. • Falla la válvula de desfogue (seguridad) y con rapidez se incrementa la presión al interior del tanque, el Gas L.P. contenido empieza a bullir, • La presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, liberando el Gas L.P en forma de explosión y bola de fuego, conociendo este fenómeno como BLEVE.	• Ruptura total del tanque • Liberación abrupta del Gas L.P., con formación de bola de fuego, explosión. • Daños a personal que pueden ser mortales, por la presencia de la bola de fuego • Daños a los predios aledaños que presentan cultivos. • Potenciales daños catastróficos al ser humano y su infraestructura.	• Sistema de diluvio (enfriamiento) rociando los tanques para salvaguardar su integridad mecánica y evitar la propagación del incendio o la flama. • Se abren las válvulas de seguridad multiport. • Sistema contraincendio a base de extintores. • Botonera de paro de emergencia. • Sistema de alarmas • Conexión a tierra. •	**F2**	**C4**	**C2**	**C4**	**C4**	**A**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 3: Toma de suministro de autotanques.												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
3.1	**Flujo**	**Menos**	**Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas a los autotanques**	• Se presenta una fuga en la manguera de 1 ¼" de Ø nominal especial para Gas L.P. • Fuga de gas en tuberías de 2" y 3" de Ø" nominal y accesorios de la isleta de tomas de suministro. • Falla mecánica o eléctrica en bomba de llenado. **Nota: La fuga se considera equivalente al 20% del diámetro nominal**	• Liberación de gas con probabilidad de generar un flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o asfixiantes. • Potenciales daños a los Equipos. • Paro de labores.	• Válvulas esféricas en línea de líquido a la salida del tanque y ante de la interconexión con autotanque, tanto en línea de vapor como en línea de líquido, aislamiento de secciones. • Válvulas de no retroceso en línea de vapor. • Válvula neumática en línea de líquido (salida del tanque) • Conexiones a tierra. • Botonera para paro de emergencia. • Sistema contraincendio. • Indicador de presión. • Indicador de volumen trasegado (medidor)	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
3.2	**Flujo**	**No**	• **No hay Flujo**	• Las válvulas de suministro en la toma de suministro de autotanques se encuentran cerradas. • Válvula del autotanque se encuentra cerrada.	• No hay alimentación de gas L.P.	• Indicadores de nivel. • Medidores. • By-pass con válvula automática de retorno.	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
3.3	**Presión**	**Más.**	**Se presenta mayor presión en las líneas de trasiego de gas.**	• Las válvulas de entrada al auto tanque se encuentran cerradas.	• Sobrepresión en las líneas de suministro a auto tanques. • Exceso de flujo	• By-pass con válvula automática de retorno. • Válvulas de relevo de presión hidrostáticas. • Válvula de exceso de Flujo en líneas de líquido y vapor. • Válvula de seguridad de control neumático en línea de líquido. • Indicador de Presión	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 3: Toma de suministro de autotanques.												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
3.4	**Corrosión**	**Más.**	**Se presenta corrosión externa en las líneas de 2" y 3"de diámetro nominal**	• Falla humana. Falta de mantenimiento periódico de las instalaciones.	• Posibilidad de fugas en líneas por corrosión.	• Programa anual de mantenimiento de las instalaciones	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
3.5	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de las mangueras de 1 ½" y 2" de Ø nominal o de las líneas de 2" y 3" de Ø nominal que conducen el Gas L.P. al	• Golpe externo. • Error humano (el semirremolque se pone en movimiento) • Falla de manguera	• Liberación súbita y masiva de gas L.P. • Formación inmediata de nubes explosivas y/o incendio. • Presencia de daños por radiación térmica y/o afectación por ondas de presión provocadas por explosiones.	• Protección contra impacto vehicular • Manguera de ruptura (Pull Away). • Válvulas esféricas de bloqueo a la salida del tanque. • Válvulas de cierre rápido en línea de líquido seccionándola. • Válvula de seguridad de control remoto neumática en línea de líquido. • Conexión a tierra. • Botonera de paro de emergencia. • Sistema contraincendio. • Sistema de alarmas.	**C2**	**C1**	**C2**	**C1**	**C**	**C2**
3.6	**Operación**	**Servicios**	**No opera el sistema contraincendio**	• Falla bomba. • Falla de suministro de corriente eléctrica. • Falta de suministro de agua. • Válvulas cerradas.	• Incendios que no podrían ser controlados.	• Bomba de respaldo, de operación de combustión interna. • Toma siamesa. • Sistema de contraincendio a base de extintores.	**F2**	**C**	**D**	**D**	**D**	**C**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 4 Toma de suministro de Muelle de Llenado												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
4.1	**Flujo**	**Menos**	**Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas a los autotanques**	• Se presenta una fuga en la manguera especial para Gas L.P. • Fuga de gas en tuberías de 2" y 3" de Ø" y accesorios del muelle de llenado. • Falla mecánica o eléctrica de la bomba de llenado. **Nota: La fuga se considera equivalente al 20% del diámetro nominal**	• Liberación de gas con probabilidad de generar un flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o asfixiantes. • Potenciales daños a los Equipos. • Paro de labores.	• Válvulas esféricas en línea de líquido a la salida del tanque y ante de la interconexión con autotanque, tanto en línea de vapor como en línea de líquido, aislamiento de secciones. • Conexiones a tierra. • Botonera para paro de emergencia. • Sistema contraincendio. • Indicador de presión. • Indicador de volumen trasegado (medidor)	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
4.2	**Flujo**	**No**	• **No hay Flujo**	• Las válvulas de suministro en la toma de suministro del múltiple de llenado se encuentran cerradas. • Válvula del recipiente portátil cerrada.	• No hay alimentación de gas L.P.	• Indicadores de nivel. • Medidores. • By-pass con válvula automática de retorno.	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
4.3	**Presión**	**Más.**	**Se presenta mayor presión en las líneas de trasiego de gas.**	• Las válvulas de entrada al auto tanque se encuentran cerradas.	• Sobrepresión en las líneas de suministro a auto tanques. • Exceso de flujo	• By-pass con válvula automática de retorno. • Válvulas de relevo de presión hidrostáticas. • Indicador de presión	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
4.4	**Corrosión**	**Más.**	**Se presenta corrosión externa en las líneas de 2" y 3"de diámetro nominal**	• Falla humana. Falta de mantenimiento periódico de las instalaciones.	• Posibilidad de fugas en líneas por corrosión.	• Programa anual de mantenimiento de las instalaciones	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 4 Toma de suministro de Muelle de Llenado												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
4.5	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de la manguera del múltiple de llenado de recipientes portátiles o líneas de 2" y 3" de Ø	• Golpe externo que deriva en la ruptura de la línea de suministro al múltiple de llenado. • Falla de manguera	• Liberación súbita y masiva de gas L.P. • Formación inmediata de nubes explosivas y/o incendio. • Presencia de daños por radiación térmica y/o afectación por ondas de presión provocadas por explosiones.	• Protección contra impacto vehicular. • Válvulas de exceso de flujo en salida del tanque. • Válvulas de cierre rápido antes y después de la bomba. • Válvulas esféricas de bloqueo a la salida del tanque y antes del múltiple de llenado • Conexión a tierra. • Botonera de paro de emergencia. • Sistema contraincendio. • Sistema de alarmas.	**F2**	**C2**	**C1**	**C2**	**C1**	**C**
4.6	Operación	Servicios	No opera el sistema contraincendio	• Falla bomba. • Falla de suministro de corriente eléctrica. • Falta de suministro de agua. • Válvulas cerradas.	• Incendios que no podrían ser controlados.	• Bomba de respaldo, de operación de combustión interna. • Toma siamesa. • Sistema de contraincendio a base de extintores.	**F2**	**C**	**D**	**D**	**D**	**C**

En resumen, la tabla anterior nos indica que con la aplicación de la metodología **HazOp** se identificaron **1 escenarios** con un Índice de Riesgo del **Tipo "A" "Riesgo Inaceptable"** y **6 escenarios de riesgo tipo "C" "Aceptable con Controles"** y **16 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo "D" "Riesgo Razonablemente Aceptable"**

Tabla 30 Matriz Jerarquización: Resumen de los escenarios de riesgos identificados por severidad de las consecuencias.

FRECUENCIA	**ALTA (F4)**	**B**	**B**	**A**	**A**
	MEDIA (F3)	**C**	**B**	**B**	**A**
	BAJA (F2)	**D** **1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5** **2.1, 2.2, 2.3** **3.1, 3.2, 3.3, 3.4** **4.1, 4.2, 4.3, 4.4**	**C** **1.6, 1.7** **3.5, 3.6** **4.5, 4.6**	**B**	**A** **2.4**
	REMOTA(F1)	**D**	**D**	**C**	**B**
		Menor C1	**Moderada C2**	**Grave C3**	**Catastrófica C4**
		CONSECUENCIA			

En ambos casos derivado de la estimación de consecuencias y escenarios de riesgo podemos concluir que estos escenarios, calificados con un nivel de riesgo alto **"C"** están asociados con la presencia de Gas L.P. y su posterior deflagración o inflamación, en caso de encontrar una fuente de ignición, y que son ocasionados por diversos agentes como son: fallas de equipos, o de sistemas de seguridad, fallas mecánicas de materiales o equipos, golpes por agentes externos y que ponen en riesgo la vida humana y la integridad de las instalaciones.

Asimismo, estos eventos se pueden agrupar en categorías (esto es posible porque en la operación de la planta solo se tienen dos operaciones unitarias lo que simplifica la identificación de los parámetros y escenarios que presentan un escenario similar y el mismo nivel de riesgo).

Áreas susceptibles por riesgos de BLEVE con Bola de Fuego.

Para el presente proyecto se concluye que las áreas o instalaciones de mayor riesgo son iguales a la que se analizaron, esto es porque en todas se tiene el manejo de Gas L.P.

Tabla 31 Áreas susceptibles por riesgos de BLEVE con Bola de Fuego

Instalación	Área específica y/o Equipo
Área de Almacenamiento.	Tanques de almacenamiento.

Áreas susceptibles por riesgos de fugas.

Para el presente proyecto se concluye que las áreas o instalaciones de mayor riesgo son iguales a la que se analizaron, esto es porque en todas se tiene el manejo de Gas L.P.

Tabla 32 Áreas susceptibles por riesgos de fugas.

Instalación	Área específica y/o Equipo
Área de Recepción de semirremolques.	Interconexión con semirremolque con mangueras de 2", tomas de recepción de 2"de diámetro nominal y su conducción por medio de tubería de 3" de diámetro nominal hasta los tanques de almacenamiento y el Retorno de Gas L.P. en estado gaseoso a semirremolque mediante una toma de recepción de 1 ½" de diámetro y línea de 2" de diámetro de tanques de almacenamiento a toma de recepción-
Área de Almacenamiento.	Interconexiones para tuberías de 2" y 3" de Ø.
Área de isletas para suministro de gas para autotanques.	Tuberías e interconexiones de 3" y 2" de diámetro y manguera de 2" de diámetro nominal, y retorno de Gas L.P. en estado vapor a través de manguera y tubería de 1 ¼" y 2" pulgadas de diámetro nominal.
Área para el llenado de cilindros (recipientes transportables)	Tuberías e interconexiones de 3" y 2" de diámetro nominal y llenaderas de ½" de diámetro nominal

Tipo de riesgo determinado.

Se determinó que bajo una operación normal el nivel riesgo para los escenarios denominados Más Probables, pero Menos Catastróficos corresponde a una Frecuencia (2) Baja con Consecuencias de Menores.

En el caso de ocurrencia de algunos de los eventos denominados como Mas Catastróficos, pero Menos Probables, se identificó la presencia de la infraestructura urbana que podría verse afectada con consecuencias potencialmente graves y en el caso del BLEVE potencialmente catastróficas por lo que es necesario, realizar la estimación de consecuencias para estos escenarios a partir simularlos mediante modelos matemáticos, para determinar con mayor fiabilidad las afectaciones sobre el ambiente y el ser humano.

Y si bien con base en la experiencia del grupo interdisciplinario se considera que la probabilidad de ocurrencia de los denominados catastróficos es muy baja, con el objetivo de incrementar la fiabilidad de operación y prevenir eventos que generen consecuencias catastróficas, se han emitido Recomendaciones Técnico Operativos.

1.6.1 Recomendaciones Técnicos operativas.

Durante la aplicación del HazOp se emitieron las siguientes recomendaciones Técnicas Operativas.

No.	CODIFICACIÓN	SINTESIS DESCRIPTIVA	INDICE DE RIESGO	RESPONSABLE DE LA ATENCIÓN	FECHA DE CUMPLIMIENTO
1	**PAD-GLP-BURBUGAS 1**	Colocar un sistema de detección de mezclas explosivas. Se deberán instalar creando un lazo de control que permitan activar el sistema contraincendio, el paro de planta y la activación del sistema de alarmas.	**A**	Encargado de Proyecto.	Se deberá colocar durante la etapa del montaje de instrumentos y sistemas de seguridad y se verificará antes de iniciar operaciones.
2	**PAD-GLP-BURBUGAS 2**	Colocar un sistema de detección de fuego. Se deberán instalar creando un lazo de control que permitan activar el sistema contraincendio, el paro de planta y la activación del sistema de alarmas.	**A**	Encargado de Proyecto.	Se deberá colocar durante la etapa del montaje de instrumentos y sistemas de seguridad y se verificará antes de iniciar operaciones.
3	**PAD-GLP-BURBUGAS 3**	Deberá implementar el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA)	**C**	Encargado de Proyecto.	Se deberá colocar durante la etapa del montaje de instrumentos y sistemas de seguridad y se verificará antes de iniciar operaciones.

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

Capítulo II

ÍNDICE

CAPÍTULO II **1**
DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES **1**
II.1 Radios potenciales de afectación. **1**
II.1.1 Tipos de accidentes y sus potenciales daños. **2**
II.1.2 Construcción de Escenarios. **7**
II.1.3 Criterios a usar en el modelo matemático (Simulaciones) **8**
II.1.3.1 Condiciones atmosféricas **8**
II.1.3.2 Estabilidad Atmosférica. **8**
II.1.3.3 Tamaño y tiempo de duración de una fuga. **10**
II.1.3.4 Condiciones de Operación. **12**
II.1.3.5 Inventarios de descarga. **13**
II.1.3.6 Fraccion de energía convertidad en Radiación Térmica **14**
II.1.3.7 Eficiencia de la Explosión. **14**
II.1.4 Radios Potenciales de Afectación. **15**
II.1.5 Construcción de Escenarios. **16**
II.1.6 Resultados de la modelación de eventos. **21**
II.2 Análisis de Consecuencias e Interacciones. **68**
II.2.1. Puntos de interés más cercanos al proyecto. **68**
II.2.2. Puntos de interés dentro de los radios de afectación Radiación Térmica derivada de un BLEVE. **75**
II.2.3. Puntos de interés con referencia al componente biótico. **86**
II.2.4 Análisis de interacciones. **89**
II.2.5 Análisis de Consecuencias, efectos sobre el SA delimitado **93**
II.2.6 Probabilidad de ocurrencia. **119**
II.2.6.1 Selección de Hipótesis. **119**
II.2.6.2 Técnica para determinar la probabilidad de Ocurrencia. **120**
II.2.6.3 Desarrollo de árboles de fallos. **123**
II.2.6.4 Cálculo de la Probabilidad de Ocurrencia de las Hipótesis propuestas. **127**
II.3 Calculo de la Probabilidad incorporando las salvaguardas adicionales. **135**
II.3.1 Calculo de la Probabilidad incorporando las salvaguardas adicionales. **136**
II.3.2 Frecuencia de ocurrencia de los eventos analizados con las salvaguardas adicionales. **139**
II.3.3 Rejerarquización de los escenarios de riesgo considerados como TOP y SUBTOP. **142**
II.4 Conclusiones. **157**

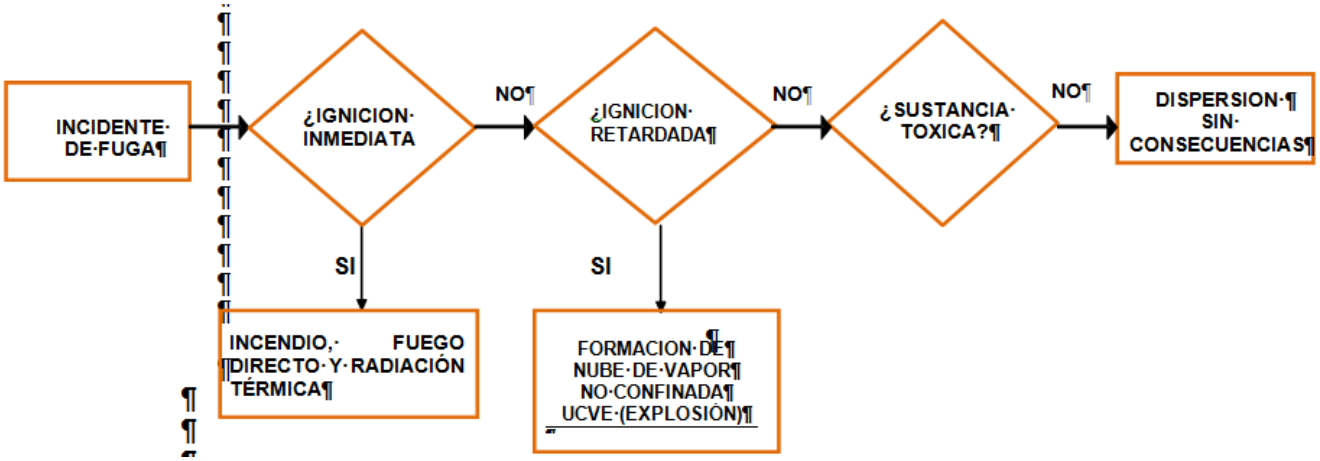
CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

II.1 Radios potenciales de afectación.

La modelación matemática del comportamiento de los potenciales escenarios de riesgos permite evaluar la magnitud de los efectos negativos potenciales de la instalación y la propagación de un incidente que generalmente involucra modelos de liberación accidental de sustancias peligrosas, desarrollándose una variedad de escenarios y cuyo análisis determina el impacto potencial al personal, instalación y población circundante.

Para el tipo de actividad, es necesario considerar las investigaciones del International Risk Institute en las cuales se ha reconocido que una fuga de grandes cantidades de gases inflamables puede ocasionar una nube explosiva en espacios abiertos que pueden causar severos o catastróficos daños a extensas áreas de una planta o comunidad.

En la siguiente figura se muestra el diagrama que explica la probabilidad y comportamiento de una fuga típica de una mezcla de Gas L.P.



Los tipos de incidentes a considerar que pueden producir la pérdida de control sobre las sustancias peligrosas y desencadenar consecuencias negativas para las personas y las instalaciones en el proyecto son.

II.1.1 Tipos de accidentes y sus potenciales daños.

Pool Fire.

La fuga al exterior (Pool Fire) tras un derrame no confinado con generación de un incendio, tiene un efecto de propagación mayor al riesgo intrínseco del suceso del peligro principal. Esto podría generar circunstancias negativas para el depósito que contiene el líquido derramado o para otros depósitos cercanos. Los sucesos que las pueden provocar son las siguientes:

- Rupturas ocasionadas por impactos en las diferentes etapas de instalación del proyecto (equipo pesado y grúas).
- Situaciones de sobre presión o fugas debidas a fallas en la instrumentación o válvulas del sistema de operación.

Dardo de fuego (Jet Fire).

Ocurre cuando un material inflamable ha sido liberado a alta presión y se incendia a una distancia del punto de la descarga. La nube formada produce el incendio (Jet Fire) en cualquier momento, siempre y cuando esté por encima de su límite inferior de inflamabilidad y por debajo del superior, esta zona de la nube es la que se considera para determinar los efectos de radiación térmica. Este evento es poco probable que pueda ocurrir para una línea de conducción de crudo, sin embargo, si el crudo contiene dentro de su composición un alto porcentaje de gas, provocaría la ocurrencia de este evento. Para este evento ver lo descrito en radiación térmica.

Tabla 1 Efectos de la Radiación Térmica según la intensidad de energía.

Intensidad de Radiación Kw/m^2	Descripción
1.4	• Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial. • En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m^2 (mínimo necesario para causar dolor).
3	• Zona de alerta.
5	• Zona de intervención con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos. • Máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado. • El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado. • Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas.
11.7	• El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica.
12.5	• Extensión del incendio, fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. • La madera puede prender después de una larga exposición. • 100 % de letalidad.
25	• El acero delgado aislado puede perder su integridad mecánica.
37.5	• Suficiente para causar daños a equipos de proceso, colapso de estructuras.

La Tabla siguiente muestra los valores umbrales para la vulnerabilidad de los materiales, cuando se presenta un evento de radiación térmica.

Tabla 2 Vulnerabilidad de Materiales.

Radiación (Kw/m^2)	Material
60	Cemento
40	Cemento prensado
200	Hormigón armado
40	Acero
33	Madera (Ignición)
30 – 300	Vidrio
400	Pared de ladrillos
13	Daños en depósitos
12	Instrumentación

Flamazo (Flash Fire)

Para este caso se considera la dispersión de una nube de gas a baja presión en la que los efectos por presión son despreciables, quedando solamente por considerar los correspondientes a la radiación térmica. La zona de alcance (por lo general la región del espacio correspondiente al límite inferior de inflamabilidad), limitándose la consideración de los efectos térmicos al interior de dicha zona. Los efectos por radiación se muestran anteriormente. La Tabla siguiente muestra los efectos producidos a personas y objetos durante el evento denominado "Flash Fire".

Tabla 3 Efectos del Flash Fire.

Personas u objetos	Descripción
Fuera de la nube	• Como la duración del fenómeno es muy corta el daño es limitado y muy inferior.
Dentro de la nube sometidos a un contacto directo con la llama.	• Las personas sufrirán quemaduras graves de 2° grado sobre una gran parte del cuerpo, la situación se agrava a quemaduras a 3° y 4° grado por la ignición más que probable de la ropa o vestidos • La probabilidad de muerte es muy elevada. Aproximadamente morirá 14% de la población sometida a esta radiación con un 20 % como mínimo de quemaduras importantes. • En el caso de que la persona porte ropa de protección que no se queme, su presencia reducirá la superficie del cuerpo expuesta (se considera en general que solo se irradia el 20 % de esta superficie que comprendería la cabeza 7 %; manos 5 % y los brazos 8 %). • En el caso de personas situadas en el interior de viviendas, probablemente estarán protegidas – aunque sea parcialmente - de la llamarada, pero estarán expuestas a fuegos secundarios provocados por la misma.

Dispersión de Nube Tóxica / Inflamable.

Los vapores y gases emitidos por la mezcla de gas-aceite, pueden generar una dispersión la cual va rebajando la concentración de la sustancia emitida, al tiempo que la extiende sobre regiones cada vez mayores del espacio. Esta dispersión dependerá de la estabilidad atmosférica. Su afectación dependerá de la toxicidad de los vapores o gases emitidos (siendo en este caso la mayor afectación al personal cercano a la fuente de emisión), y de la cantidad de gas entre los límites de inflamabilidad que puedan encontrar un punto de ignición (ver flash fire y jet Fire). La Tabla siguiente muestra el índice de mortalidad y las lesiones presentadas en un evento de dispersión de nube tóxica cuando un porcentaje de la población está expuesta a concentraciones letales (L_C).

Tabla 4 Efectos de Emisiones Tóxicas

LC (%)	Índice de Mortalidad	Lesiones
1	El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad bajo (1 %)	• Daños a la epidermis: Inflamaciones leves y reacciones alérgicas ligeras. Daño a los ojos: Conjuntivitis.
50	El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad medio (50 %)	• Daños a la epidermis: Inflamaciones crónicas o agudas, reacciones alérgicas, neoplasia y ulceraciones diversas. • Daño a los ojos: Daño permanente con resultado de ceguera. • Daño a vías respiratorias: Bloqueo físico de alvéolos (polvos insolubles) o reacción con la pared del alvéolo para producir sustancias tóxicas.
99	El personal ubicado en esta zona presenta un índice de mortalidad alto (99 %) debido a la alta concentración de sustancias tóxica.	• Lesiones irreversibles. • Bloqueo físico permanente de alvéolos. • Muerte en un corto tiempo.

Explosión de nube de gas no confinada (UVCE) y confinada (VCE).

La explosión de nube de vapor no confinada se presenta cuando la sustancia ha sido dispersada y se incendia a una distancia del lugar de descarga. La magnitud de la explosión depende del tamaño de la nube y de las propiedades químicas de la sustancia. Se pueden ocasionar ondas de sobre presión, y los efectos térmicos suelen ser menos importantes que los anteriores. Igualmente, las explosiones confinadas pueden dar lugar a deflagraciones y los efectos adversos que pueden provocar son: ondas de presión, formación de proyectiles y radiación térmica. La siguiente tabla muestra los efectos derivados de la sobre presión.

Tabla 5 Efectos derivados de la sobrepresión

Variable Física Peligrosa Ondas de presión (kg/cm²)	Efecto observado (Clancy)
0.703	Probable destrucción de edificios; máquinas herramientas pesadas (3,175 kg) desplazadas y dañadas seriamente, herramientas para maquinaria muy pesadas (5,443 kg) sin daños.
0.351 – 0.492	Destrucción casi completa de casas.
0.210 – 0.281	Demolición de edificio sin marcos o de paneles de acero; ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo.
0.070	Demolición parcial de casas, las vuelve inhabitables.
0.035 – 0.070	Ventanas grandes y pequeñas se hacen añicos; daño ocasional a marcos de ventanas.

BLEVE (Boiling liquid expanding vapor explosión (explosión del vapor en expansión de un líquido hirviendo)

Las explosiones de tipo **BLEVE** son uno de los peores accidentes que pueden ocurrir en la industria química o en el transporte de mercancías peligrosas. Desde un punto de vista riguroso, como se verá más adelante, estas explosiones no siempre tienen efectos térmicos. No obstante, en la mayoría de los casos reales la substancia involucrada es combustible; esto provoca que la explosión sea seguida por la formación de una bola de fuego, de efectos muy graves.

Cuando se habla de **BLEVE**, en general a lo que se hace referencia realmente es a la combinación de los fenómenos BLEVE-bola de fuego, esto es, a un accidente que involucra simultáneamente efectos térmicos y mecánicos.

El **BLEVE** es un accidente que puede ocurrir las sustancias que lo pueden producir (butano, propano, cloruro de vinilo, cloro, etc.) son relativamente comunes en la industria, y abundan las instalaciones susceptibles de sufrirlo (depósitos, cisternas). Por otra parte, de vez en cuando sucede durante el transporte, ya sea por carretera o por tren, con las connotaciones especiales que esto conlleva. El origen puede ser diverso (reacción fuera de control, colisión, etc.), pero una de las causas más frecuentes es la acción del fuego sobre un recipiente.

Se deben dar tres condiciones necesarias para la producción de este fenómeno:

1. Tiene que tratarse de un gas licuado o un líquido sobrecalentado y a presión.
2. Que se produzca una súbita baja de presión en el interior del recipiente, esta condición puede ser originada por impactos, rotura o fisura del recipiente, actuación de un disco de ruptura o válvula de alivio con diseño inadecuado.
3. También es necesario que se den condiciones de presión y temperatura a los efectos que se pueda producir el fenómeno de nucleación espontanea, con esta condición se origina una evaporación de toda la masa del líquido en forma de flash rapidísima, generada por la rotura del equilibrio del líquido como consecuencia del sobrecalentamiento del líquido o gas licuado.

1. Liquido sobrecalentado y bajo presión.

Los gases licuados se deben encontrar a una temperatura "bastante superior" a la que se encontraba si estuviese a presión atmosférica normal (1 Atm) no es suficiente que se encuentre a unos pocos grados por encima de su temperatura ya que esta es una condición bastante común en la mayoría de los gases licuados (GLP, Amoniaco, Cloro), algunos criogénicos (CO2, Nitrógeno, etc.).

También ocurre con los líquidos que se encuentran por encima de su temperatura de ebullición, cuando los recipientes que los contienen entran en contacto con fuentes de calor y estando bien cerrados aumentan su presión, este es un caso muy común en ciertos incendios donde la intensidad del mismo involucra recipientes que se encuentren en el lugar.

Por tales motivos dos grandes categorías de productos pueden ocasionar BLEVES como:

l) Todos los gases licuados almacenados a temperatura ambiente inflamables o no.

ll) Los líquidos que accidentalmente entran en contacto con fuentes de calor.

Conforme a lo desarrollado para que exista una **BLEVE** la primer condición esencial pero no suficiente es el sobrecalentamiento de los gases licuados o los líquidos, pero también es necesario que se encuentren a presión y en el caso de los líquidos que no se almacenan presurizados, esta condición de presión es debido a su aumento cuando accidentalmente se calienta.

2. Súbita baja de presión.

La segunda condición necesaria pero no suficiente es que dentro del recipiente que contiene el líquido se produzca un súbito descenso de la presión.

Cualquier problema de colapso estructural del recipiente, fisura u oquedad que pueden ser producidas por causas mecánicas, grietas en las chapas del tanque, impactos, choque o vuelcos de la cisterna bajo presión en su transporte.

Es importante aclarar que esto no ocurriría con los líquidos inflamables y combustibles que no están presurizados, luego del colapso por fallas mecánicas, choques o impactos a lo sumo se produciría el derrame del producto.

También puede producirse una **BLEVE** por causas térmicas, la resistencia del acero al carbono disminuye gradualmente al aumentar la temperatura por encima de los 204°C, los datos se basan en aceros con bajo contenido de carbono no obstante las curvas varían en el caso de otros aceros, pero el efecto de perdida de resistencia es relativamente similar con el aumento de temperatura en los metales comunes inclusive a temperaturas no tan criticas como las que desarrolla un incendio, en el caso de los aceros utilizados comúnmente en la construcción de tanques para GLP pueden colapsar a presiones de 14 a 20 Kg/cm2, por calentamiento de la chapa entre los 650 a 700 °C, debido a que la resistencia se reduce un 30% comparativamente a temperaturas normales

3-Nucleacion espontanea.

Es importante resaltar que referente a la teoría de R.C.REID y KING sobre la nucleación espontanea, aunque todavía se continúan las experimentaciones parece confirmar dichas hipótesis.

Esta es la tercera y más específica condición para que ocurra una explosión BLEVE, una evaporación en masa tipo flash en milésimas de segundo que haga de desencadenante para el fenómeno.

II.1.2 Construcción de Escenarios.

Para determinar los eventos no deseados que pueden ocurrir en la planta de distribución, se consideraron equipos y diámetros de las tuberías que conforman el arreglo de tuberías que conforma cada sección.

Casos más probables.

Son los incidentes con pérdida cuya probabilidad de ocurrencia es alta, no obstante, son consecuencias mucho menos graves que el peor caso creíble, se debe considerar sin ser limitativo lo siguiente: Fugas en bridas / juntas, uniones roscadas, empaques.

Peor Caso Creíble.

En términos generales este evento no es muy probable que ocurra, pero sus consecuencias serían severas; su identificación requiere de hacer una serie de consideraciones pesimistas, donde todo falla; y se ubica como la fuga de una sustancia peligrosa del recipiente de mayor capacidad o de una tubería con un mayor flujo dando como resultado consecuencias severas.

A fin de dar mayor claridad a la forma en que se construyo el evento se citan las siguientes consideraciones.

A. Para el caso más probable pero menos catastrófico.

Para las tuberías de 2” y 3” de diámetro

Fuga a través de un diámetro equivalente al 20% de su diámetro nominal.

B. Para el caso menos probable pero más catastrófico.

Ruptura total de las tuberías de 2” y 3” de diámetro.

BLEVE en el tanque de almacenamiento.

II.1.3 Criterios a usar en el modelo matemático (Simulaciones)

Los criterios que permiten efectuar las estimaciones y predicciones de los potenciales daños que se derivarían por una liberación de Gas L.P. ya sea una fuga continua o una liberación masiva y su inmediata ignición (incendio) o ignición tardía (explosión) del gas son:

II.1.3.1 Condiciones atmosféricas.

De acuerdo a la ubicación de la planta las variables atmosféricas a considerar son:

Temperatura promedio del mes más cálido: 28.6 °C
Precipitación: 261 mm
Humedad Relativa: 85 %
Velocidad del viento: 7.7 k/h: 2.14 m/s
Dirección de los Vientos Dominantes: Este Noreste a Oeste Suroeste

De acuerdo a lo señalado en la MIA y ERA.

II.1.3.2 Estabilidad Atmosférica.

La estabilidad atmosférica describe la tendencia de la mezcla en la atmosfera entre aire y un contaminante debida a la generación de turbulencia por fuerzas naturales (Woodward, 1998), indica la tendencia de que un paquete de aire se mueva hacia arriba o hacia abajo verticalmente después de haber sido desplazado por una pequeña cantidad de aire o algún contaminante (Hanna, 1982 visto en Woodward, 1998). El esquema más reconocido y utilizado para cuantificar la estabilidad atmosférica es el propuesto por Pasquill y Gifford. Dicho esquema clasifica la estabilidad ambiente utilizando letras de la A la G, cada letra resume el comportamiento de la mezcla en la atmosfera bajo distintas condiciones.

Tabla 6 Estabilidad atmosférica.

Estabilidad Atmosférica según el esquema Pasquill Gifford			
Estabilidad Pasquill-Gifford	**Descripción**	**Tiempo y clima**	**Velocidad del viento [m/s]**
F	Muy Estable	Noche	< 3
E	Estable	↓	2 a 4
D	Neutral	Nublado o con viento	Cualquiera
B o C	Inestable	↓	2 a 6
A	Muy inestable	Soleado	< 3

Fuente: Center of Chemical Process Safity, 1996, p. 16, tabla 3

De acuerdo a lo anterior y en base a las condiciones climáticas del sitio en donde se ubica la planta la estabilidad atmosférica se considerará **Tipo E,** esto nos permitirá agregar al modelo de simulación valores bajo los cuales se generen escenarios en condiciones que favorezcan la acumulación del gas.

Fig. 1 Direccibón de los vientos dominantes en la zona donde se ubica el predio.



II.1.3.3 Tamaño y tiempo de duración de una fuga.

Esencialmente, podemos decir que los daños o efectos antes citados pueden ser mayores o menores dependiendo del tiempo al que se exponga a este nivel de energía, principalmente en lo que se refiere a la radiación térmica; y en el caso de la explosión (sobrepresión) la duración de una fuga, determina la cantidad de masa que se libera de la sustancia y por tanto las dimensiones de la explosión y sus ondas de sobrepresión.

Existe otro parámetro que determina la cantidad de masa que se libera en una fuga, el diámetro del orificio o poro, o falla de instrumento o accesorio de seguridad, y para el cual también se han establecido rangos que están en función de equipo o dispositivo de seguridad con que cuenta la instalación que se analice.

A continuación, se citan los criterios para estos dos parámetros.

1. Criterios de tiempos de duración de las fugas

Se tomaron los criterios de tiempo recomendados por el "Guidelines for Quantitative Risk Assessment" CPR18E (Purple book ed. 1999) de TNO y se indican en la Tabla VI.3-1

Tabla 7 Criterios para Asignar Tiempos de Duración de las Fugas.

Situación	Duración de la fuga de escape	
	Ruptura total	**Ruptura parcial**
Válvula operada remotamente y existencia de detectores.	2 minutos	5 minutos
Válvula manual y existencia de detectores.	5 minutos	10 minutos
Válvula operada remotamente sin detectores.	5 minutos	10 minutos
Válvula manual sin detectores.	10 minutos	20 minutos

Como consideraciones generales de este estudio, se tomó la existencia de válvulas operadas remotamente sin la existencia de detectores como criterio para asignar el tiempo de duración de la fuga.

2. Determinación de los orificios equivalentes de fuga

De acuerdo al "Risk management program guidance for offsite consequence analysis" los cuales se describen a continuación:

- Para tuberías de diámetro mayor o igual a 6" se consideró un orificio de fuga con un diámetro equivalente al 20 % de la sección transversal de la propia tubería.
- Para tuberías de diámetro inferior a 6" se ha postulado la ruptura total de la línea.

Por su parte PEMEX en el procedimiento **DCO-GDOESSSPA-CT-001 Rev.0** señala que, para el caso de líneas de proceso, ductos, bridas, sellos o empaquetaduras en válvulas de proceso, debe utilizarse el Diámetro Equivalente de Fuga (**DEF)** y podrán utilizarse los siguientes criterios según sea el caso (alterno o más probable).

Tabla 8 Criterios para utilizar el diámetro equivalente de fuga.

Para el caso alterno:	Líneas de proceso: ¾" ≤ DN ≤2"	**DEF**=1.00 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
	Líneas de proceso: 2" ≤ DN ≤4"	**DEF**=0.30 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
	Líneas de proceso o ductos de transporte: 6" ≤ DN	**DEF**=0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
	Bridas	Según el diámetro de la línea de proceso, aplican los criterios anteriores [1.0* (DN), 0.3* (DN) Y 0.2 (DN)]
	Sellos mecánicos en equipo rotatorio de proceso.	Para todos los tamaños de flechas, **DEF** = Calcularlo con el 100% del área anular.
	Sellos o empaquetaduras en válvulas de proceso.	Para todos los tamaños de vástagos. **DEF** = Calcularlo con el 100% del área anular.
	El **DEF** en el cuerpo de un recipiente, será aquel que sea determinado por el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgo.	
Para el caso más probable:	Líneas de proceso: ¾" ≤ DN ≤2"	**DEF**=0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
	Líneas de proceso o ductos: 2" ≤ DN ≤4"	**DEF**=0.6" [por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura]
	Líneas de proceso o ductos o ductos: 6" ≤ DN	**DEF**=0.75" para DN de 6" a 14". **DEF**=1.25" para DN de 6" a 24". **DEF**=2.0" para DN mayores de 30" [Por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura].
	Bridas	Aplican los mismos criterios de las líneas de proceso para los casos más probables.
	Sellos mecánicos en equipo rotatorio de proceso. Empaquetaduras en válvulas de proceso.	DEF = Calcularlo con el 40% del área anular que resulte.
	El **DEF** en el cuerpo de un recipiente, será aquel que sea determinado por el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgo.	

Fuente: Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de petróleos mexicanos Clave: DCO-GDOESSSPA-CT-001 Rev.0 (19/Septiembre/2007).

Por otra parte, la SEMARNAT a través de la ***GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO*****,** propone lo siguiente:

> *"En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s), deberán tomarse en cuenta todos los aspectos de riesgo de cada uno de los nodos que conforman las instalaciones, además, en los casos donde se manejen sustancias peligrosas a través de alguna tubería, se deberá considerar la fuga a través de un orificio del 20% del diámetro nominal y la ruptura total de la misma. Por otra parte, para el caso de los equipos de proceso y tanques de almacenamiento, deberá considerar los casos de liberación masiva de toda la sustancia manejada*."

Considerando lo anteriormente citado se determinó simular los escenarios de riesgos bajo los siguientes diámetros equivalentes:

A. Para todas las Tuberías.

Para el caso más probable pero menos catastrófico.

Fuga a través de un diámetro equivalente al 20% de su diámetro nominal.

Para el caso menos probable pero más catastrófico.

Ruptura de tubería.

En el caso del Nodo No. 4 se tiene un tramo de tubería de 4" antes de la bomba, en este caso no se considerará esta tubería ya que la que la tubería que tiene mayor presión es la línea de 3" posterior a la descarga de la bomba, siendo esta la que se considerará para las modelaciones.

B. Para el caso del tanque de almacenamiento.

Para el caso menos probable pero más catastrófico.

BLEVE en el tanque de almacenamiento.

II.1.3.4 Condiciones de Operación.

Se consideraron la presión y flujo de trabajo de acuerdo a lo señalado en las memorias técnicas del proyecto.

Tanque de almacenamiento:

Presión de 8.00 kg/cm^2. (Max, presión de operación 17.5 kg/cm^2)

Tubería de trasiego en zona de recepción (Compresor)

Tubería de gas líquido: 76 mm (3") de Ø y Manguera de 50 mm de Ø;
Tubería de gas vapor: 32 mm (1 ¼"); 50 mm (2") y 76 mm (3") de Ø y Manguera de 50 mm de
P: 10 kg/cm^2;
Flujo Máximo: **473 L.P.M. (125 G.P.M.)**

Tubería de trasiego autotanques

Tubería: gas Líquido:76 mm (3") y 51 mm (2") de Ø.
Tubería gas vapor (retorno) 32 mm (1 ¼") y 51 mm
P: 3.0 kg/cm^2;
Flujo Máximo de la Bomba: **378 L.P.M. (100 G.P.M.),**

Tubería de trasiego Múltiple de Llenado.

Tubería: gas Líquido:101 mm (4”), 76 mm (3”) y 51 mm (2”) de Ø.
Tubería gas vapor (retorno) 51 mm
P: 5.0 kg/cm^2;
Flujo Máximo de la Bomba: **378 L.P.M. (100 G.P.M.),**

II.1.3.5 Inventarios de descarga.

Los inventarios de descarga están en función de condiciones de operación del nodo analizado.

Tanque de almacenamiento.

Para el análisis del **BLEVE** se consideró que el recipiente al momento de ocurrencia se encuentra al **90%** de la capacidad total del tanque, es decir; 150000 litros X 0.9 = 135000 litros; la densidad del Gas L.P. es de 0.54 kg/litro = 72900 kg serán considerados para analizar los efectos de un BLEVE.

Fugas

En el caso de las fugas el inventario que será liberado se determinara con la Tasa de Descarga (Cantidad liberada por unidad de tiempo), para estos casos es proporcionada directamente por el Software utilizando la presión y el diámetro de Fuga y es proporcionada en kg/s, valor que multiplicado por el tiempo que dura la fuga nos proporciona el inventario liberado.

Ruptura Total.

Para las tuberías de 2” que retornan el gas en fase vapor al tanque de almacenamiento para estos casos es proporcionada directamente por el Software utilizando la presión y el diámetro de Fuga y es proporcionada en kg/s, valor que multiplicado por el tiempo que dura la fuga nos proporciona el inventario liberado.

Para el caso de la tubería de 3” en compresor y bombas se considerará, el flujo máximo que suministra el equipo; de esta forma se tiene que en el caso de:

Compresor: 473 LPM

Bombas: 378 LPM

En resumen:

Equipo	Nodo	Presión de Operación Kg/cm^2	Flujo Máximo L.P.M. (G.P.M)
Compresor	1	10	473 (125.)
Bomba I	3	3	378 (100)
Bomba II	4	3	378 (100)

II.1.3.6 Fraccion de energía convertidad en Radiación Térmica

Para el caso la sensación térmica se considerará que la fracción de calor generado en el fuego el cual es emitido por la superficie de la flama en forma de radiación de calor es diferente según el tipo de incendio tales como; chorro de fuego, charco en llamas y bola de fuego, pero también depende del tipo de material combustible. (Mudan and Croce, 1988)

Combustible	Fracción
Hidrogeno	0.20
Metano	0.20
Etileno	0.25
Propano	0.30
Butano	0.30
C_5 y mayor	0.40

Fracción del total de energía convertida en radiación para hidrocarburos, (Mudan and Croce, 1988)

Las simulaciones consideran un valor de 0.4, Valor sugerido por el software, considerando este valor como el que los efectos alcanzan las mayores distancias.

II.1.3.7 Eficiencia de la Explosión.

La equivalencia de TNT para un material puede interpretarse como un factor de conversión que expresa la eficiencia del proceso de conversión de la energía química (calor de combustión) en energía mecánica (explosión). Para una detonación estequiométrica de una mezcla aire hidrocarburo la eficiencia máxima teórica de la conversión del calor de combustión es de aproximadamente 40%. Para la mayoría de los incidentes de explosión de nube de vapor las equivalencias de TNT se ha deducido que han estado en un intervalo de 1 a 10%, basadas en el calor de combustión de la cantidad total de material liberado. Aparentemente solo una parte de la energía de combustión disponible está involucrada en una combustión explosiva (AIChE, 1994: AIChE, 1996).

Van den Berg y Lannoy (1993) analizaron 23 accidentes de nubes de vapor de hidrocarburos, observando que el factor de eficiencia explosiva tenía valores comprendidos entre 2 x10^{-4} y 0.159 con un valor medio de 0.03. En el 97% de los casos resultó ser menor o igual a 0.1 y en el 60% la media fue de 0.04.

IChemE (1994) recomienda tomar, como criterio general, los valores indicados en la siguiente tabla.

Valores de la eficiencia de explosión para nubes de diferentes sustancias según *IChemE (1994)*

Sustancias	Valor del Factor de Eficiencia de explosión
Poco reactivas (como hidrocarburos o cloroetileno)	**0.04**
Medianamente reactivas (como óxido de propileno)	**0.06**
Muy reactivas (como óxido de etileno)	**0.1**

Para el presente estudio se considerará:

Eventos denominados más probables, pero menos catastróficos como las fugas y emisiones un valor de eficiencia de explosión de 0.03, esta consideración se basa en que la emisión es continua y tiene una mayor probabilidad de ser disipada por la acción de viento, y por tanto su acumulación es menor.

Para los casos denominados más catastróficos, pero menos probables como las rupturas de tuberías se considerará un valor de eficiencia de explosión de 0.05, esta consideración se basa en que la emisión súbita, es decir ocurren en un tiempo muy corto, la cantidad es mayor y es más probable su acumulación, además de que este valor nos permite desarrollar un análisis conservador (en pro de la seguridad) de las potenciales consecuencias que se deriven de un escenario de este tipo.

II.1.4 Radios Potenciales de Afectación.

Se determinaron los radios potenciales de afectación mediante el **Software SCRI**, que permite predecir las consecuencias de acuerdo al tipo de producto por diversas concentraciones de interés, límites de explosividad y daños a la salud; además automáticamente selecciona el modelo correcto según el comportamiento de la nube y predice todos los efectos físicos, radiación y nube explosiva, los modelos en que se basa la simulación son:

Modelos de Flujo.

De fuga o escape determina la tasa, velocidad, temperatura y otras condiciones de fuga ante una pérdida de contención que puede ser instantánea o de descarga continua.

Modelos de Dispersión.

La turbulencia atmosférica se convierte en el principal mecanismo de mezcla y se desarrolla un perfil de concentración en toda la nube, esto permite relacionar los límites permisibles tolerables a distancias determinadas del punto de la fuga.

Modelos de Explosión.

Determina los niveles de sobrepresión basados en la equivalencia de una explosión de carga de TNT. Las explosiones de nubes de vapor no confinadas se caracterizan por un frente de flama, que viaja por debajo de la velocidad del sonido y se denomina deflagración.

Modelos de Radiación.

Determina el alcance y niveles de radiación producidos por:

Flamas de Chorro (Jet-Fire). Es una llama estacionaria y alargada (de gran longitud y poca amplitud) provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles.

Zonas de afectación por los modelos a emplear.

La siguiente tabla muestra los valores umbrales de referencia adoptados en este estudio para una radiación térmica, sobrepresión y dispersión tóxica sobre personas.

Tabla 9 Valores Umbrales utilizados para la determinación de las áreas de afectación.

Efectos a las Personas			
Efecto	**Criterios de SEMARNAT**		
	Zona de amortiguamiento	**Zona de Riesgo**	**Zona 100% letal**
Radiación térmica	1.4 kW/m2	5.0 kW/m2	12.5 kW/m2
Sobrepresión	0.5 psi	1.0 psi	2.0 psi
Dispersión tóxica (HCl)	TLV 3.0 ppm	IDLH 1000 ppm	LC 50 30.0 ppm

(1)IDLH (Inmediately Dangerous to Life or Health). Concentración máxima de una sustancia en aire que un trabajador con buen estado de salud general puede soportar durante treinta minutos sin desarrollar síntomas, que disminuyan su capacidad de realizar una evacuación de emergencia y sin sufrir daños irreversibles.
(2)TLV15 (Theshold Limit Values). Máxima concentración a la que la mayoría de los trabajadores puede exponerse por un periodo continuo de hasta quince minutos sin sufrir irritaciones, cambios crónicos o irreversibles en los tejidos o narcosis que reduzca su eficacia, les predisponga al accidente o dificulte las reacciones de defensa.
(3)LC 50 (Concentración media letal) La concentración letal que provocaría a la muerte al 50% de la población que se exponga durante un cierto tiempo determinado.

Diagramas de Pétalos.

Para la elaboración de los diagramas de pétalos se ubica en plano el radio resultante de la simulación del caso más catastrófico y menos catastrófico de la línea de mayor diámetro que es se localiza en las distintas áreas, esto es:

Área de recepción y suministro, líneas de: 3" y 2" de Ø, el radio que se indicara en esa área es el resultante de la simulación de la línea de 3" de Ø.

II.1.4 Construcción de Escenarios.

Tabla 10 Relación de escenarios a simular:

Referencia en HazOp.	Escenario de riesgo	TIPO	
1.2 3.1 4.1	Fuga a través de un orificio equivalente al 20% de las tuberías de 2", 3" de diámetro nominal	**C**	**Más probable menos catastrófico**
1.6 3.5 4.5	Ruptura de las tuberías de 2", 3" Y 4" de diámetro nominal	**C**	**Menos Probable más catastrófico**
2.4	BLEVE, se presentan las condiciones para que ocurra este fenómeno.	**A**	**Menos Probable Mas Catastrófico.**

Construcción de Escenarios de Riesgo.

Esc. 1BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2".
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.2
Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir de 0.4" de Ø (0.01016 m), a una presión de 10 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.1407 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 84.42 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión) Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.

Esc. 2BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable, Fuga de Gas LP en línea de 3"
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor, Desviación 1.2
Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir de 0.6" de Ø (0.01524 m), a una presión de 10 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.3166 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 189.96 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión) Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión

Esc. 3BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 2" Ø nominal.
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.6
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 10.00 kg/cm^2, se considera para este caso el desplazamiento máximo del compresor que es de 4.257 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1277.10 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.

Esc. 4BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal.
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.6
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 10.00 kg/cm^2, y una tasa de descarga de 7.9170 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 2375.10 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.

Esc. 5BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Se presenta un BLEVE en el Tanque de almacenamiento.
Referencia HazOp: Nodo 2 Tanques de Almacenamiento de Gas L.P.; Desviación 2.4
Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de almacenamiento, el Gas L.P. liberado encuentra una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los tanques, no se tiene atención al evento, falla el sistema contranincendio y el sistema de enfriamiento de aspersión, de manera que se crean condiciones para un sobrecalentamiento del tanque, la válvula de desfogue (seguridad) falla y con rapidez se incrementa la presión al interior del tanque, el Gas L.P. contenido empieza a bullir, la presión es tal que se presenta fatiga y cadencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, liberando 135,000 Lts de Gas L.P que equivalen a 72,900.00 Kg, el fenómeno inicial es el BLEVE. Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.

Esc. 6A BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2", que retorna Gas LP. De la toma de suministro de autotanques a tanque de almacenamiento
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.1.
Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado vapor a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir 0.4" de Ø (0.01016 m), en la tubería de retorno a tanque de almacenamiento, a una presión de 3 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.0422 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 25.32 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión)

Esc. 6B BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2", que retorna Gas LP. De la toma de suministro del Múltiple de Llenado al tanque de almacenamiento
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de Múltiple de Llenado Desviación 4.1
Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado vapor a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir 0.4" de Ø (0.01016 m), en la tubería de retorno a tanque de almacenamiento, a una presión de 5 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.0703 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 42.18 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.

Esc. 7A BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3", conducción de Gas L.P. a toma de suministro de autotanques.
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.1
Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir de 0.6" de Ø (0.01524 m), a una presión de 3.00 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.0960 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 57.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión) Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión

Esc. 7B BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3", conducción de Gas L.P. a toma de Múltiple de Llenado.
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de Múltiple de Llenado; Desviación 4.1
Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado líquido a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir 0.6" de Ø (0.01524 m), en la tubería de su suministro a Múltiple de Llenado a una presión de 5 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.1583 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 94.98 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión)

Esc. 8A BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de retorno de Gas L.P. de 2" Ø nominal
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0508 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. en estado vapor a una presión de 3.00 kg/cm^2 y tasa de descarga de 1.0556 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 316.98 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión. Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.

Esc. 8B BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de retorno de Gas L.P. de 2" Ø nominal
Referencia en HazOp: Nodo 4: Suministro de Gas L.P. Muelle de Llenado. Desviación 4.5
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0508 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. en estado vapor a una presión de 5.00 kg/cm^2 y tasa de descarga de 1.76 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 528.00 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión. Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.

Esc. 9ABBG	Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal que conduce Gas L.P. a la toma de suministro de autotanques
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5	
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 3.00 kg/cm^2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 3.41 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1020.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	

Esc. 9B BBG	Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal que conduce Gas L.P. al múltiple de Llenado.
Referencia en HazOp: Nodo 4. Toma de suministro de múltiple de llenado. Desviación 4.5	
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 5.00 kg/cm^2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 3.41 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1020.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	

II.1.5 Resultados de la modelación de eventos.

La memorias de simulaciones y Diágramas de Pétalos de los Escenarios Simulados se encuentran en el Anexo 5.

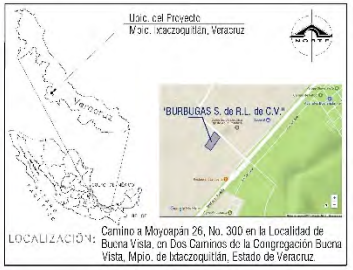
Esc. 1BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2".		
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.2		
Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir de 0.4" de Ø (0.01016 m), a una presión de 10 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.1407 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 84.42 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión) Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquiera parte de las tuberías de recepción, interconexiones y/o mangueras.		
Causas probables: sobrepresiones, apriete deficiente, soldaduras deficientes, corrosión		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **28.60 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.14 m/s** • **Dirección de los Vientos: Este Noreste a Oeste Suroeste**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **E**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
0.1407 kg/s	**600 seg (10 minutos)**	**84.42 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	5.78 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	10.72 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	52.11 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	88.68 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 1BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2". Radios potenciales de Afectación por Radiación Térmica.

Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.2

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra





ESCENARIO 1

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir de 0.4" de Ø (0.01016 m), a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.1407 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 84.42 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión)

Se evalúan efectos por Radiación Térmica (Jet Fire)

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)

RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	5.78
	AMORTIGUAMIENTO	10.72

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
Ing. José Alberto Conde R.
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto:
"OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 1BBG JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO MENOS CATASTROFICO, MAS PROBABLE

Plano No.: E-1JF

Rev.: --

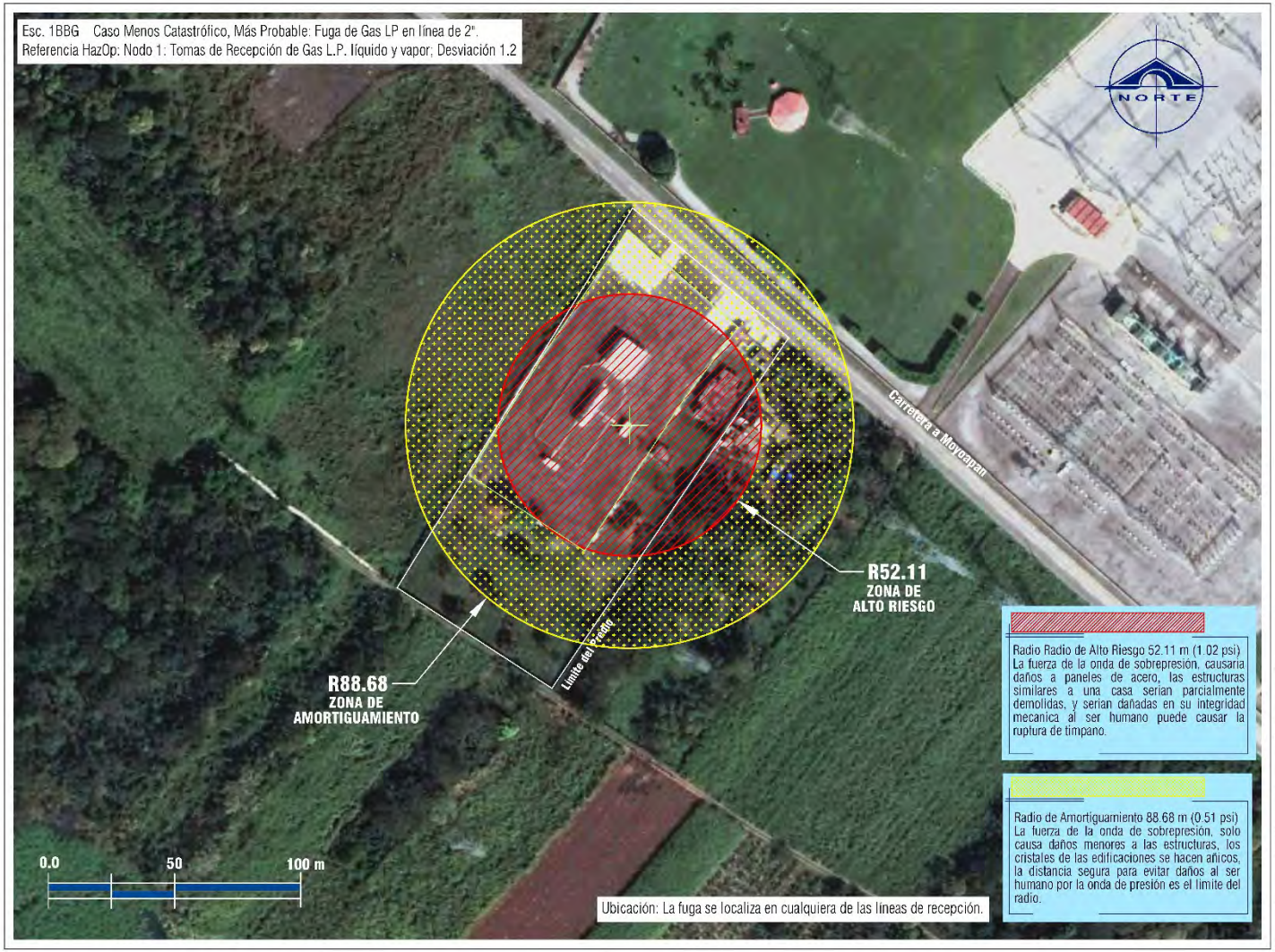
GIPESA

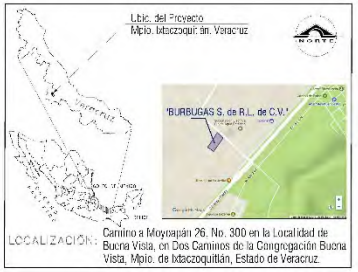
Elaboró:	Dibujó:
Ing. José Alberto Conde R.	GCR
Escala: Indicada	Acotación: Metros
	Fecha: Abril 2019

Esc. 1BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2". Radios de afectación de por ondas de Sobrepresion

Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.2

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.	FECHA:	Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra





ESCENARIO 1

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir de 0.4" de Ø (0.01016 m), a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.1407 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 84.42 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión)
Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.

Se evalúan efectos por Ondas de Sobrepresión

SIMULACIÓN: SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	52.11
AMORTIGUAMIENTO	88.68

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 1BBG SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO MENOS CATASTRÓFICO, MÁS PROBABLE

Plano No.: E-1SP

Revisión: --

Elaboró: [redacted]

Dibujó: GCR

GIPESA Proyectos Energéticos

Escala: Indicada

Acotaciones: Metros

Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 2BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3".		
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.2		
Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir de 0.6" de Ø (0.01524 m), a una presión de 10 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.3166 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 189.96 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión) Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquiera parte de las tuberías de recepción, interconexiones y/o mangueras.		
Causas probables: sobrepresiones, apriete deficiente, soldaduras deficientes, corrosión		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **28.60 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.14 m/s** • **Dirección de los Vientos: Este Noreste a Oeste Suroeste**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **E**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
0.3166 kg/s	**600 seg (10 minutos)**	**189.96 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	8.54 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	15.82 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	68.28 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	116.21 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 2BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable, Fuga de Gas LP en línea de 3" Radios de afectación por Radiación Térmica

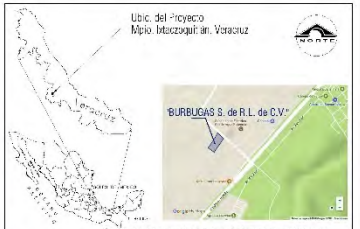
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor, Desviación 1.2

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra



Radio de Alto Riesgo 8.54 m
La radiación térmica dentro de esta superficie es suficiente para causar dolor al ser humano en 20 segundos y en 40 segundos se generan quemaduras de 2do. grado. Una exposición prolongada causaría daños a la integridad mecánica de los materiales.

Radio de Amortiguamiento 15.81 m
La radiación térmica dentro de esta superficie es menos intensa, es una zona de alerta e intervención, si bien la intensidad de radiación es tolerable, una exposición prolongada mayor a 3 minutos puede causar quemaduras. El límite del radio es la Zona de Seguridad, en donde se puede estar sin riesgo para el ser humano.



LOCALIZACIÓN: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Localidad de Buena Vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio. de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz.

ESCENARIO 2

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø. es decir de 0.6" de Ø (0.01524 m), a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.3166 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 189.96 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión)

Se evalúan efectos por Radiación Térmica (Jet Fire)

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)

RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	8.54
	AMORTIGUAMIENTO	15.81

Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó: [redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 2BBG JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO MENOS CATASTROFICO, MAS PROBABLE

Plano No.: E-2JF

Revisó: [redacted] | Dibujó: GCR | Escala: Indicada | Acotación: Metros | Fecha: Abril 2019

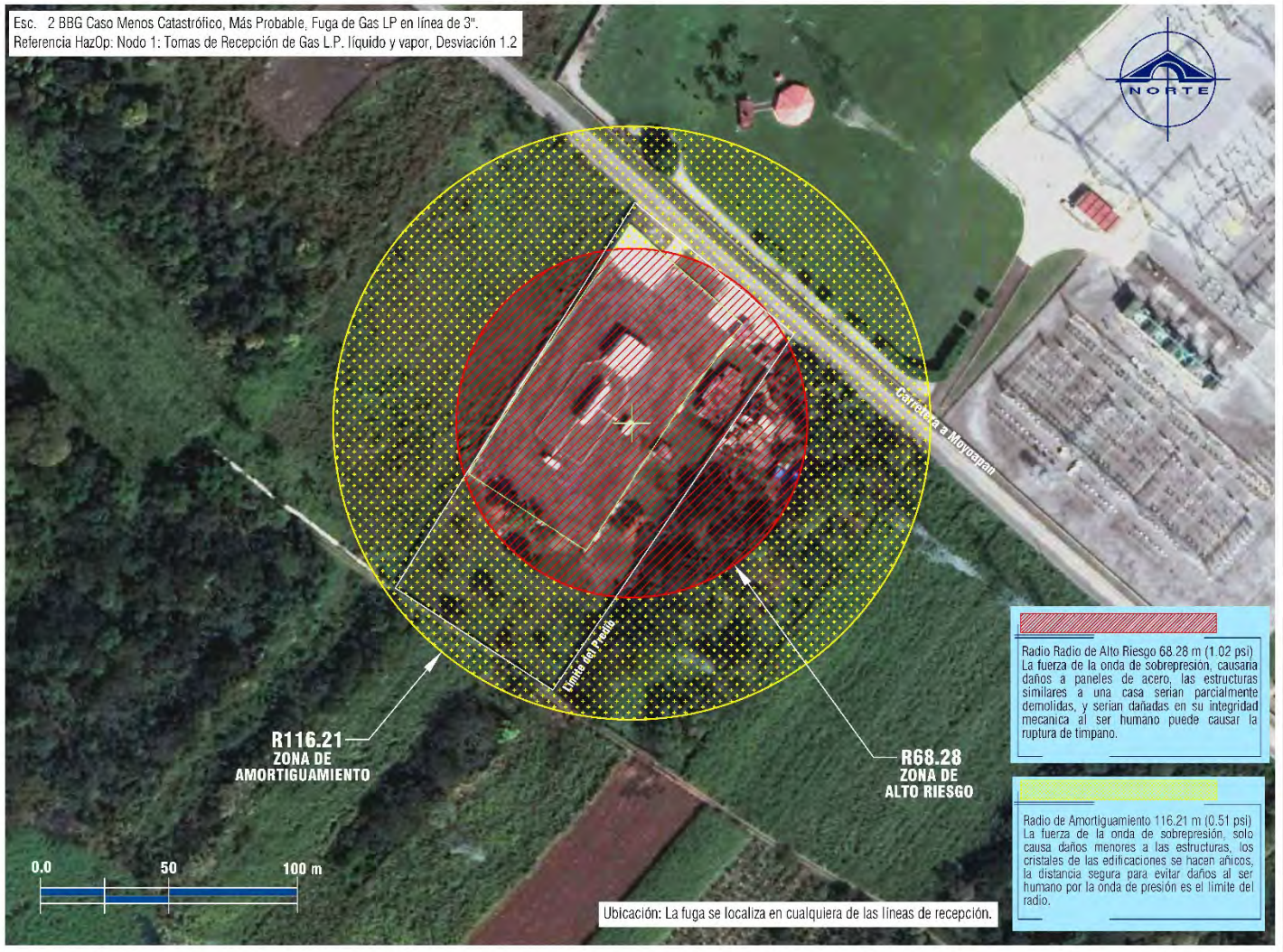
GIPESA Proyectos Energéticos

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 2 Caso Menos Catastrófico, Más Probable, Fuga de Gas LP en línea de 3" Radios de afectación de por ondas de sobrepresión

Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor, Desviación 1.2

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.		FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra





Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Localidad de Buena Vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio. de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz.

ESCENARIO 2

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir de 0.6" de Ø (0.01524 m), a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.3166 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 189.96 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión)

Se evalúan efectos por Ondas de Sobrepresión

SIMULACIÓN: SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	68.28
AMORTIGUAMIENTO	116.21

Radio Radio de Alto Riesgo 68.28 m (1.02 psi) La fuerza de la onda de sobrepresión, causaría daños a paneles de acero, las estructuras similares a una casa serían parcialmente demolidas, y serían dañadas en su integridad mecanica al ser humano puede causar la ruptura de tímpano.

Radio de Amortiguamiento 116.21 m (0.51 psi) La fuerza de la onda de sobrepresión, solo causa daños menores a las estructuras, los cristales de las edificaciones se hacen añicos, la distancia segura para evitar daños al ser humano por la onda de presión es el límite del radio.

Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble Parra, Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó: [redacted], Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título de Plano: ESCENARIO 2BBG SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO MENOS CATASTRÓFICO, MÁS PROBABLE

Plano No.: E-2SP

Rev.: --

GIPESA Proyectos Energéticos

Elaboró: [redacted]

Dibujo: OCR

Escala: Indicada

Acotaciones: Metros

Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 3BBG	**Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 2" Ø nominal.**	
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.6		
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 10.00 kg/cm^2, se considera para este caso el desplazamiento máximo del compresor que es de 4.257 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1277.10 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquier parte de la tubería. Que se encuentra expuesta.		
Causas probables: La fuga es ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **28.60 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.14 m/s** • **Dirección de los Vientos: Este Noreste a Oeste Suroeste**	Estabilidad atmosférica Pasquill**: E**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
4.257 g/s	**300 seg (5 minutos)**	**1277.10 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	29.99 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	55.15 m	
Sobrepresión por Explosión		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	152.79 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	260.04 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta	

Esc. 3BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 2" Ø nominal. Radios de afectación por Radiación Térmica

Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.6

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.	FECHA:	Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO:	55 43 36 67 79	DOMICILIO:	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.
		REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra





ESCENARIO 2

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0508 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 10.00 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo del compresor que es de 4.257 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos. descargando 1277.10 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión).

Se evalúan efectos por Radiación Térmica (Jet Fire)

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)

RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	29.99
AMORTIGUAMIENTO	55.15

Radio de Alto Riesgo 29.99 m
La radiación térmica dentro de esta superficie es suficiente para causar dolor al ser humano en 20 segundos y en 40 segundos se generan quemaduras de 2do. grado. Una exposición prolongada causaría daños a la integridad mecánica de los materiales.

Radio de Amortiguamiento 55.15 m
La radiación térmica dentro de esta superficie es menos intensa, es una zona de alerta e intervención, si bien la intensidad de radiación es tolerable, una exposición prolongada mayor a 3 minutos puede causar quemaduras. El límite del radio es la Zona de Seguridad, en donde se puede estar sin riesgo para el ser humano.

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 3BBG JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, MÁS CATASTRÓFICO

Plano No: E-3JF

Escala: --

Dibujó: GCR

Plotteo: [redacted]

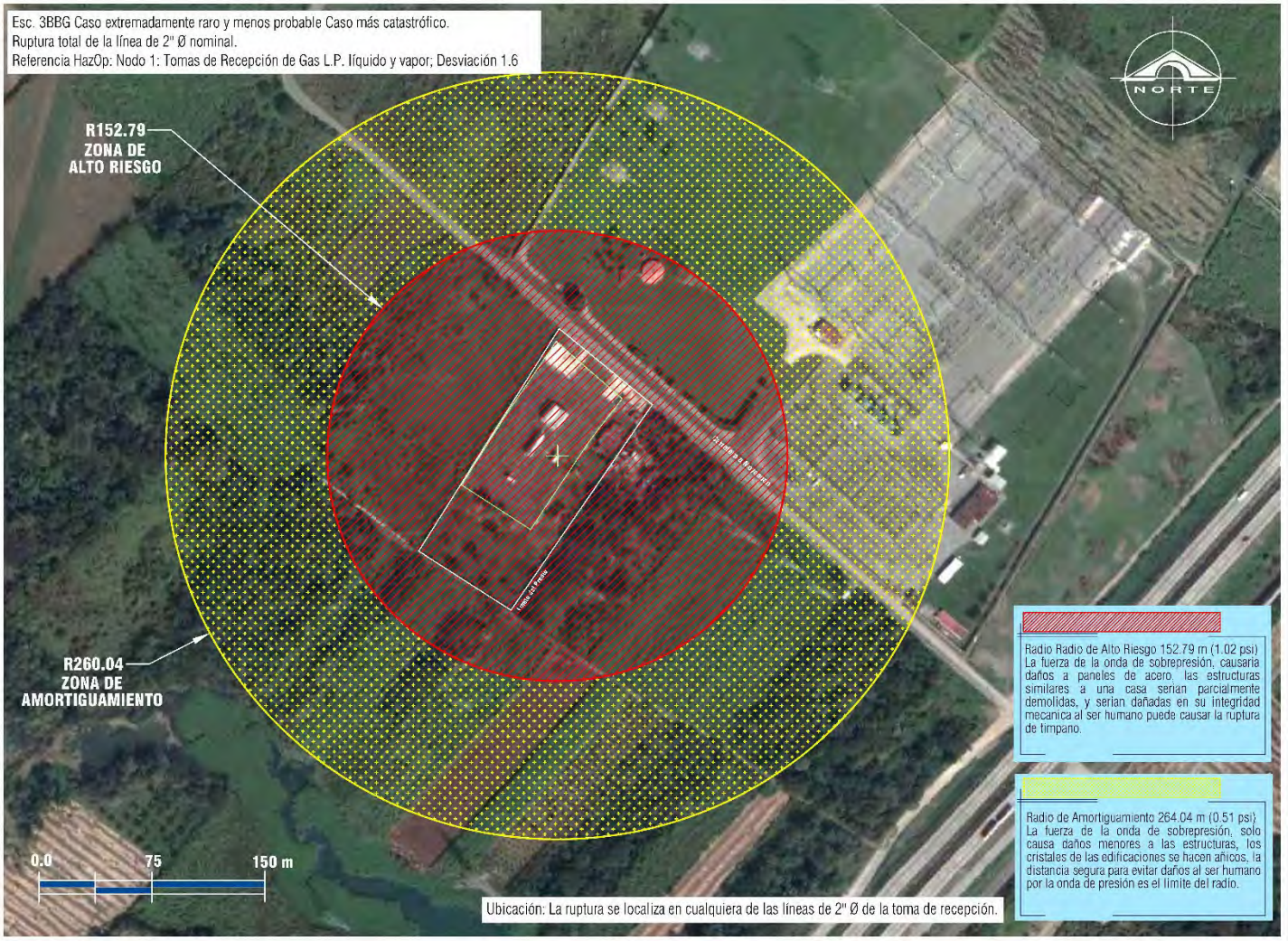
Escalas: Indicada | Acotación: Metros | Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 3BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 2" Ø nominal. Radios de afectación por Sobrepresión

Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.6

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.		FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra



Radio Radio de Alto Riesgo 152.79 m (1.02 psi) La fuerza de la onda de sobrepresión, causaría daños a paneles de acero, las estructuras similares a una casa serían parcialmente demolidas, y serían dañadas en su integridad mecánica al ser humano puede causar la ruptura de tímpano.

Radio de Amortiguamiento 264.04 m (0.51 psi) La fuerza de la onda de sobrepresión, solo causa daños menores a las estructuras, los cristales de las edificaciones se hacen añicos, la distancia segura para evitar daños al ser humano por la onda de presión es el límite del radio.



LOCALIZACIÓN: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Localidad de Buena Vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio. de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz.

ESCENARIO 3

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 10.00 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo del compresor que es de 4.257 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1277.10 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión).
Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.

Se evalúan efectos por Ondas de Sobrepresión

SIMULACIÓN: SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	152.79
AMORTIGUAMIENTO	260.04

Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble Parra, Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó: [redacted], Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 3BBG SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, CASO MÁS CATASTRÓFICO

Plano No.: E-3SP

Rev.: --

Elaboró: [redacted] GCR

Escala: Indicada | Acotaciones: Metros | Fecha: Abril 2019

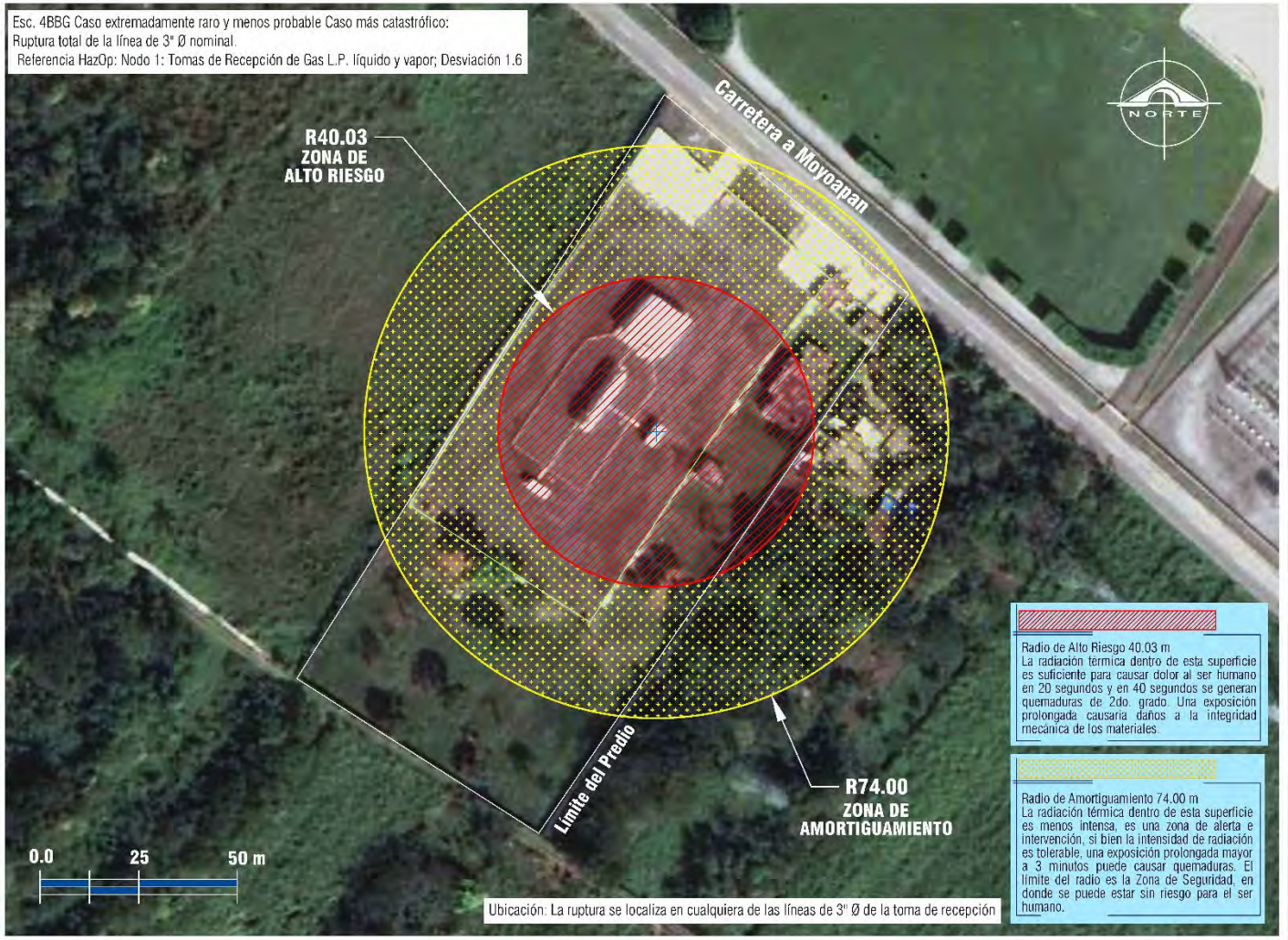
Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 4BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal.		
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.6		
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 10.00 kg/cm^2, y una tasa de descarga de 7.9170 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 2375.10 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión		
Ubicación: La ruptura se localiza en cualquier parte de la tubería. Que se encuentra expuesta.		
Causas probables: La ruptura es ocasionada por un golpe externo.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **28.60 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.14 m/s** • **Dirección de los Vientos: Este Noreste a Oeste Suroeste**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **E**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
7.9170 kg/s	**300 seg (5 minutos)**	**2375.10 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	40.03 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	74.00 m	
Sobrepresión por Explosión		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	187.89 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	319.78 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta	

Esc. 4BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal.

Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.6

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.		FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra





ESCENARIO 2

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 10.00 kg/cm2, y tasa de descarga de 7.9170 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 2375.10 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión).

Se evalúan efectos por Radiación Térmica (Jet Fire)

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)

RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	40.03
	AMORTIGUAMIENTO	74.00

Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble Parra, Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó: [redacted], Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 4BBG JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE MÁS CATASTRÓFICO

Clave: E-4JF

Rev.: --

Elaboró: [redacted]

Escala: Indicada / Medidas en: Metros

Dibujo: GCR

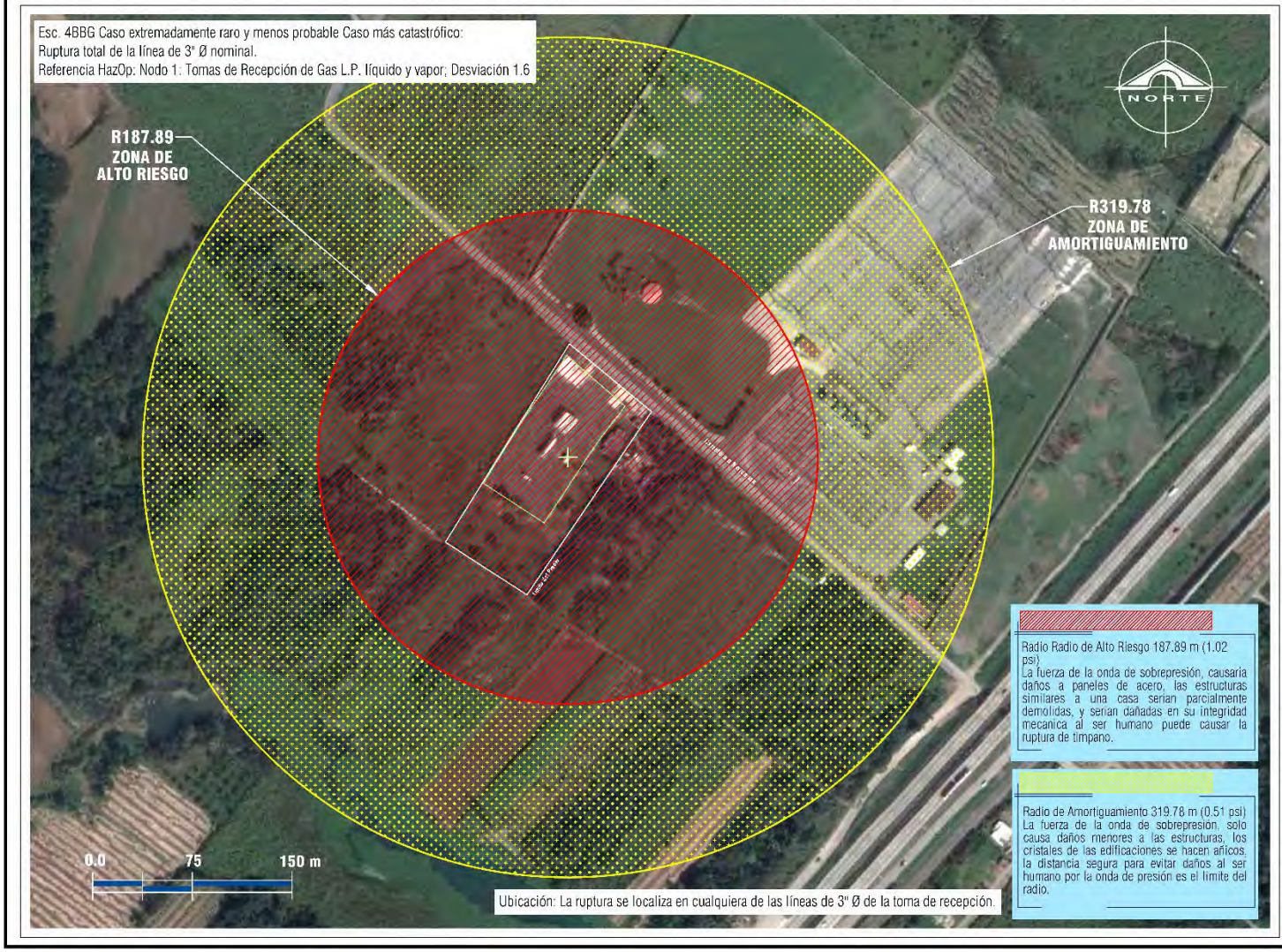
Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 4 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal. Radios de afectación por Sobrepresión

Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.6

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.	FECHA:	Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra



Radio Radio de Alto Riesgo 187.89 m (1.02 psi)
La fuerza de la onda de sobrepresión, causaría daños a paneles de acero, las estructuras similares a una casa serían parcialmente demolidas, y serían dañadas en su integridad mecánica al ser humano puede causar la ruptura de tímpano.

Radio de Amortiguamiento 319.78 m (0.51 psi)
La fuerza de la onda de sobrepresión, solo causa daños menores a las estructuras, los cristales de las edificaciones se hacen añicos, la distancia segura para evitar daños al ser humano por la onda de presión es el límite del radio.



ESCENARIO 3

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3' Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 10.00 kg/cm2, y tasa de descarga de 7.9170 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 2375.10 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión).

Se evalúan efectos por Ondas de Sobrepresión

SIMULACIÓN: SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	187.89
	AMORTIGUAMIENTO	319.78

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 4BBG SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE. CASO MÁS CATASTRÓFICO

Plano No.: E-4SP

Rev.: --

Dibujó: GCR

Escala: Indicada

Acotación: Metros

Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 5BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Se presenta un BLEVE en el Tanque de almacenamiento.		
Referencia HazOp: Nodo 2 Tanques de Almacenamiento de Gas L.P.; Desviación 2.4		
Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de almacenamiento, el Gas L.P. liberado encuentra una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los tanques, no se tiene atención al evento, falla el sistema contranincendio y el sistema de enfriamiento de aspersión, de manera que se crean condiciones para un sobrecalentamiento del tanque, la válvula de desfogue (seguridad) falla y con rapidez se incrementa la presión al interior del tanque, el Gas L.P. contenido empieza a bullir, la presión es tal que se presenta fatiga y cadencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, liberando 135,000 Lts de Gas L.P que equivalen a 72,900.00 Kg, el fenómeno inicial es el BLEVE. Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.		
Ubicación: La ruptura se presenta en el tanque de almacenamiento.		
Causas probables: Combinación de eventos, calentamiento del tanque, sobrepresión, falla de materiales.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **28.60 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.14 m/s** • **Dirección de los Vientos: Este Noreste a Oeste Suroeste**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **E**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
N/A	**Inmediata, se presenta una despresurización súbita.**	**72900.00 kg**
Características de la Bola de Fuego.		
Diámetro Máximo	242.29 m	
Altura al centro de la Bola de Fuego	181.72 m	
Duración de la Bola de Fuego.	16.8 s	
Radiación Térmica		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	761.92 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	1423.76 m	
Exposición por toxicidad		
Zona de Alto Riesgo. IDHL (71 400 ppm)	No se presenta	
Zona 1: Dolor en piel desnuda. Radiación: 4.04 W/m^2	921.07 m	
Zona 2: Nivel de daño significativo Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda. Radiación: 9.08 kW/m^2	611.02 m	
Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio. Radiación: 15.26 kW/m2	462.88 m	
Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio. Radiación: 43.17 kW/m2	241.54 m	

.

Esc. 5 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Se presenta un BLEVE en el tanque de almacenamiento. Diámetro de la Bola de Fuego

Referencia HazOp: Nodo 2 Tanques de Almacenamiento de Gas L.P.; Desviación 2.4

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.		FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra





Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Localidad de Buena Vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio. de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz.

ESCENARIO 5

Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de almacenamiento, el Gas L.P. liberado encuentra una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los tanques, no se tiene atención al evento, falla el sistema contraincendio y el sistema de enfriamiento de aspersión, de manera que se crean condiciones para un sobrecalentamiento del tanque, la válvula de desfogue (seguridad) falla y con rapidez se incrementa la presión al interior del tanque, el Gas L.P. contenido empieza a ebullir, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, liberando 135,000 Lts de Gas L.P que equivalen a 72,900.00 Kg, el fenómeno final es el BLEVE.

SIMULACIÓN: BLEVE EN TANQUE DE ALMACENAMIENTO
RADIO DE AFECTACIÓN POR BOLA DE FUEGO

SIMBOLOGÍA	
ZONA DE	Radio (m)
BOLA DE FUEGO	121.145

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título de Plano: ESCENARIO 5 BOLA DE FUEGO
CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, CASO MAS CATASTRÓFICO

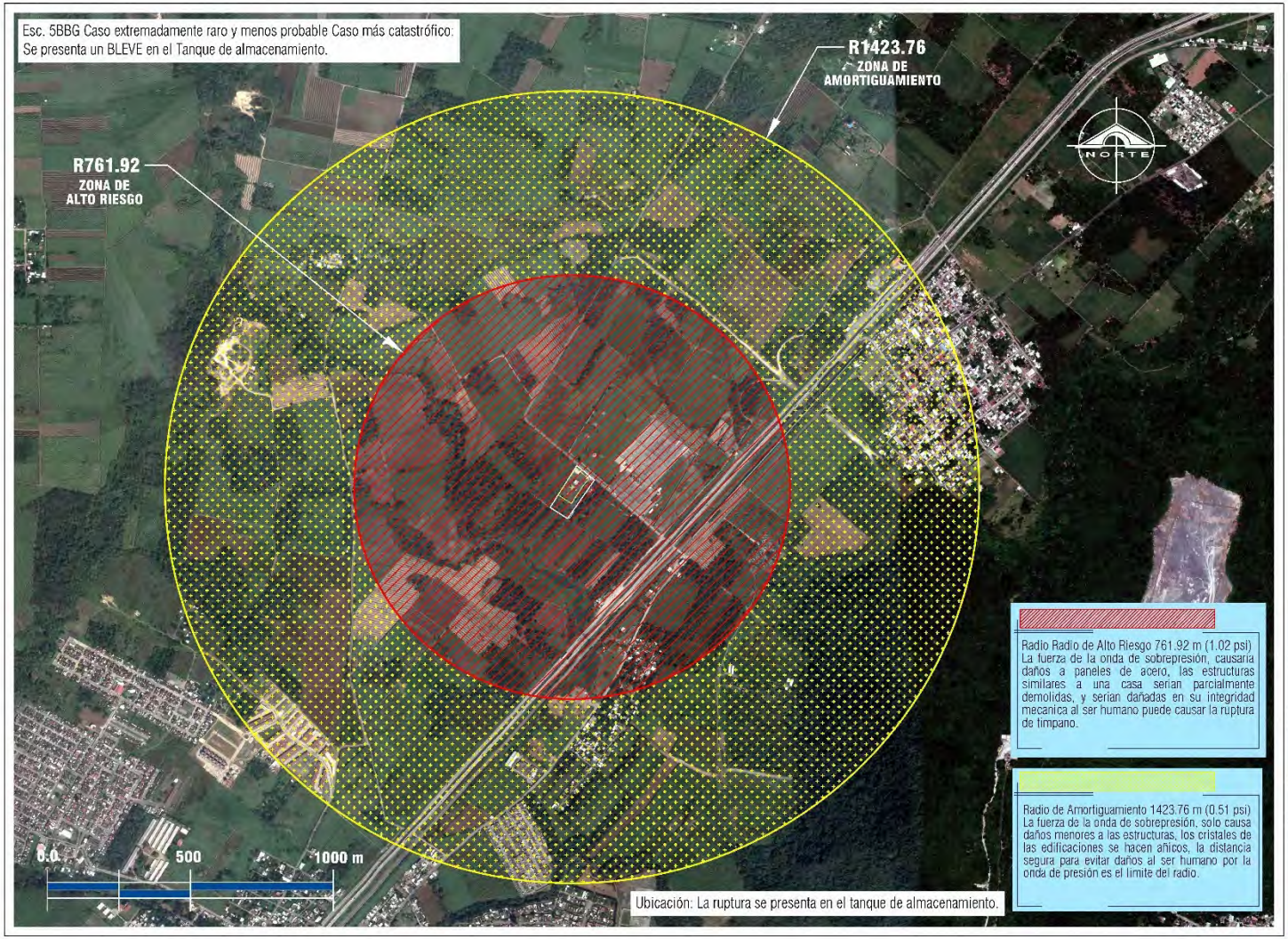
Plano No.: E-5BF
Rev.: --
Dibujó: GCR
Escala: Indicada
Acotación: Metros
Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 5 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: BLEVE en el tanque de almacenamiento Radios de afectación por Radiación Térmica

Referencia HazOp: Nodo 2 Tanques de Almacenamiento de Gas L.P.; Desviación 2.4

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.	FECHA:	Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra





LOCALIZACIÓN: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Localidad de Buena Vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio. de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz.

ESCENARIO 5

Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de almacenamiento, el Gas L.P. liberado encuentra una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los tanques, no se tiene atención al evento, falla el sistema contra incendio y el sistema de enfriamiento de aspersión, de manera que se crean condiciones para un sobrecalentamiento del tanque, la válvula de desfogue (seguridad) falla y con rapidez se incrementa la presión al interior del tanque, el Gas L.P. contenido empieza a bullir, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, liberando 135,000.00 Lts. de Gas L.P. que equivalen a 72,900.00 kg, el fenómeno final es el BLEVE. Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica

SIMULACIÓN: Radiación Térmica por una explosión de vapores en expansión por líquido en ebullición (BLEVE)

RADIOS DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	761.92
AMORTIGUAMIENTO	1423.76

Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble Parra, Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó: [redacted], Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 5 CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE. CASO MAS CATASTRÓFICO. Se presenta un BLEVE en el tanque de almacenamiento

Plano No.: E-5BV

Revisó: --

GIPESA Proyectos Energéticos

Elaboró: [redacted] GCR

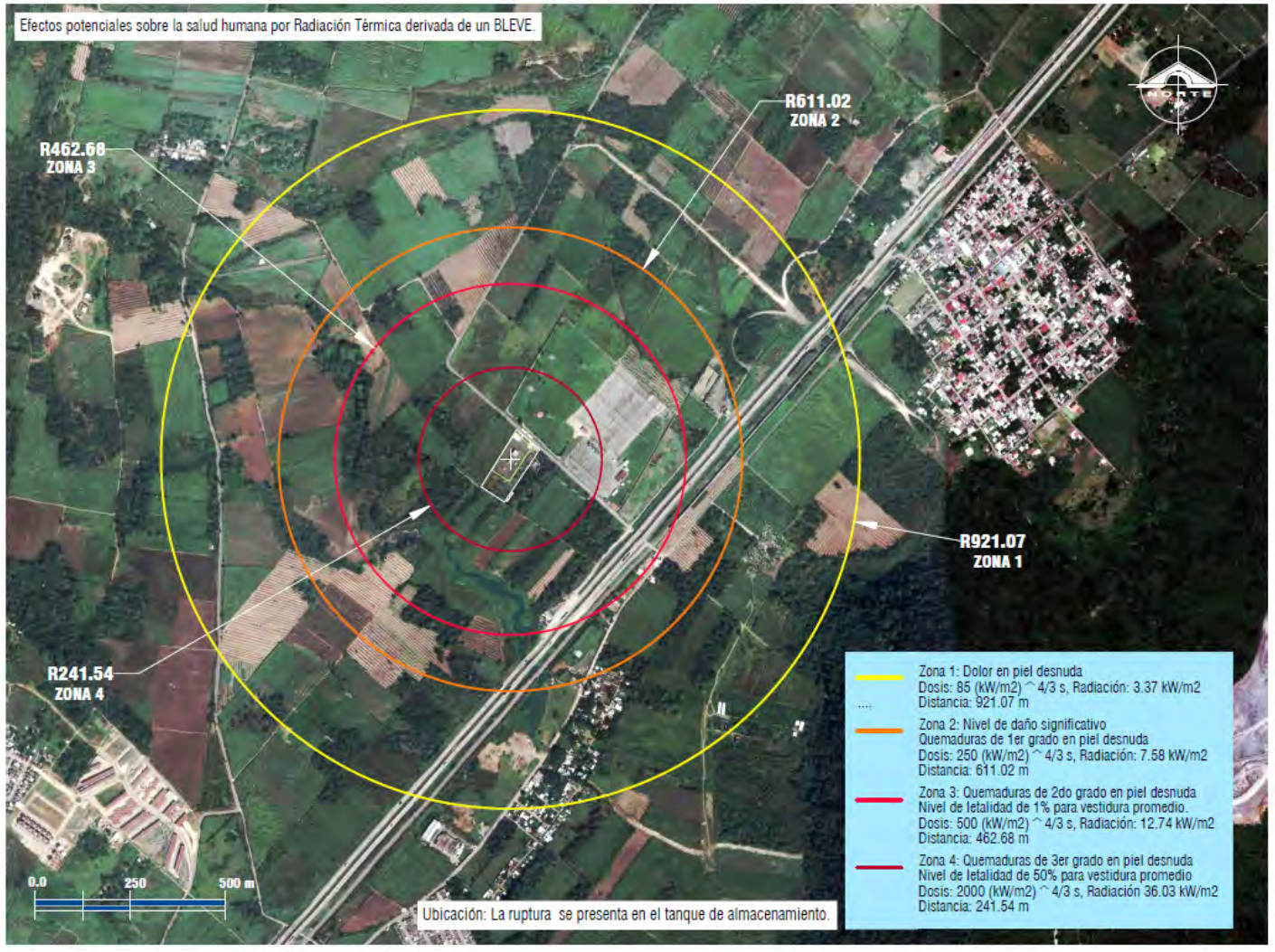
Escala: Indicada | Unidades: Metros | Fecha: Abril 2019

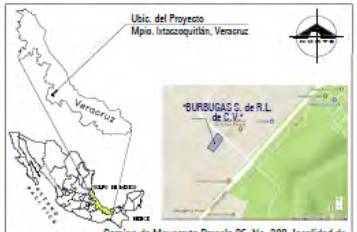
Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 5 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: BLEVE en el tanque de almacenamiento Radios de afectación a la Salud Humana por Radiación Térmica

Referencia HazOp: Nodo 2 Tanques de Almacenamiento de Gas L.P.; Desviación 2.4

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Junio 2020
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino de Moyoapán Parcela 26, No. 300, localidad de Buena Vista, Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.		REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra





ESCENARIO 5

Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de almacenamiento, el Gas L.P. liberado encuentra una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los tanques, no se tiene atención al evento, falla el sistema contra incendio y el sistema de enfriamiento de aspersión, de manera que se crean condiciones para un sobrecalentamiento del tanque, la válvula de desfogue (seguridad) falla y con rapidez se incrementa la presión al interior del tanque, el Gas L.P. contenido empieza a bullir, la presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, liberando 135,000.00 Lts. de Gas L.P. que equivalen a 72,900.00 kg, el fenómeno final es el BLEVE.

Se evaluan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica

Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble Parra, Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó: [redacted], Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, CASO MAS CATASTRÓFICO
EFECTOS POTENCIALES SOBRE LA SALUD HUMANA POR RADIACIÓN TÉRMICA DERIVADA DE UN BLEVE

Plano N°: E-5EPSH

Rev.: –

Elaboró: [redacted]

Dibujo: GOR

GIPESA

Escala: Indicada

Acotaciones: Metros

Fecha: Junio 2020

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 6A BBG	Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2", que retorna Gas LP. De la toma de suministro de autotanques a tanque de almacenamiento

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.1.

Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado vapor a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir 0.4" de Ø (0.01016 m), en la tubería de retorno a tanque de almacenamiento, a una presión de 3 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.0422 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 25.32 kg.

Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión).

Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión)

Ubicación: La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de recepción o suministro.

Causas probables: sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc.

Consideraciones	
• Temperatura ambiente: **28.60 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.14 m/s** • **Dirección de los Vientos: Este Noreste a Oeste Suroeste**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **E**

RESULTADOS:

Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
0.0422 kg/s	**600 seg (10 minutos)**	**25.32 kg**

Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)	
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	3.16 m
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	5.98 m
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)	
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	34.88 m
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	59.36 m
Exposición por toxicidad	No se presenta.

Esc. 6A BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2". Radios Potenciales de Afectación por Radiación Térmica.

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.1.

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.	FECHA:	Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO:	55 43 36 67 79	DOMICILIO:	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.
		REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra





ESCENARIO 6

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado vapor a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir 0.4" de Ø (0.01016 m), en la tubería de retorno a tanque de almacenamiento, a una presión de 3 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.0422 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 25.32 kg.
Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión).
Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión)
Se evalúan efectos por Radiación Térmica (Jet Fire)

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	3.16
	AMORTIGUAMIENTO	5.98

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto:
"OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano:
ESCENARIO 6A BBG JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)
CASO MENOS CATASTROFICO, MAS PROBABLE

Plano No.: E-6JF
Revisión: --
Elaboró: [redacted]
Escala: Indicada
Acotación: Metros
Clave: GCR
Fecha: Abril 2019

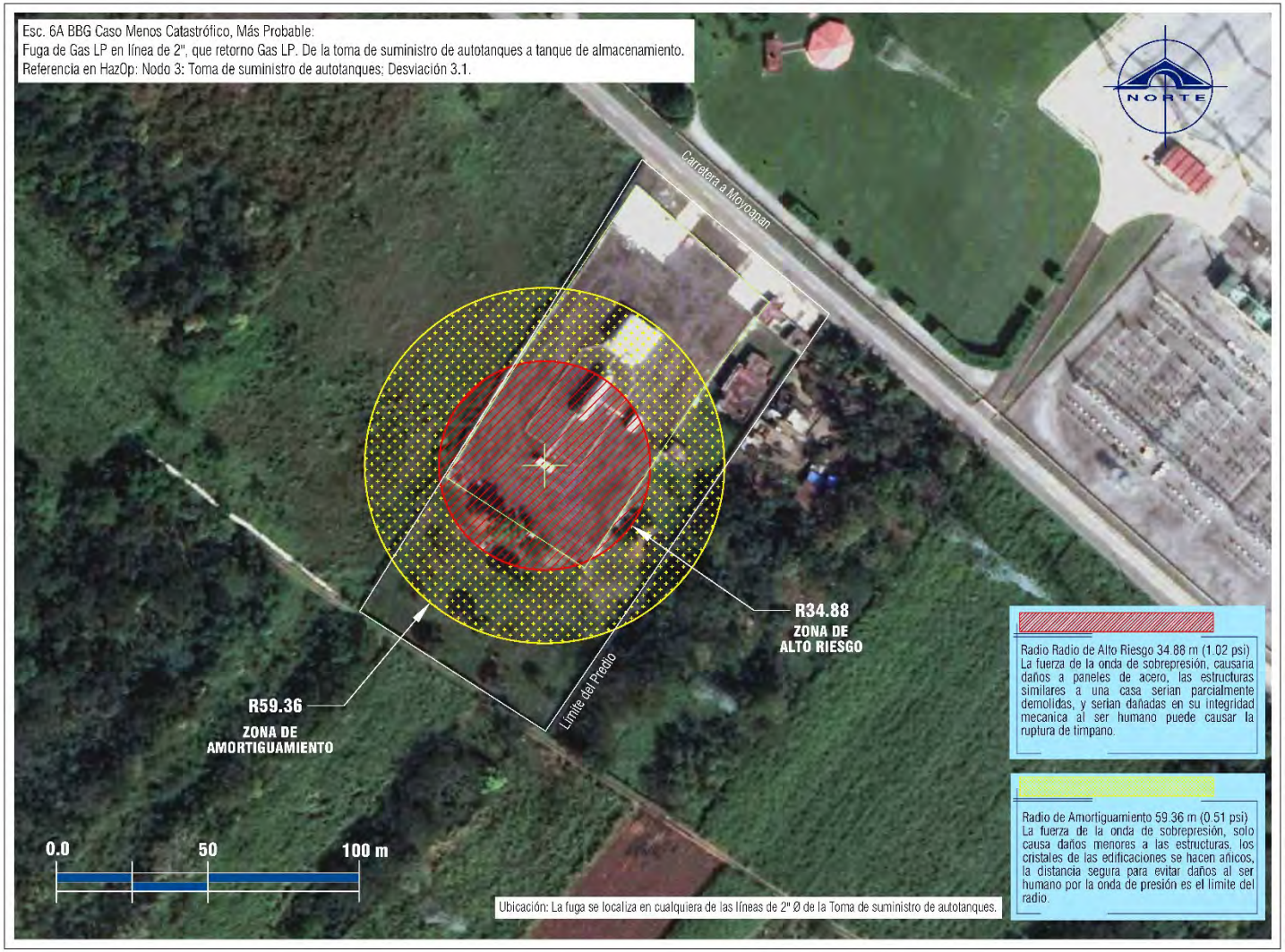
GIPESA Proyectos Energéticos

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 6A BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2". Radios Potenciales de Afectación por Ondas de Sobrepresión.

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.1.

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra	



Radio Radio de Alto Riesgo 34.88 m (1.02 psi) La fuerza de la onda de sobrepresión, causaría daños a paneles de acero, las estructuras similares a una casa serían parcialmente demolidas, y serían dañadas en su integridad mecánica al ser humano puede causar la ruptura de timpano.

Radio de Amortiguamiento 59.36 m (0.51 psi) La fuerza de la onda de sobrepresión, solo causa daños menores a las estructuras, los cristales de las edificaciones se hacen añicos, la distancia segura para evitar daños al ser humano por la onda de presión es el límite del radio.



Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Localidad de Buena Vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio. de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz.

ESCENARIO 6

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado vapor a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir 0.4" de Ø (0.01016 m), en la tubería de retorno a tanque de almacenamiento, a una presión de 3 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.0422 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 25.32 kg.
Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión).
Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión)

Se evalúan efectos por Ondas de Sobrepresión

SIMULACIÓN: SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	34.88
AMORTIGUAMIENTO	59.36

Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó: [redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título de Plano: ESCENARIO 6A BBG SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO MENOS CATASTRÓFICO, MÁS PROBABLE

Plano No.: E-6SP

Elaboró: [redacted] | Dibujó: GCR | Escala: Indicada | Acotaciones: Metros | Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 6B BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2", que retorna Gas LP. De la toma de suministro del Múltiple de Llenado al tanque de almacenamiento		
Referencia en HazOp: Nodo 4: Toma de suministro de Múltiple de Llenado Desviación 4.1		
Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado vapor a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir 0.4" de Ø (0.01016 m), en la tubería de retorno a tanque de almacenamiento, a una presión de 5 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.0703 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 42.18 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de recepción o suministro.		
Causas probables: sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **28.60 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.14 m/s** • **Dirección de los Vientos: Este Noreste a Oeste Suroeste**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **E**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
0.0703 kg/s	**600 seg (10 minutos)**	**42.18 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	4.10 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	7.67 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	41.35 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	70.37 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 6B BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2". Radios Potecianles de Afectación por Radiación Térmica

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de Múltiple de Llenado Desviación 4.1

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra	





ESCENARIO 6B

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado vapor a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir 0.4" de Ø (0.01016 m), en la tubería de retorno a tanque de almacenamiento, a una presión de 5 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.0703 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, contando 42.18 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión).

Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión)

Se evaluan efectos por Radiación Térmica

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)

RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	4.10
AMORTIGUAMIENTO	7.67

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 6B BBG JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO MENOS CATASTROFICO, MAS PROBABLE

Plano No.: E-6BJF

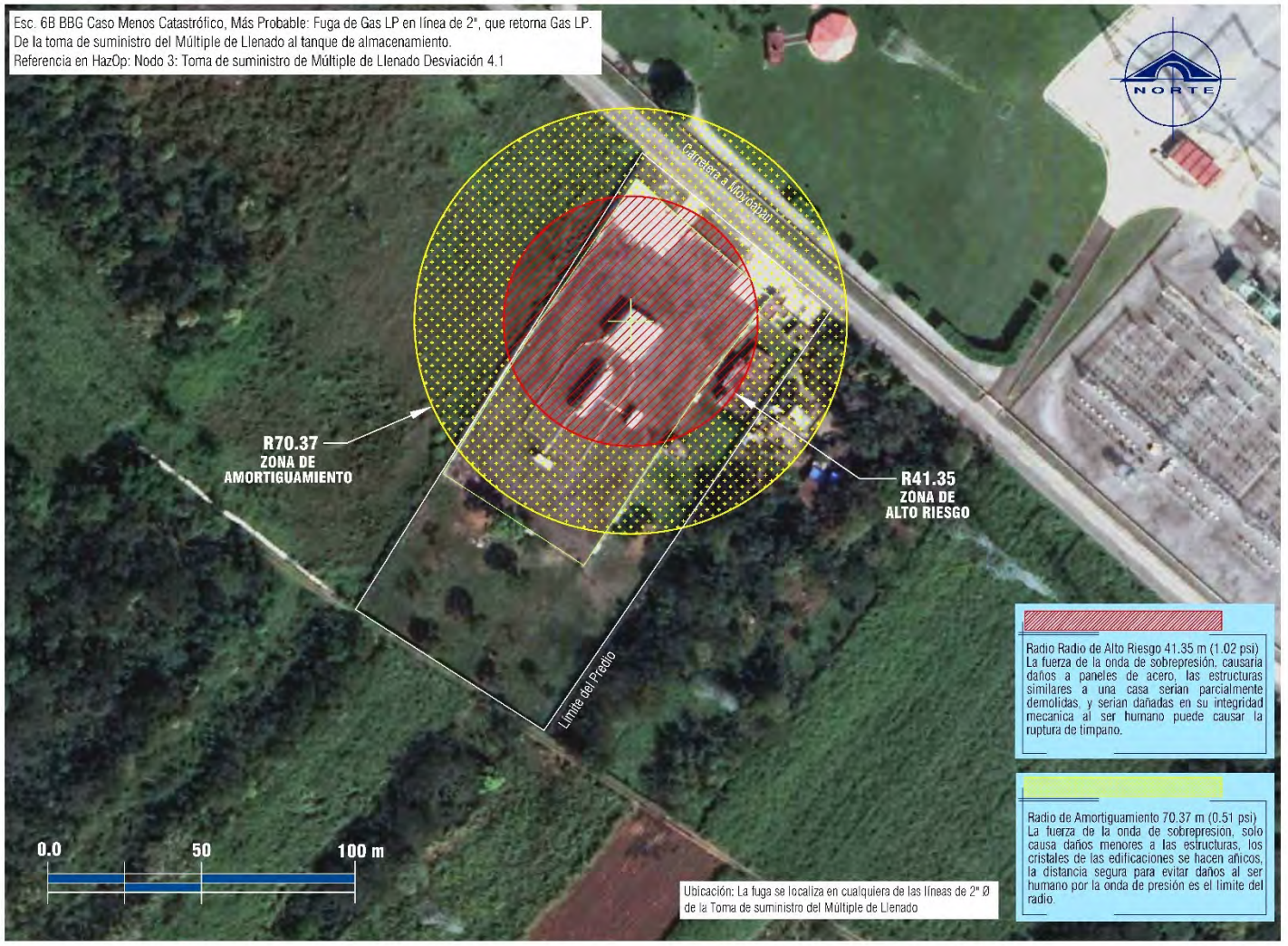
Escala: Indicada | Acotaciones: Metros | Dibujó: GCR | Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 6B BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2". Radios Potecianles de Afectación por Ondas de Sobrepresión

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de Múltiple de Llenado Desviación 4.1

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra	





ESCENARIO 6B

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado vapor a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir 0.4" de Ø (0.01016 m), en la tubería de retorno a tanque de almacenamiento, a una presión de 5 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.0/03 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 42.18 kg.
Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión).
Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión, sobrepresión)

Se evalúan efectos por Ondas de Sobrepresión

SIMULACIÓN: SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	41.35
AMORTIGUAMIENTO	70.37

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto:
"OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 6A BBG SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO MENOS CATASTRÓFICO, MÁS PROBABLE

Plano No.: E-6BSP

Dibujó: GCR

Escala: Indicada | Acotación: Metros | Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 7A BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3", conducción de Gas L.P. a toma de suministro de autotanques.		
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.1		
Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir de 0.6" de Ø (0.01524 m), a una presión de 3.00 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.0960 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 57.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión) Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de recepción o suministro.		
Causas probables: sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **28.60 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.14 m/s** • **Dirección de los Vientos: Este Noreste a Oeste Suroeste**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **E**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarg: 0.0960	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
kg/s	**600 seg (10 minutos)**	**57.60 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	4.69 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	8.83 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	45.87 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	78.07 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 7A BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3". Radios Potenciales de Afectación por Radiación Térmica

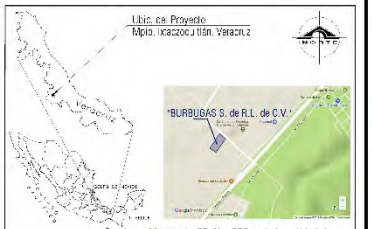
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.1

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra



Radio de Alto Riesgo 4.69 m
La radiación térmica dentro de esta superficie es suficiente para causar dolor al ser humano en 20 segundos y en 40 segundos se generan quemaduras de 2do. grado. Una exposición prolongada causaría daños a la integridad mecánica de los materiales.

Radio de Amortiguamiento 8.83 m
La radiación térmica dentro de esta superficie es menos intensa, es una zona de alerta e intervención, si bien la intensidad de radiación es tolerable, una exposición prolongada mayor a 3 minutos puede causar quemaduras. El límite del radio es la Zona de Seguridad, en donde se puede estar sin riesgo para el ser humano.



LOCALIZACIÓN: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Localidad de Buena Vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio. de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz.

ESCENARIO 7A

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado líquido a través de un orificio equivalente al 20%del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir 0.6" de Ø (0.01524 m), en la tubería de su suministro a toma de suministro a autotanques, a una presión de 3 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.0960 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 57.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión).
Se evaluan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión
Se evalúan efectos por Radiación Térmica (Jet Fire)

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	4.69
AMORTIGUAMIENTO	8.83

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 7A BBG JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO MENOS CATASTROFICO, MAS PROBABLE

Plano N°: E-7AJF

Rev.: --

GIPESA Proyectos Energéticos

Elaboró: [redacted]

Dibujo: GCR

Escala: Indicada

Acotación: Metros

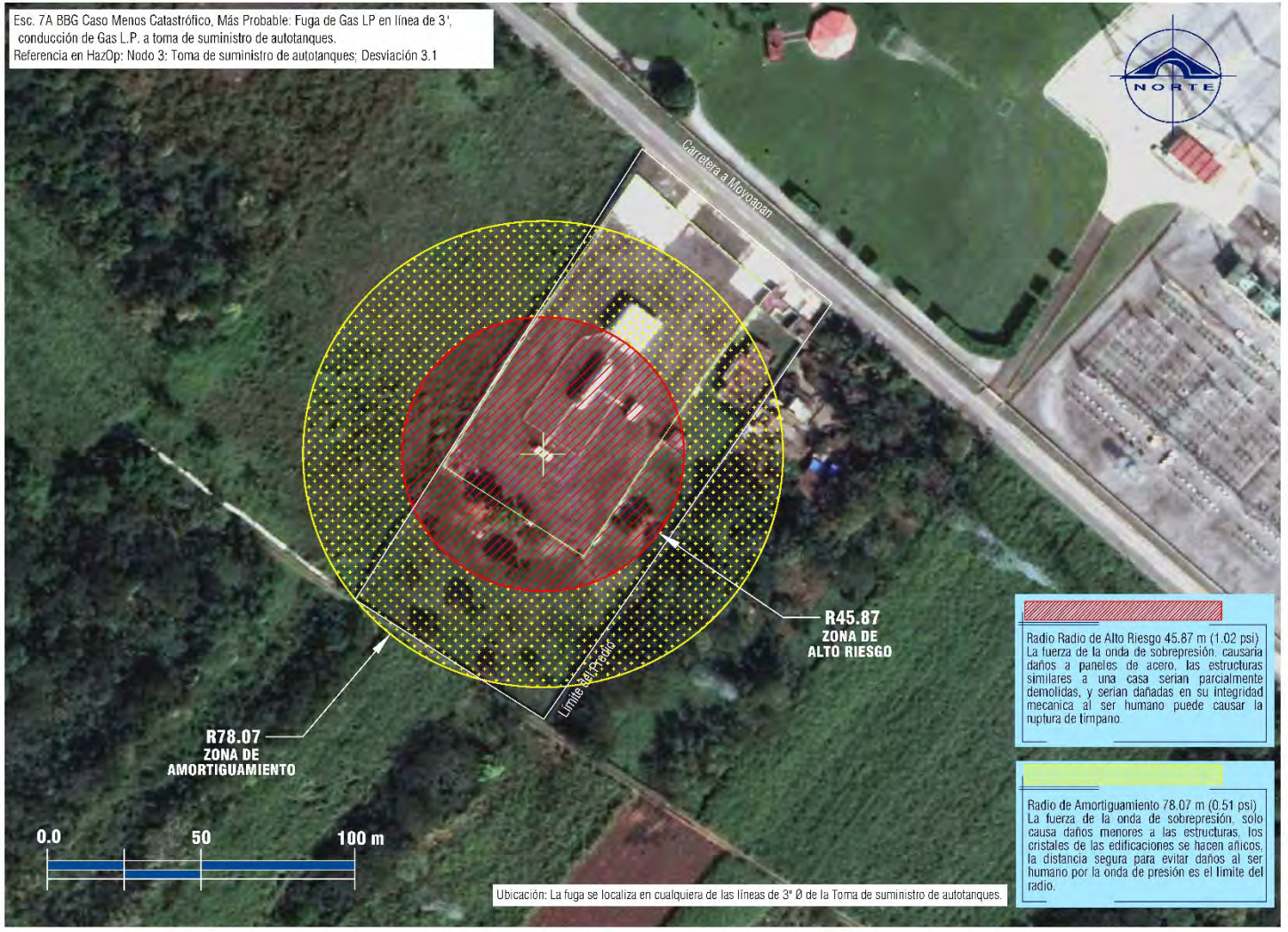
Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 7A BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3". Radios Potenciales de Afectación por Onda de Sobrepresión.

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.1

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra



Radio Radio de Alto Riesgo 45.87 m (1.02 psi) La fuerza de la onda de sobrepresión causaría daños a paneles de acero, las estructuras similares a una casa serían parcialmente demolidas, y serían dañadas en su integridad mecánica al ser humano puede causar la ruptura de tímpano.

Radio de Amortiguamiento 78.07 m (0.51 psi) La fuerza de la onda de sobrepresión, solo causa daños menores a las estructuras, los cristales de las edificaciones se hacen añicos, la distancia segura para evitar daños al ser humano por la onda de presión es el límite del radio.



ESCENARIO 7A

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir de 0.6" de Ø (0.01524 m), a una presión de 3.00 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.0960 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 57.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión)

Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión

Se evalúan efectos por Ondas de Sobrepresión

SIMULACIÓN: SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	45.87
AMORTIGUAMIENTO	78.07

Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble Parra, Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó: [redacted], Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 7A BBG SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO MENOS CATASTRÓFICO, MÁS PROBABLE

Plano N°: E-7ASP

Revisión: --

GIPESA Proyectos Energéticos | Elaboró: [redacted] | Dibujó: GCR | Escala: Indicada | Acotaciones: Metros | Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 7B BBG	Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3", conducción de Gas L.P. a toma de Múltiple de Llenado.	
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de Múltiple de Llenado; Desviación 4.1		
Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado líquido a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir 0.6" de Ø (0.01524 m), en la tubería de su suministro a Múltiple de Llenado a una presión de 5 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.1583 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 94.98 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión)		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de recepción o suministro.		
Causas probables: sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **28.60 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.14 m/s** • **Dirección de los Vientos: Este Noreste a Oeste Suroeste**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **E**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarg: 0.1583 kg/s	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
	600 seg (10 minutos)	**94.98 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	6.07 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	11.32 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	55.19 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	92.23 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 7B BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3". Radios Potenciales de Afectación por Radiación Térmica

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 4.1

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.		FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista. Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra





ESCENARIO 7B

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado líquido a través de un orificio equivalente al 20%del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir 0.6" de Ø (0.01524 m), en la tubería de su suministro a Múltiple de Llenado a una presión de 5 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.1583 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 94.98 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión).
Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión)

Se evalúan efectos por Radiación Térmica (Jet Fire)

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)

RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	6.07
AMORTIGUAMIENTO	11.32

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 7B BBG JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO MENOS CATASTROFICO, MAS PROBABLE

Plano Nº: E-7BJF

Rev.: --

GIPESA

Elaboró: [redacted]

Dibujo: GCR

Escala: Indicada

Acotación: Metros

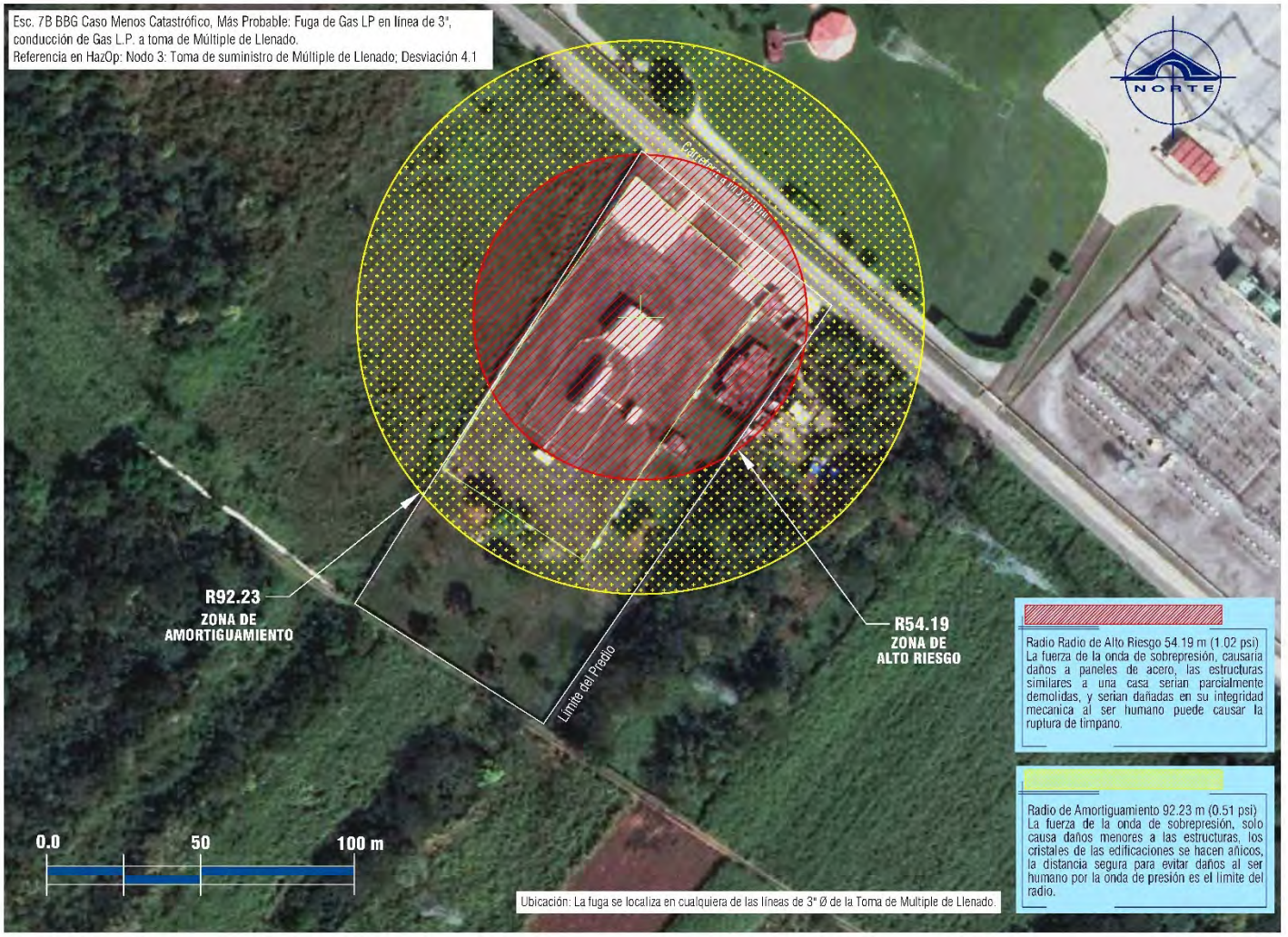
Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 7B BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3". Radios Potenciales de Afectación por Ondas de Sobrepresión

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 4.1

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.	FECHA:	Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra



Radio Radio de Alto Riesgo 54.19 m (1.02 psi) La fuerza de la onda de sobrepresión, causaría daños a paneles de acero, las estructuras similares a una casa serían parcialmente demolidas, y serían dañadas en su integridad mecanica al ser humano puede causar la ruptura de timpano.

Radio de Amortiguamiento 92.23 m (0.51 psi) La fuerza de la onda de sobrepresión, solo causa daños menores a las estructuras, los cristales de las edificaciones se hacen añicos, la distancia segura para evitar daños al ser humano por la onda de presión es el límite del radio.



Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Localidad de Buena Vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio. de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz.

ESCENARIO 7B

Suposición: Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado líquido a través de un orificio equivalente al 20%del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir 0.6" de Ø (0.01524 m), en la tubería de su suministro a Múltiple de Llenado a una presión de 5 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.1583 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 94.98 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión).
Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión)

Se evalúan efectos por Ondas de Sobrepresión

SIMULACIÓN: SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	54.19
AMORTIGUAMIENTO	92.23

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Nombre del Plano: ESCENARIO 7B BBG SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO MENOS CATASTRÓFICO, MÁS PROBABLE

Plano No.: E-7BSP

Rev.: --

Dibujó: GCR

Escala: Indicada | Acotaciones: Metros | Fecha: Abril 2019

GIPESA Proyectos Energéticos

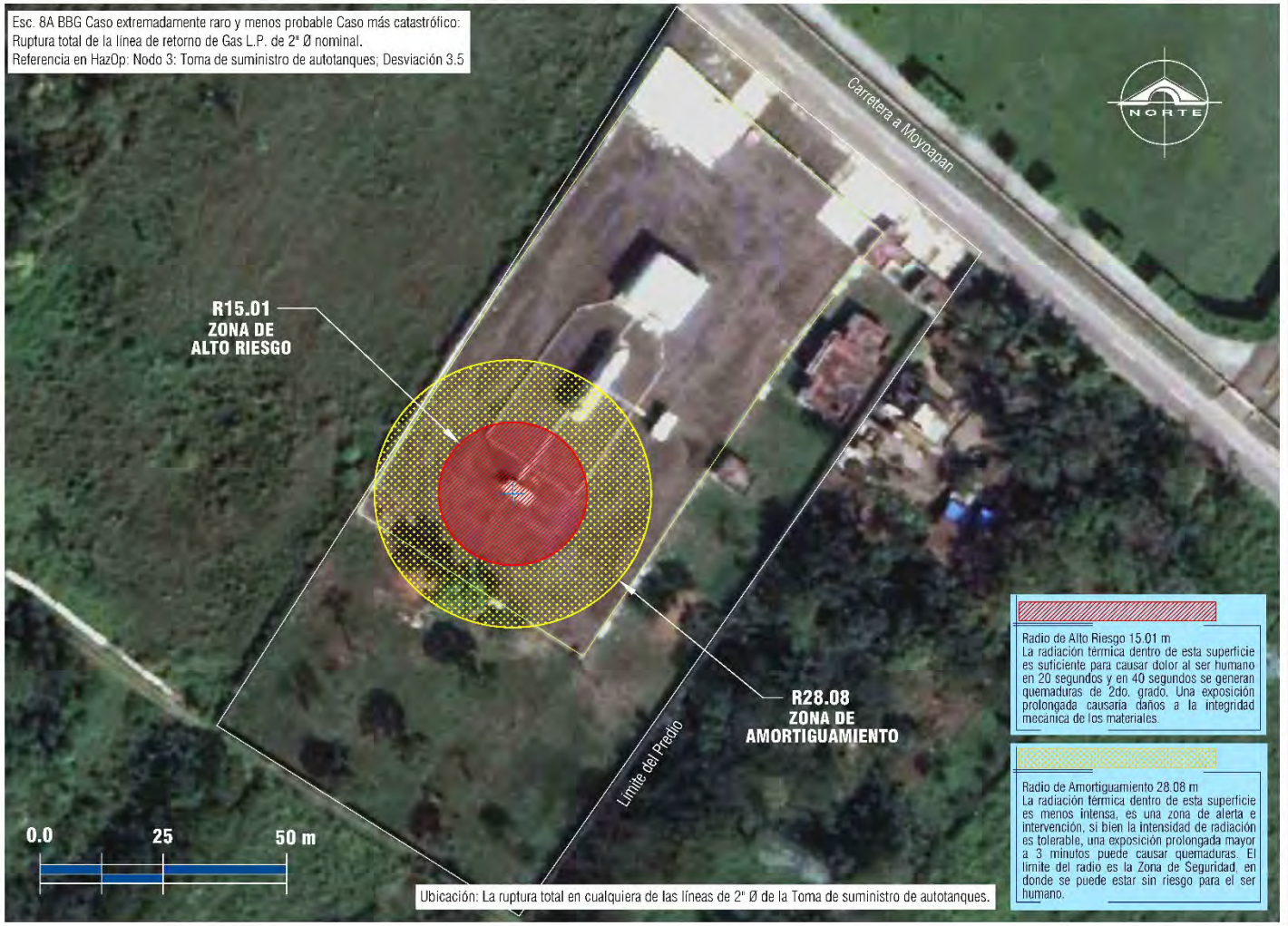
Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 8A BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de retorno de Gas L.P. de 2" Ø nominal		
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5		
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0508 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. en estado vapor a una presión de 3.00 kg/cm^2 y tasa de descarga de 1.0556 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 316.98 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión. Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de suministro a autotanques y múltiple de llenado.		
Causas probables: sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **28.60 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.14 m/s** • **Dirección de los Vientos: Este Noreste a Oeste Suroeste**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **E**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
1.0556 kg/s	**300 seg (5 minutos)**	**316.98 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	15.02 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	28.10 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	96.02 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	163.42 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 8A BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Radios Potenciales deAfectación por Radición Térmica.

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra





ESCENARIO 8A

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0508 m), liberando de forma subita y masiva Gas L.P. en estado vapor a una presión de 3.00 kg/cm2 y tasa de descarga de 1.0556 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 316.98 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica (Jet Fire)

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	15.01
AMORTIGUAMIENTO	28.08

Radio de Alto Riesgo 15.01 m
La radiación térmica dentro de esta superficie es suficiente para causar dolor al ser humano en 20 segundos y en 40 segundos se generan quemaduras de 2do. grado. Una exposición prolongada causaria daños a la integridad mecanica de los materiales.

Radio de Amortiguamiento 28.08 m
La radiación térmica dentro de esta superficie es menos intensa, es una zona de alerta e intervención, si bien la intensidad de radiación es tolerable, una exposición prolongada mayor a 3 minutos puede causar quemaduras. El limite del radio es la Zona de Seguridad, en donde se puede estar sin riesgo para el ser humano.

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto:
"OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Nombre del Plano:
ESCENARIO 8A BBG JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, CASO MÁS CATASTRÓFICO

Plano No.: E-8AJF
Rev.: --
Elaboró:
Dibujó: GCR
Escala: Indicada
Acotaciones: Metros
Fecha: Abril 2019

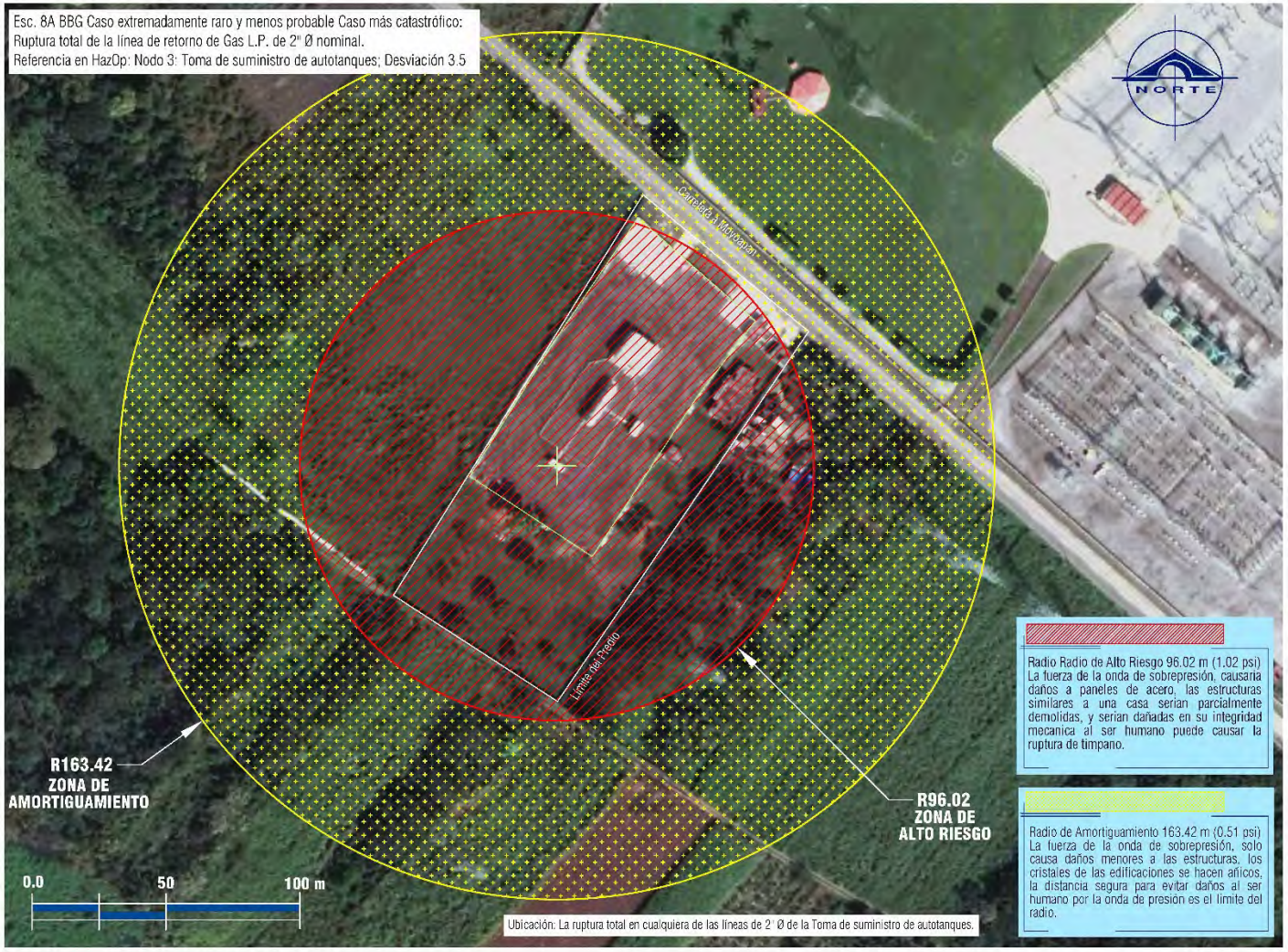
GIPESA Proyectos Energéticos

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 8A BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Radios Potenciales deAfectación por Ondas de Sobrepresión.

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.	FECHA:	Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra





ESCENARIO 8A

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0508 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. en estado vapor a una presión de 3.00 kg/cm2 y tasa de descarga de 1.0556 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 316.98 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión..

Se evalúan efectos por Ondas de Sobrepresión

SIMULACIÓN: SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	96.02
	AMORTIGUAMIENTO	163.42

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinación Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 8A BBG SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, MÁS CATASTRÓFICO

Plano No.: E-8ASP

Rev.: --

GIPESA Proyectos Energéticos

Dibujó: GCR

Escala: Indicada | Acotaciones: Metros | Fecha: Abril 2019

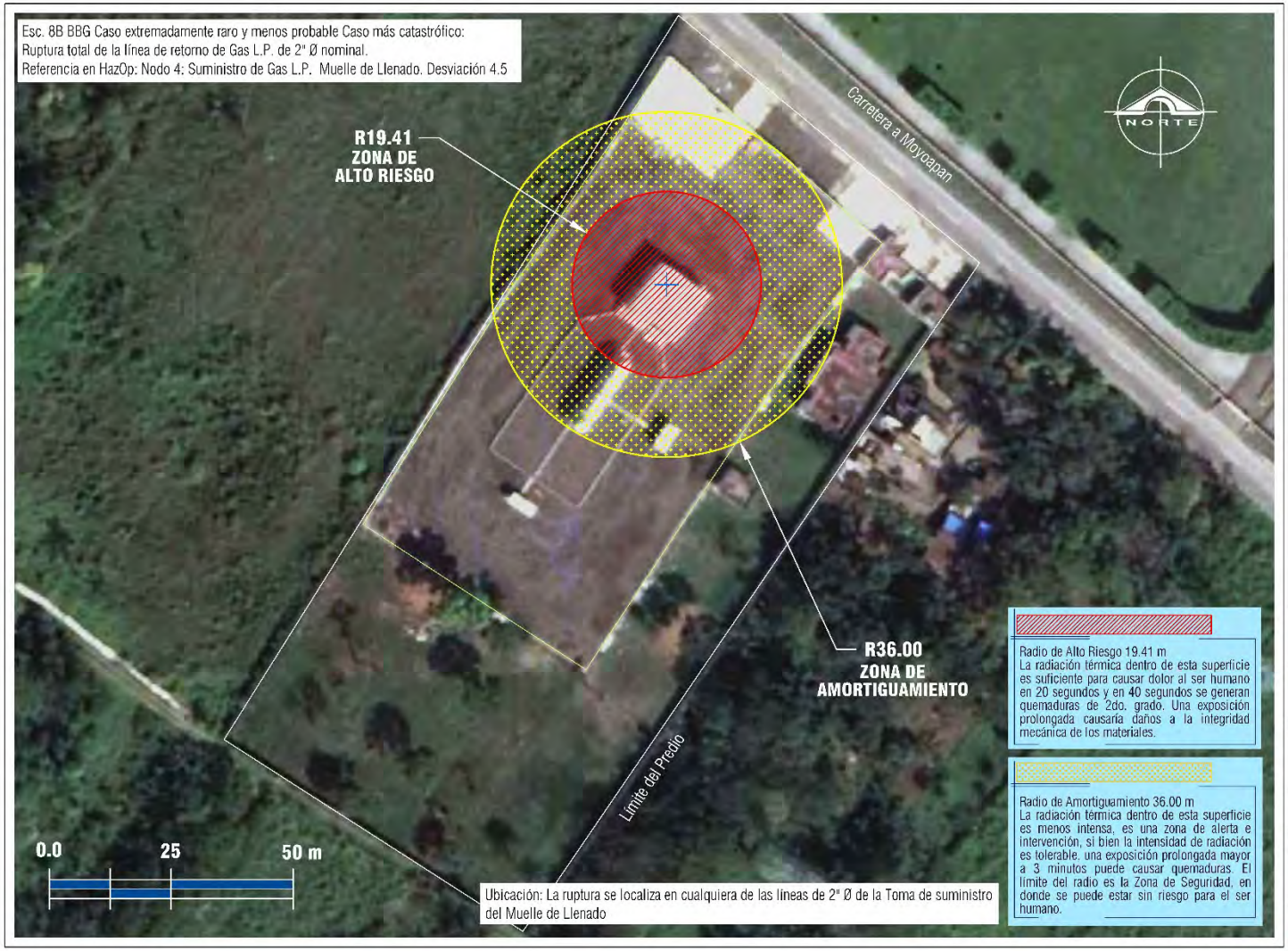
Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

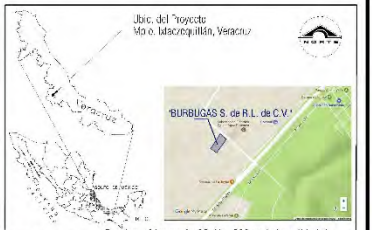
Esc. 8B BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de retorno de Gas L.P. de 2" Ø nominal		
Referencia en HazOp: Nodo 4: Suministro de Gas L.P. Muelle de Llenado. Desviación 4.5		
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0508 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. en estado vapor a una presión de 5.00 kg/cm^2 y tasa de descarga de 1.76 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 528.00 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión. Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.		
Ubicación: La ruptura se localiza en cualquiera de las líneas de conducción al muelle de llenado.		
Causas probables: sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **28.60 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.14 m/s** • **Dirección de los Vientos: Este Noreste a Oeste Suroeste**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **E**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
1.76 kg/s	**300 seg (5 minutos)**	**528.00 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	19.41 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	36.00 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	113.82 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	193.72 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 8B BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Radios Potenciales de Afectación por Radiación Térmica

Referencia en HazOp: Nodo 4: Suministro de Gas L.P. Muelle de Llenado. Desviación 4.5

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra





ESCENARIO 8B

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0508 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. en estado vapor a una presión de 5.00 kg/cm2 y tasa de descarga de 1.7600 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 528.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión

Se evalúan efectos por Radiación Térmica (Jet Fire)

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)

RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	19.41
AMORTIGUAMIENTO	36.00

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 8B BBG JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, MAS CATASTRÓFICO

Plano No.: E-8BJF

Rev.: --

Elaboró: [redacted]

Dibujo: GCR

Escala: Indicada

Acotación: Metros

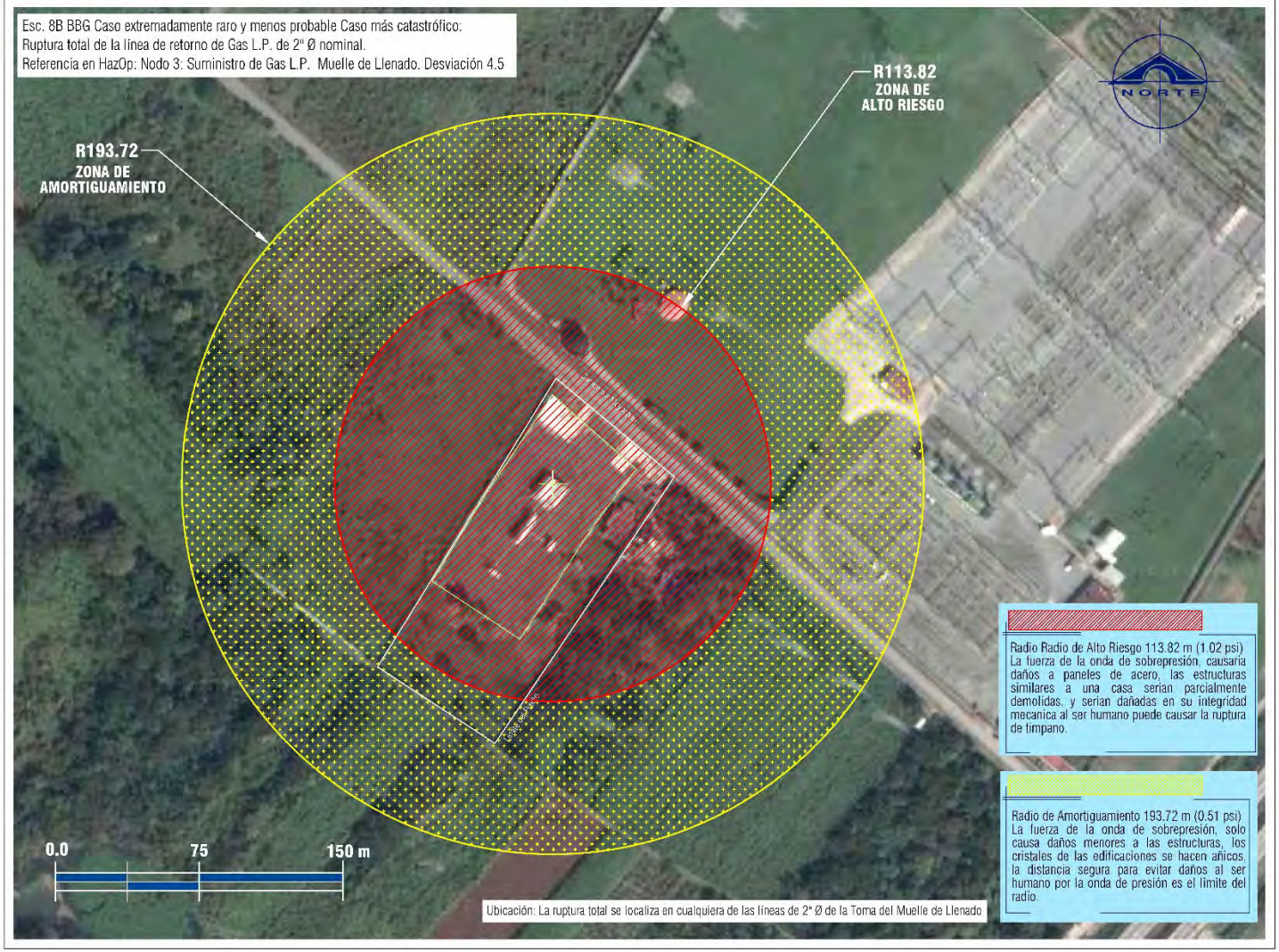
Fecha: Abril 2019

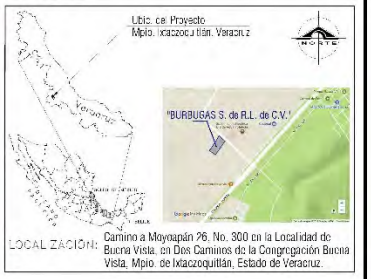
Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 8B BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Radios Potenciales de Afectación por Ondas de Sobrepresión

Referencia en HazOp: Nodo 4: Suministro de Gas L.P. Muelle de Llenado. Desviación 4.5

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra





ESCENARIO 8B

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0508 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. en estado vapor a una presión de 5.00 kg/cm2 y tasa de descarga de 1.76 Kg/s. se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 528.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión

Se evalúan efectos por Ondas de Sobrepresión

SIMULACIÓN: SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	113.82
AMORTIGUAMIENTO	193.72

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 8B BBG SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, MÁS CATASTRÓFICO

Plano Nº: E-8BSP

Revisión: --

Elaboró: [redacted]

Dibujó: GCR

Escala: Indicada

Acotación: Metros

Fecha: Abril 2019

GIPESA Proyectos Energéticos

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 9ABBG	Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal que conduce Gas L.P. a la toma de suministro de autotanques

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 3.00 kg/cm^2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 3.41 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1020.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión).

Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.

Ubicación: La ruptura se localiza en cualquiera de las líneas de conducción al muelle de llenado.

Causas probables: sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc.

Consideraciones • Temperatura ambiente: **28.60 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.14 m/s** • **Dirección de los Vientos: Este Noreste a Oeste Suroeste**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **E**

RESULTADOS:

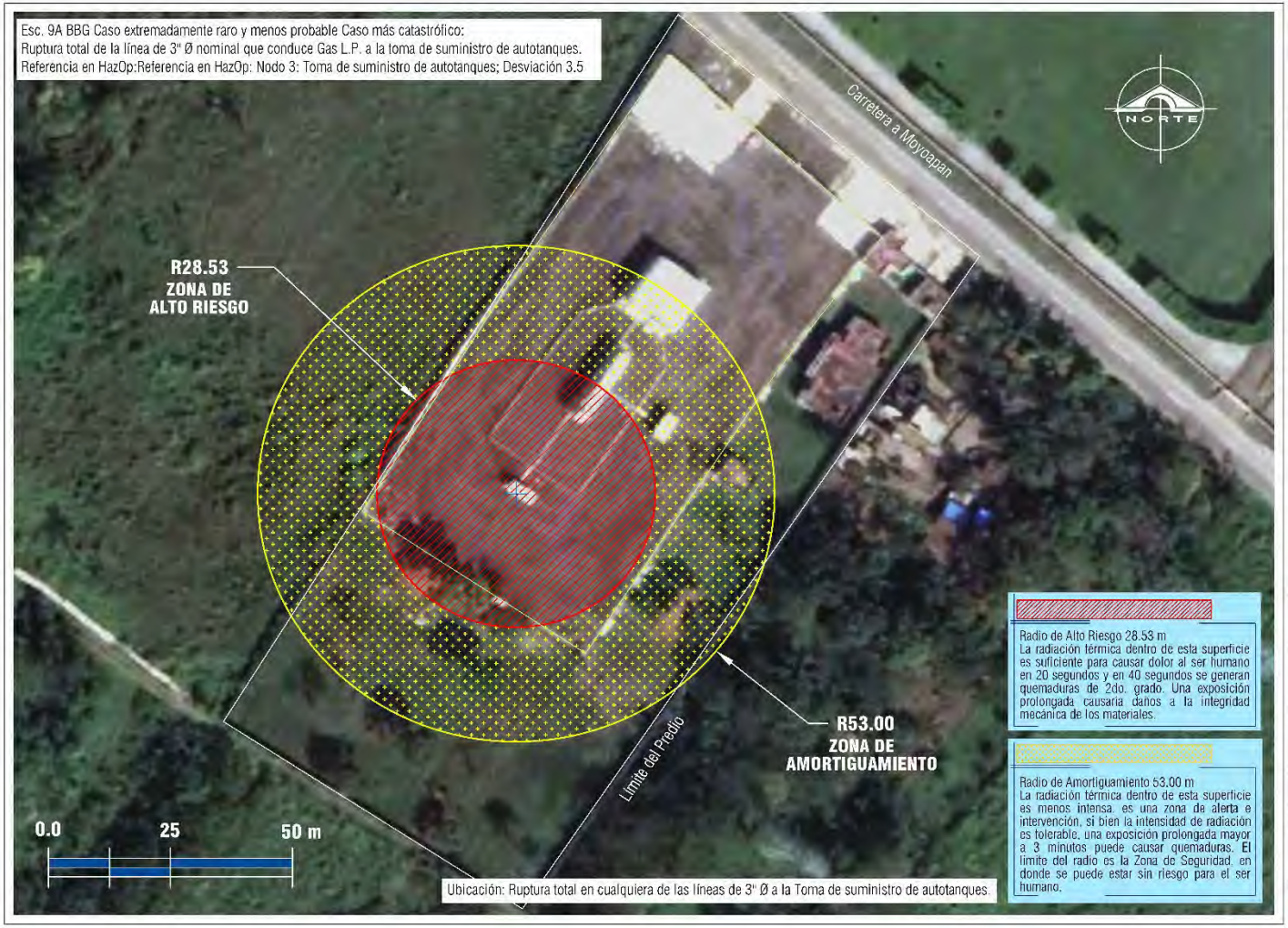
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
3.41 kg/s	**300 seg (5 minutos)**	**1020.50 kg**

Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)	
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	28.53 m
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	53.00 m
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)	
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	141.79 m
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	241.31 m
Exposición por toxicidad	No se presenta.

Esc. 9ABBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Radios Potenciales de Afectación por Radiación Térmico.

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra





ESCENARIO 9A

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 3.00 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de las bombas de alimentación es decir; 3.41 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1023.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión)-

Se evalúan efectos por Radiación Térmica (Jet Fire)

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	28.53
AMORTIGUAMIENTO	53.00

Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

[redacted]

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

"OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

ESCENARIO 9A BBG JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, MÁS CATASTRÓFICO

E-9AJF

GIPESA

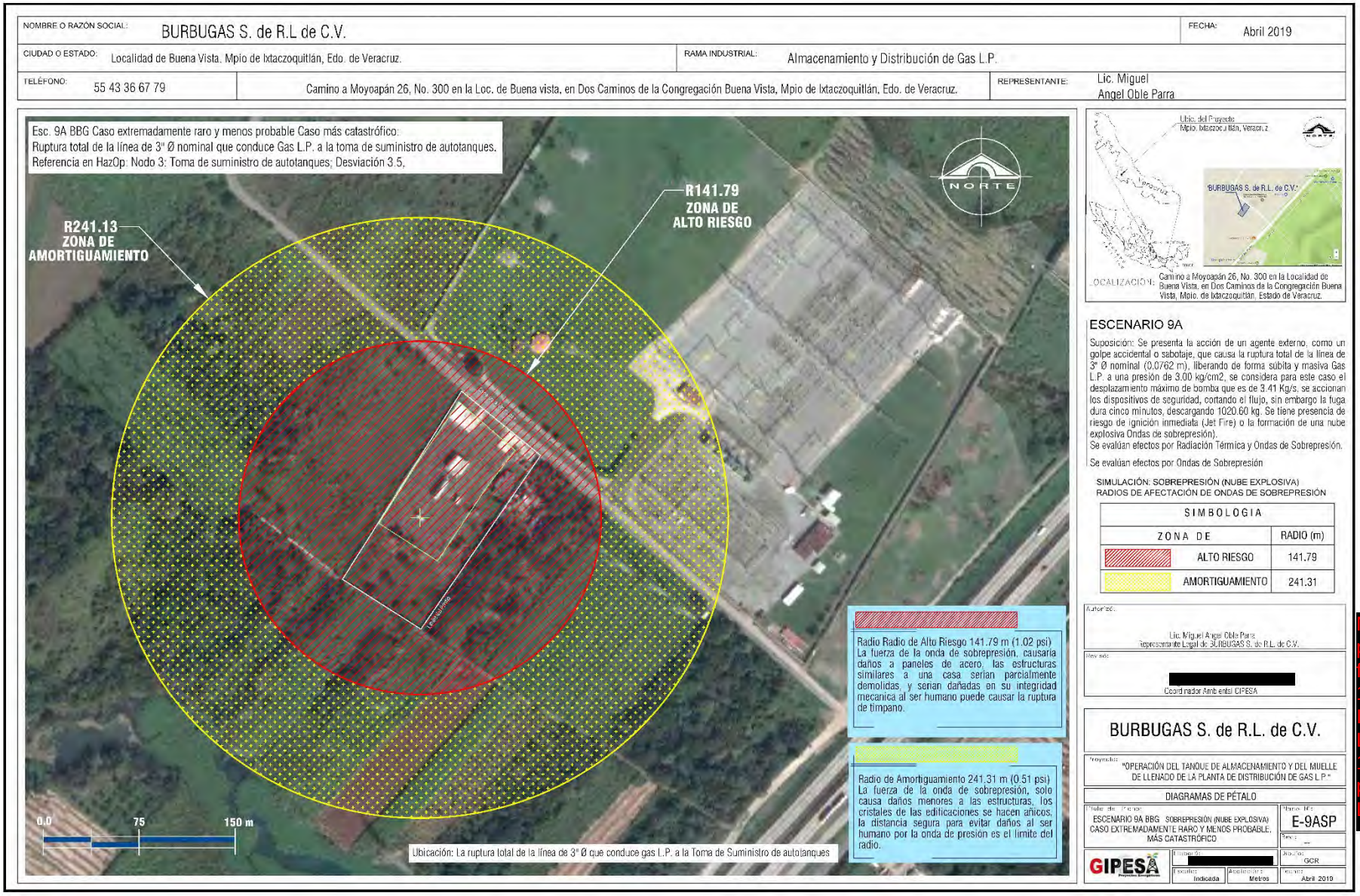
[redacted]

Locales: Indicada | Acotaciones: Metros | Fecha: Abril 2019 | Dibujo: CCR

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 9ABBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Radios Potenciales de Afectación por Ondas de Sobrepresión

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5



Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 9B BBG	Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal que conduce Gas L.P. al múltiple de Llenado.

Referencia en HazOp: Nodo 4. Toma de suministro de múltiple de llenado. Desviación 4.5

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 5.00 kg/cm^2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 3.41 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1020.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión).

Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.

Ubicación: La ruptura se localiza en cualquiera de las líneas de conducción al muelle de llenado.

Causas probables: sobrepresiones o por golpe con maquinaria pesada, o golpe de ariete, etc.

Consideraciones	
• Temperatura ambiente: **28.60 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.14 m/s** • **Dirección de los Vientos: Este a Oeste y de Noreste a Suroeste**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **E**

RESULTADOS:

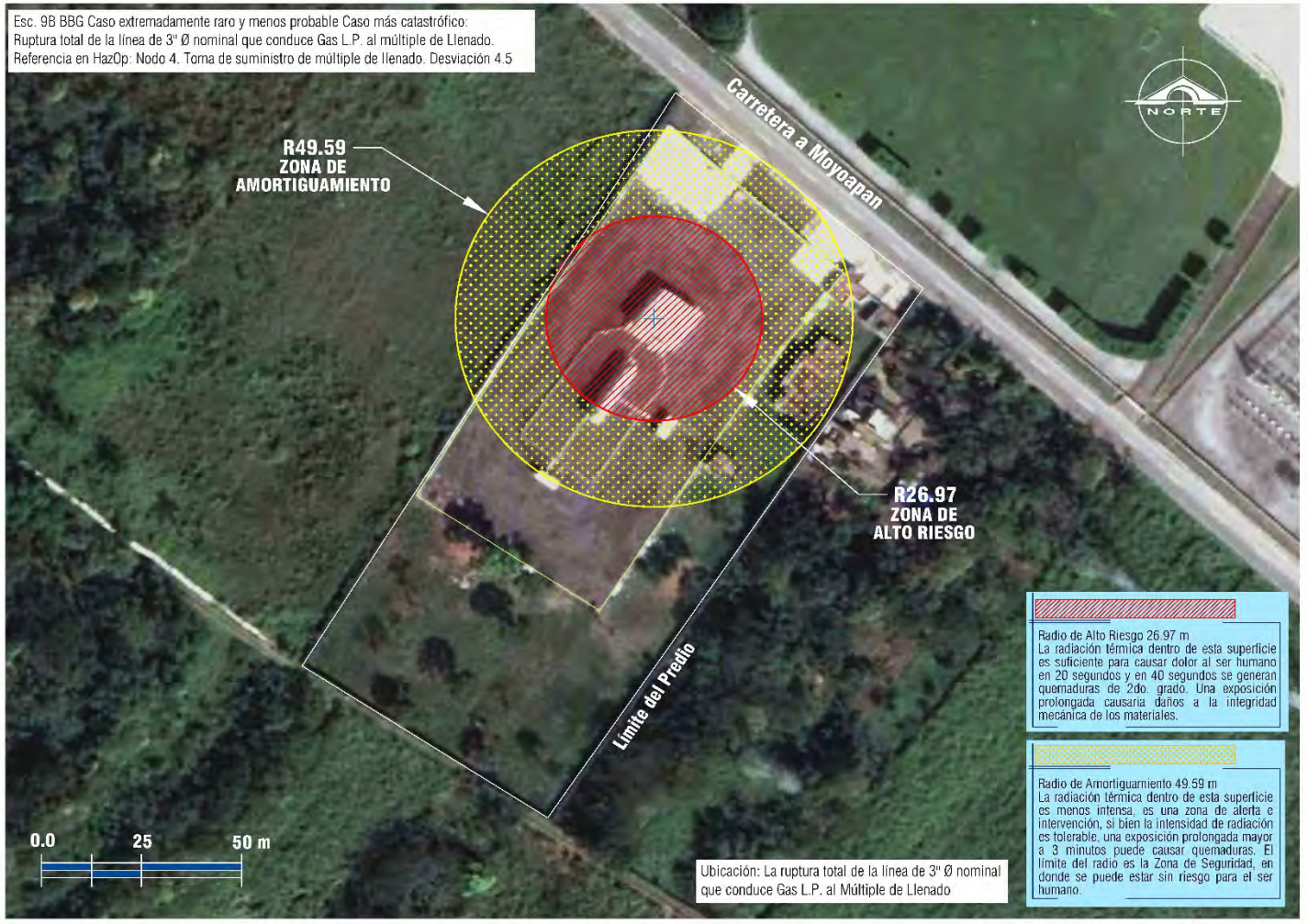
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
3.41 kg/s	**300 seg (5 minutos)**	**1020.50 kg**

Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)	
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	26.97 m
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	49.59 m
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)	
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	141.77 m
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	241.29 m
Exposición por toxicidad	No se presenta.

Esc. 9B BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Radios Potenciales de Afectación por Radiación Térmica.

Referencia en HazOp: Nodo 4. Toma de suministro de múltiple de llenado. Desviación 4.5

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra	





ESCENARIO 1

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 5.00 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 3.41 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1020.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión).
Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión)

Se evalúan efectos por Radiación Térmica (Jet Fire)

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)

RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	26.97
AMORTIGUAMIENTO	49.59

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 9B BBG JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, MAS CATASTRÓFICO

Plano No.: E-9AJF

Hoja: --

GIPESA Proyectos Energéticos

Elaboró: [redacted]

Escala: Indicada

Unidades: Metros

Acotó: GCR

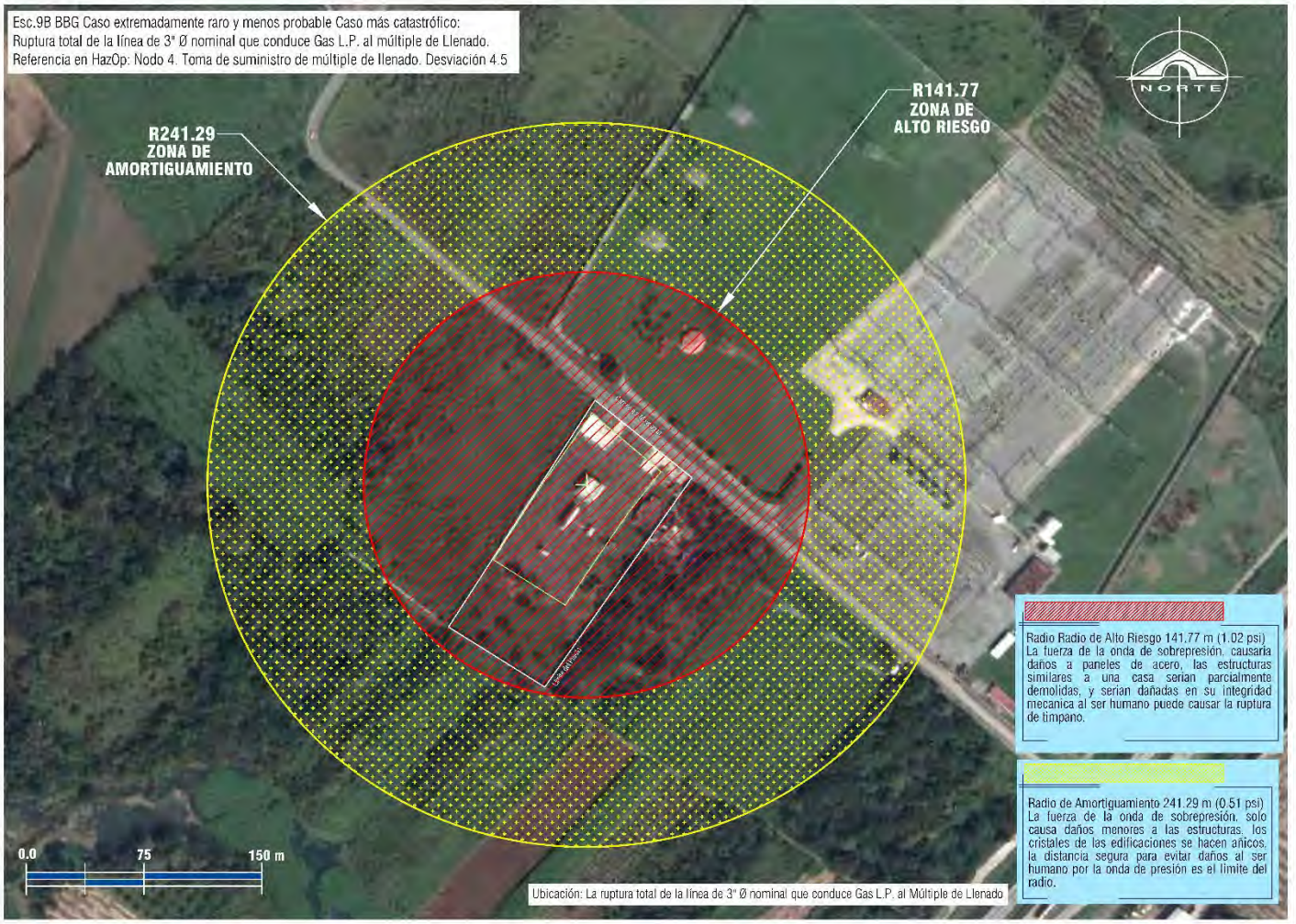
Fecha: Abril 2019

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Esc. 9B BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico. Radios Potenciales de Afectación por Ondas de Sobrepresión.

Referencia en HazOp: Nodo 4. Toma de suministro de múltiple de llenado. Desviación 4.5

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.	FECHA:	Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra



Radio Radio de Alto Riesgo 141.77 m (1.02 psi) La fuerza de la onda de sobrepresión, causaría daños a paneles de acero, las estructuras similares a una casa serían parcialmente demolidas, y serían dañadas en su integridad mecánica al ser humano puede causar la ruptura de tímpano.

Radio de Amortiguamiento 241.29 m (0.51 psi) La fuerza de la onda de sobrepresión, solo causa daños menores a las estructuras, los cristales de las edificaciones se hacen añicos, la distancia segura para evitar daños al ser humano por la onda de presión es el límite del radio.



LOCALIZACIÓN: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Localidad de Buena Vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio. de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz.

ESCENARIO 9B

Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 5.00 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 3.41 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1020.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión).
Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.

Se evalúan efectos por Ondas de Sobrepresión

SIMULACIÓN: SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	141.77
AMORTIGUAMIENTO	241.29

Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble Parra, Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó: Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título de Plano: ESCENARIO 9B BBG SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, MÁS CATASTRÓFICO

Plano No.: E-9BSP

Elaboró: GCR

Escala: Indicada | Acotación: Metros | Fecha: Abril 2019

GIPESA

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Tabla 11 Catalogo de Escenarios Simulados. Casos Mas Probable Menos Catastroficos

CASOS MAS PROBABLE MENOS CATASTROFICOS									
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)					
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m²	*Z.A* 1.4 Kw/m²	*Z.A.R.* 1 psi	*Z.A* 0.5 psi
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m
1.2	1BBG	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir de 0.4" de Ø (0.01016 m), a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.1407 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 84.42 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión) Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión	600	84.42	5.78	10.72	52.11	88.68
1.2	2BBG	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir de 0.6" de Ø (0.01524 m), a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.3166 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 189.96 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión) Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión	Incendio/ Explosión	600	189.60	5.84	15.82	68.28	116.21

CASOS MAS PROBABLE MENOS CATASTROFICOS									
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)					
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m^2	*Z.A* 1.4 Kw/m^2	*Z.A.R.* 1 psi	*Z.A* 0.5 psi
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m
3.1	6ABBG	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado vapor a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir 0.4" de Ø (0.01016 m), en la tubería de retorno a tanque de almacenamiento, a una presión de 3 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.0422 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 25.32 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión)	**Incendio/ Explosión**	**600**	**25.32**	**3.16**	**5.98**	**34.88**	**59.36**
4.1	6BBBG	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado vapor a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir 0.4" de Ø (0.01016 m), en la tubería de retorno a tanque de almacenamiento, a una presión de 5 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.0703 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 42.18 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	**Incendio/ Explosión**	**600**	**42.18**	**4.10**	**7.67**	**41.35**	**70.37**

CASOS MAS PROBABLE MENOS CATASTROFICOS									
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)					
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m^2	*Z.A* 1.4 Kw/m^2	*Z.A.R.* 1 psi	*Z.A* 0.5 psi
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m
3.1	7ABBG	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir de 0.6" de Ø (0.01524 m), a una presión de 3.00 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.0960 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 57.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión) Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión	Incendio/ Explosión	600	57.60	4.69	8.83	45.87	78.07
4.1	7BBBG	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado líquido a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir 0.6" de Ø (0.01524 m), en la tubería de su suministro a Múltiple de Llenado a una presión de 5 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.1583 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 94.98 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión)	Incendio/ Explosión	600	94.98	6.97	11.31	55.19	92.23

CASOS MENOS PROBABLES MÁS CATASTROFICOS									
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)					
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m^2	*Z.A* 1.4 Kw/m^2	*Z.A.R.* 1 psi	*Z.A* 0.5 psi
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m
1.6	3BBG	Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 10.00 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo del compresor que es de 4.257 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1277.10 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión	300	1277.10	29.99	55.15	152.79	260.04
1.6	4BBG	Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 10.00 kg/cm2, y una tasa de descarga de 7.9170 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 2375.10 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión	Incendio/ Explosión	300	2375.10	40.03	74.00	187.89	319.78

CASOS MENOS PROBABLES MÁS CATASTROFICOS									
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m) CASOS MENOS PROBABLES MÁS CATASTROFICOS					
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por bola de fuego	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m^2	*Z.A* 1.4 Kw/m^2	*Diámetro Máximo*	*Tiempo de Exposición*
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	m	Segundos
2.4	5BBG	Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de almacenamiento, el Gas L.P. liberado encuentra una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los tanques, no se tiene atención al evento, falla el sistema contranincendio y el sistema de enfriamiento de aspersión, de manera que se crean condiciones para un sobrecalentamiento del tanque, la válvula de desfogue (seguridad) falla y con rapidez se incrementa la presión al interior del tanque, el Gas L.P. contenido empieza a bullir, la presión es tal que se presenta fatiga y cadencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, liberando 135,000 Lts de Gas L.P que equivalen a 72,900.00 Kg, el fenómeno inicial es el BLEVE. Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.	Incendio/ Explosión	Inmediato	72,900.00	761.92	1423.76	242.29	16.8

CASOS MENOS PROBABLES MÁS CATASTROFICOS									
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)					
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m^2	*Z.A* 1.4 Kw/m^2	*Z.A.R.* 1 psi	*Z.A* 0.5 psi
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m
3.5	8ABBG	Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0508 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. en estado vapor a una presión de 3.00 kg/cm2 y tasa de descarga de 1.0556 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 316.98 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión. Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión	300	316.98	15.02	28.10	96.02	163.43
4.5	8BBBG	Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0508 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. en estado vapor a una presión de 5.00 kg/cm2 y tasa de descarga de 1.76 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 528.00 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión. Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión	300	528.00	19.41	36.00	113.82	193.72

CASOS MENOS PROBABLES MÁS CATASTROFICOS									
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)					
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m^2	*Z.A* 1.4 Kw/m^2	*Z.A.R.* 1 psi	*Z.A* 0.5 psi
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m
3.5	9ABBG	Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 3.00 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 3.41 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1020.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión	300	1020.50	28.53	53.00	141.79	241.31
4.5	9BBBG	Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 5.00 kg/cm^2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 3.41 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1020.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión).	Incendio/ Explosión	300	1020.50	26.97	49.59	141.77	241.31

La memorias de simulaciones y Diágramas de Pétalos de los Escenarios Simulados se encuentran en el Anexo 5.

II.2 Análisis de Consecuencias e Interacciones.

Para desarrollar el análisis de consecuencias e interacciones tanto con componentes ambientales como con la infraestructura urbana que se encuentra dentro del **SA** delimitado para el proyecto, primeramente, identificaremos los puntos de interés o vulnerables más cercanos a la instalación y que podrían verse afectados por los escenarios de riesgo denominados más probables, pero menos catastróficos.

También se considerarán los escenarios más catastróficos, pero menos probables, para lo cual tomaremos como limite los radios de afectación que se derivarían de la ocurrencia de un BLEVE en cualquiera de los tanques, siendo este escenario el que generaría las mayores distancias de potencial afectación, en este caso por radiación térmica; mismos que se han mostrado en páginas anteriores, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Radio de Alto Riesgo (5 Kw/m^2) = 761.92 m

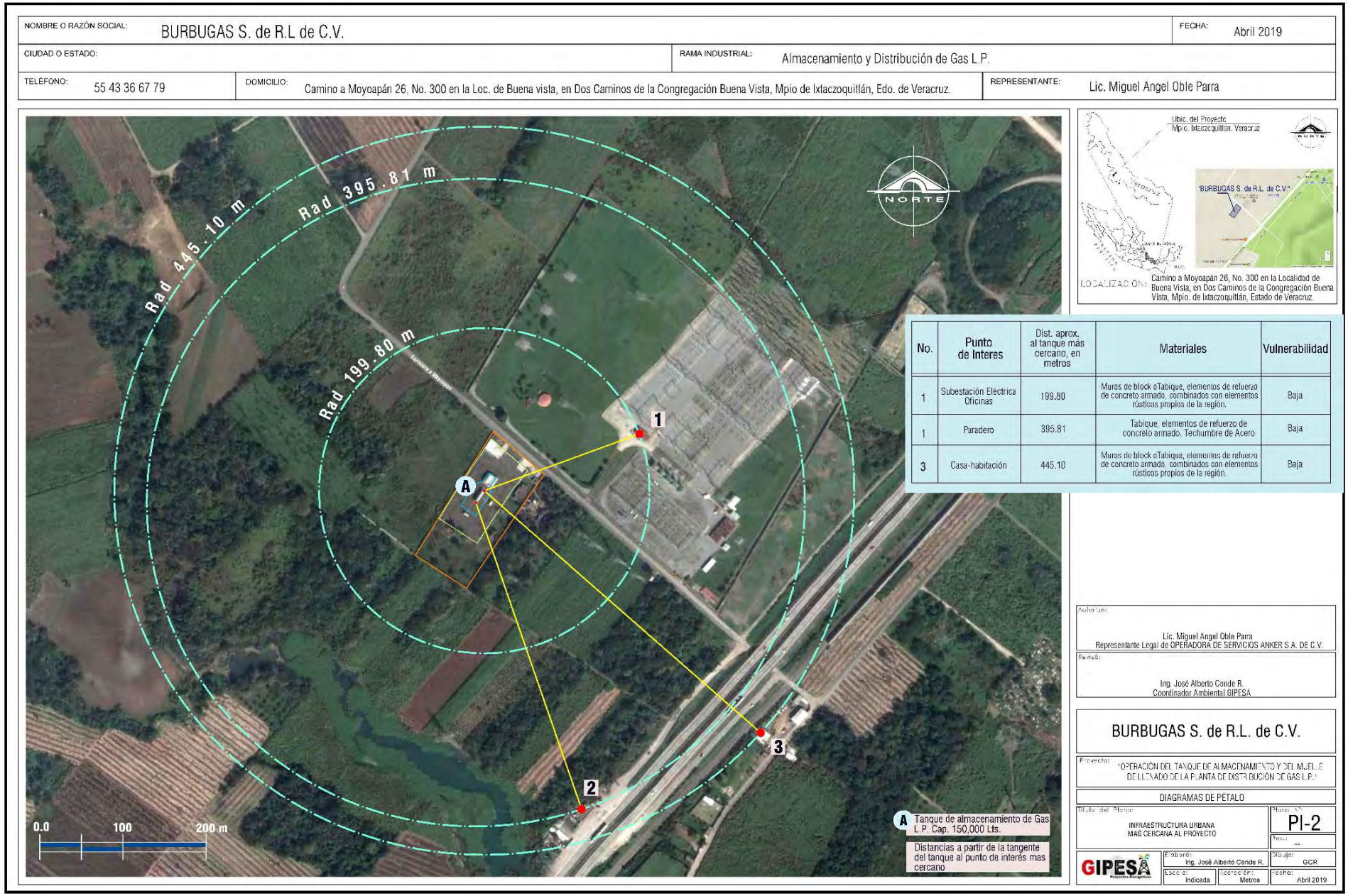
Radio de amortiguamiento (1.4 Kw/m^2) = 1423.76 m

Se procedió a georreferenciar los potenciales de afectación a fin de identificar los puntos de interés que se encontraran dentro de dichos radios para su posterior reconocimiento en campo.

II.2.1. Puntos de interés más cercanos al proyecto.

Los puntos de interés que pueden presentar vulnerabilidad ante los efectos por la radiación térmica o las ondas de choque que se derivarían en caso de la ocurrencia de alguno de los escenarios de riesgo identificados más probables, pero menos catastróficos, son los siguientes:

Fig. 1 Puntos de interés identificados en la zona de influencia indirecta del proyecto.



No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
1	Subestación Electrica Oficinas	199.80	Muros de block «Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja
1	Paradero	395.81	Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado. Techumbre de Acero	Baja
3	Casa-habitación	445.10	Muros de block «Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja

1. Casa abandonada en la colindancia Este.

En la colindancia Este se tiene una casa abandonada construida con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base concreto armado, techumbres de lamina, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.



Foto 1 Vista desde el interior de la planta. Se observa una de las construcciones principales a base de block de cementos arena y elementos horizontales y verticales de refuerzo a base de concreto armado. La techumbre es de lamina.



Foto 2 Vista desde el interior de la planta. Se observa una de las construcciones principales a base de block de cementos arena y elementos horizontales y verticales de refuerzo a base de concreto armado. La techumbre es de lamina.

2. Servicios Sanitarios y Palapa de la Subestación de CFE.

A una distancia aprox. de **92.45 m** se localiza servicios sanitarios y una palapa de lo que parece ser un área para comer o reuniones del personal de CFE.

Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.

Se estima que el concreto armado debe tener una resistencia mínima de un f'c= 250 kg/cm^2, por reglamentos y códigos de construcción.



Foto 3 Vista de los servicios sanitarios y palapa dentro de la Subestación Potencia Ojo de Agua, construidas a base de tabique y elementos horizontales y verticales de refuerzo a base de concreto armado. La techumbre es de losa de concreto armado en ambos casos.

3. Oficinas de la Subestación.

A una distancia aprox. de **199.80 m** se localizan un edificio de oficinas de la Subestación, construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.

Se estima que el concreto armado debe tener una resistencia mínima de un f'c= 250 kg/cm^2, por reglamentos y códigos de construcción.



Foto 4 Vista del edificio de ofinas y servicios sanitarios dentro de la Subestación Potencia Ojo de Agua, construidas a base de tabique y elementos horizontales y verticales de refuerzo a base de concreto armado. La techumbre es de losa de concreto armado en ambos casos.

4. Parador.

A una distancia aprox. de **395.81 m** se localiza un parador (restaurant a pie de carretera) y una vulcanizadora.

Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.

Se estima que el concreto armado debe tener una resistencia mínima de un f'c= 250 kg/cm^2, por reglamentos y códigos de construcción.



Foto 5 Vista del parador ubicado a pie de carretera y la vulcanizadora, construidas con block y elementos verticales y horizontales de refuerzo a base de concreto armado y losa de concreto armado.

5. Bodega o Almacen (actividades industriales).

Aprox. a **445.140** se identifica ya la presencia de la traza urbana con unas construcciones que parecen bodegas y con aparante actividad industrial

Los materiales utilizados son block de cemento arena y elementos de horizontales y verticales de refuerzo habilitados con concreto armado.



Foto 6 Vista General de las construcciones al inicio de la traza urbana localizado a 445.10 m aprox., habilitadas con block y elementos verticales y horizontales de refuerzo a base de concreto armado.



Foto 7 Vista General de las construcciones al inicio de la traza urbana localizado a 445.10 m aprox., habilitadas con block y elementos verticales y horizontales de refuerzo a base de concreto armado.

II.2.2. Puntos de interés dentro de los radios de afectación por Radiación Térmica derivada de un BLEVE.

Conforme nos vamos alejanddo del predio el número de casas y en general de infraestructura urbana se va incrementando, bajo esta consideración a continuación se muestran los puntos de interés con los cuales las potenciales afectaciones por Radiación Térmica tendrían una interacción.

Durante el recorrido de inspección los habitantes de las distintas localidades se negaron a que se tomara fotografía de las casas por lo que las fotos que se muestran a continuación son obtenidas del Street View, una herramienta de Google Earth que permite visualizar la infraestructura colindante a calles y avenidas, siempre que esté disponible, en este caso las imágenes que se muestran son del 2018.

Los resultados de esta metodología se muestran a continuación.

6. "Fracionamiento 19 de Octubre".

Localizado al Sureste del predio a una distancia aprox. de 590.86 m un núcleo urbano que de acuerdo al catalogo de microrregiones[1] no es una localidad rural, en el 2010 contaba con 195 habitantes; sin embargo, de acuerdo a lo observado durante el recorrido de esta localidad, no se puede catoliogar como una zona urbanizada, si bien se tiene los servicios básicos, aun se puede apreciar la carencia de servicios de infraestructura, pues se transitaron caminos de terracería, no tiene clínica o consultorio.

La mayoría de las casas y construcciónes estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (blocks de cemento arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizantales y verticales de concreto armado.

Las techumbres son principalmente de lamina érp también se enceuntran de losa de concreto armado.

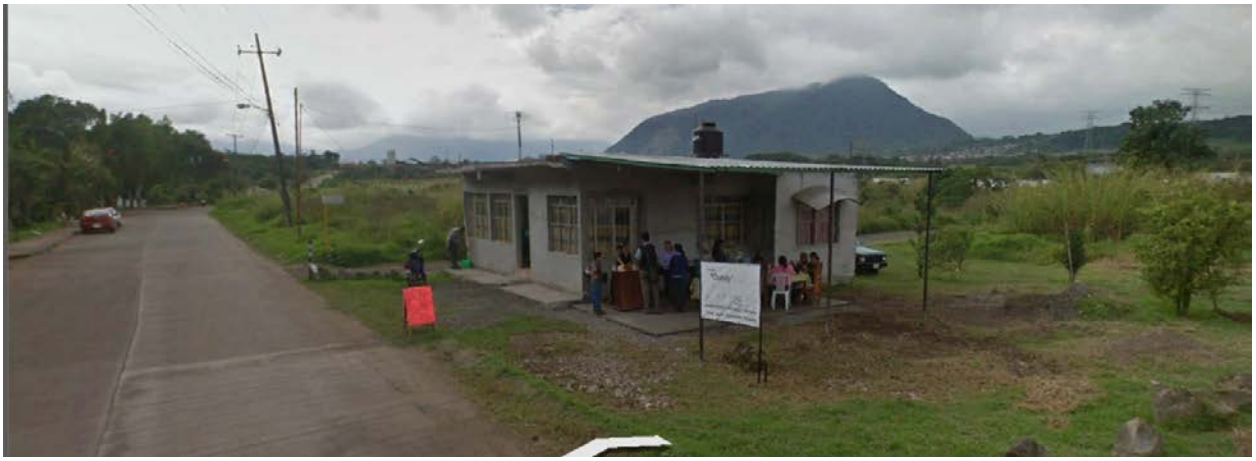


Foto 8 Vista General de las primeras de casas, habilitadas con block y elementos horizontales y verticales de refuerzo, la techumbre es de lámina.

[1] http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=300850077



Foto 9 **Vista General de las primeras de casas, habilitadas con block y elementos horizontales y verticales de refuerzo, la techumbre es de lámina.**



Foto 10 **Vista General de las primeras de casas, habilitadas con block y elementos horizontales y verticales de refuerzo, la techumbre es de lámina.**



Foto 11 **Vista General de las primeras de casas, habilitadas con block y elementos horizontales y verticales de refuerzo, la techumbre es de lámina.**



Foto 12 **Un predio totalmente delimitado con bardas construida con block, tabique y elementos horizontales y verticales de refuerzo elaborados con concreto armando,**

7. Localidad “Buena Vista”.

Localizado al Este del predio a una distancia aprox. de 1130.77 m un núcleo urbano que de acuerdo al catalogo de microrregiones[2] no es una localidad rural, en el 2010 contaba con 2090 habitantes, actualmente se estima que hay mas de 500 viviendas, los grados de marginación son bajos, pues la mayoría de ellas cuenta con los servicios básicos.

La mayoría de las casas y construcciónes estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (blocks de cemento arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizantales y verticales de concreto armado. Las techumbres son de losa de concreto armado,



Foto 13 Buena Vista es una localidad bien consolidada cuenta con calles pavimentadas, servicios urbanos, las construcciones son en su mayoría destinadas a casa- habitación, habilitadas con tabique o block de cemento arena, trabes, castillos y columnas, asi como techos de concreto armado.

[2] http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=300850002

8. Fracionamiento “Los Cafetales”.

Localizado al Sur del predio a una distancia aprox. de 1136.15 m un desarrollo de un fraccionamiento habitacional denominado “Los Cafetales”, por lo que observo tanto en campo como desde satélite su creación es reciente aprox. en el 2010. Como desarrollo urbano cuenta con todos los servicios urbanos.

La mayoría de las casas y construcciónes estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (blocks de cemento arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizantales y verticales de concreto armado. Las techumbres son de losa de concreto armado.



Foto 14 Vista panorámica del Fraccionamiento “Los Cafetales”

9. Localidad “Dos Arroyos”.

Localizado al Sur del predio a una distancia aprox. de 1145.87 m un núcleo que de acuerdo al catalogo de microrregiones[3] es una localidad rural, en el 2010 contaba con 59 habitantes, actualmente se estima que hay mas de 15 viviendas, los grados de marginación son altos puesbajos, pues la mayoría de ellas no cuenta con la totalidad de servicios básicos.

No se tomo registro fotográfico de la localidad, de acuerdo al grado de marginalidad que se reporta se estima que la mayoría de las viviendas estan construidas con una combinación de materiales rusticos propios de la región y materiales prefabricados.



Foto 15 Imagen satelitar del la localidad Dos Arroyos.

10. Fraccionamiento “Valle Alegre”.

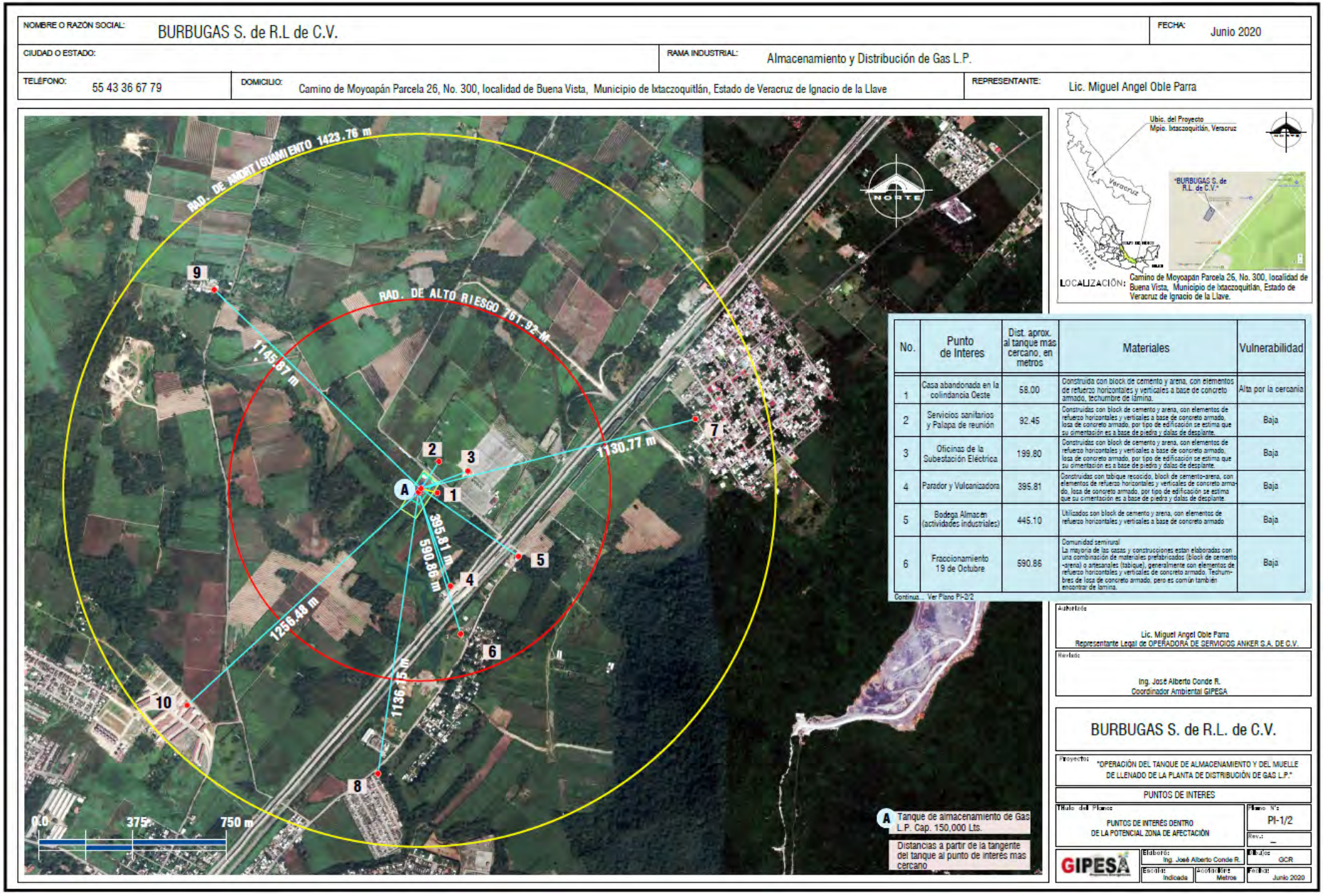
Localizado al Sur del predio a una distancia aprox. de 1256.48 m es el otro desarrollo urbano planificado dentro de los radios de afectación, como tal cuenta con todos los servicios urbanos y los edificios son de dos niveles y estan construidos con materiales prefabricados blocks de cemento arena, arcilla, con elementos de refuerzo de concreto armado.

Cuenta con servicios de tienda de conveniencia y plazas comerciales.

No se pudo tomar registro fotográfico.

[3] http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=300850069

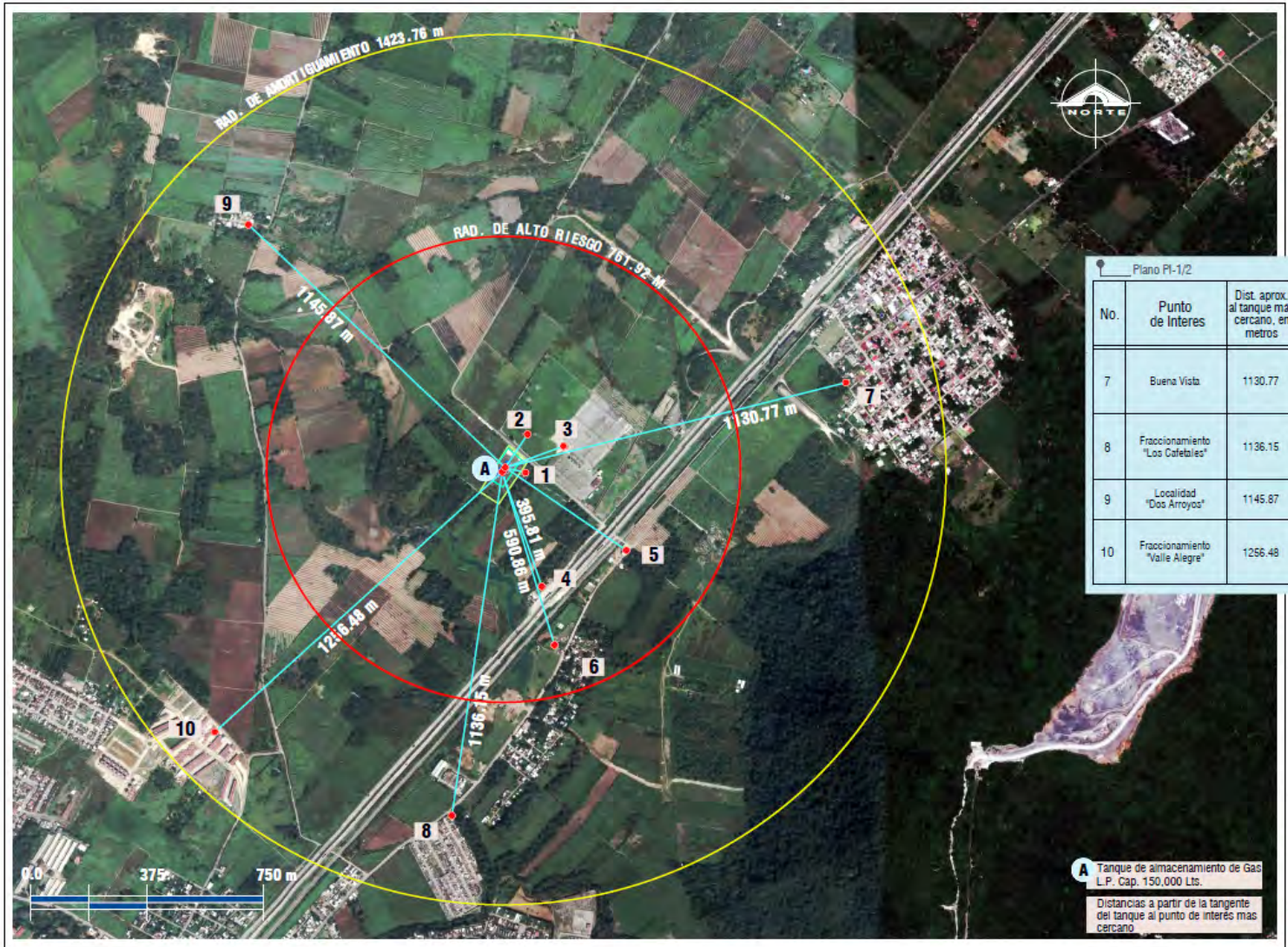
Fig. 2 Puntos de interés dentro de los radios de potenciales de afectación derivados de un BLEVE. Plano 1 de 2.

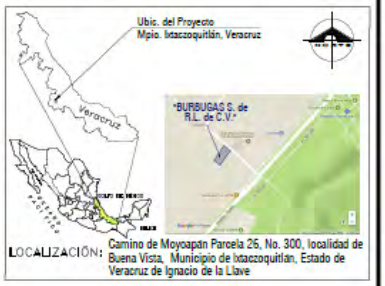


No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
1	Casa abandonada en la colindancia Oeste	58.00	Construida con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado, techumbre de lámina.	Alta por la cercania
2	Servicios sanitarios y Palapa de reunión	92.45	Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	Baja
3	Oficinas de la Subestación Eléctrica	199.80	Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	Baja
4	Parador y Vulcanizadora	395.81	Construidas con tabique recocido, block de cemento-arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	Baja
5	Bodega Almacen (actividades industriales)	445.10	Utilizados con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado	Baja
6	Fraccionamiento 19 de Octubre	590.86	Comunidad semirural La mayoria de las casas y construcciones estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (block de cemento -arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado. Techumbres de losa de concreto armado, pero es común tambien encontrar de lamina.	Baja

Fig. 3 Puntos de interés dentro de los radios de potenciales de afectación derivados de un BLEVE. Plano 2 de 2

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Junio 2020
CIUDAD O ESTADO:		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino de Moyoapán Parcela 26, No. 300, localidad de Buena Vista, Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave	REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra	





Plano PI-1/2

No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
7	Buena Vista	1130.77	Localidad Urbana La mayoría de las casas y construcciones están elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (block de cemento-arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado. Las techumbres son de losa de concreto armado, pero es común también encontrar de lamina y cercas perimetrales, de materiales rusticos.	Baja
8	Fraccionamiento "Los Cafetales"	1136.15	Localidad Rural La mayoría de las casas y construcciones están elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (block de cemento-arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado. Las techumbres son de losa de concreto armado, pero es común también encontrar de lamina y cercas perimetrales, de materiales rusticos.	Baja
9	Localidad "Dos Arroyos"	1145.87	No se tomo registro fotografico de la localidad, de acuerdo al grado de marginalidad que se reporta se estima que la mayoria de las viviendas estan construidas con una combinación de materiales rústicos propios de la región y materiales prefabricados.	Baja
10	Fraccionamiento "Valle Alegre"	1256.48	Fraccionamiento Urbano Cuenta con todos los servicios urbanos y los edificios son de cuatro niveles y están construidos con materiales prefabricados, block de cemento-arena, arcilla, con elementos de refuerzo de concreto armado. Cuenta con servicios de tienda de conveniencia y plazas comerciales.	Baja

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de OPERADORA DE SERVICIOS ANKER S.A. DE C.V.

Revisó:
Ing. José Alberto Conde R.
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

PUNTOS DE INTERES

Título del Plano: PUNTOS DE INTERÉS DENTRO DE LA POTENCIAL ZONA DE AFECTACIÓN

Plano N°: PI-2/2

Rev.: –

GIPESA

Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.

Dibujó: GCR

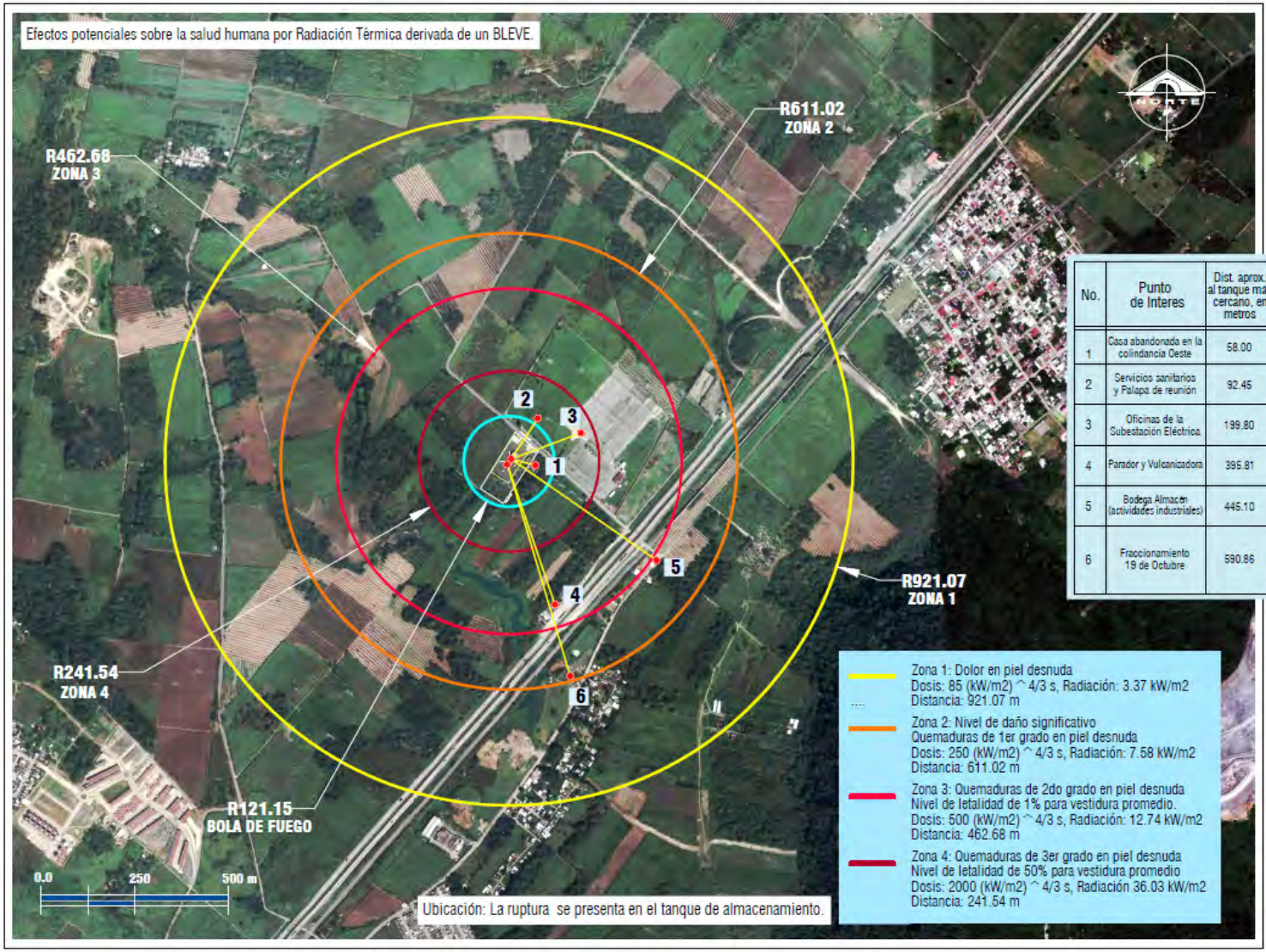
Escala: Indicada

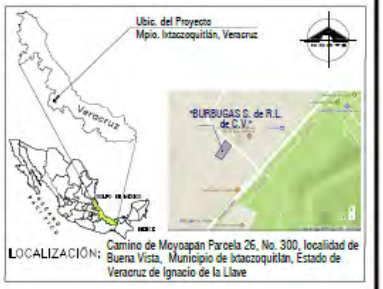
Acotación: Metros

Fecha: Junio 2020

Fig. 4 Identificación de los puntos de interés dentro de los radios de potenciales afectaciones a la salud humana.

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	BURBUGAS S. de R.L de C.V.	FECHA:	Junio 2020
CIUDAD O ESTADO:	Localidad de Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	Camino de Moyoapán Parcela 26, No. 300, localidad de Buena Vista, Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave	REPRESENTANTE:	Lic. Miguel Angel Oble Parra





No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
1	Casa abandonada en la colindancia Oeste	58.00	Construida con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado, techumbre de lámina.	Alta por la cercanía
2	Servicios sanitarios y Palapa de reunión	92.45	Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	Baja
3	Oficinas de la Subestación Eléctrica	199.80	Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	Baja
4	Parador y Vulcanizadora	395.81	Construidas con tabique recocido, block de cemento-arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	Baja
5	Bodega Almacén (actividades industriales)	445.10	Utilizados son block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado	Baja
6	Fraccionamiento 19 de Octubre	590.86	Comunidad semirural La mayoría de las casas y construcciones están elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (block de cemento -arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado. Techumbres de losa de concreto armado, pero es común también encontrar de lámina.	Baja

Autorizó
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Revisó
Ing. José Alberto Conde R.
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto:
"OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano:
PUNTOS DE INTERES Y CONDICIONES AMBIENTALES DENTRO DE LOS RADIOS DE POTENCIALES AFECTACIONES A LA SALUD HUMANA

Plano N°: PI+BF
Rev.: –
Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.
Dibujo: GCR
Escala: Indicada
Acotación: Metros
Fecha: Junio 2020

GIPESA

"Operación del Tanque de Almacenamiento y del Muelle de Llenado de la Planta de Distribución de Gas L.P."
BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.

En la tabla siguiente se muestra un resumen de las distancias a la que se ubican estos sitios y su grado de vulnerabilidad.

Tabla 12 Sitios de interés, distancia al tanque más cercano y grado de vulnerabilidad.

No. Punto	Descripción	Distancia al tanque en metros	Materiales	Vulnerabilidad
1	Casa abandonada en la colindancia Este.	**58.00**	Construida con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base concreto armado, techumbres de lamina,	***Alta por la cercania.***
2	Servicios Sanitarios y Palapa de reunión.	**92.45**	Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	***Baja***
3	Oficinas de la Substación Electrica	**199.80**	Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante	***Baja***
4	Parador y Valcanizadora	**395.81**	Construidas con tabique recocido, block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante	***Baja***
5	Bodega o Almacen (actividades industriales)	**445.10**	Utilizados son block de cemento arena y elementos de horizontales y verticales de refuerzo habilitados con concreto armado	***Baja***
6	“Fracionamiento 19 de Octubre”.	**590.86**	Comunidad semirural. La mayoría de las casas y construcciónes estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (blocks de cemento arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizantales y verticales de concreto armado. Las techumbres son de losa de concreto armado, pero es comun tambin encontrar de lamina.	***Baja***

7	"Buena Vista".	**1130.77**	Localidad Urbana. La mayoría de las casas y construcciónes estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (blocks de cemento arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizantales y verticales de concreto armado. Las techumbres son de losa de concreto armado, pero es comun tambien encontrar de lamina y cercas perimetrales, de materiales rusticos.	***Baja***
8	Fracionamiento "Los Cafetales"	**1136.15**	Localidad rural. La mayoría de las casas y construcciónes estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (blocks de cemento arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizantales y verticales de concreto armado. Las techumbres son de losa de concreto armado, pero es comun tambien encontrar de lamina y cercas perimetrales, de materiales rusticos.	***Baja***
9	Localidad "Dos Arroyos".	**1145.87**	No se tomo registro fotográfico de la localidad, de acuerdo al grado de marginalidad que se reporta se estima que la mayoría de las viviendas estan construidas con una combinación de materiales rusticos propios de la región y materiales prefabricados.	***alta***
10	Fraccionamiento "Valle Alegre".	**1256.48**	Fraccionamiento urbano. Cuenta con todos los servivios urbanos y los edificios son de cuatro niveles y estan construidos con materailes prefabricados blocks de cemento arena, arcilla, con elementos de refuerzo de concreto armado. Cuenta con servicios de tienda de conveniencia y plazas comerciales.	***Baja***

II.2.3. Puntos de interés con referencia al componente biótico.

Como fue descrito en la MIA-P presentada para el proyecto, el SA delimitado el nivel de perturbación es alto, los componentes bióticos y abióticos han sido transformados para facilitar, regularizar y promover el desarrollo urbano, la actividad predominante es la agricultura que ocupa grandes superficies y es el principal factor de presión antrópica que ha ocasionado la pérdida de cobertura vegetal.

De acuerdo con los recorridos de campo se identificaron los siguientes tipos de vegetación y que están presentes en SA: Agricultura de temporal permanente, Agricultura de temporal semipermanente, Agricultura de temporal semipermanente y permanente, Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia.

Específicamente, de acuerdo con la Serie V (2013) de uso de suelo y vegetación, el área del proyecto se ubica dentro del uso de suelo de Agricultura de temporal semipermanente y permanente

La agricultura de temporal es un sistema de producción que depende del comportamiento de las lluvias durante el ciclo de producción y de la capacidad del suelo para captar el agua y conservar la humedad.

La SAGARPA señala que en el año 2014 el municipio de Ixtaczoquitlán contaba con una superficie cultivada de 9,265 hectáreas; de las cuales, 5,930 ha eran destinadas para el cultivo de caña de azúcar, 1,655 al cultivo de café cereza y las restantes 510 ha para el cultivo de chayote. Además, durante los recorridos de campo se pudo observar también el cultivo de plátano y maíz.

Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia

La vegetación secundaria comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se origina luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrollan en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre.

De acuerdo a INEGI, el municipio de Ixtaczoquitlán cuenta con una superficie de 5,140 hectáreas de vegetación secundaria.

En la imagen siguiente se presenta la distribución de las coberturas de vegetación dentro de SA y fotografías de este tipo de vegetación dentro del Sistema Ambiental.

Fig. 5 Áreas con interés o relevancia ambiental, dentro de los potenciales radios de afectación.

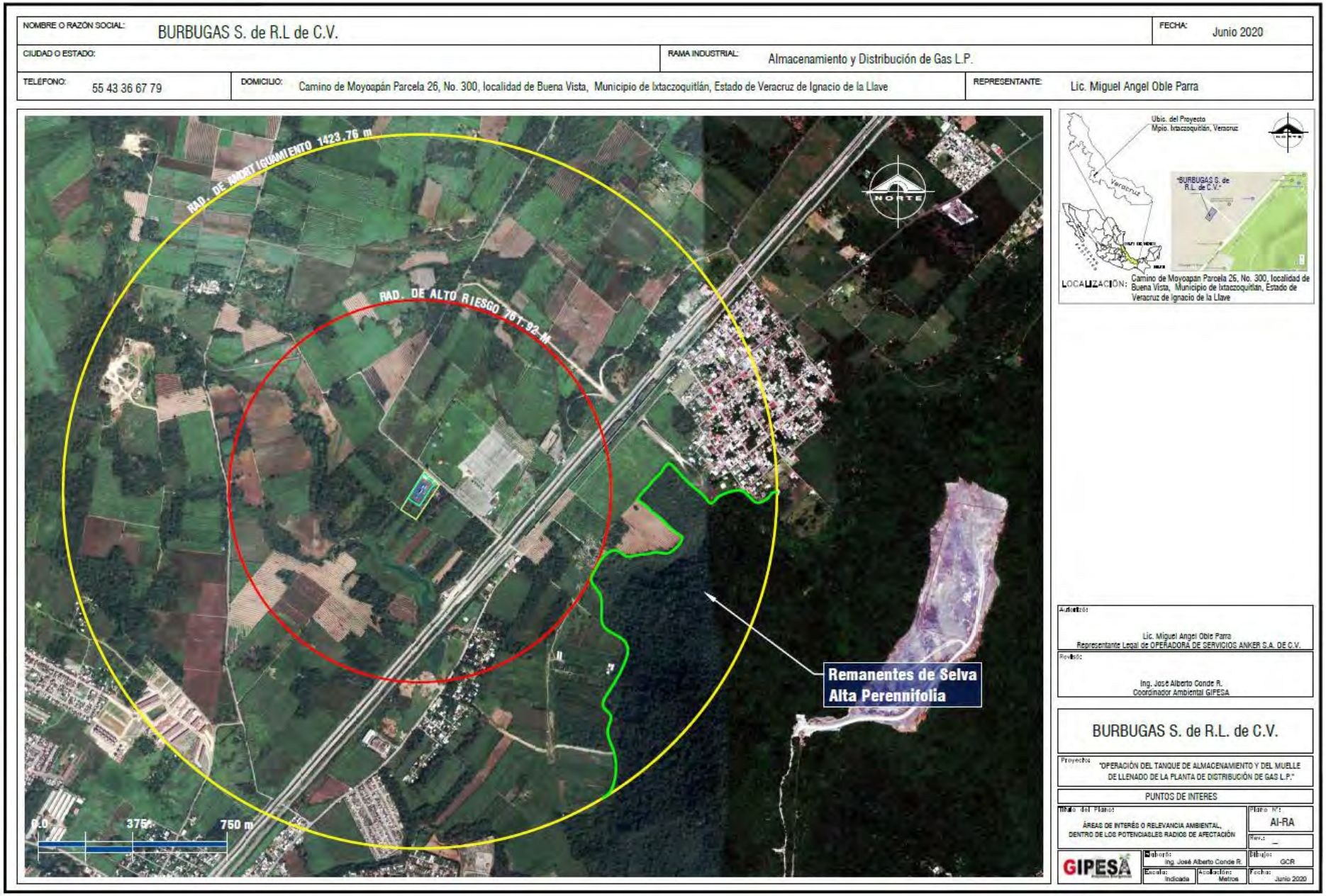




Foto 16 ***Condiciones ambientales en el Sistema Ambiental, en donde se observa la presencia de Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia.***



Foto 17 ***Composición florística de los sitios de muestreo realizados en remanentes de Vegetación secundaria arbóreo de selva alta perennifolia, en donde se puede notar un mayor grado de conservación.***

II.2.4 Análisis de interacciones.

El análisis de interacciones se realizará realizando un matriz para cada tipo de escenarios, identificando para cada radio de afectación la infraestructura o zona que se vería afectada de la propia planta y de los puntos o sitios de interés.

Matriz de interacciones Escenarios Más Probables Menos Catastróficos.					
No. de Esc.	**Radiación Térmica**		**Ondas de Sobrepresión**		**Infraestructura más cercana**
	Radio de Alto Riesgo:	**Radio de Amortiguamiento:**	**Radio de Alto Riesgo:**	**Radio de Amortiguamiento:**	
Esc. 1BBG	**5.78 m**	**10.72 m**	**52.11 m**	**88.68 m**	**Servicios sanitarios y palapa de reunión de CFE**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio..	**Casa Abandonada** **Acahual** El radio de afectación rebasa el límite Suroeste y Noreste del Predio	**Acahual** El radio de afectación rebasa el límite Noroeste, Suroeste y Noreste del Predio	
Esc. 2BBG	**5.84 m**	**15.82 m**	**68.28 m**	**116.21 m**	**Servicios sanitarios y palapa de reunión de CFE**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Casa Abandonada** **Acahual** El radio de afectación rebasa el límite Suroeste y Noreste del Predio	**Acahual** El radio de afectación rebasa los límites del predio.	
Esc. 6ABBG	**3.16 m**	**5.98 m**	**34.88 m**	**59.36 m**	**Casa Abandonada Servicios sanitarios y palapa de reunión de CFE**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** El radio sobrepasa el límite noroeste del predio.	**Acahual.** El radio sobrepasa los límites Noroeste y Sureste.	
Esc. 6BBBG	**4.10 m**	**7.67 m**	**41.35 m**	**70.37 m**	**palapa de reunión de CFE**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** El radio sobrepasa el límite noroeste del predio.	**Casa abandonada** **Acahual.** El radio sobrepasa los límites Noroeste , Sur y Sureste.	

Matriz de interacciones Escenarios Más Probables Menos Catastróficos.					
No. de Esc.	**Radiación Térmica**		**Ondas de Sobrepresión**		**Infraestructura más cercana**
	Radio de Alto Riesgo:	**Radio de Amortiguamiento:**	**Radio de Alto Riesgo:**	**Radio de Amortiguamiento:**	
Esc. 7ABBG	**4.69 m**	**8.83 m**	**45.87 m**	**78.07 m**	**Servicios sanitarios y palapa de reunión de CFE.**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** El radio sobrepasa el límite Noroeste	**Casa Abandonada** **Acahual** El radio sobrepasa los limites Sureste, Noroeste, Sur.	
Esc. 7BBBG	**6.07 m**	**11.32 m**	**55.19 m**	**92.23 m**	**Servicios sanitarios y palapa de reunión de CFE.**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ligeramente Casa abandonada** El radio de afectación rebasa los límites Sureste y Noreste	**Casa abandonada** **Acahual** El radio rebasa los límites Norte, Noreste, Sureste, y Noroeste	

Como se puede observar de acuerdo a los resultados de los modelos matemáticos en ningún caso de los escenarios tipificados **como más probables, pero menos catastróficos**, tendrían interacción con los puntos de interés identificados tanto en lo que se refiera a infraestructura urbana o particularo publica o con áreas de relevancia ambiental.

Por lo que podemos señalar que la distancia que guarda el proyecto con respecto de estas construcciones es adecuada para brindar seguridad a las actividades económicas presentes en las inmediaciones, así como con la infraestructura urbana presente. De manera que su operación bajo los estrictos procedimientos de seguridad bajo el cual deben operar estas instalaciones, no pone en riesgo las actividades económicas del SA delimitado y no pone en riesgo la seguridad de las personas.

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.				
No. de Esc.	**Radiación Térmica**		**Ondas de Sobrepresión**	
	Radio de Alto Riesgo:	**Radio de Amortiguamiento:**	**Radio de Alto Riesgo:**	**Radio de Amortiguamiento:**
Esc. 3 BBG	**29.99 m**	**55.15 m**	**152.79 m**	**260.04**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Casa Abandonada.** **Acahual** El radio de afectación sobrepasa los limites Noroeste y Sureste del predio	**Casa abandonada** **Sanitarios y la palapa.** **Acahual-** El radio de afectación sobrepasa los limites del predio.	**Oficinas de la Subestación** **Acahuales.** El radio de afectación sobrepasa los limites del predio.
Esc. 4 BBG	**40.03 m**	**74.00 m**	**187.89 m**	**319.78 m**
	Ligeramente la casa abandona. El radio de afectación sobrepasa el limite sureste.	**Casa abandonada** **Acahual** Los radios de afectación sobrepasan los límites e circunscriben a los limites del predio.	**Casa abandonada** **Sanitarios y la palapa.** **Acahuales** El radio de afectación sobrepasa los limites del predio.	**Oficinas de la Subestación** **Acahuales.** El radio de afectación sobrepasa los limites del predio.
No. de Esc.	**Radiación Térmica**			**Bola de Fuego**
	Radio de Alto Riesgo:	**Radio de Amortiguamiento:**		**Radio Máximo**
Esc. 5 BBG	**761.92 m**	**1423.76 m**		**121.145 m**
	1. Casa Abandonada. **2. Servicios sanitarios y Palapa de reunión en la Subestación de CFE.** **3. Oficinas de la Subestación Electrica.** **4. Parador y Vulcanizadora.** **5. Bodega (actividad agroindustrial)** **6. Fraccionamiento 19 de Octubre.** **Componentes Bióticos.** **Acahuales.**	**7.** Localidad Buena Vista **8.** Localidad Unión y Progreso. **9.** Localidad Dos Arroyos. **10.** Fraccionamiento Potrerillo II **Componentes Bióticos** **Remanentes de Vegetación Secundaria de Selva Alta Perennifolia.**		**Casa Abandonada** **Acahual.** Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio no se tienen actividades en las inmediaciones con las cuales se interactúe

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.

No. de Esc.	Radiación Térmica		Ondas de Sobrepresión	
	Radio de Alto Riesgo:	Radio de Amortiguamiento:	Radio de Alto Riesgo:	Radio de Amortiguamiento:
Esc. 8A BBG	**15.02 m**	**28.10 m**	**96.02 m**	**163.43 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** El radio de afectación rebase el límite Noroeste.	**Casa abandonada** **Acahual** El radio rebasa los límites Sureste, Noroeste, Suroeste.	**Servicios sanitarios de la Substación de CFE.** **Ligeramente Palapa.** El radio rebasa los límites del predio.
Esc. 8B BBG	**19.41 m**	**36.00 m**	**113.82 m**	**193.72 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** El radio rebasa el límite Noroeste del predio.	**Casa abandonada** **Servicios sanitarios y la palapa.** **Acahual** El radio rebasa los limites Noroeste, Noreste y Sureste.	**Oficinas de la Subestación** **Acahuales.** El radio rebasa los límites del predio.
Esc. 9A BBG	**28.53 m**	**53.00 m**	**141.79 m**	**241.31 m**
	Ninguna. El radio rebasa el límite Noroeste. Sin alcanzar infraestructuras.	**Ninguna.** El radio rebasa los límites Suroeste y Noroeste del predio. Sin alcanzar infraestructuras.	**Casa Abandonada.** **Acahual** El radio rebasa los límites del predio.	**Servicios Sanitarios y Palapa.** **Oficinas de la Subestación** El radio rebasa los límites del predio.
Esc. 9B BBG	**26.97 m**	**49.59 m**	**141.77 m**	**241.29 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** El radio rebasa el límite Noroeste del predio. Sin alcanzar infraestructuras.	**Casa Abandonada.** **Acahual** **Servicios sanitarios y la palapa.** El redio reabasa kis límites del predio.	**Oficinas de la Subestación** **Acahuales-.**

II.2.5 Análisis de Consecuencias, efectos sobre el SA delimitado

Para desarrollar esta información se considera los efectos que se generan sobre materiales y el ser humano por radiación térmica y ondas de sobrepresión.

Tabla 13 Efectos de la Radiación Térmica según la intensidad de energía.

Intensidad de Radiación Kw/m^2	Descripción
1.4	• Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial. • En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m^2 (mínimo necesario para causar dolor).
1.7	• Mínimo necesario para causar dolor
2.1	• Mínimo **necesario para causar dolor después de 1 minuto.**
3	• Zona de alerta.
4.0	• Suficiente para causar dolor con una exposición de 20 s. • Quemaduras de primer grado. • Radiación máxima tolerable para personas sin protección
4.7	• Causa dolor en 15 a 20 s. Heridas después de 30 s
5	• Zona de intervención con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos. • Máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado. • El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado. • Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas.
11.7	• El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica.
12.5	**ZONA DE INTERVENCION**: Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). • Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 seg • Extensión del incendio, fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. • La madera puede prender después de una larga exposición.
25	• El acero delgado aislado puede perder su integridad mecánica.
37.5	• 100% de mortalidad en 1 minuto • Suficiente para causar daños a equipos de proceso, colapso de estructuras.

Efectos de la radiación térmica compendio realizado con base en la información de: (World Bank, 1985, visto en Center for Chemical Process Safety, 1999, p. 265, tabla 4.8) y LEES, F. P. (1991). Loss prevention in the process industries. Vol. 1. Butterworth – Heinemann Ltd. Great Britain

La Tabla siguiente muestra los valores umbrales para la vulnerabilidad de los materiales, cuando se presenta un evento de radiación térmica.

Tabla 14 Vulnerabilidad de Materiales.

Radiación (Kw/m^2)	Material
60	Cemento
40	Cemento prensado
200	Hormigón armado
40	Acero
33	Madera (Ignición)
30 – 300	Vidrio
400	Pared de ladrillos

Tabla 15 Efectos derivados de la sobrepresión.

Variable Física Peligrosa Ondas de presión (kg/cm^2)	Efecto observado (Clancy)
0.703	Probable destrucción de edificios; máquinas herramientas pesadas (3,175 kg) desplazadas y dañadas seriamente, herramientas para maquinaria muy pesadas (5,443 kg) sin daños.
0.351 – 0.492	Destrucción casi completa de casas.
0.210 – 0.281	Demolición de edificio sin marcos o de paneles de acero; ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo.
0.070	Demolición parcial de casas, las vuelve inhabitables.
0.035 – 0.070	Ventanas grandes y pequeñas se hacen añicos; daño ocasional a marcos de ventanas.

Tabla 16 Posibles daños derivados de la sobrepresión.

Daños estructurales	Sobrepresión		
	Bar	Kg/cm^2	psi
Destrucción total	1.00a 2.00	1.02 a 2.04	14.50 a 29.00
Demolición total	0.80	0.81577	11.60
Destrucción de maquinaria pesada, 3500 kg. Destrucción total de edificios	0.68 a 0.70	0.69341	9.86
Destrucción completa de viviendas	0.48	0.489	6.961
Vuelco de vagones de tren	0.43	0.438	6.236
Daños irrecuperables	0,40	0.407	5.801
Postes de madera como los de teléfono arrancados	0.34	0.346	4.931
Daños menores en maquinaria pesada, 1500 kg. Estructuras de acero arrancadas. Cemento roto de edificaciones ligeras	0.27	0.275	3.916
Rotura de tanques de almacenamiento de crudo.	0.23	0.234	3.335
Daños estructurales importantes	0.18	0.183	2.610
Destrucción casas de ladrillo en un 50%.	0.17	0.173	2.465
Daños graves reparables	0.15	0.152	2.175
Destrucción parcial de muros	0.14	0.142	2.030
Colapso de tejados y paredes	0.13	0.132	1.885
Distorsión de vigas de acero	0.09	0.091	1.305
Cristales rotos y bastidores de ventanas	0.069	0.070	1.000
Destrucción de estructuras de madera	0.068	0.069	0.986
Daños estructurales menores	0.028 a 0.050	0.028 a 0.050	0.406 a 0.725
Cristales rotos en un 90%	0.040	0.040	0.580
Cristales rotos en un 50%	0.010	0.010	0.145
Cristales grandes rotos	0.0021	0.0021	0.0304
Rotura de vidrios por causa del ruido	0.0028		
Rotura de pequeñas ventanas	0.0069		

En lo que se refiere a la salud humana el oído es la parte más sensible del cuerpo humano a las ondas de choque. Las lesiones internas serán más probables en las zonas de mayor variación de densidad con respecto a tejidos contiguos. Los alvéolos llenos de aire de los pulmones son por tanto más susceptibles de lesiones que cualquier otro órgano interno[4]. En la tabla siguiente se presentan los efectos de este fenómeno sobre las personas.

[4] Explosions de nuages de vapeur non confinées: evaluation des surpressions. Unconfined Vapour Cloud Explosions (UVCE): overpressure evaluation de Emilio Turmo Sierra.

Tabla 17 Daños en la salud de la población derivados de la sobrepresión.

Daños Personales	Sobrepresión		
	Bar	Kg/cm^2	psi
Mortandad del 99%	5	5.09	72.51
Mortandad del 50 %	4.06	4.14	58.88
Mortandad del 1 %	3.29	3.35	47.71
Umbral de muerte por lesiones de pulmón	0.7	0.71	10.15
Umbral de rotura de tímpano	0.35	0.3569	5.0763
Umbral de la zona de intervención	0.125	0.1274	1.813
Ruido fuerte (143dB)	0.0028	0.00286	0.0406
Ruido molesto (137dB)	0.0014	0.0014	0.02031

Los criterios para tipificar los efectos serán los indicados en la guía sugerida para desarrollar el Análisis de Riesgo que para tal efecto público y que se citan a continuación.

C) Catastrófico: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con un nivel de peligro (por ejemplo, gases tóxicos o inflamables, radiación térmica o explosión causada por sobrepresión) que puede causar efectos ecológicos adversos irreversibles o grave desequilibrio al ecosistema. Un efecto ecológico adverso irreversible es aquel que no puede ser asimilado por los procesos naturales, o solo después de muy largo tiempo, causando pérdida o disminución de un componente ambiental sensible (por ejemplo, especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tipos de vegetación amenazada, entre otros).

(G) Grave: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos temporales. Un efecto ecológico adverso temporal es aquel que permanece un tiempo determinado, y disminuye la calidad o funcionalidad de un componente ambiental, siendo factible de atenuar con acciones de restauración o compensación.

(S) Significativo: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos recuperables. Un efecto ecológico adverso recuperable es aquel que puede eliminarse o remplazarse por la acción natural o humana, no afectando la dinámica natural del ecosistema o del componente ambiental.

(R) Reparable: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos reversibles. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que puede ser asimilado por los procesos naturales a corto plazo.

(N) Ninguno: Este evento no alcanza áreas externas a los terrenos de la instalación

Sin embargo, también se considerará si se tiene presencia de elementos abióticos (infraestructura urbana particular o publica) para determinar si los efectos son graves, significativo, reparable o ninguno.

Por otra parte, de manera general en lo que respecta a los efectos negativos sobre el componente biótico ya sea vegetación o la salud humana los valores de intensidad de energía para determinar los potenciales radios de afectación por radiación térmica y ondas de sobrepresión ocasionarían los siguientes daños:

Radiación Térmica.

Radio de Alto Riesgo. Intensidad de Energía. 5 kw/m^2.

Vegetación.
Para que la madera se incendie se requieren de 10 a 12 kw/m^2, y largos tiempos de exposición, para que la madera alcance temperaturas de autoignición, pero si habría perdida de follaje, si poner en riesgo la sobrevivencia de los individuos arbóreos**.**

Salud humana.
El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado.

Radio de Amortiguamiento. Intensidad de Energía. 1.4 kw/m^2.

Vegetación.
Para que la madera se incendie se requieren de 10 a 12 kw/m^2, y largos tiempos de exposición, la intensidad de radiación térmica a la que se verían expuesta la vegetación es similar a un día soleado, sin afectaciones significativas sobre el follaje o la integridad de los individuos arbóreos.

Salud humana.
Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial, en general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m^2 (mínimo necesario para causar dolor).

Ondas de Sobrepresión.

Radio de Alto Riesgo. Intensidad de Energía. 1 psi= 0.070 kg/cm^2 = 0.069 bar.

Vegetación.
De acuerdo a la tabla citada en páginas anteriores lo más semejante para causar daños significativos a los individuos arbóreos, es una energía de 4 psi, para ser arrancados, en nuestro caso las ondas de sobrepresión con esta intensidad de energía a lo más que ocasionaran será la perdida de follaje, sin que ponga en riesgo la sobrevivencia del ejemplar afectado.

Salud humana.

De acuerdo a las tablas mostradas en las páginas anteriores la cantidad de energía que podría generar **afectaciones al oído es de 0.3569 kg/cm^2 (5 psi),** en nuestro caso, el valor establecido para delimitar el radio de alto riesgo de **0.070 kg/cm^2 (1 psi**) muy por debajo de este valor por lo que la exposición a este **nivel de energía no tendrá efectos significativos sobre la salud humana**.

Radio de Amortiguamiento. Intensidad de Energía. 0.5 psi= 0.035 kg/cm2 = 0.0344 bar.

Vegetación.
De acuerdo a la tabla citada en páginas anteriores lo más semejante para causar daños significativos a los individuos arbóreos, es una energía de 4 psi, para ser arrancados, en nuestro caso las ondas de sobrepresión con esta intensidad de energía a lo más que ocasionaran será la perdida de follaje, sin que ponga en riesgo la sobrevivencia del ejemplar afectado.

Salud humana.
El valor umbral establecido se encuentra más cercano al valor que genera un ruido fuete por lo que los efectos negativos sobre las personas que sean expuestas a esta intensidad escucharan un ruido fuerte, sin afectar su sistema auditivo u otros efectos sobre el cuerpo que ponga en riesgo su integridad física y salud. **No se esperan daños a la salud humana.**

Los efectos negativos podrían presentar por:

a. Radiación Termica:

Radios de Alto Riesgo y Amortiguamiento:

Componente Biótico: Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento se limitan a las áreas de proceso (Recepción, Almacenamiento y Suministro), dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de flora y fauna, hábitats que se vean afectados por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, Almacenamiento y Suministro, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos negativos:

Componente Biótico.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna
Sobresale de los límites del predio, la fuerza de la onda de choque alcanza el acahual en la colindancia Este, sin embargo, la barda perimetral fungirá como medio de protección absorbiendo parte de fuerza de la onda de sobrepresión, los daños se estiman en perdida de follaje. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, alcanzando el acahual en la colindancia Este, sin embargo, la barda perimetral fungirá como medio de protección absorbiendo parte de fuerza de la onda de sobrepresión, los daños se estiman en perdida de follaje. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento. Ninguno
Sobresale de los límites del predio, **dentro de estos radios solo la casa abandonada se vería afectada no se tiene presencia de otra nfraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) por lo que no esperan daños a la salud humana.**

Los efectos negativos podrían presentarse por:

a. Radiación Térmica:

Radios de Alto Riesgo y Amortiguamiento:

Biótico. Ninguna.

De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento se limitan a las áreas de proceso (Recepción, Almacenamiento y Suministro), dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de flora y fauna, hábitats que se vean afectados por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, Almacenamiento y Suministro, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos sobre el componente:

Biótico.

Radio de Alto Riesgo. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, la fuerza de la onda de choque alcanza el acahual en la colindancia Este, sin embargo, la barda perimetral fungirá como medio de protección absorbiendo parte de fuerza de la onda de sobrepresión, los daños se estiman en perdida de follaje. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, los acahuales presentes en los predios cercanos podrían ser afectados, sin embargo, la intensidad de la fuerza de la onda de choque es muy baja y solo generaría la perdida de follaje sin poner en riesgo la permanencia de estos ecosistemas.
No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento. Ninguno
Sobresalen de los límites del predio, la única infraestructura urbana que se puede ver afectada es la casa abandonada, **no se tiene presencia de otra infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) que puedan ser afectados por lo que no esperan daños a la salud humana.**

Esc.	3BBG	Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 2" Ø nominal.
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.6		

Los efectos negativos podrían presentar por:

a. Radiación Térmica.

Radios de Alto Riesgo.

Componente Biótico. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de afectación por radiación térmica se cinrcunscribe al predio de la planta, dentro de este radio no se tiene presencia de flora y fauna, hábitats que se vean afectados por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.
Dado que el radio de alto riesgo se suscribe al predio que ocupa la planta, por lo que ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

Radios de Amortiguamiento.

Componente Biótico. Ninguna.
El radio de afectación rebasa los limites del predio alcanzando el acahual de la colindancia Este, sin embargo, parte de la energia en forma de radiación térmica será absoirbida por la barda périmetral, lo que combinado a que la intensidad de energía es similar a un intensión dia soleado, los daños esperados es que la vgetación se marchite y perdida de follaje, sin poner en riesgo la continuidad y/o permanencia del acahual. Por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.
El radio de amortiguamiento sobresale del predio alcanzando la casa abandona del limite Este, la barda fungirá como medio de protección, absorbiendo parte de la energía calórica, minimizando los potenciales efectos negativos en la casa abandononada, por lo que **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos sobre el componente:

Componente Biótico.

Radio de Alto Riesgo: Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, alcanza un acahual presente en el lindero Sureste del predio, sin embargo, la barda perimetral que delimita el predio fungirá como medio de protección y recibirá en primera instancia la fuerza de la onda de choque, minimizando los potenciales efectos negativos sobre el acahual. Se estima que los daños que se podrían generar son perdida de follaje, sin poner en riesgo la permanecencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, los acahuales presentes en los predios cercanos podrían ser afectados, sin embargo, la intensidad de la fuerza de la onda de choque es muy baja, por lo que no se generan daños a la cobertura vegetal y por lo tanto no pone en riesgo la permanencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, alcanza la casa abandonada los servicios sanitarios y la palapa, sin embargo, la barda perimetral fungirá como medio de protección, será la primera en recibir la onda de choque disminuyendo su fuerza y minimizando los efectos negativos sobre las estructuras y las personas que las habiten, por lo que se estima que los daños serán menores a las estructuras, los cristales estallaran, pero no se pondrá en riesgo su integridad mecánica.

Las personas que se encuentren dentro de las infraestructura escucharan un ruido fuerte, no se esperan afectaciones a las personas que no estén expuesta directamente a la onda de sobrepresión. Sin embargo para el caso del personal que labore en la planta las consecuencias serán graves, habrá lesionados e incluso puede ser letal. Por **lo que estiman daños graves a la salud humana del personal que labora en la planta.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, alcanza las oficinas de subestación, el área de trasformadores, sin embargo, la fuerza de la onda de choque (0.50 psi) será percibida como un ruido fuerte, podrian presentarse ruptura de cristales, **No se estiman daños a la población o la salud humana**

Esc. 4BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal.
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.6

Los efectos negativos podrían presentar por:

a. Radiación Térmica.

Radios de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

Componente Biótico. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento sobresalen del predio, alcanzando ligeramente el acahual en la colindancia Sureste, sin embargo, la barda perimetral fungirá como medio de protección, recibiendo y absorbiendo parte de la energía calórica, evitando la exposición directa del acahual a la radiación térmica y minizanndo los potenciales efectos negativos sobre este ecosistema, se estiman daños menores, como perdida de follaje sin poner en riesgo la permanencia del ecosistema. N**o se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento sobresalen del predio, alcanzando la casa abandonada en la colindancia Sureste, sin embargo, la barda perimetral fungirá como medio de protección, evitando la exposición directa de esta infraestructura a la radiación térmica, miminizando los efectos negativos potenciales sobre estas estructuras, no hay otra infraestructura particular o publica que se pueda ver afectada, **no se estiman afectaciones a la salud humana de la población.**

Para el caso del personal de la planta todos los que se vean expuesto de forma directa sufrirán quemaras graves, inclusión consecuencias letales.

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos sobre el componente:

Radio de Alto Riesgo.

Biótico: Ninguna
Sobresale de los límites del predio, alcanza los acahual de la colindancia Sureste y el localizado en la dirección Noroeste del predio, sin embargo, la barda perimetral que delimita el predio fungirá como medio de protección y recibirá en primera instancia la fuerza de la onda de choque, minimizando los potenciales efectos negativos sobre estos ecosistemas. Se estima que los daños que se podrían generar son perdida de follaje, sin poner en riesgo la permanecencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, alcanzando algunos acahuales dispersos dentro dentro de este radio, sin embargo, la barda perimetral que delimita el predio fungirá como medio de protección y recibirá en primera instancia la fuerza de la onda de choque, minimizando los potenciales efectos negativos sobre estos ecosistemas. Se estima que los daños que se podrían generar son perdida de follaje, sin poner en riesgo la permanecencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna para el ser Humano.
Sobresale de los límites del predio, alcanza la casa abandonada los servicios sanitarios y la palapa, sin embargo, la barda perimetral fungirá como medio de protección, será la primera en recibir la onda de choque disminuyendo su fuerza y minimizando los efectos negativos sobre las estructuras y las personas que las habiten, por lo que se estima que los daños serán menores a las estructuras, los cristales estallaran, pero no se pondrá en riesgo su integridad mecánica.

Las personas que se encuentren dentro de las infraestructura escucharan un ruido fuerte, no se esperan afectaciones a las personas que no estén expuesta directamente a la onda de sobrepresión. Sin embargo para el caso del personal que labore en la planta las consecuencias serán graves, habrá lesionados e incluso puede ser letal. Por **lo que estiman daños graves a la salud humana del personal que labora en la planta**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, alcanza las oficinas de subestación, el área de trasformadores, sin embargo, la fuerza de la onda de choque (0.50 psi) será percibida como un ruido fuerte, podrian presentarse ruptura de cristales, **No se estiman daños a la población o la salud humana**

Esc. 5BBG Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Se presenta un BLEVE en el Tanque de almacenamiento.
Referencia HazOp: Nodo 2 Tanques de Almacenamiento de Gas L.P.; Desviación 2.4

Los efectos negativos podrían presentar por:

a. Bola de Fuego.

Componente Biótico. Moderados.

El diámetro de la bola de fuego sobrepasa los límites del predio en todas sus colindancias; alcanzando el acahual ubicado en la colindancia Sureste, siendo expuesto de forma directa al fuego, durante 16.8 segundos, presentado perdida inmediata de follaje y riesgo de incencio del acahual, lo que podría poner en riesgo su permanencia. NO se identifican riesgos de propagación de incendio a otros acahuales. **Los daños se estiman moderados, ya que es una superficie muy pequeña, su pérdida no pone en riesgo el equilibrio ecológico que actualmente presenta el SA propuesto para el proyecto.**

Salud Humana. Graves

De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento sobresalen del predio, sin embargo, dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de ninguna infraestructura urbana, por lo que **no se estiman afectaciones a la salud humana de la población.**

Sin embargo todo el personal que se encuentre dentro de la planta se vera expuesto directamente a la bola de fuego con consecuencias **graves, incluso se esperan muertes.**

b. Radiación Térmica.

Radio de Alto Riesgo.

Componente Biótico. Menores.
En caso de los ecosistemas presentes dentro del radio de alto riesgo, los daños que se podrían ocasionar a esto es el riesgo potencial de incendiarse, sin embargo, para que la madera se incendie requiere de 12.5 kw/m^2 y un tiempo prolongado de exposición de manera que los daños se ve limitados en este caso por la intensidad de radiación térmica y que para el caso que nos ocupa se evalúan efectos por 5 kw/m^2 y el tiempo de exposición que en este caso es de 16.8 segundos; de manera que se esperan daños como: perdida de follaje, y riesgo de incendios por vegetación que presente una fragilidad mayor a la radiación térmica por pastos o arbustos, **se estiman daños a los ecosistemas menores (reparables) sin poner en riesgo el equilibrio de los ecosistemas identificados en el SA.**

Radios de Afectación de Amortiguamiento.
Ninguna.

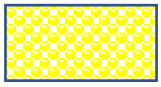
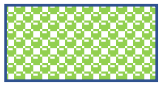
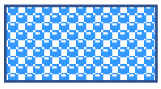
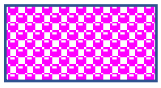
El radio de afectación rebasa los límites del predio, dentro de las áreas de afectación se tiene presencia de acahuales distribuidos de forma dispersa, y en dirección Sureste se tiene presencia del remanente de vegetación secundaria de Selva Alta Perennifolia.

Los ecosistemas identificados se verían expuestos durante 16.8 segundos a una intensidad de radiación térmica de 1.4 Kw/m^2, que en terminmos de energía calorica se asemeja a un intenso dia soleado, bajo estas circunstancias se estima que no se tendrán consecuencias sobre el componente biótico identificado dentro de este radio de afectación. De manera que los daños se estiman en **Ninguno.**

Consecuencias por Radiación Térmica a la Salud Humana

Para estimar las potenciales afectaciones que se podrían generar sobre la salud humana al verse expuesta a la radiación térmica, consideraremos los valores de intensidad de radiación térmica que usa el software SCRI FUEGO.

De acuerdo a estos radios tenemos:

Zona de Riesgo	Daños sobre la salud humana	Alcance En metros	Infraestructura urbana afectada	Nivel de Daños Estimados
	Zona 1: Dolor en piel desnuda. Radiación: 4.04 W/m2	921.07	7. Fraccionamiento Buena Vista	Menores
	Zona 2: Nivel de daño significativo Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda. Radiación: 9.08 kW/m2	611.02	6. Fraccionamiento 9 de Octubre.	Moderados
	Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio. Radiación: 15.26 kW/m2	308.66	4. Parador y vulcanzadora 5. Bodega o Almacen (actividades industriales)	Graves
	Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio. Radiación: 43.17 kW/m2	157.98	2. Servicios Sanitarios y Palapa de reunión.	Catastroficos

Esc. 6A BBG	Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2", que retorna Gas LP. De la toma de suministro de autotanques a tanque de almacenamiento
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.1.	

Los efectos negativos podrían presentarse por:

a. Radiación Térmica:

Radios de Alto Riesgo y Amortiguamiento:

Biótico. Ninguna.

De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento se limitan a las áreas de proceso (Recepción, Almacenamiento y Suministro), dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de flora y fauna, hábitats que se vean afectados por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, Almacenamiento y Suministro, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos sobre el componente:

Biótico.

Radio de Alto Riesgo. Ninguno.
Sobresale del limite Noroeste del predio, dentro del área de afectación se tiene presencia de estrato herbaceo. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, alcanzando el acahual de la colindancia Sureste, sin embargo, la barda perimtral servirá como medio de protección reciebiendo la onda de choque, disminuyendo la fuerza de la onda expansiva y minizando las potenciales afectaciones sobre este ecosistema, se estima daños como perdida de follaje sin poner en riesgo la permanencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento. Ninguno
Sobresalen de los límites del predio, la única infraestructura urbana que se puede ver afectada es la casa abandonada, **no se tiene presencia de otra infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) que puedan ser afectados por lo que no esperan daños a la salud de la población.**

Esc. 6B BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2". Radios Potecianles de Afectación por Radiación Térmica.

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.1.

Los efectos negativos podrían presentarse por:

a. Radiación Térmica:

Radios de Alto Riesgo y Amortiguamiento:

Biótico. Ninguna.

De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento se limitan a las áreas de proceso (Recepción, Almacenamiento y Suministro), dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de flora y fauna, hábitats que se vean afectados por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, Almacenamiento y Suministro, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos sobre el componente:

Biótico.

Radio de Alto Riesgo. Ninguno.
Sobresale del limite Noroeste del predio, dentro del área de afectación se tiene presencia de estrato herbaceo. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, alcanzando el acahual de la colindancia Sureste, sin embargo, la barda perimtral servirá como medio de protección reciebiendo la onda de choque, disminuyendo la fuerza de la onda expansiva y minizando las potenciales afectaciones sobre este ecosistema, se estima daños como perdida de follaje sin poner en riesgo la permanencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento. Ninguno
Sobresalen de los límites del predio, la única infraestructura urbana que se puede ver afectada es la casa abandonada, **no se tiene presencia de otra infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) que puedan ser afectados por lo que no esperan daños a la salud de la población.**

Esc. 7A BBG	Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3", conducción de Gas L.P. a toma de suministro de autotanques.
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.1	

Los efectos negativos podrían presentarse por:

a. Radiación Térmica:

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento:

Biótico. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento se limitan a las áreas de proceso (Recepción, Almacenamiento y Suministro), dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de flora y fauna, hábitats que se vean afectados por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.
Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, Almacenamiento y Suministro, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos sobre el componente:

Biótico.
Radio de Alto Riesgo. Ninguno.
Sobresale del limite Noroeste del predio, dentro del área de afectación se tiene presencia de estrato herbaceo. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, alcanzando el acahual de la colindancia Sureste, sin embargo, la barda perimtral servirá como medio de protección reciebiendo la onda de choque, disminuyendo la fuerza de la onda expansiva y minizando las potenciales afectaciones sobre este ecosistema, se estima daños como perdida de follaje sin poner en riesgo la permanencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

c. Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento. Ninguno
Sobresalen de los límites del predio, la única infraestructura urbana que se puede ver afectada es la casa abandonada, **no se tiene presencia de otra infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) que puedan ser afectados por lo que no esperan daños a la salud de la población humana..**

Esc. 7B BBG Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3", conducción de Gas L.P. toma de Múltiple de Llenado.

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de Múltiple de Llenado; Desviación 4.1

Los efectos negativos podrían presentarse por:

a. Radiación Térmica:

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento:

Biótico. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento se limitan a las áreas de proceso (Recepción, Almacenamiento y Suministro), dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de flora y fauna, hábitats que se vean afectados por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.
Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, Almacenamiento y Suministro, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos sobre el componente:

Biótico.

Radio de Alto Riesgo. Ninguno.
Sobresale del limite Noroeste del predio, dentro del área de afectación se tiene presencia de estrato herbaceo. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, alcanzando el acahual de la colindancia Sureste, sin embargo, la barda perimtral servirá como medio de protección reciebiendo la onda de choque, disminuyendo la fuerza de la onda expansiva y minizando las potenciales afectaciones sobre este ecosistema, se estima daños como perdida de follaje sin poner en riesgo la permanencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento. Ninguno
Sobresalen de los límites del predio, la única infraestructura urbana que se puede ver afectada es la casa abandonada, **no se tiene presencia de otra infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) que puedan ser afectados por lo que no esperan daños a la salud de la población.**

Esc. 8A BBG	Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de retorno de Gas L.P. de 2" Ø nominal
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5	

Los efectos negativos podrían presentar por:

a. Radiación Térmica.

Radios de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

Componente Biótico. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de alto riesgo por radiación térmica se circunscibre dentro del predio, en el caso del radio de amortiguamiento, sobresale ligeramente en el limite Noroeste, sin embargo, dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de flora y fauna o hábitats que se vean afectados por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de alto riesgo por radiación térmica se circunscibre dentro del predio, en el caso del radio de amortiguamiento, sobresale ligerabete en el limite Oeste, sin embargo, dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de ninguna infraestructura urbana, por lo que **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos sobre el componente:

Componente Biótico.

Radio de Alto Riesgo: Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, alcanza un acahual presente en el lindero Sureste del predio, sin embargo, la barda perimetral que delimita el predio fungirá como medio de protección y recibirá en primera instancia la fuerza de la onda de choque, minimizando los potenciales efectos negativos sobre el acahual. Se estima que los daños que se podrían generar son perdida de follaje, sin poner en riesgo la permanecencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, los acahuales presentes en los predios cercanos podrían ser afectados, sin embargo, la intensidad de la fuerza de la onda de choque es muy baja, por lo que no se generan daños a la cobertura vegetal y por lo tanto no pone en riesgo la permanencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, alcanza la casa abandonada los servicios sanitarios y la palapa, sin embargo, la barda perimetral fungirá como medio de protección, será la primera en recibir la onda de choque disminuyendo su fuerza y minimizando los efectos negativos sobre las estructuras y las personas que las habiten, por lo que se estima que los daños serán menores a las estructuras, los cristales estallaran, pero no se pondrá en riesgo su integridad mecánica.

Las personas que se encuentren dentro de las infraestructura escucharan un ruido fuerte, no se esperan afectaciones a las personas que no estén expuesta directamente a la onda de sobrepresión.
Se estiman daños menores a la Salud de la población humana.

Sin embargo para el caso del personal que labore en la planta las consecuencias serán graves, habrá lesionados e incluso puede ser letal. Por **lo que estiman daños graves a la salud humana del personal que labora en la planta.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, alcanza las oficinas de subestación, el área de trasformadores, sin embargo, la fuerza de la onda de choque (0.50 psi) será percibida como un ruido fuerte, podrian presentarse ruptura de cristales, **No se estiman daños a la población o la salud humana**

Esc. 8B BBG	Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de retorno de Gas L.P. de 2" Ø nominal
Referencia en HazOp: Nodo 4: Suministro de Gas L.P. Muelle de Llenado. Desviación 4.5	

Los efectos negativos podrían presentar por:

a. Radiación Térmica.

Radios de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

Componente Biótico. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de alto riesgo por radiación térmica se circunscibre dentro del predio, en el caso del radio de amortiguamiento, sobresale ligeramente en el limite Noroeste, sin embargo, dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de flora y fauna o hábitats que se vean afectados por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de alto riesgo por radiación térmica se circunscibre dentro del predio, en el caso del radio de amortiguamiento, sobresale ligeramente en el limite Oeste, sin embargo, dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de ninguna infraestructura urbana, por lo que **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos sobre el componente:

Componente Biótico.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna.

Sobresale de los límites del predio, alcanza un acahual presente en el lindero Sureste del predio, sin embargo, la barda perimetral que delimita el predio fungirá como medio de protección y recibirá en primera instancia la fuerza de la onda de choque, minimizando los potenciales efectos negativos sobre el acahual. Se estima que los daños que se podrían generar son perdida de follaje, sin poner en riesgo la permanecencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Radio de Amortiguamiento.

Componente Biótico: Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, los acahuales presentes en los predios cercanos podrían ser afectados, sin embargo, la intensidad de la fuerza de la onda de choque es muy baja, por lo que no se generan daños a la cobertura vegetal y por lo tanto no pone en riesgo la permanencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, alcanza la casa abandonada los servicios sanitarios y la palapa, sin embargo, la barda perimetral fungirá como medio de protección, será la primera en recibir la onda de choque disminuyendo su fuerza y minimizando los efectos negativos sobre las estructuras y las personas que las habiten, por lo que se estima que los daños serán menores a las estructuras, los cristales estallaran, pero no se pondrá en riesgo su integridad mecánica.

Las personas que se encuentren dentro de las infraestructura escucharan un ruido fuerte, no se esperan afectaciones a las personas que no estén expuesta directamente a la onda de sobrepresión.

Se estiman daños menores a la Salud de la población humana.

Sin embargo para el caso del personal que labore en la planta las consecuencias serán graves, habrá lesionados e incluso puede ser letal. Por **lo que estiman daños graves a la salud humana del personal que labora en la planta.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, alcanza las oficinas de subestación, el área de trasformadores, sin embargo, la fuerza de la onda de choque (0.50 psi) será percibida como un ruido fuerte, podrian presentarse ruptura de cristales, **No se estiman daños a la población o la salud humana**

Esc. 9ABBG	Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal que conduce Gas L.P. a la toma de suministro de autotanques
Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5	

Los efectos negativos podrían presentar por:

a. Radiación Térmica.

Radios de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

Componente Biótico. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de alto riesgo por radiación térmica sobresale ligeramente del límite Noroeste, en el caso del radio de amortiguamiento, sobresale ligeramente en el limite Noroeste y supera el limie Sureste, sin embargo, dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de flora y fauna o hábitats que se vean afectados por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de alto riesgo por radiación térmica se circunscibre dentro del predio, en el caso del radio de amortiguamiento, sobresale ligerabete en el limite Oeste, sin embargo, dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de ninguna infraestructura urbana, por lo que **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos sobre el componente:

Componente Biótico.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna.

Sobresale de los límites del predio, alcanza un acahual presente en el lindero Sureste del predio, sin embargo, la barda perimetral que delimita el predio fungirá como medio de protección y recibirá en primera instancia la fuerza de la onda de choque, minimizando los potenciales efectos negativos sobre el acahual. Se estima que los daños que se podrían generar son perdida de follaje, sin poner en riesgo la permanecencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Radio de Amortiguamiento.

Componente Biótico: Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, los acahuales presentes en los predios cercanos podrían ser afectados, sin embargo, la intensidad de la fuerza de la onda de choque es muy baja, por lo que no se generan daños a la cobertura vegetal y por lo tanto no pone en riesgo la permanencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, alcanza la casa abandonada, sin embargo, la barda perimetral fungirá como medio de protección, será la primera en recibir la onda de choque disminuyendo su fuerza y minimizando los efectos negativos sobre las estructuras, por lo que se estima que los daños serán menores a las estructuras, los cristales estallaran, pero no se pondrá en riesgo su integridad mecánica.
Se estiman daños menores a la Salud de la población humana.

Sin embargo para el caso del personal que labore en la planta las consecuencias serán graves, habrá lesionados e incluso puede ser letal. Por **lo que estiman daños graves a la salud humana del personal que labora en la planta.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, alcanza las oficinas de subestación, el área de trasformadores, sin embargo, la fuerza de la onda de choque (0.50 psi) será percibida como un ruido fuerte, podrian presentarse ruptura de cristales, **No se estiman daños a la población o la salud humana**

Esc. 9B BBG	Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal que conduce Gas L.P. al múltiple de Llenado.
Referencia en HazOp: Nodo 4. Toma de suministro de múltiple de llenado. Desviación 4.5	

Los efectos negativos podrían presentar por:

a. Radiación Térmica.

Radios de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

Componente Biótico. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de alto riesgo y amortiguamiento sobresalen ligeramente en el lindero oeste, sin embargo, dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de flora y fauna o hábitats que se vean afectados por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de alto riesgo por radiación térmica se circunscibre dentro del predio, en el caso del radio de amortiguamiento, sobresale ligerabete en el limite Oeste, sin embargo, dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de ninguna infraestructura urbana, por lo que **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos sobre:

Componente Biótico.

Radio de Alto Riesgo: Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, alcanza un acahual presente en el lindero Sureste del predio, sin embargo, la barda perimetral que delimita el predio fungirá como medio de protección y recibirá en primera instancia la fuerza de la onda de choque, minimizando los potenciales efectos negativos sobre el acahual. Se estima que los daños que se podrían generar son perdida de follaje, sin poner en riesgo la permanecencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, los acahuales presentes en los predios cercanos podrían ser afectados, sin embargo, la intensidad de la fuerza de la onda de choque es muy baja, por lo que no se generan daños a la cobertura vegetal y por lo tanto no pone en riesgo la permanencia de estos ecosistemas. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, alcanza la casa abandonada los servicios sanitarios y la palapa, sin embargo, la barda perimetral fungirá como medio de protección, será la primera en recibir la onda de choque disminuyendo su fuerza y minimizando los efectos negativos sobre las estructuras y las personas que las habiten, por lo que se estima que los daños serán menores a las estructuras, los cristales estallaran, pero no se pondrá en riesgo su integridad mecánica. **Se estiman daños menores a la Salud de la población humana.**

Las personas que se encuentren dentro de las infraestructura escucharan un ruido fuerte, no se esperan afectaciones a las personas que no estén expuesta directamente a la onda de sobrepresión. Sin embargo para el caso del personal que labore en la planta las consecuencias serán graves, habrá lesionados e incluso puede ser letal. Por **lo que estiman daños graves a la salud humana del personal que labora en la planta.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, alcanza las oficinas de subestación, el área de trasformadores, sin embargo, la fuerza de la onda de choque (0.50 psi) será percibida como un ruido fuerte, podrian presentarse ruptura de cristales, **No se estiman daños a la población o la salud humana**

II.2.6 Probabilidad de ocurrencia.

Una vez que hemos valorado las potenciales consecuencias analizaremos la probabilidad de ocurrencia de los eventos más catastrófico que son las potenciales rupturas de tuberías, mangueras y el BLEVE, que sería el evento más catastrófico que pudiese presentarse y que ocurriría bajo la combinación de diversos factores, en donde esencialmente los procedimientos operativos son ejecutados con deficiencia, los sistemas y/o dispositivos fallan y no es posible contralar el suceso iniciador.

La cuantificación del riesgo es determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento, para lo cual, se utilizan métodos deductivos de análisis que parte de la previa selección de un "suceso no deseado o evento que se pretende evitar", sea éste un accidente de gran magnitud (explosión, fuga, derrame, etc.) o sea un suceso de menor importancia (fallo de un sistema de cierre, etc.) para averiguar en ambos casos los orígenes de los mismos, son técnicas muy utilizados para el "análisis de riesgos" que facilitan determinar el riesgo propio de cada situación, cuando se conjuga una diversidad de fallos a estudiar.

Aunque la técnica se aplica fundamentalmente para el análisis de riesgos a partir de acontecimientos finales muy graves que pueden suceder en procesos industriales y que, por supuesto, se trata de evitar, también resulta útil en situaciones en las que se pretende analizar "hacia atrás" el origen de determinados sucesos indeseados.

II.2.6.1 Selección de Hipótesis.

Los escenarios hipotéticamente planteados son los siguientes:

Caso Más Catastrófico, pero menos probable.

Hipótesis No. 1: BLEVE.

Desviaciones identificadas con esta suposición de acuerdo al HazOp: 2.4

Derivado del evento anterior se dan condiciones para un sobrecalentamiento del tanque provocando la vaporización del gas incrementando el volumen y la cinetica de las moleculas, la válvula de desfogue multiport (seguridad) falla y con rapidez se incrementa la presión al interior del tanque, la presión se incrementa rapidamente y se combina con la fatiga del material con que esta fabricado el tanque; por lo que se presenta la cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, derivando en una explosión y ruptura del tanque (despresurización súbita) generándose una bola de fuego.

La probabilidad de que este tipo de evento suceda es muy baja, se deben de tener situaciones muy concretas; se requiere que la fase líquida esté sobrecalentada, que se produzca una reducción brusca de presión en la fase gas, o bien que se den las condiciones de presión y temperatura que consigan la ebullición de toda la masa líquida de forma instantánea.

Escenario de Riesgo: En este incidente consideramos que, al aumentar la presión de vapor del líquido, la presión en las paredes del tanque aumenta rápidamente debido a la temperatura por efecto del calor externo, perdiendo su resistencia hasta el punto que no pueden soportar la presión interna, produciéndose entonces su fractura en forma violenta.

Como consecuencia inmediata debido a la sobrepresión y la fractura del tanque se libera de forma súbita el material contenido en el interior con la presencia de bolas de fuego y ondas de sobrepresión derivados de la ruptura del recipiente.

A este evento se le denomina **BLEVE** (**B**oiling **L**iquid **E**xpanding **V**apor **E**xplosion o Explosión de Vapores en Expansión de un Líquido en Ebullición).

El suceso SUBTOP es la presencia de incendio o explosión que se presentaría a partir de la ruptura de tubería y la combinación de eventos como la presencia de fuente de ignición y la falla del sistema de contraincendio.

Hipótesis 2 Evento Superior presencia de Incendio y/o explosión (SUBTOP IE).

Desviaciones identificadas con esta suposición de acuerdo al HazOp: 1.6, 3.5, 4.5.

Suposición: Se tiene la presencia de una fuga o ruptura en una de las tuberías del área de almacenamiento, el Gas L.P. liberado encuentra una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie del tanque, falla el sistema de enfriamiento de aspersión; fallan las alarmas y el paro de emergencia, por lo que no se puede atender el evento.

Para realizar la cuantificación del riesgo utilizaremos las siguientes técnicas:

II.2.6.2 Técnica para determinar la probabilidad de Ocurrencia.

Árbol de fallas y eventos. (FTA: Fault Tree Analysis).

Planteamiento de los árboles de fallas.

El Análisis de Arboles de Falla (FTA) tiene que ver con la identificación y análisis de las condiciones y factores que causan ó tienen el potencial de causar ó contribuir con la ocurrencia de un evento tope o máximo. Estos eventos generalmente ocurren por la falla o degradación del desempeño de los sistemas, seguridad o bien otros atributos operacionales. En contra parte los Análisis de Arboles de Éxito (STA) describen el camino que lleva al éxito a los sistemas.

Los componentes de un sistema y su ambiente están interrelacionados, y una falla con cualquier parte puede afectar las demás partes. Un evento negativo puede ser un por poco o un incidente que podría haber resultado en lesiones personales a un empleado o daños a equipo/propiedad.

Fallas de causa común

Dentro del análisis de árbol de fallos se consideran con especial relevancia los denominados fallos de causa común, que son aquellos fallos que se producen simultáneamente o dentro de un intervalo de tiempo corto, de modo que varios componentes no están disponibles a la vez. Los fallos de causa común se han clasificado de la siguiente forma:

- Fallos en el diseño y en la fabricación.
- Fallos durante la operación del sistema.
- Fallos de operación.
- Fallos de mantenimiento.
- Condiciones extremas del entorno o en la operación del sistema.
- Efectos mecánicos sobre el sistema analizado procedentes de sistemas colindantes o debidos a efectos externos.

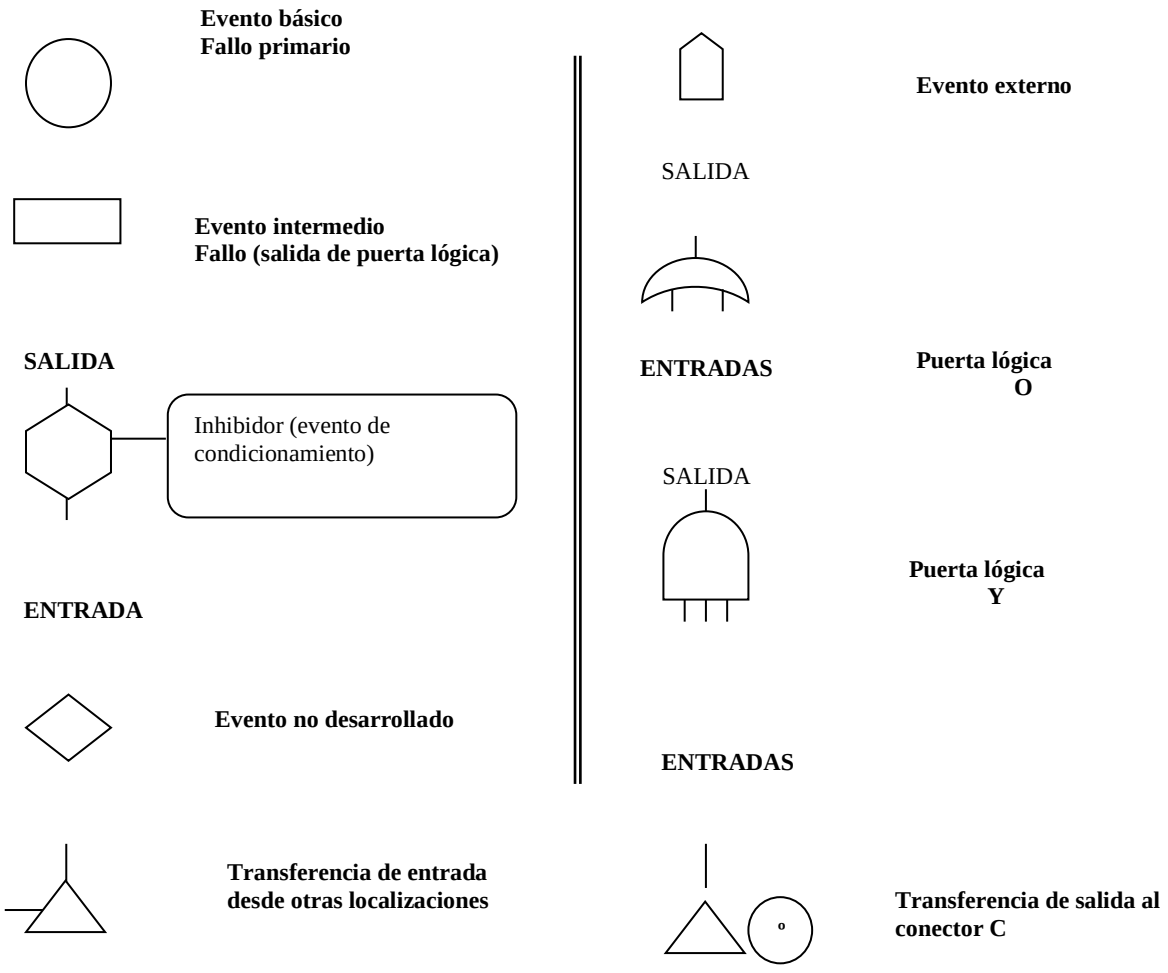
Con carácter general, se presentan a continuación aquellas recomendaciones o adecuaciones encaminadas a reducir la probabilidad de que se produzcan fallas de causa común, y que han sido específicamente propuestos según las circunstancias de las diferentes hipótesis accidentales planteadas en el estudio. Las adecuaciones más usuales se encaminan a:

- Diseño certificado y estandarizado (no excluye la innovación, sino que pondera entre tecnología conocida e implantación de nuevos sistemas poco conocidos e innecesarios, así como cambios en lógicas de funcionamiento a través de los sistemas de control distribuido).
- Redundancia (incluye la redundancia humana al introducir la supervisión sobre una acción).
- Diversidad (implica que los componentes de un subsistema o sistemas redundantes sean de tipo diferente, para evitar que posibles defectos de fabricación se manifiesten en todos los componentes). Es una estrategia opuesta a la estandarización y complica el mantenimiento, pero es especialmente útil cuando se quieren implantar enclavamientos independientes regidos por variables distintas (presión y temperatura, por ejemplo).
- Separación geométrica (a partir de los resultados del Análisis de Consecuencias).
- Sistemas de detección de fallas, para aumentar la disponibilidad del sistema.
- Comprobación periódica del funcionamiento de los sistemas.
- Medidas adecuadas para que las fallas de componentes, subsistemas o sistemas conduzcan a un estado seguro de la instalación.
- Separación o compatibilidad entre los sistemas de operación y seguridad.
- Formación buena y permanente de los operarios y técnicos.
- Manual de operaciones completo y actualizado.
- Restricción de acceso a áreas clasificadas.
- Mantenimiento correctivo, preventivo e incluso predictivo, según las características de la instalación.
- Comprobación del funcionamiento después del mantenimiento.
- Redundancia y diversidad (preparación y capacitación intensiva) en cuanto las personas que realizan trabajos de mantenimiento.

Representación de los árboles de fallas.

En la siguiente figura se muestran los símbolos más utilizados para la elaboración de los árboles de fallos.

Fig. 6 Símbolos utilizados en el árbol de fallos.



II.2.6.3 Desarrollo de árboles de fallos.

El desarrollo o aplicación de los árboles de fallos se enfocará a las hipótesis planteadas con el objeto de valorar sus potenciales consecuencias.

El desarrollo o aplicación de los árboles de fallos se enfocará a las hipótesis citadas.

Construcción de los árboles de fallos.

La construcción de los árboles para cada una de las hipótesis propuestas se muestra en el **Anexo 6**

Técnicas para la Resolución de los Árboles de Falla.

Para la obtención de los conjuntos mínimos de fallos en un árbol se pueden aplicar dos técnicas:

a) **Resolución analítica:**

La resolución analítica del árbol de fallos consiste en transformar el árbol en su expresión lógica y simplificarlo mediante el álgebra de Boole. La equivalencia de las puertas lógicas en el álgebra de Boole es:

Una puerta *O* es equivalente a la unión de conjuntos; signo "+"
Una puerta *Y* o *INH* es equivalente a la intersección de conjuntos; signo "•"

Las propiedades del álgebra de Boole para la resolución del árbol son:

Propiedad conmutativa: $x \bullet y = y \bullet x$
$x + y = y + x$

Propiedad asociativa: $x \bullet (y \bullet z) = (x \bullet y) + z$
$x + (y + z) = (x + y) + z$

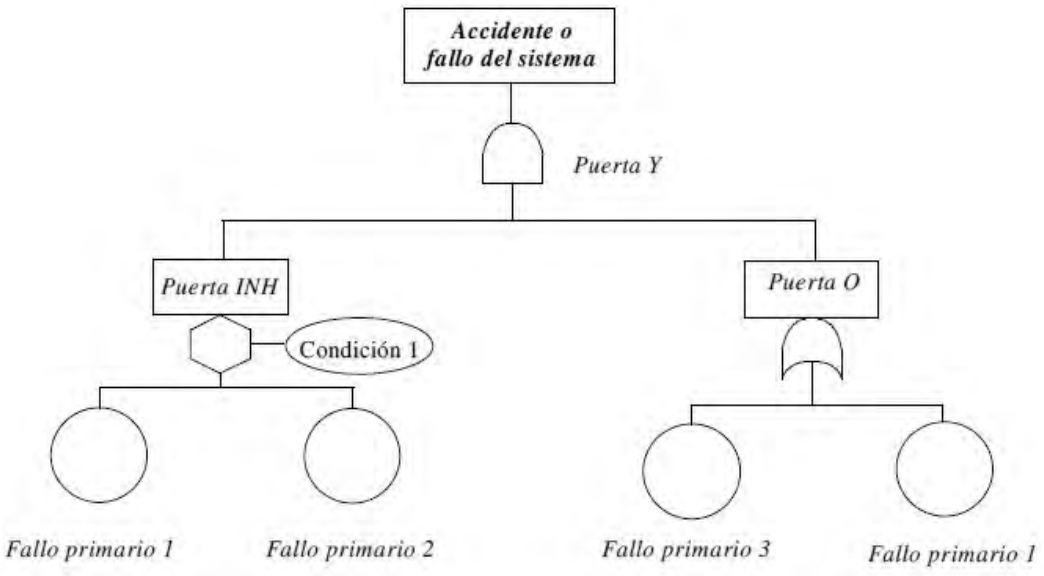
Propiedad distributiva $x \bullet (y + z) = x \bullet y + x \bullet z$
$x + y \bullet z = (x + y) \bullet (x + z)$

Las propiedades y leyes del álgebra de Boole para la simplificación del árbol son:

Propiedad de la idempotencia: $x \bullet x = x$
Ley de la absorción: $x + x \bullet y = x$

Ejemplo:

El siguiente árbol de fallos que se resolverá analíticamente:



Ecuación del árbol:

Y = INH • O	(ec. 1)
INH = FP1 • FP2 • C1	(ec.2)
O = FP3 + FP1	(ec.3)

Se sustituyen las ecuaciones (ec.2) y (ec.3) en la (ec.1):

$$Y = (FP1 \bullet FP2 \bullet C1) \bullet (FP3 + FP1)$$

Se desarrolla la expresión obtenida del árbol aplicando la propiedad distributiva del álgebra de Boole

(x • (y + z) = x • y + x • z):

$$Y = FP1 \bullet FP2 \bullet C1 \bullet FP3 + FP1 \bullet FP2 \bullet C1 \bullet FP1$$

Se simplifica la expresión con la propiedad de la idempotencia (x • x = x):

$$Y = FP1 \bullet FP2 \bullet C1 \bullet FP3 + FP1 \bullet FP2 \bullet C1 \bullet FP1$$

Se simplifica la expresión con la ley de la absorción *(x + x • y = x):*

$$Y = FP1 \bullet FP2 \bullet C1 \bullet \overline{FP3} + FP1 \bullet FP2 \bullet C1$$

El resultado final es el conjunto mínimo de corte encontrado analíticamente:

$$Y = FP1 \bullet FP2 \bullet C1$$

b) Resolución matricial:

Para resolver el árbol anterior matricialmente hay que transformarlo en una matriz aplicando las reglas derivadas del álgebra de Boole: se construye la matriz sustituyendo las puertas lógicas por sus descendientes en forma de filas (puertas O) o en forma de columnas (puertas Y e INH), y se reduce la matriz con las propiedades de la idempotencia y la ley de la absorción. Cada fila representa un conjunto mínimo de corte:

Y	IN H	O	FP1	FP2	C1	O	FP1	FP2	C1	FP3	FP1	FP2	C1	FP3	FP1	FP2	C1	~~FP3~~
							FP1	FP2	C1	FP1	FP1	FP2	C1	~~FP1~~	FP1	FP2	C1	

Propiedad de la idempotencia

Ley de la absorción

El resultado final es el mismo conjunto mínimo de corte que el encontrado analíticamente:
Y = FP1 • FP2 • C1

Propiedades lógicas aplicables al árbol de fallas

En los árboles de fallas no hay términos medios: las fallas ocurren o no. La aparición de una falla puede requerir que ocurran previamente varios eventos complementarios, o bien que baste la producción de uno solo de varios eventos previos posibles.

En el primer caso se dice que se está en presencia de un proceso conjuntivo o compuerta, y en el segundo se trata de un proceso disyuntivo o compuerta.
El proceso conjuntivo se representa por la conjunción “y”.
Y el proceso disyuntivo por la conjunción “o”.

Se adopta además la siguiente convención:
1 significa que un evento ocurre; 0 significa que no ocurre.

Proceso disyuntivo

Sea en el caso de dos eventos de entrada: La concurrencia o no del evento final (la falla) puede representar se por la siguiente tabla:

A	B	AB
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Esta tabla, a su vez puede resumirse con la expresión E = AB + AB + AB donde A y B significan la ocurrencia de los eventos respectivos y A y B significan la no ocurrencia de los mismos. La probabilidad de ocurrencia de E es:

p (E) = 1 - p(A)] p(B) + p(A) [1 - p(B)] + p(A) p(B)
p(E) = p(A) + p(B) - p(A) p(B)

Para el caso de tres eventos de eventos de entrada, resulta en igual forma

$E = \overline{A}BC + A\overline{B}C + AB\overline{C} + \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + A\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}$ que conduce a
p(E) = p(A) + p(C) - p(A) p(B) - p(A) p(C) - p(B) p(C) +p(A) p(B) p(C)

Cuando todas las probabilidades de ocurrencia de los eventos de entrada son muy pequeñas, es decir: p(i) << 1 puede escribirse

p(E) = p(A) + p(B) + p(C)

Proceso conjuntivo.

Sea el caso de tres eventos de entrada.
Se obtiene la siguiente tabla:

A	B	C	ABC
0	0	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
1	1	0	0
1	0	1	0
0	1	1	0
1	1	1	1

Si los eventos de entrada son dependientes: p(E) = p(A) p(B) p(C)

II.2.6.4 Cálculo de la Probabilidad de Ocurrencia de las Hipótesis propuestas.

El cálculo de la probabilidad de ocurrencia de las hipótesis propuestas se realizará en dos fases, primero se calculará la probabilidad de ocurrencia considerando las medidas de protección proyectadas, construyendo el árbol de fallos correspondiente, posteriormente los arboles serán modificados incluyendo las salvaguardas derivadas del HazOp.

De acuerdo a la identificación de escenarios tenemos que el evento más catastrófico es la potencial ocurrencia de un BLEVE, cuyas consecuencias serían de graves a catastróficas, para la salud e infraestructura urbana, y para que esto ocurra se deben dar una serie de fallas y circunstancias que deriven en un sobrecalentamiento del tanque y su posterior ruptura.

Para la construcción del árbol de fallas se tomará en consideración que se da inicio con una fuga de gas L.P. a través de una ruptura de una tubería que deriva en un incendio, el fuego tiene contacto directo con el tanque, fallan los distintos sistemas de seguridad, no es posible controlar el suceso y como evento superior ocurre el BLEVE.

Desde esta perspectiva se construirán los arboles de fallas bajo la combinación de dichos escenarios.

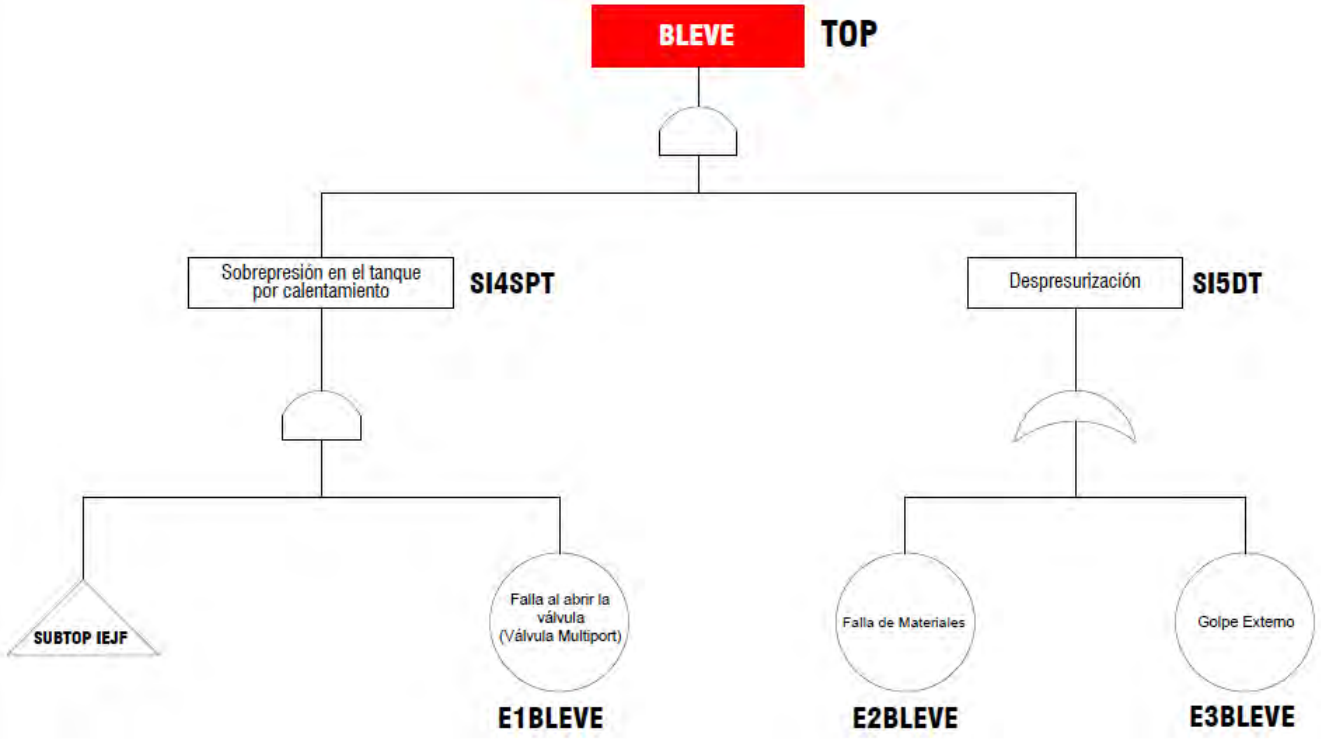
Los árboles construidos para la ocurrencia del BLEVE se muestra a continuación y también se muestran los Planos 01 a 05 del Anexo 6.

Fig. 7 Árbol de Fallas construido para el evento máximo superior TOP BLEVE

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L. de C.V.		FECHA: Junio 2020
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio. de Ixtaczoquitlán, Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino de Moyoapán Parcela 26, No. 300, localidad de Buena Vista, Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.	REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra

EVENTO SUPERIOR TOP BLEVE (RUPTURA DEL TANQUE POR SOBREPRESIÓN Y BOLA DE FUEGO)

REFERENCIA EN HazOp: Desviación 2.4



Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Ing. José Alberto Conde R.
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

"OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

ÁRBOLES DE FALLA

Evento superior top BLEVE (Ruptura del Tanque por Sobrepresión y Bola de Fuego)

AF-01

GIPESA

Ing. José Alberto Conde R.

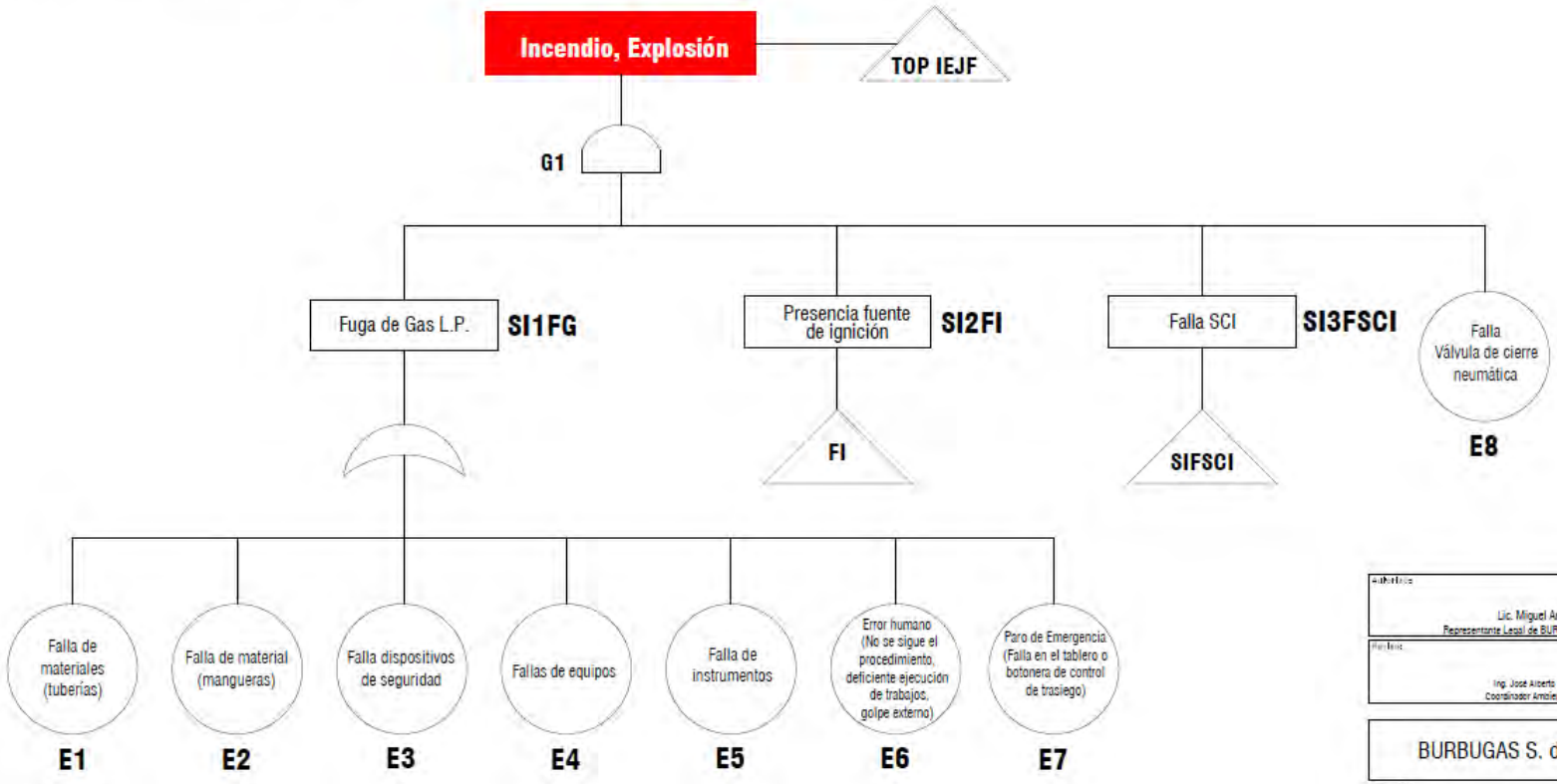
GCR

Junio 2020

Fig. 8 Árbol de Fallas construido evento máximo superior SUB TOP INCENDIO, EXPLOSIÓN (SUBTOPIE) y Suceso Intermedio 1 Fuga de Gas L.P. (SI1FG)

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L. de C.V.		FECHA: Junio 2020
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio. de Ixtaczoquitlán, Veracruz.	RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino de Moyoapán Parcela 26, No. 300, localidad de Buena Vista, Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.	REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra

EVENTO SUPERIOR TOP IEJF (Incendio, explosión)
Referencia en HazOp: Desviación 1.6, 3.5, 4.5



Lic. Miguel Angel Oble
Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Ing. José Alberto Conde R.
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

"OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

ÁRBOLES DE FALLA

Evento Superior SUBTOP IE

AF-02

GIPESA | Ing. José Alberto Conde R. | GCR | Junio 2020

Fig. 9 Árbol de Fallas construido para el evento Suceso Intermedio Falla el Sistema Contraincendio (SI3FSCI)

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L. de C.V.			FECHA: Junio 2020
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio. de Ixtaczoquitlán, Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELEFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino de Moyoapán Parcela 26, No. 300, localidad de Buena Vista, Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.		REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra

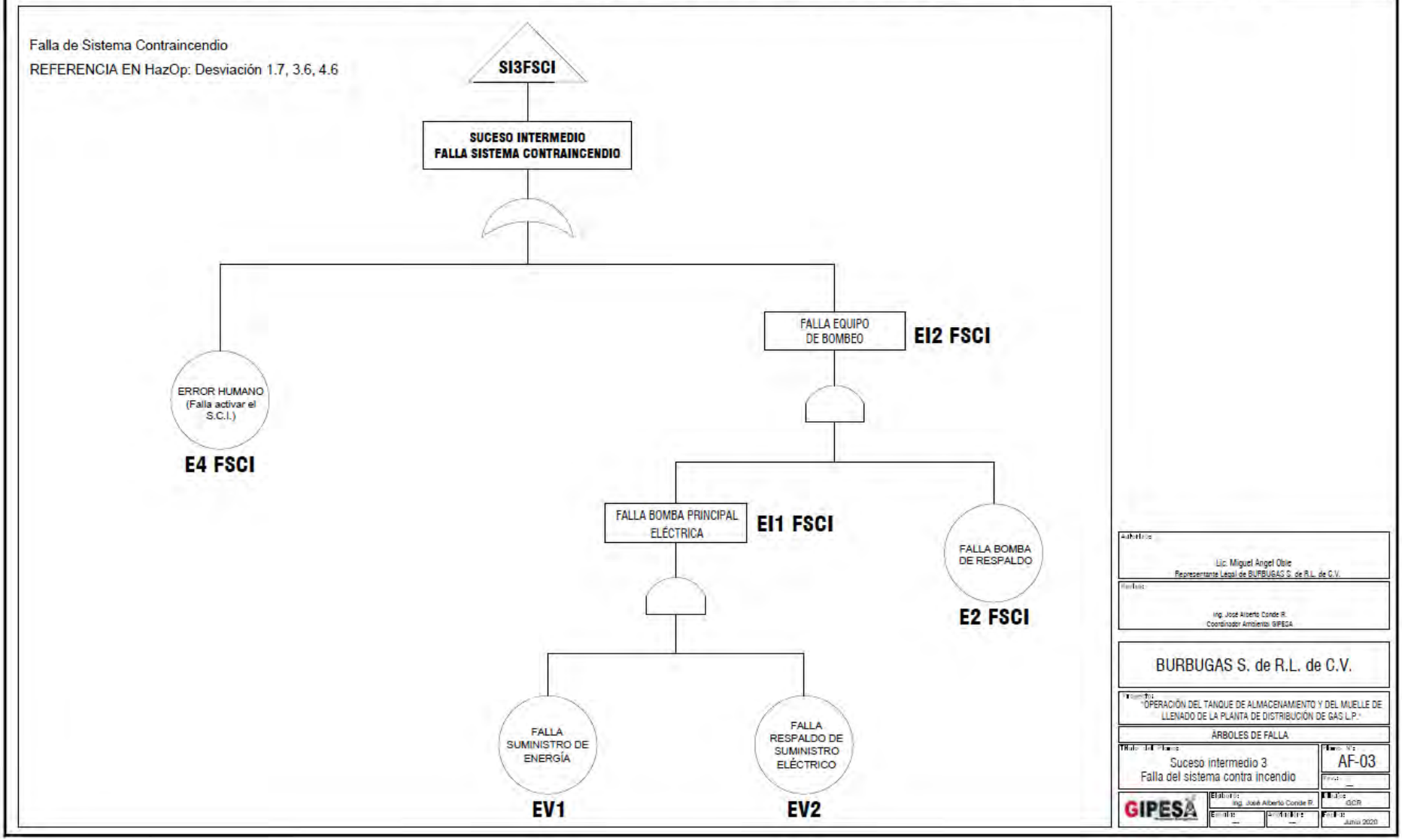
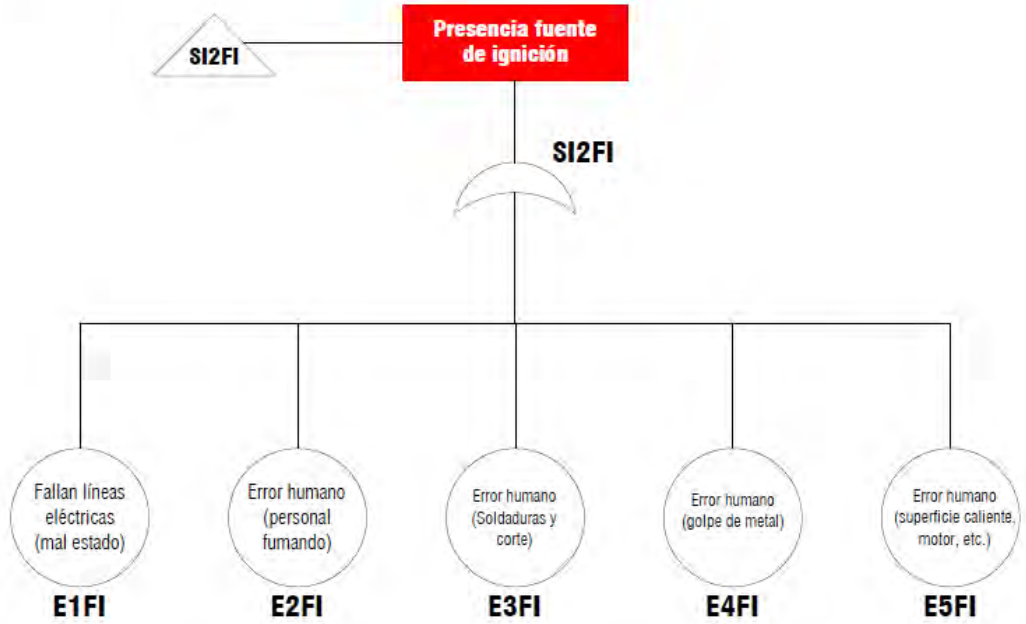


Fig. 10 Árbol de Fallas construido para el evento Suceso Intermedio 2 Presencia de Fuente de Ignición (SI2FI)

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L. de C.V.			FECHA: Junio 2020
CIUDAD O ESTADO: Localidad de Buena Vista, Mpio. de Ixtaczoquitlán, Veracruz.		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino de Moyoapán Parcela 26, No. 300, localidad de Buena Vista, Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.	REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra	

EVENTO SUCESO INTERMEDIO.
Presencia de fuente de ignición (SIFI): PFI = E1FI + E2FI + E3FI + E4FI + E5FI



Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble, Representante Legal de BURBUGAS S. de R.L. de C.V.
Revisó: Ing. José Alberto Conde R., Coordinador Ambiental GIPESA
BURBUGAS S. de R.L. de C.V.
"OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."
ÁRBOLES DE FALLA
Evento Suceso Intermedio 2
AF-04
GIPESA
Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.
GCR
Junio 2020

Calculo de la Probabilidad con medidas de seguridad consideradas en el proyecto.

Con los arboles de Fallas construidos procedemos a calcular la probabilidad de cada uno de los eventos hasta llegar al TOP BLEVE; de acuerdo a lo siguiente:

Probabilidad de ocurrencia del TOP BLEVE (Hipótesis 1)

Caso más catastrófico, pero menos probables.

Hipótesis 1 (TOP BLEVE).
Derivado del evento anterior se dan condiciones para un sobrecalentamiento del tanque provocando la vaporización del gas incrementando el volumen y la cinetica de las moleculas, la válvula de desfogue multiport (seguridad) falla y con rapidez se incrementa la presión al interior del tanque, la presión se incrementa rapidamente y se combina con la fatiga del material con que esta fabricado el tanque; por lo que se presenta la cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, derivando en una explosión y ruptura del tanque (despresurización súbita) generándose una bola de fuego.

El cálculo se lleva bajo la siguiente secuencia de acuerdo a los arboles de fallos propuestos.

El cálculo se lleva bajo la siguiente secuencia de acuerdo a los árboles de fallos propuestos.

Para que esto ocurra debe presentarse una sobrepresión en el tanque para lo cual deben fallar las válvulas de alivio mulitport y combinarse con la despresurización súbita del tanque (ruptura del tanque) como consecuencia de la fatiga y cedencia de los materiales.

Suceso intermedio Sobrepresión en el tanque: SI4SPT
Suceso intermedio Despresurización del tanque: SI5DT

Hipótesis 1. (TOP BLEVE).

P (BLEVE)	**SI4SPT * SI5DT**	**4.08E-10**
SI4SPT	**SUBTOPIE * EB1BLEVE**	**4.08E-08**
SI5DT	**E2BLEVE+E3BLEVE**	**1.00E-02**

Valores de probabilidad de ocurrencia para el BLEVE			
Evento	**Descripción**	**Probabilidad**	**Referencia**
SUCESO INTERMEDIO 4 SOBREPRESION EN EL TANQUE (SI4SPT)			
EB1LEVE	Falla al abrir la válvula de alivio (válvula multiport)	**3.40E-02**	OREDA Offshore reliability data handbook 4th edition, 2002
SUCESO INTERMEDIO DESPRESURIZACIÓN SUBITA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO (RUPTURA). (DT)			
E2BLEVE	Falla de materiales (	**8.80E-07**	Lees, F.P., Loss Prevention in the Process Industries (Hazard Identification, Assessment and Control), Butterswrth, Nuclear Regulatory Commission Reactor Safety Study, WASH 1400 (NUREG 75/014, Appendix 3 y 4London, 1980.
E3BLEVE	Golpe Externo	**1.00E-02**	"Human Factors in Process Safety Management", CCPS of AIChE, 1994.

El suceso SUBTOP es la presencia de incendio o explosión que se presentaría a partir de la ruptura de tubería y la combinación de eventos como la presencia de fuente de ignición y la falla del sistema de contraincendio, y la falla de las válvulas

Hipótesis 2 Evento Superior presencia de Incendio y/o explosión (SUBTOP IE). **Desviaciones identificadas con esta suposición de acuerdo al HazOp: 1.6, 3.5, 4.5.**
Suposición: Se tiene la presencia de una fuga o ruptura en una de las tuberías del área de almacenamiento, el Gas L.P. liberado encuentra una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie del tanque, falla el sistema de enfriamiento de aspersión; fallan las alarmas y el paro de emergencia, por lo que no se puede atender el evento.

La probabilidad estará determinada por la suma de las probabilidades de que se presente una fuga, la presencia de una fuente de ignición, la falla del sistema contraincendio y las válvulas neumáticas que cierran a la falta de aire.

Es decir, de los sucesos intermedios:
Suceso intermedio 1 Fuga súbita y masiva de Gas L.P. = SI1FG
Suceso intermedio 2 presencia de Fuente de Ignición: SI2FI
Suceso intermedio 3 Falla el Sistema Contra incendio: SIFSCI

La probabilidad de ocurrencia de cada uno de estos sucesos se determinar mediante las siguientes expresiones.

P (SUBTOP IE) =	SI1FG * SI2FI * SI3FSCI * E8	4.08E-06
SI1 Fuga de Gas L.P.	E1 + E2 + E3 + E4 + E5 + E6 + E7	3.08E-02
SI2 Fuente de Ignición	E1FI + E2FI + E3FI + E4FI + E5FI	3.90E-01
SI3 Falla Sistema Contra incendio	EV4 + EI2	1.00E-02
E8 Fallan válvulas neumáticas de cierre a falta de aire.	E8	3.40E-02

A su vez el evento intermedio EI2 está determinado por:

SIFSCI	EI2 + E4	1.00E-02
FALLA BOMBA PRINCIPAL (EI1)	EV1 * EV2	1.783E-09
FALLA EQUIPO DE BOMBEO (EI2)	EI1 * E3	3.876E-08

Valores de probabilidad de ocurrencia para el suceso intermedio Fuga de Gas L.P.:

Valores de probabilidad de ocurrencia para el suceso intermedio: Fuga súbita y masiva de Gas L.P. (SI1FG)			
Evento	**Descripción**	**Probabilidad**	**Referencia**
E1	Falla de materiales (tuberías)	**8.80E-07**	Lees, F.P., Loss Prevention in the Process Industries (Hazard Identification, Assessment and Control), Butterswrth, Nuclear Regulatory Commission Reactor Safety Study, WASH 1400 (NUREG 75/014, Appendix 3 y 4London, 1980.
E2	Falla de materiales (mangueras)	**8.80E-07**	
E3	Falla dispositivos de seguridad	**2.60E-04**	Lees, F.P., Loss Prevention in the Process Industries (Hazard Identification, Assessment and Control), Butterswrth, Nuclear Regulatory Commission Reactor Safety Study, WASH 1400 (NUREG 75/014, Appendix 3 y 4London, 1980.
E4	Fallas de equipos	**2.60E-04**	
E5	Falla de Instrumentos.	**2.60E-04**	Lees, F.P., Loss Prevention in the Process Industries (Hazard Identification, Assessment and Control), Butterswrth, Nuclear Regulatory Commission Reactor Safety Study, WASH 1400 (NUREG 75/014, Appendix 3 y 4London, 1980.
E6	Error humano (no se sigue procedimiento, deficiente ejecución de trabajos)	**1.00E-02**	"Human Factors in Process Safety Management", CCPS of AIChE, 1994.
E7	Falla del tablero. (sistema eléctrico)	**2.00E-02**	Fink, D.G., "Standard Handbook for Electrical Engineers", 10th Ed., (1968)
E8	Falla válvula al abrir o cerrar.	**3.40E-02**	OREDA Offshore reliability data handbook 4th edition, 2002

Valores de probabilidad de ocurrencia para el suceso intermedio 2 Presencia de fuente de ignición = SI2FI

Valores de probabilidad de ocurrencia para el suceso intermedio: Presencia de Fuente de Ignición (SI2FI)			
Evento	**Descripción**	**Probabilidad**	**Referencia**
E1FI	Fallan líneas eléctricas (mal estado)	**0.02**	Fink, D.G., "Standard Handbook for Electrical Engineers", 10th Ed., p. 26-13 (1968).
E2FI	Error humano (personal fumando)	**0.02**	Williams, Jeremy C., "Incorporating Human Performance Variability in Process Safety Assessment", (Publication source unknown
E3FI	Error Humano (Soldaduras y corte)	**0.1**	
E4FI	Error humano (golpe de metal)	**0.05**	
E5FI	Superficie caliente (motor, etc.)	**0.2**	Fink, D.G., "Standard Handbook for Electrical Engineers", 10th Ed., p. 26-13 (1968)

Valores de probabilidad de ocurrencia para el suceso intermedio 3 Falla el Sistema Contraincendio.

Valores de probabilidad de ocurrencia para el suceso intermedio: **Falla sistema contraincendio. (SI3FSCI)**			
Evento	**Descripción**	**Probabilidad**	**Referencia**
E1FSCI	Falla Suministro de Corriente Eléctrica.	**3.4 E-04**	Fink, D.G., "Standard Handbook for Electrical Engineers", 10th Ed., p. 26-13 (1968).
E2FSCI	Falla sistema de Respaldo de Energía	**1.14 E-04**	
E3FSCI	Falla Bomba de Respaldo	**4.6 E -02**	OREDA Offshore reliability data handbook 4th edition, 2002
E4FSCI	Error Humano (Falla activación manual del SCI)	**1.0 E -02**	Williams, Jeremy C., "Incorporating Human Performance Variability in Process Safety Assessment", (Publication source unknown).

II.3 Calculo de la Probabilidad incorporando las salvaguardas adicionales.

Derivado del HazOp se emitieron las siguientes recomendaciones técnicas operativas,

No.	CODIFICACIÓN	SINTESIS DESCRIPTIVA	INDICE DE RIESGO	RESPONSABLE DE LA ATENCIÓN	FECHA DE CUMPLIMIENTO
1	ERA-BURBUGAS-2020-RT1	1. implementar el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA)	C	Lic. Juan Ramón Herebia Hernández	Se deberá colocar durante la etapa del montaje de instrumentos y sistemas de seguridad y se verificará antes de iniciar operaciones.
2	ERA-BURBUGAS--2020-RT1	2. Colocar un sistema de detección de mezclas explosivas. Se deberán instalar creando un lazo de control que permitan activar el sistema contraincendio, el paro de planta y la activación del sistema de alarmas.)	A	Lic. Juan Ramón Herebia Hernández z	Se deberá colocar durante la etapa del montaje de instrumentos y sistemas de seguridad y se verificará antes de iniciar operaciones.
3	ERA-BURBUGAS--2020-RT1	3. Colocar un sistema detección de fuego. Se deberán instalar creando un lazo de control que permitan activar el sistema contraincendio, el paro de planta y la activación del sistema de alarmas.)	A	Lic. Juan Ramón Herebia Hernández	Se deberá implementar durante la etapa de operación y mantenimiento y dar puntual seguimiento a la ejecución de cada una de las atividades propuestas para la administración del riesgo.

II.3.1 Calculo de la Probabilidad incorporando las salvaguardas adicionales.

Los sistemas de detección de mezclas explosivas y detección de fuego, en combinación con los sistemas de seguridad existentes, crearan un sistema de redundancia disminuyendo la probabilidad de ocurrencia del evento no deseado.

Los sistemas de detección de fuego y mezclas explosivas, tienen la siguiente función.

Sistema de Detección de fuego: detectara la presencia de fuego enviando una señal que active el paro automático de planta, alarma y active el sistema contraincendio

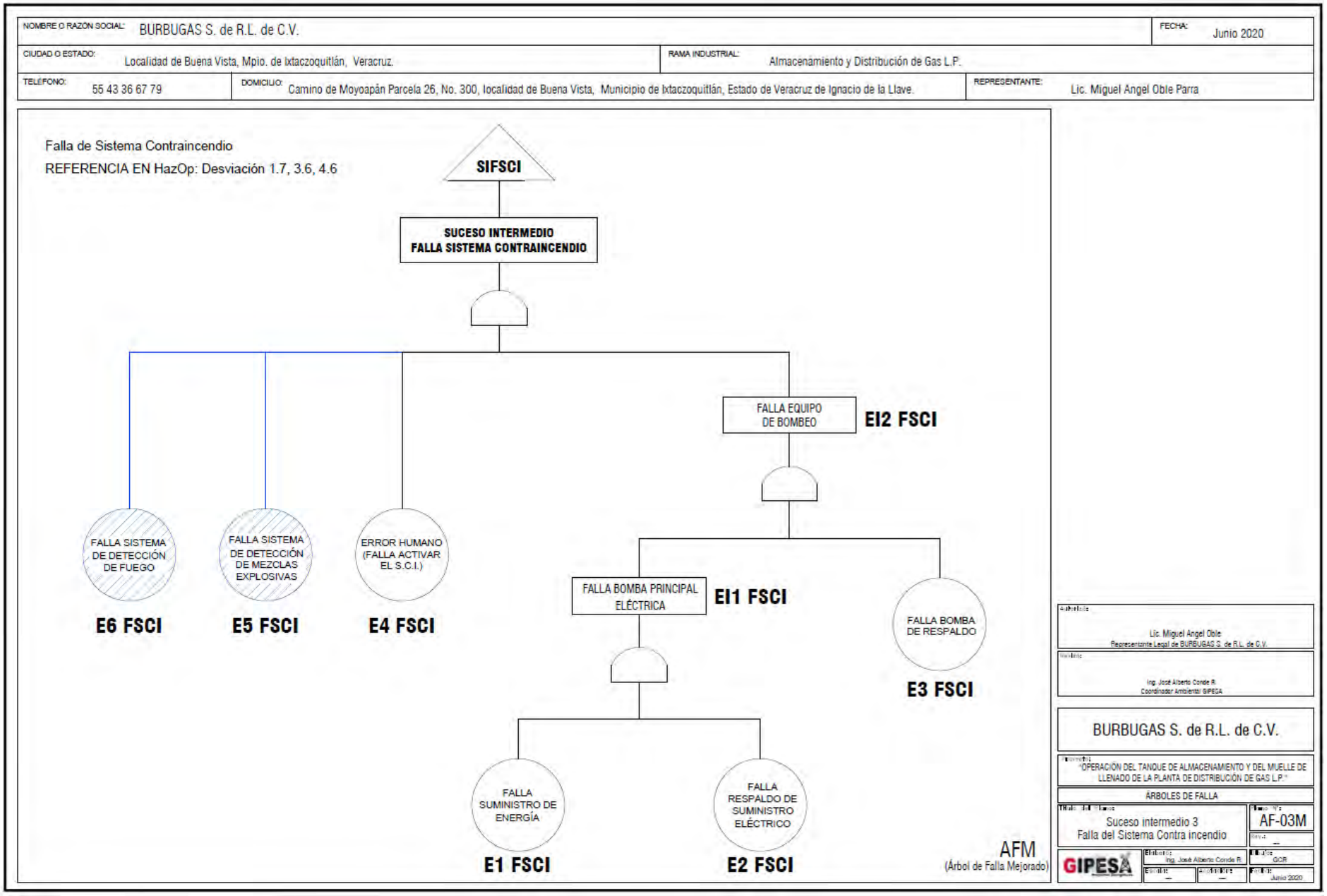
Sistema de Detección de Mezclas Explosivas o potencialmente inflamables: Estará calibrado en función del **Límite Inferior de Explosividad (LIE)**; detectará la concentración de Gas L.P. en el aire de manera que se disparen las alarmas o el bloqueo de válvulas y paro de planta conforme a lo siguiente:

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.

El árbol que se vería modificado sería el que se construyó para el Suceso Intermedio 3 Falla del Sistema Contra Incendio (**SI3FSCI**). Al generar dos lazos de control que permitan enviar una señal por medio de un trasmisor que detecto una mezcla explosiva o la presencia de fuego al sistema de paro de emergencia, y que se active el sistema contraincendio, así como el paro de emergencia y se active el sistema de alarma, permitirá crear un sistema de redundancia en la que la activación del sistema contraincendio no depende solo del personal, sino que ahora se tienen dos mecanismo bajo los cuales podrán activarse el sistema contraincendio, el paro de emergencia y la notificación al personal, disminuyendo la probabilidad de ocurrencia del eventos y las consecuencias sobre el personal.

El árbol modificado se muestra a continuación y también se presenta en el **Anexo 6**

Fig. 11 Árbol de Fallas construido para el evento Suceso Intermedio 3 SI3FSCI adicionando las medidas adicionales de seguridad-



La probabilidad para el Suceso Intermedio 3 se determina bajo la siguiente secuencia:

La probabilidad de ocurrencia de cada uno de estos sucesos se determinar mediante las siguientes expresiones.

SI3 Falla Sistema Contra incendio EV6 * EV5 * EV4 * EI2	**3.01E-15**

Valores de probabilidad de ocurrencia para el suceso intermedio: Falla sistema contraincendio. (SI3FSCI)			
Evento	**Descripción**	**Probabilidad**	**Referencia**
E1FSCI	Falla Suministro de Corriente Eléctrica.	**3.4 E-04**	Fink, D.G., "Standard Handbook for Electrical Engineers", 10th Ed., p. 26-13 (1968).
E2FSCI	Falla sistema de Respaldo de Energía	**1.14 E-04**	
E3FSCI	Falla Bomba de Respaldo	**4.6 E -02**	OREDA Offshore reliability data handbook 4th edition, 2002
E4FSCI	Error Humano (Falla activación manual del SCI)	**1.0 E -02**	Williams, Jeremy C., "Incorporating Human Performance Variability in Process Safety Assessment", (Publication source unknown).
E5FSCI	Falla Seña eléctrica (Sistema de detección de fuego))	**1.30E-02**	Fink, D.G., "Standard Handbook for Electrical Engineers", 10th Ed., p. 26-13 (1968)
E6FSCI	Falla Señal (Sistema de detección de Mezclas Explosivas)	**1.30E-02**	

De manera que la probabilidad de ocurrencia del BLEVE es:

P (BLEVE)	**SI4SPT * SI5DT**	**1.23E-22**
SI4SPT	**SUBTOPIE * EB1BLEVE**	**1.02E-16**
SI4DT	**E2BLEVE+E3BLEVE**	**1.00E-02**

La probabilidad calculada sin las salvaguardas adicionales fue de: 4.08E-10; adicionando las salvaguardas se tiene un valor de 1.23E-22.

por lo que la adicción de estas medidas de seguridad disminuyen la probabilidad de ocurrencia del de que falle el sistema contraincendio, si esto se suma que se implementara el SASISOPA, cuya intención es la de administrar el riesgo mediante auditorias sistemáticas y periódicas de la instalación, se asegura el cumplimiento de las actividades de mantenimiento disminuyendo errores humanos, tenemos que la planta puede operar con confiabilidad siempre y cuando se instalen las medidas de seguridad propuestas.

Ahora veamos cómo se comporta la frecuencia de ocurrencia a partir de los valores de probabilidad de falla determinados y utilizados en los árboles de fallo.

II.3.2 Frecuencia de ocurrencia de los eventos analizados con las salvaguardas adicionales.

Árbol de Eventos. (ETA: Event Tree Analysis).

Ahora veamos cómo se comporta la frecuencia de ocurrencia a partir de los valores de probabilidad de falla determinados y utilizados en los arboles de fallo.

Para determinar la frecuencia de ocurrencia de las hipótesis de accidentes es necesario acudir a técnicas como la del árbol de eventos, que es un método inductivo que describe de forma cualitativa y cuantitativa las respuestas de un sistema técnico frente a una falla inicial, permitiendo una cuantificación posterior.

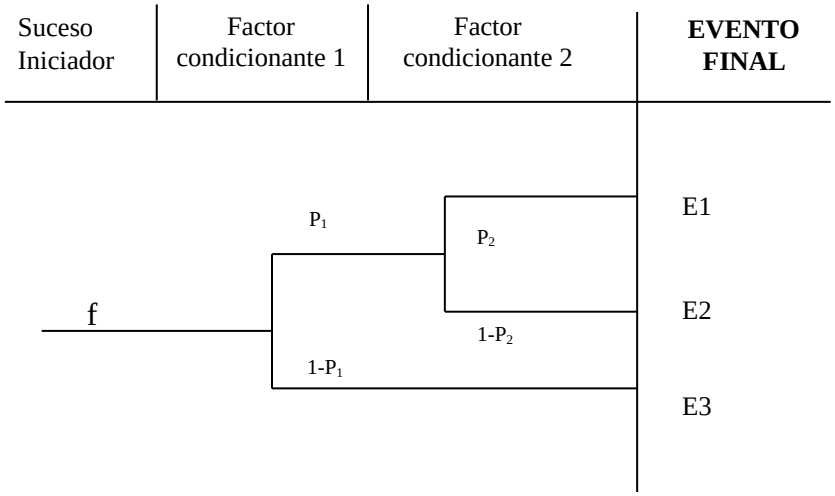
Partiendo de la falla inicial o suceso iniciador y considerando los factores condicionantes involucrados, el árbol de eventos describe las secuencias accidentales que conducen a los posibles eventos. La construcción y evaluación del árbol empieza por la identificación de los factores condicionantes y las probabilidades de ocurrencia (éxito / falla) de cada uno de ellos (a partir de bases de datos, o bien acudiendo si es preciso a la técnica del árbol de fallas para sistemas más complejos).

A continuación, se colocan cada uno de los N factores identificados como cabezales y, partiendo del suceso iniciador, se plantea sistemáticamente para cada uno de ellos dos bifurcaciones: en una rama se refleja el éxito o la ocurrencia del suceso (con probabilidad P), y en la otra se representa la falla o no ocurrencia del suceso (probabilidad 1-P).

Se obtienen así 2N combinaciones o secuencias. Sin embargo, las dependencias entre los sucesos hacen que la ocurrencia o éxito de uno de ellos pueda eliminar la posibilidad de otros, reduciéndose así el número total de secuencias.

La disposición horizontal de los cabezales se suele hacer por orden cronológico de evolución del accidente, si bien este criterio es de difícil aplicación por las interrelaciones existentes.

El árbol de eventos representado a continuación pretende ilustrar su construcción y evaluación:



Donde:

f = frecuencia del suceso iniciador
P_i = probabilidad de ocurrencia (éxito) del suceso i
1-P_i = probabilidad de no ocurrencia (falla) del suceso i
f_{Ei} = frecuencia del evento E_i, con
$f_{E1} = f \cdot P_1 \cdot P_2$
$f_{E2} = f \cdot P_1 \cdot (1-P_2)$
$f_{E3} = f \cdot (1-P_1)$

Para un determinado evento se suman las frecuencias de las distintas secuencias que conducen a él.

Frecuencia del suceso iniciador.

Para aplicar la técnica del árbol de eventos, es necesario determinar la frecuencia del suceso iniciador; sin embargo, dado que la planta es un proyecto no se tienen datos estadisticos que nos señalen la frecuencia de ocurrencia de la ruptura de tubería o manguera.

Por otra parte, de acuerdo a lo manifestado por el grupo de trabajo y basados en su experiencia los integrantes manifiestan no haber presenciado o tenido noticia de la ruptura total de tubería Gas L.P que represente un riesgo para las instalaciones.

Si bien dentro de la experiencia del desarrollo de estudios de riesgo para otras plantas de distribución un participante ha señalado que, si presenció la ocurrencia de este evento, sin embargo, no se tiene el periodo en el cual ocurrió.

Por lo que para determinar la frecuencia del suceso iniciador tomaremos de referencia el único incidente en donde se presentó un BLEVE: San Juan Ixhuatepec (San Juanico) ocurrido en 1984; a la fecha aún no existe la suficiente claridad de las causas que dieron paso a que ocurriese esta tragedia.

Un análisis de la posible causa de lo que ocurrió en San Juanico, menciona que "…*Se cree que uno de los contenedores de 54 m³ fue sobrellenado y produjo una ruptura en una tubería de 20 cm de diámetro conduciendo el gas de alimentación que venía desde refinerías remotas…"*[5]*;* de acuerdo con este análisis la instalación inicio operaciones en 1962 y el incidente ocurrió en 1984, es decir transcurrió un periodo de 22 años, por lo que la frecuencia de ocurrencia es de 1/22 años es decir= **0.0455 veces/año**

Siendo este el valor de frecuencia del suceso iniciador.

Los resultados del árbol de Eventos se presentan en el **Anexo 6.**

Y el resumen es el siguiente:

RESULTADOS DE LA FRECUENCIA CON LA QUE SE PRESENTARIAN LAS CONSECUENCIAS		
EMISIÓN SUCESO CONTROLADO	4.54E-02	VECES/AÑO
JET FIRE	6.55E-22	VECES/AÑO
FLASH FIRE	7.93E-22	VECES/AÑO
UVE	2.47E-24	VECES/AÑO
BLEVE	1.34E-37	VECES/AÑO

Para el análisis de los valores de frecuencia de ocurrencia obtenidos utilizaremos la Tabla 27 en la cual se mencionan los criterios cuantitativos y cualitativos utilizados para determinar la categoría en la que un escenario de riesgo se puede presentar

Tabla 18 niveles cualitativos para la ocurrencia de los eventos.

Frecuencia		Criterios de ocurrencia		
Categoría	Tipo	Cuantitativo		cualitativo
Alta	F4	$> 10^{-1}$	> 1 en 10 años	El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años
Media	F3	10^{-1}-10^{-2}	1 en 10 años a 1 en 100 años	Puede ocurrir al menos 1 vez en la vida de las instalaciones
Baja	F2	10^{-2}-10^{-3}	1 en 100 años a 1 en 1000 años	Concebible: nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar
Remota	F1	$<10^{-3}$	< 1 en 1000 años	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra

[5] **Aprendizajes del Accidente de San Juan Ixhuatepec-México. Learning from the Accident in San Juan Ixhuatepec-Mexico, Antioco López-Molina (1), Richart Vázquez-Román (1)*, Christian Díaz-Ovalle(2). https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000600013**

Los valores de la tabla anterior indican la secuencia – con base en la frecuencia de ocurrencia – en la que se presentaría un escenario de riesgo de acuerdo a la probabilidad de éxito o falla de las salvaguardas con las que cuenta y contara la Planta de Distribución, los valores nos indican que un evento relacionado con una liberación de Gas L.P. con mayor frecuencia será controlado como una emisión sin mayores consecuencias, en caso de una falla de alguna salvaguarda (con una frecuencia menor a 1 en mil años, se presentara un jet fire o flash fire; en el caso de una Nube Explosiva No Confinada presentaría una menor frecuencia de presentarse con valores por debajo del millón de años, y el BLEVE es todavía aún mucho más bajo cae en la categoría **REMOTA ES DECIR F1 con valores por debajo de los <10-3 o < 1 en 1000 años,** reclasificándose a eventos de Riesgo **Tipo "C" Aceptable con Controles.**

Como se hemos demostrado a partir del análisis de probabilidad y de frecuencia, la incorporación de las medidas de seguridad (recomendaciones técnico operativas y/o salvaguardas) cumplirán con el objetivo de incrementar la seguridad de la Planta, disminuyendo la probabilidad y frecuencia de ocurrencia de un escenario de riesgo que derive en un JET FIRE, FLAS FIRE, UVCE o BLEVE.

Por lo que se concluye que la planta de Almacenamiento y Distribución puede operar con confiabilidad, siempre y cuando cuente con los sistemas de seguridad que se ha propuesto en los arreglos mecánicos, eléctrico, contraincendio, se instalen las salvaguardas (recomendaciones técnico operativas) que se han propuesto en el presente Análisis y se ejecuten y supervisen los programas de mantenimiento.

Consideramos importante señalar que el presente análisis de riesgo tiene como objeto identificar los potenciales escenarios de riesgo y bajo estos implementar medidas, salvaguardas o recomendaciones técnico - operativas que incremente el nivel de confiabilidad de operación de la planta y que impactaran en disminuir los efectos negativos que potencialmente podrían generarse sobre los componentes bióticos y abióticos del SA en donde se inserta la instalación.

II.3.3 Rejerarquización de los escenarios de riesgo considerados como TOP y SUBTOP.

A continuación, se reposicionarán los escenarios que se han considerado para el análisis cuantitativo tanto en la metodología HazOp como en las matrices de jerarquización de riesgo, considerando las consecuenas y la frecuencia de ocurrencia.

Numero de Nodo: 1 **Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.**	**Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.**
Parámetro a evaluar: Flujo, presión, corrosión, De otra manera	Intención de Diseño: Recepción de Gas L.P. de semirremolques mediante interconexión con mangueras de 2", tomas de recepción de 2"de diámetro nominal y su conducción por medio de tubería de 3" de diámetro nominal hasta los tanques de almacenamiento y el Retorno de Gas L.P. en estado gaseoso a semirremolque mediante tubería de 2" de tanque a toma de recepción, la toma es de 1 ½" de diámetro y manguera de 1 ½". Límites del Nodo. Desde la manguera de la toma de Recepción hasta las válvulas de entrada al tanque de almacenamiento para el Caso del Gas L.P. en estado líquido y de Válvula de salida del tanque de almacenamiento hasta toma de recepción para retorno de Gas L.P. en estado Vapor. Maquinaria necesaria para la operación: Compresor. Condiciones de Operación: **10 Kg/cm².** Capacidad máxima de desplazamiento: **677.59 LPM (179 GPM)**

No.	Variable	Palabra Guía	Desviación	Causas	Consecuencias	Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.	F	DP	DA	DN	DI	TIPO	Recomendaciones de Seguridad
1.6	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de la mangueras de 1 ¼" o 2" de Ø" nominal o ruptura de las tuberías de 1 ¼", 2" y 3" de Ø" nominal.	• Golpe externo. • Error humano (el semirremolque se pone en movimiento) • Falla de manguera	• Liberación súbita y masiva de gas L.P. • Formación inmediata de nubes explosivas y/o incendio. • Presencia de daños por radiación térmica y/o afectación por ondas de presión provocadas por explosiones. • Potencial efecto domino con los tanques de almacenamiento.	• Manguera de ruptura (Pull Away). • Válvulas esféricas de bloqueo antes y después de compresor. • Válvulas de exceso de flujo en semirremolque. • Válvulas de Exceso de flujo en línea de vapor de tomas de recepción • Válvulas de seguridad de control remoto neumática en línea de líquido y vapor. • Conexión a tierra. • Botonera de paro de emergencia. • Sistema contraincendio. • Sistema de alarmas.	**F1**	**C2**	**C1**	**C2**	**C1**	**C**	**1.** implementar el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA)

Proyecto: "Planta de Distribución de Gas L.P. "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."	Dibujo de referencia: PROYECTO MECANICO PLANO No.04	Fecha: 15 Mayo 2020

No.	Variable	Palabra Guía	Desviación	Causas	Consecuencias	Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.	F	DP	DA	DN	DI	TIPO	Recomendaciones de Seguridad
3.5	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de las mangueras de 1 ½" y 2" de Ø nominal o de las líneas de 2" y 3" de Ø nominal que conducen el Gas L.P. al	• Golpe externo. • Error humano (el semirremolque se pone en movimiento) • Falla de manguera	• Liberación súbita y masiva de gas L.P. • Formación inmediata de nubes explosivas y/o incendio. • Presencia de daños por radiación térmica y/o afectación por ondas de presión provocadas por explosiones.	• Protección contra impacto vehicular • Manguera de ruptura (Pull Away). • Válvulas esféricas de bloqueo a la salida del tanque. • Válvulas de cierre rápido en línea de líquido seccionándola. • Válvula de seguridad de control remoto neumática en línea de líquido. • Conexión a tierra. • Botonera de paro de emergencia. • Sistema contraincendio. • Sistema de alarmas.	**F1**	**C2**	**C1**	**C2**	**C1**	**D**	**1.** implementar el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA)

Proyecto: "Planta de Distribución de Gas L.P. "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."						Dibujo de referencia: PROYECTO MECANICO PLANO No.04						Fecha: 15 Mayo 2020
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO**	**Recomendaciones de Seguridad**
4.5	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de las líneas de 3" y 2" de Ø nominal que conducen el Gas L.P. al Múltiple de llenado y su retorno a tanque de almacenamiento	• Golpe externo que deriva en la ruptura de la línea de suministro al múltiple de llenado.	• Liberación súbita y masiva de gas L.P. • Formación inmediata de nubes explosivas y/o incendio. • Presencia de daños por radiación térmica y/o afectación por ondas de presión provocadas por explosiones.	• Protección contra impacto vehicular. • Válvulas de exceso de flujo en salida del tanque. • Válvulas de cierre rápido antes y después de la bomba. • Válvulas esféricas de bloqueo a la salida del tanque y antes del múltiple de llenado • Conexión a tierra. • Botonera de paro de emergencia. • Sistema contraincendio. • Sistema de alarmas.	**F1**	**C2**	**C1**	**C2**	**C1**	**D**	**1.** implementar el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA)

FRECUENCIA	ALTA (F4)	B	B	A	A
	MEDIA (F3)	C	B	B	A
	BAJA (F2)	D 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 2.1, 2.2, 2.3 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.6	C 1.7 3.6 4.6	B	A
	REMOTA(F1)	D 1.6 3.5 4.5	D	C 2.4	B
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
		CONSECUENCIA			

Tablas Resumen de Resultados.

Sustancias involucradas.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)*	No. CAS**	Densidad (g/cm3)	Flujo (l/seg)	Longitud de la tubería (m)	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (kg/cm^2)	Espesor (mm)	Descripción de la Trayectoria
El Gas LP es una mezcla de Propano – Butano								
Mezcla de Propano. Butano	74-98-6	0.585	Bomba 6.3	No relevante para el análisis de riesgo	2”	5.00	2.77	No relevante toda la tubería se encuentra confinada en un área de 521.33 m^2, que se encuentran al interior del predio que alberga la instalación.
	106-97-8	0.540	Compresor 7.89	No relevante para el análisis de riesgo	3”	10.0		

Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.

No. de Falla	No. de Evento	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente Ambiental afectado	Infraestructura urbana afectada.
		Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o Equipo			
1.2	1 - BBG	X		X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Acahual	Casa abandonada
1.2	2 - BBG	X		X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Acahual	Casa Abandonada
1.6	3 - BBG		X			Tubería o Accesorio	HazOp	Acahuales.	1. Casa Abandonada 2. Sanitarios 3. Palapa 4. Oficinas de la Subestación
1.6	4 -BBG		X			Tubería o Accesorio	HazOp	Acahuales.	1. Casa Abandonada 2. Sanitarios 3. Palapa 4. Oficinas de la Subestación
2.4	5		X	X		Tanque	HazOp	Acahuales.	1. Casa Abandonada. 2. Servicios sanitarios y Palapa de reunión en la Subestación de CFE. 3. Oficinas de la Subestación Electrica. 4. Parador y Vulcanizadora. 5. Bodega (actividad agroindustrial) 6. Fraccionamiento 19 de Octubre. 7. Localidad Buena Vista 8. Localidad Unión y Progreso. 9. Localidad Dos Arroyos. 10. Fraccionamiento Potrerillo II
3.1 4.1	6A - BBG	X		X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Acahual	Ninguna
	6B - BBG	X		X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Acahual	Casa Abandonada
3.1 4.1	7ª - BBG	X		X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Acahual	Casa Abandonada
3.5 4.5	7B - BBG	X		X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Acahual	Casa Abandonada
	8A - BBG		X	X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Acahual	1. Casa Abandonada 2. Sanitarios 3. Palapa

	8B - BBG		**X**	**X**	**X**	**Tubería o Accesorio**	**HazOp**	**Acahual**	**1. Casa Abandonada 2. Sanitarios 3. Palapa 4. Oficinas de la Subestación**
3.5 4.5	**9A – BBG**		**X**	**X**	**X**	**Tubería o Accesorio**	**HazOp**	**Acahual**	**1. Casa Abandonada 2. Sanitarios 3. Palapa 4. Oficinas de la Subestación**
	9B - BBG					**Tubería o Accesorio**	**HazOp**	**Acahual**	**1. Casa Abandonada 2. Sanitarios 3. Palapa 4. Oficinas de la Subestación**

Estimación de Consecuencias.

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica		Ondas de sobrepresión	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad	C	G	S	R	N		RAR	RAMOR	RAR	RAMOR
												m	m	m	m
1.2	1BBG		X	84.42	Kg					X	SCRI FUEGO	5.78	10.72	52.11	88.68
1.2	2BBG		X	189.60	Kg					X	SCRI FUEGO	5.84	15.82	68.28	116.21
1.6	3BBG	X		1277.10	Kg				X		SCRI FUEGO	29.99	55.15	125.79	260.04
1.6	4BBG	X		2375.10	Kg				X		SCRI FUEGO	40.03	74.00	187.89	319.78
2.4	5	X		121500.00	Kg	X					SCRI FUEGO	761.92	1423.76		
3.1	6ABBG		X	25.32	Kg					X	SCRI FUEGO	3.16	5.98	34.88	59.36
4.1	6BBBG		X	42.18	Kg					X	SCRI FUEGO	4.10	7.67	41.32	70.37
3.1	7ABBG		X	57.60	Kg					X	SCRI FUEGO	4.69	8.83	45.87	78.07
4.1	7ABBG		X	94.98	Kg					X	SCRI FUEGO	6.97	11.31	55.19	92.23
3.5	8ABBG	X		316.98	Kg				X		SCRI FUEGO	15.02	28.10	96.02	163.43
4.5	8BBBG	X		528.00	Kg				X		SCRI FUEGO	19.41	36.00	113.82	193.27
3.5	9ABBG	X		1020.50	Kg				X		SCRI FUEGO	28.53	53.00	141.79	241.31
4.5	9BBBG	X		1020.50	Kg				X		SCRI FUEGO	26.97	49.59	141.77	241.29

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR
1.2	1BBG		X	84.42	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	5.73	10.72
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales						SCRI FUEGO	52.11	88.68
						Salud Humana						SCRI FUEGO		
1.2	2BBG		X	189.60	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	5.84	15.82
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	68.28	116.21
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
1.6	3BBG		X	1277.10	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	29.99	55.15
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	125.79	260.04
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		
No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR
1.6	4	X		1047	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	40.03	74.00
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	187.89	319.78
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		

3.1	6A BBG		X	25.32	Kg	Efectos por Radiación Térmica								3.16	5.98
						Acahuales					X	SCRI FUEGO			
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO			
						Efectos Ondas de Sobrepresión								34.88	59.36
						Acahuales					X	SCRI FUEGO			
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO			
4.1	6B BBG		X	42.18	Kg	Efectos por Radiación Térmica								4.10	7.67
						Acahuales					X	SCRI FUEGO			
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO			
						Efectos Ondas de Sobrepresión								41.32	70.37
						Acahuales					X	SCRI FUEGO			
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO			
3.1	7A BBG		X	57.60	Kg	Efectos por Radiación Térmica								4.69	8.83
						Acahuales					X	SCRI FUEGO			
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO			
						Efectos Ondas de Sobrepresión								45.87	78.07
						Acahuales					X	SCRI FUEGO			
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO			
4.1	7B BBG		X	94.98	Kg	Efectos por Radiación Térmica								6.97	11.31
						Acahuales					X	SCRI FUEGO			
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO			
						Efectos Ondas de Sobrepresión								55.19	92.23
						Acahuales					X	SCRI FUEGO			
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO			
3.5	8A BBG		X	316.98	Kg	Efectos por Radiación Térmica								15.05	28.10
						Acahuales					X	SCRI FUEGO			
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO			
						Efectos Ondas de Sobrepresión								96.02	163.43
						Acahuales					X	SCRI FUEGO			
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO			

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR
4.5	8B BBG	X		528.00	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	19.41	36.00
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	113.82	193.27
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		
3.5	9A BBG	X		1020.50	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	28.53	53.00
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	141.79	241.31
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		
4.5	9B BBG	X		1020.50	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	28.53	53.00
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	141.77	241.31
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR
Análisis Efectos Por Bola de Fuego.														
2.4	5	X		121500	Kg	Acahuales				X		SCRI FUEGO	N/A	N/A
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
Radiación Térmica														
						Acahuales				X		SCRI FUEGO	912.29	1704.19
						Salud Humana	X					SCRI FUEGO		

C) Catastrófico: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con un nivel de peligro (por ejemplo, gases tóxicos o inflamables, radiación térmica o explosión causada por sobrepresión) que puede causar efectos ecológicos adversos irreversibles o grave desequilibrio al ecosistema. Un efecto ecológico adverso irreversible es aquel que no puede ser asimilado por los procesos naturales, o solo después de muy largo tiempo, causando pérdida o disminución de un componente ambiental sensible (por ejemplo, especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tipos de vegetación amenazada, entre otros).

(G) Grave: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos temporales. Un efecto ecológico adverso temporal es aquel que permanece un tiempo determinado, y disminuye la calidad o funcionalidad de un componente ambiental, siendo factible de atenuar con acciones de restauración o compensación.

(S) Significativo: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos recuperables. Un efecto ecológico adverso recuperable es aquel que puede eliminarse o remplazarse por la acción natural o humana, no afectando la dinámica natural del ecosistema o del componente ambiental.

(R) Reparable: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos reversibles. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que puede ser asimilado por los procesos naturales a corto plazo.

(N) Ninguno: Este evento no alcanza áreas externas a los terrenos de la instalación

Criterios Utilizados

No. de Falla	NO. de Evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación Térmica	
		IDLH	TLV	Velocidad del Viento m/seg	Estabilidad Atmosférica	Alto Riesgo Psi	Amortiguamiento psi	Alto Riesgo 5 kw/m^2	Amortiguamiento 1.4 kw/m^2
1.2	1BBG			2.14	E	1.00	0.51	5	1.4
1.2	2BBG			2.14	E	1.00	0.51	5	1.4
1.6	3BBG			2.14	E	1.00	0.51	5	1.4
1.6	4BBG			2.14	E	1.00	0.51	5	1.4
2.4	5			2.14	E			5	1.4
3.1	6ABBG			2.14	E	1.00	0.51	5	1.4
4.1	6BBBG			2.14	E	1.00	0.51	5	1.4
3.1	7ABBG			2.14	E	1.00	0.51	5	1.4
4.1	7ABBG			2.14	E	1.00	0.51	5	1.4
3.5	8ABBG			2.14	E	1.00	0.51	5	1.4
4.5	8BBBG			2.14	E	1.00	0.51	5	1.4
3.5	9ABBG			2.14	E	1.00	0.51	5	1.4
4.5	9BBBG			2.14	E	1.00	0.51	5	1.4

II.4 Conclusiones.

Sobre las Condiciones ambientales.

De acuerdo a la información analizada del componente biótico del **SA** propuesto para el proyecto, este corresponde una superficie que mayormente ha sido alterada para el desarrollo de actividades pecuarias; de las **6106.605072 Ha,** xxxx son ocupadas para siembre de cultivos y/o ganadería. La escasa cobertura de vegetación tiene afectaciones sobre el componente faunístico, que al menos durante los recorridos de campo y muestreos realizados no se observó mastofauna o especies de tallas medianas o pequeñas. Aunque es posible que esten presentes en las zonas altas en donde aun uan se tiene presencia de selva alta perennifolia y el Área Natural Protgida "Río Blanco"**. En esencia el predio en donde se aloja la planta de distribución se encuentra rodeado de áreas impactadas por actividades pecuarias y urbanas, la presencia de vegetación natural se reduce a remanentes de vegetación de selva alta perennifolia (Acahuales) que se distribuyen de forma dispersa, se tiene un área de vegetación original muy bien conservada hacia el Este, fuera de los radios de alto riesgo determinados en los distintos escenarios identificados.**

Escenarios más probables Menos catastróficos.

En materia de riesgos ambientales.

En el caso de los escenarios de riesgos identificados como más probables pero menos catastróficos, los resultados de las simulaciones indican que en en todos los casos los radios de afectación por radiación térmica se circunscriben al predio, sin tener afectaciones directas al componente biótico que rodea el predio. En lo que se refiere a las ondas de sobrepresión si bien, en algunos casos el radio de alto riesgo alcanza el acahual de la colindancia Este los potenciales daños que se generarían se estiman en perdida de follaje sin poner en riesgo su permanencia.

Por lo que **los daños que se ocasionarían no causaran daños relevantes sobre los ecosistemas presentes en el SA, y por lo tanto no se tienen riesgos daños que deriven en pérdida del equilibrio ecológico del SA propuesto.**

Escenarios Menos probables más catastróficos.

En caso de una remota ocurrencia de los eventos más catastróficos pero menos probables los resultados de las simulaciones indican que los radios potenciales de afectación por radiación térmica solo en los escenarios 3BBG y 4BBG el radio de amortiguamiento alcanza el acahual de la colidancia Sureste, sin embargo, dado que la intensidad de la radiación térmica es similar a la de un intenso dia soleado (1.4 Kw/m^2) los daños estimados serán perdida de follaje. **Es decir, no generán daños que pongan en riesgo la permanencia de este ecosistema y mucho menos en riesgo el equilibrio ecológico del SA propuesto.**

Para el caso de las potenciales afectaciones por ondas de sobre presión, en todos los casos los radios alto riesgo podrán alcanzar el acahual en la colindancia Sureste, de acuerdo a la fuerza de la onda de choque (0.5 psi) los daños estimados es la perdida de follaje, sin poner en riesgo su permanencia por lo que tampoco estará en riesgo el equilibrio ecológico del SA propuesto.

Caso Más Catrastrofico (BLEVE)

El diámetro de la bola de fuego sobrepasa los límites del predio, el acahual ubicado en la colindancia Sureste, siendo expuesto de forma directa al fuego, durante 16.8 segundos, presentado perdida inmediata de follaje y riesgo de incencio del acahual, lo que podría poner en riesgo su permanencia. NO se identifican riesgos de propagación de incendio a otros acahuales. **Los daños se estiman moderados, ya que es una superficie muy pequeña, su pérdida no pone en riesgo el equilibrio ecológico que actualmente presenta el SA propuesto para el proyecto.**

En materia de riesgos a la salud.

En el caso de los escenarios de riesgos identificados como más probables pero menos catastróficos, los resultados de las simulaciones indican que en en todos los casos los radios de afectación por radiación térmica se circunscriben al predio, sin tener afectaciones directas a la infraestructura urbana identificada en las inmediaciones del predio que aloja la planta. En lo que se refiere a las ondas de sobrepresión únicamente el radio de amortiguamiento, alcanzan la casa abandonada de colindancia Sureste, los daños estimados por la fuerza de choque son menores sin poner en riesgo integridad mecánica.

Por lo que **los daños que se ocasionarían no ponen en riesgo a la salud humana de la población presente en el SA propuesto.**

Escenarios Menos probables más catastróficos.

En caso de una remota ocurrencia de los eventos más catastróficos pero menos probables los resultados de las simulaciones indican que los radios potenciales de afectación por radiación térmica solo en los escenarios 3BBG y 4BBG el radio de amortiguamiento alcanza la casa abandonada, la intensidad de radiación térmica a la que se verían expuesta esta infraestructura es de 1.4 kw/m^2 similiar a la de un dia soleado. **No se identificaron afectaciones a la salud humana.**

En lo que respecta a las potenciales afectcaciones por ondas de sobrepresión, solo el radio de alto riesgo de los escenarios 3BBG y 4BBG alcanzan los servicios sanitarios y la palapa de reunión de la CFE, siendo esta la infraestructura urbana que podria albergar personas ajenas a la planta. De acuerdo a las potenciales afectaciones Las personas que esten en estos sitios, en el momento que ocurra una explosión, solo alcanzaran a escuchar un ruido muy fuerte, sin que sufran deños físicos. **No se identificaron afectaciones a la salud humana.**

En lo que refiere a los potenciales daños a la infraestructura por el impacto de la fuerza de choque se estiman daños menores como ruptura de cristales, daños a los marcos de puertas y ventanas; que serán mitigados por la barda perimetral que absorbera parte de fuerza mininzando los daños potenciales. **Se estimana daños menores a la infraestructura urbana.**

Caso Más Catrastrofico (BLEVE)

Bola de Fuego.

Salud Humana. Graves

De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento sobresalen del predio, sin embargo, dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de ninguna infraestructura urbana, por lo que **no se estiman afectaciones a la salud humana de la población.**

Consecuencias por Radiación Térmica a la Salud Humana

Para estimar las potenciales afectaciones que se podrían generar sobre la salud humana al verse expuesta a la radiación térmica, consideraremos los valores de intensidad de radiación térmica que usa el software SCRI FUEGO.

De acuerdo a estos radios tenemos:

Zona de Riesgo	Daños sobre la salud humana	Alcance En metros	Infraestructura urbana afectada	Nivel de Daños Estimados
	Zona 1: Dolor en piel desnuda. Radiación: 4.04 W/m2	921.07	8. Fraccionamiento Buena Vista	Menores
	Zona 2: Nivel de daño significativo Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda. Radiación: 9.08 kW/m2	611.02	7. Fraccionamiento 9 de Octubre.	Moderados
	Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio. Radiación: 15.26 kW/m2	308.66	6. Parador y vulcanzadora 7. Bodega o Almacen (actividades industriales)	Graves
	Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio. Radiación: 43.17 kW/m2	157.98	3. Servicios Sanitarios y Palapa de reunión.	Catastroficos

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

Capítulo III

ÍNDICE

CAPÍTULO III **1**
SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL **1**

III.1 Recomendaciones técnico-operativas **1**
III.2 Sistemas de seguridad **2**
III.2.1 Sistemas de seguridad y control de emergencias 2
III.2.1.1 Sistema de protección por medio de agua 2
III.2.1.2 Sistema de protección por medio de extintores. 4
Equipo de protección personal para combate de incendio. 4
III.2.1.3 Sistema de paro de emergencia. 5
III.2.2 Sistemas de seguridad en área de recepción, tanques almacenamiento y suministro. 6
III.3 Medidas Preventivas **7**
III.3.1 Contra impactos por vehículos. 7
III.3.2 Contra descargas eléctricas. 8
III.3.3 Contra explosión. 8
III.3.4. Contra agentes externos y sabotaje. 8
III.3.5 Rótulos de seguridad. 8
III.3.6. Planes y programas para el control y mitigación de efectos negativos. 12

CAPÍTULO III

SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

III.1 Recomendaciones técnico-operativas

Durante la aplicación del HazOp se emitieron las siguientes recomendaciones Técnicas Operativas.

DE LA RECOMENDACIÓN				RESPONSABLE DE LA ATENCIÓN	FECHA DE CUMPLIMIENTO
No.	CODIFICACIÓN	DATOS GENERALES SINTESSIS DESCRIPTIVA	INDICE DE RIESGO		
1	ERA-BURBUGAS-2020-RT1	1. implementar el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA)	**C**	Lic. Juan Ramón Herebia Hernández	06/06/2021
2	ERA-BURBUGAS--2020-RT1	2. Colocar un sistema de detección de mezclas explosivas. Se deberán instalar creando un lazo de control que permitan activar el sistema contraincendio, el paro de planta y la activación del sistema de alarmas.)	**A**	Lic. Juan Ramón Herebia Hernández z	06/06/2021
3	ERA-BURBUGAS--2020-RT1	3. Colocar un sistema detección de fuego. Se deberán instalar creando un lazo de control que permitan activar el sistema contraincendio, el paro de planta y la activación del sistema de alarmas.)	**A**	Lic. Juan Ramón Herebia Hernández	06/06/2021

III.2 Sistemas de seguridad

Las medias de seguridad en materia ambiental están encaminadas a controlar los potenciales eventos identificados en el Capítulo I y II, por lo que esta Planta de distribución de Gas L.P. contará con medidas de seguridad para prevenir, controlar y combatir las emergencias relacionadas con el manejo de Gas L.P. por medio de una serie de elementos de seguridad tales como:

III.2.1 Sistemas de seguridad y control de emergencias

III.2.1.1 Sistema de protección por medio de agua

Con el objeto de obtener mayor seguridad en la protección de las zonas de almacenamiento y trasiego; y estacionamientos de los vehículos de reparto y autotanques, los análisis de las condiciones de la instalación están calculados hidráulicamente con los criterios de la NOM-001-SESH-2014.

a) Cisterna para agua:

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

1. Cisterna de seguridad de 51.75 m^3 de agua con las siguientes medidas: Planta 4.50 x 5.00 y profundidad de 2.30 metros, su llenado se realizará a base de pipas.

2. Caseta de máquinas construida sobre la cisterna con dimensiones en Planta de 4.00 x 4.00 y altura de 2.50 metros, cuenta con acceso para maquinaria y/o personal.

Capacidad mínima de la cisterna:

La capacidad mínima de la cisterna se obtiene de sumar 21,000 lts. del resultado del área en metros cuadrados del recipiente más grande de la Planta con dosificación de agua de 10 litros por metro cuadrado, la cual permite una operación continua durante treinta minutos.

Superficie = (π x L x ø) / 2 x 0.90

Superficie total = (3.1416 x 18.11 x 3.38) / 2 x 0.90 = 86.53 m^2

Capacidad mínima de la cisterna = S x 10 lts x 30 min + 21,000 = 86.53 x 10 x 30 + 21,000 = 46,961 lts = 46.96 m^3

b) Equipo de bombeo:

Ya que se cuenta con Planta de Emergencia la caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

- Una bomba con motor eléctrico de 40 C.F. y gasto de 2,200 L.P.M. a 5 Kg/cm^2, conectada a la Planta de Emergencia.
- Una bomba con motor eléctrico de 40 C.F. y gasto de 2,200 L.P.M. a 5 Kg/cm^2, con acometida independiente.

c) Red contraincendio.

En la red distribución de agua del sistema contra incendio, contará con 3 hidrantes ubicados estratégicamente para cubrir al 100% con un radio de cobertura del área de almacenamiento, áreas de trasiego, estacionamientos. Contando con una manguera de 30 m de longitud y diámetro 38 mm (1 ½"), Equipada con boquillas reguladoras que permita surtir neblina.
En la red distribución de agua del sistema contra incendio, cuenta con tres monitores ubicados estratégicamente para cubrir al 100 % con un radio de cobertura del área de almacenamiento, áreas de trasiego, estacionamientos contando con diámetro 38 mm (1 ½").

3. Red distribuidora, construida con tubo de Polietileno para 11.2 Kg/cm^2; accesorios y conexiones de fierro fundido para 8.5 Kg/cm^2. Esta tubería se instaló subterránea a una profundidad de 1.00 metro; la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 101 mm. de diámetro.

   Este sistema alimenta a los siguientes componentes:
   - Tres hidrantes y el sistema de riego por aspersión para el tanque de almacenamiento.
   - La tubería es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido visible.

4. Tubería y elementos de rociado para el tanque:
   - El tanque cuenta, por encima de él, con un tubo de rociado paralelo y transversal al eje del mismo, formando un semianillo.
   - Estas tuberías son de 51 mm. de diámetro.
   - El rociado opera colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 38 en todo el semianillo. Las boquillas de rociado son de tipo recto de cono lleno, con un diámetro de entrada de ½" y un gasto individual de 29.52 L.P.M. a una presión de 3 Kg/cm^2.

Válvula del sistema de aspersión:

La operación de las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se efectuará por manipulación manual, por lo cual se contará con:

a) Un control de arranque del sistema de bombeo.
b) Para operar la válvula a la apertura se tiene indicado mediante flechas pintadas el sentido del giro para operar la válvula a la apertura.
c) Las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se tienen colocadas fuera de la zona de almacenamiento y trasiegos del Gas L.P.
d) Se cuenta también con una válvula de bloqueo en cada línea de abastecimiento de agua al sistema de enfriamiento por aspersión, en cada uno de los recipientes de almacenamiento.

Toma siamesa.

La Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P. contará con una toma siamesa identificada, como prevención en alguna contingencia, la cual se instalará en el exterior en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua, cuyo objeto es inyectar directamente a la red contra incendio, el agua será proporcionada desde el exterior, como también, a la cisterna en caso de no contar con el equipo de bombeo necesario en el exterior. La operación consistirá en el manejo de válvulas de compuesta seguida de una válvula no retroceso. Para habilitar la toma siamesa a la red del sistema de enfriamiento.

III.2.1.2 Sistema de protección por medio de extintores.

a) Extintores manuales:

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se encuentran instalados extintores de polvo químico seco del tipo manual, de 9 Kg. de capacidad cada uno, en los lugares siguientes:

- Seis en el muelle de llenado
- Dos junto a tablero eléctrico (bióxido de carbono)
- Dos en oficinas
- Cuatro en estacionamiento para vehículos de reparto, propiedad de la misma empresa.
- Uno en caseta de equipo contra incendio
- Dos en servicios sanitarios
- Cuatro en zona de almacenamiento
- Dos en Bombas
- Uno en Compresor
- Cuatro en tomas de recepción y suministro
- Dos en taller

b) Extintor de carretilla:

Se cuenta con dos extintores de carretilla, con capacidad de 60 Kg. de polvo químico seco Clase ABC, localizados en la zona de almacenamiento y taller respectivamente.

Equipo de protección personal para combate de incendio.

Sobre el lindero Sur contiguo a la cisterna del sistema contra incendio se encontrará instalado un gabinete metálico con vidrios obscurecidos para protección de la acción de los rayos solares que contendrá 2 equipos de protección personal para combate de incendio y consiste cada uno de casco con protección facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero confeccionados a base de Nomex, kevlar o material equivalente.

III.2.1.3 Sistema de paro de emergencia.

Este sistema se seguridad se compondrá de actuadores neumáticos que utilizarán aire con fluido para operar el actuador, las válvulas de paro de emergencia de acción remota estarán instaladas en el área de recepción en las líneas de vapor y en el área de suministro en las líneas de líquido y de vapor, con la finalidad de cortar el flujo de gas en el momento de una descarga imprevista, esta se podrá controlar operando las válvulas antes mencionadas, debidamente señaladas, despresurizando la línea de aire que va a dicha válvula para que esta se cierre automáticamente.

Se contará con un botón de paro de emergencia, los cuales estarán ubicados en la zona de trasiego de Gas L.P. y en las oficinas debidamente señaladas.

Alarma sonora contra incendio.

La alarma será del tipo sonoro claramente audible en el interior de la planta, con apoyo visual confirmación, ambos elementos operan con corriente eléctrica 120 V.

Comunicaciones.

Se contará con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especificarán los números a marcar para llamar a los bomberos, policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidades de emergencias del IMSS más cercanas, etc. Además, a través del sistema de radiocomunicación de los camiones repartidores de gas L.P., se darán las instrucciones necesarias a los conductores para que en caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la planta hasta nuevo aviso.

Entrenamiento de personal

Una vez en marcha el sistema contra incendio, se procedió a impartir un curso de entrenamiento del personal, que abarcó los siguientes temas:

1. Posibilidades y limitaciones del sistema.
2. Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
3. Uso de manuales.

a) Acciones a ejecutar en caso de siniestro.
   - Interpretación de las alarmas
   - Uso de accesorios de protección.
   - Uso de los medios de comunicación.
   - Evacuación de personal y desalojo de vehículos.
   - Cierre de válvulas estratégicas de gas.
   - Corte de electricidad.
   - Uso de extintores.
   - Uso de hidrantes como refrigerante.

- Operación manual y automática del rociado a tanque.
- Ahorro de agua.

b) Mantenimiento general:
   - Puntos a revisar.
   - Acciones diversas y su periodicidad.
   - Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
   - Mantenimiento correctivo.

III.2.2 Sistemas de seguridad en área de recepción, tanques almacenamiento y suministro.

Cada una de las áreas que integran la instalación contará con los siguientes sistemas y equipos de seguridad.

Cada recipiente contará con los siguientes accesorios:

- Un medidor para nivel de líquido instalado en medio cople de 63.5 mm de diámetro, tipo magnetel.
- Un manómetro con escala de a 21 kg/cm^2 instalado en cople de 6.4 mm (1/4") de diámetro.
- Un termómetro con gradación de -50 °C a +50 °C, instalado en cople de 12.27 mm de (1/2") diámetro y caratula de (3") 76 mm de diámetro.
- Dos válvulas de máximo llenado instaladas en medias coples de 6.4 mm de diámetro localizada una al 90% y la otra al 85% del nivel total del tanque.
- Cuatro medios coples para válvulas de exceso de flujo para gas líquido de 76 mm (3") de diámetro.
- Dos medios coples para válvulas de exceso de flujo o válvulas no retroceso para retorno de gas líquido de 51 mm (2") de diámetro.
- Cuatro medios coples para válvulas de exceso de flujo para gas de vapor de 51 mm (2").
- Dos aditamentos múltiples para cuatro válvulas de seguridad cada uno, bridada de 102 mm (4") de diámetro, con 4 válvulas de seguridad de 63.5 mm (2 ½") de diámetro, con capacidad de 308 cm.
- Un medio cople para válvula de exceso de flujo de 2" (51 mm) de diámetro para drenado del tanque.
- Cada una, estas válvulas tendrán un tubo de desfogue con capuchón en el extremo superior del mismo diámetro de la rosca de cada válvula, dichos tubos tendrán una altura de 2.00 mts lo cual hará posible en caso de apertura de alguna de las válvulas de seguridad, que la descarga sea a la intemperie; entre el tubo y la válvula de seguridad existirá un punto de fractura para que en el caso de ruptura el tubo no afecte el mecanismo de la válvula.
- Una conexión soldada al tanque para cable a tierra, la que consistirá en un alambre de cobre calibre No. 8 unido con una varilla "cooper weld" de 3.00 mts de largo enterrada, conectada a la red general de tierra.

III.3 Medidas Preventivas

La planta de Distribución de Gas L.P. contará con los siguientes medios de protección tales como:

III.3.1. Contra impactos por vehículos.

Se contará con medios de protección para evitar que los elementos instalados puedan ser alcanzados por algún vehículo automotor los cuales estarán instalados en los lugares siguientes:

Muros de block de 0.20 x 0.20 x 0.40 m armados y rellenos de concreto formando una plataforma con una altura mínima de 0.60 mts. a nivel del piso terminado.

- Bombas.
- Compresores.
- Bases de sustentación.
- Recipientes de Almacenamiento.

Plataformas de concreto en Tomas de Recepción y Suministro para protección de:

- Soportes de Toma de Suministro.
- Soportes de Toma de Recepción.

Las conexiones de las mangueras para las tomas y la posición del vehículo que se cargue estarán proyectadas para que la manguera siempre esté libre de dobleces bruscos.

Todas las mangueras usadas para conducir Gas L.P. serán especiales para este uso, construidas con hule neopreno y doble malla textil, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P., y diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm² a una presión de ruptura de 140 kg/cm² estando protegidas contra daños mecánicos.

Las mangueras cuando no estén en servicio sus acopladores quedarán protegidas con tapón.

III.3.2 Contra descargas eléctricas.

Los equipos conectados a "tierra" serán: recipientes de almacenamiento, bombas, compresores, tomas de suministro de remolques-tanque, tomas de recepción para carros-tanque, tuberías, soportes, transformador, tableros eléctricos, estructuras metálicas, construcciones y todos los equipos que se encuentren presentes y que se mencionan en el Artículo 250 de la NOM-001-SEDE-2012.

Todas las tomas contarán con pinzas especiales para conexión a "tierra" de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P.

III.3.3. Contra explosión.

Los equipos y materiales eléctricos deben ser adecuados y conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, tal y como lo establece en su numeral 4.2.3.10.

- Las tuberías conduit deben contar con sello a prueba de explosión a la llegada de la caja de conexiones de los motores y del tablero eléctrico.
- Los sellos a prueba de explosión en las tuberías conduit deben estar llenos con compuesto sellante.
- Las cajas de conexiones para tuberías conduit para fuerza y alumbrado en áreas clasificadas como Clase I División 1 deben ser a prueba de explosión.
- Los motores eléctricos acoplados a las bombas y a los compresores serán los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y contarán con interruptor automático de sobrecarga, además se encontrarán conectados al sistema general de "tierra".

III.3.4 Contra agentes externos y sabotaje.

La superficie que albergará la planta estará delimitada en todo su perímetro con una barda de block, dalas y castillo de 3 m de altura, todo de concreto armado.

Para el lado Sur se contará con un acceso de entrada con claro de 10 mts. y salida con claro de 10 mts., por el mismo lado Sur se contará con una salida de emergencia con claro de 8 mts., como se indica en el plano.

III.3.5 Rótulos de seguridad.

En el interior de la Planta de Distribución de Gas L.P. se contará con letreros o pictogramas de seguridad, conforme a al numeral 4.4 y 4.4.1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.

Deberán ser visibles instalados y distribuidos en los siguientes lugares como:

Tabla 1. Rótulos de seguridad.

Rótulo preventivo	Ubicación especificada
Alarma contra incendio	Interruptores de alarma
Botón de paro de emergencia pulse para operar	Junto a la válvula de paro de emergencia
Código de colores	Entrada de la planta y zona de almacenamiento
Extintor	Junto al Extintor
Gabinete de equipo de bombero	Junto al gabinete
Hidrante	Junto al hidrante
Letreros que indiquen diferentes pasos de maniobras	Tomas de recepción, suministro y carburación.
Peligro gas inflamable	Muelle de llenado, zonas de trasiego, un por lado en zona almacenamiento y patín de recepción
Prohibido efectuar reparaciones a vehículos	Zonas de trasiego y circulación en esta zona
Prohibido estacionarse	Ambos lados de puertas de acceso de vehículos y salidas de emergencia, y toma siamesa
Prohibido fumar	Zona de almacenamiento, trasiego y patín de recepción
Punto de arranque del sistema contra incendio.	De acuerdo al proyecto
Ruta de evacuación	varios
Salida de emergencia	Interior y exterior de las puertas
Se prohíbe el paso a vehículos o personas no autorizadas	Accesos a la planta, zonas de almacenamiento y trasiego
Se prohíbe encender fuego	Zonas de almacenamiento y trasiego, estacionamiento de vehículos de la empresa y patín de recepción
Uso obligatorio de guantes	Muelle de llenado y zonas de trasiego
Uso obligatorio de calzado de seguridad	Muelle de llenado
Válvula de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua	Junto a la válvula
Velocidad máxima 10 Km/h	Entrada de la planta y zonas de circulación

Tabla 2. Letreros y Pictogramas de seguridad.

Letrero	Pictograma	Cantidad
"ALARMA CONTRA INCENDIO" (Interruptores de alarma)	Pictograma	2
"PROHIBIDO ESTACIONARSE" (Accesos, salida de emergencia y toma siamesa)	Pictograma	7
"PROHIBIDO FUMAR" (Almacenamiento y trasiego)	Pictograma	6
"USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD" (Muelle de llenado)	Letrero	1
"USO OBLIGATORIO DE GUANTES" (Zona de trasiego)	Letrero	3
"HIDRANTE" (Junto al hidrante)	Pictograma	3
"EXTINTOR" (Junto al extintor)	Pictograma	34
"PELIGRO GAS INFLAMABLE" (Muelle de llenado, tomas de recepción, suministro y almacenamiento, carburación de autoconsumo)	Pictograma	6
"SE PROHIBE EL PASO A VEHÍCULOS O PERSONAS NO AUTORIZADAS" (Accesos, zona de almacenamiento y trasiego)	Pictograma	6
"SE PROHÍBE ENCENDER FUEGO" (Almacenamiento, trasiego y estacionamiento de vehículos)	Pictograma	6
"LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS" (Tomas de recepción y suministro)	Letrero	3
"CÓDIGO DE COLORES DE LAS TUBERÍAS" (Entrada de planta y almacenamiento)	Letrero	3
"SÁLIDA DE EMERGENCIA" (En interior y exterior de las puertas)	Pictograma	2
"PROHÍBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHÍCULOS EN ESTA ZONA" (Almacenamiento, zona de trasiego y de circulación)	Letrero	6
"RUTA DE EVACUACIÓN" (Flechas verdes con letras blancas, varios)	Flechas	10
"VELOCIDAD MÁXIMA 10 KM/H" (Entrada de la planta y zona de circulación)	Pictograma	6
"PUNTO DE ARRANQUE DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO" (De acuerdo al proyecto contra incendio)	Letrero	2
"VÁLVULA DE ALIMENTACIÓN AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSORES DE AGUA" (Junto a la válvula)	Letrero	2
"GABINETE DE EQUIPO DE BOMBEO" (Junto al gabinete)	Pictograma	1
"BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR" (Junto a la válvula de paro de emergencia)	Letrero	3
"RIESGO ELÉCTRICO" (Acceso a cuarto de máquinas)	Pictograma	2
"RIESGO DE ARCO ELÉCTRICO" (Tableros de distribución, envolventes CCM)	Pictograma	2

a) Los tanques de almacenamiento se tendrán pintado de color BLANCO BRILLANTE, en sus casquetes un círculo ROJO, de aproximadamente la tercera parte del diámetro del recipiente y rótulo "PELIGRO GAS L.P. INFLAMABLE", pintado con caracteres ROJOS no menores de 10 cm. LA CAPACIDAD TOTAL en litros - agua, así como el contenido y número económico con letras del tamaño de 25 cm. como mínimo, la razón social de la empresa con letras de acuerdo al tamaño del diámetro del tanque.

b) La identificación de las tuberías se hará con base a lo señalado en la Norma Oficial Mexicana **NOM-026-STPS-2008**, "Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías", todas las tuberías se encuentran pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: de BLANCO las líneas conductoras de gas en fase líquida, BLANCO CON BANDA DE COLOR VERDE las que retornan gas en fase líquida al tanque de almacenamiento, de AMARILLO las que conducen gas en fase de vapor, de AZUL las que conducen aire o gas inerte, ROJO las tuberías que conducen agua del sistema contra incendio y NEGRO para los conductores eléctricos.

c) La plataforma de concreto que constituye la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la Planta, se encuentran pintadas con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

d) Pintura en topes, postes, protecciones y tuberías.

Los zonotubos metálicos que constituyen la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto existentes en el interior de la Planta, se tienen pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

Todas las tuberías se encuentran pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: de blanco las conductoras de gas-líquido, blanco con franjas verdes las que retornan gas-líquido al tanque de almacenamiento, amarillo las que conducen gas-vapor, negro los ductos eléctricos, rojo las que conducen agua y azul claro las de aire.

En el recinto de la Planta se encuentran instalados y distribuidos en lugares apropiados letreros con leyendas como: "PELIGRO, GAS INFLAMABLE" (varios) "SE PROHIBE EL PASO A VEHÍCULOS O PERSONAS NO AUTORIZADAS" (a la entrada de la Planta), "SE PROHIBE ENCENDER FUEGO EN ESTA ZONA" (en la zona de almacenamiento y trasiego) "SE PROHIBE EL PASO A ESTA ZONA A PERSONAS NO AUTORIZADAS" (en cada lado de la zona de almacenamiento), se cuenta con letreros que indican los diferentes pasos de maniobras (muelle, tomas de recepción y suministro). Se cuenta con una tabla que señala los códigos de colores de las tuberías (a la entrada de la Planta y a un costado del Tanque), "PROHIBIDO REPARAR VEHÍCULOS EN ESTA ZONA" (zona de almacenamiento y trasiego).

III.3.6 Planes y programas para el control y mitigación de efectos negativos.

Se deberá elaborar e implementar el Programa de Prevención de Accidentes (PPA) una vez que la planta entre en operación.

Deberá contar con al menos los siguientes procedimientos.

- La identificación de rutas de evacuación, salidas y escaleras de emergencia, zonas de menor riesgo y puntos de reunión, entre otros.
- El procedimiento de alertamiento, en caso de ocurrir una emergencia de incendio, con base en el mecanismo de detección implantado.
- Los procedimientos para la operación de los equipos, herramientas y sistemas fijos contra incendio, y de uso del equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio.
- El procedimiento para la evacuación de los trabajadores, contratistas, patrones y visitantes, entre otros, considerando a las personas con capacidades diferentes.
- Los integrantes de las brigadas contra incendio con responsabilidades y funciones a desarrollar.
- El equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio.
- El Plan de Ayuda Mutua que se tenga con otros centros de trabajo
- El procedimiento de solicitud de auxilio a cuerpos especializados para la atención a la emergencia contra incendios, considerando el directorio de dichos cuerpos especializados de la localidad.
- Los procedimientos para el retorno de actividades normales a operación para eliminar los riesgos después de la emergencia, así como para la identificación de los daños.
- La periodicidad de los simulacros de emergencia de incendio por realizar.
- Los medios de difusión para todos los trabajadores sobre el contenido del plan de atención a emergencias de incendio y de la manera en que ellos participaran en la ejecución.
- Las instrucciones para atender emergencias de incendio
- Las brigadas de primeros auxilios, de comunicación y de evacuación.
- Los procedimientos para realizar sus actividades.
    - Los recursos para desempeñar las funciones de las brigadas.

RESUMEN

Capítulo IV

ÍNDICE

CAPITULO IV **1**
RESUMEN **1**
IV.1 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental. **1**
IV.2 Resumen de la situación general que Presenta el proyecto en materia de riesgo Ambiental. **6**
Resultados de la aplicación de las metodologías. 14
Radios potenciales de afectación. 27
Análisis de Consecuencias e Interacciones. 35
Puntos de interés más cercanos al proyecto 35
Puntos de interés con referencia al componente biótico 41
Análisis de interacciones. 43
Análisis de Consecuencias, efectos sobre el SA delimitado 47
IV.3 Presentar el informe técnico debidamente llenado **51**

CAPITULO IV
RESUMEN

IV.1 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental.

De acuerdo con el análisis de riesgo desarrollado se concluye lo siguiente:

1. En materia ambiental el predio seleccionado para el desarrollo del proyecto es adecuado, se priorizo el nivel de perturbación de los componentes bióticos, dando como resultado una superficie que ha sido previamente afectada por el desarrollo de actividades agrícolas y presenta una riqueza biótica baja.

2. En el predio propuesto para el desarrollo del proyecto y de forma general en el AII y SA delimitado la presencia de intemperismo severos está referida a sequias o heladas, no se tienen deslizamientos o corrimientos de tierra y la susceptibilidad sismo es baja. Por lo que los criterios de diseño de la planta se basaron en los establecido en la **Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 "Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación."**, cumpliendo con cada una de sus especificaciones, obteniendo el Dictamen de Diseño que certifica dicho cumplimiento.

3. En el **AII** y el **SA** delimitados y propuestos como áreas de estudio la mayor parte de la superficie ha sido impactado previamente por actividades antrópicas, por lo que prevalecen grandes extensiones didicadas a cultivos propios de la región. La presencia de vegetación natural original es escasa y la encontramos en forma de acahuales distribuiodos de forma dispersa y aislada, limitando los intercambios entre especies, por lo que no se tiene una alta riqueza biológica. Se tiene un remanente de vegetación de secundaria de Selva Alta Perennifolia en dirección Sur a una distancias aprox. de 760.00 m **fuera de los radios de alto riesgo determinados en los distintos escenarios identificados.**

4. En el **AII** y **SA** delimitados se identificaron usos de suelo relacionados con actividad agroindustriales e industriales , sin identificar, otro uso de suelo, por lo que el desarrollo y operación de la planta es compatible con las actividades presentes y no pone en riesgo su continuidad.

5. De acuerdo a la metodología aplicada los escenarios de riesgos están asociados a la liberación de gas con la probilidad de presentarse incendios o nubes explosivas. Y que de volverse incontrolables generarían escenarios de riesgos cuyas consecuencias serian catastróficas para la salud humana.

6. Derivado del análisis de riesgo se identificó que la planta **no representa riesgos bajo la operación normal para los ecosistemas dentro del SA propuesto y tampoco representa un riesgo para el ser humano, siempre y cuando se ejecuten las operaciones de trasiego conforme a los procedimientos operativos.**

Para la mayoría de los escenarios más catastróficos, pero menos probables se determinó que sus potenciales consecuencias sobre los ecosistemas serian menores y para la salud humana serian moderadas, sin embargo, se reconoce que la potencial ocurrencia de BLEVE generaría consecuencias graves, sobre el ser humano, por lo que se hace necesario incorporar sistemas de seguridad adicionales para disminuir la probabilidad y frecuencia de ocurrencia y mantener un nivel de seguridad aceptable.

Escenarios más probables Menos catastróficos.

En materia de riesgos ambientales.

En el caso de los escenarios de riesgos identificados como más probables pero menos catastróficos, los resultados de las simulaciones indican que en en todos los casos los radios de afectación por radiación térmica se circunscriben al predio, sin tener afectaciones directas al componente biótico que rodea el predio. En lo que se refiere a las ondas de sobrepresión si bien, en algunos casos el radio de alto riesgo alcanza el acahual de la colindancia Este los potenciales daños que se generarían se estiman en perdida de follaje sin poner en riesgo su permanencia.

Por lo que **los daños que se ocasionarían no causaran daños relevantes sobre los ecosistemas presentes en el SA, y por lo tanto no se tienen riesgos daños que deriven en pérdida del equilibrio ecológico del SA propuesto.**

Escenarios Menos probables más catastróficos.

En caso de una remota ocurrencia de los eventos más catastróficos pero menos probables los resultados de las simulaciones indican que los radios potenciales de afectación por radiación térmica solo en los escenarios 3BBG y 4BBG el radio de amortiguamiento alcanza el acahual de la colidancia Sureste, sin embargo, dado que la intensidad de la radiación térmica es similar a la de un intenso dia soleado (1.4 Kw/m^2) los daños estimados serán perdida de follaje. **Es decir, no generán daños que pongan en riesgo la permanencia de este ecosistema y mucho menos en riesgo el equilibrio ecológico del SA propuesto.**

Para el caso de las potenciales afectaciones por ondas de sobre presión, en todos los casos los radios alto riesgo podrán alcanzar el acahual en la colindancia Sureste, de acuerdo a la fuerza de la onda de choque (0.5 psi) los daños estimados es la perdida de follaje, sin poner en riesgo su permanencia por lo que tampoco estará en riesgo el equilibrio ecológico del SA propuesto.

Caso Más Catrastrofico (BLEVE)

El diámetro de la bola de fuego sobrepasa los límites del predio, el acahual ubicado en la colindancia Sureste, siendo expuesto de forma directa al fuego, durante 16.8 segundos, presentado perdida inmediata de follaje y riesgo de incencio del acahual, lo que podría poner en riesgo su permanencia. NO se identifican riesgos de propagación de incendio a

otros acahuales. **Los daños se estiman moderados, ya que es una superficie muy pequeña, su pérdida no pone en riesgo el equilibrio ecológico que actualmente presenta el SA propuesto para el proyecto.**

En materia de riesgos a la salud.

En el caso de los escenarios de riesgos identificados como más probables pero menos catastróficos, los resultados de las simulaciones indican que en en todos los casos los radios de afectación por radiación térmica se circunscriben al predio, sin tener afectaciones directas a la infraestructura urbana identificada en las inmediaciones del predio que aloja la planta. En lo que se refiere a las ondas de sobrepresión únicamente el radio de amortiguamiento, alcanzan la casa abandonada de colindancia Sureste, los daños estimados por la fuerza de choque son menores sin poner en riesgo integridad mecánica.

Por lo que **los daños que se ocasionarían no ponen en riesgo a la salud humana de la población presente en el SA propuesto.**

Escenarios Menos probables más catastróficos.

En caso de una remota ocurrencia de los eventos más catastróficos pero menos probables los resultados de las simulaciones indican que los radios potenciales de afectación por radiación térmica solo en los escenarios 3BBG y 4BBG el radio de amortiguamiento alcanza la casa abandonada, la intensidad de radiación térmica a la que se verían expuesta esta infraestructura es de 1.4 kw/m^2 similiar a la de un dia soleado. **No se identificaron afectaciones a la salud humana.**

En lo que respecta a las potenciales afectcaciones por ondas de sobrepresión, solo el radio de alto riesgo de los escenarios 3BBG y 4BBG alcanzan los servicios sanitarios y la palapa de reunión de la CFE, siendo esta la infraestructura urbana que podria albergar personas ajenas a la planta. De acuerdo a las potenciales afectaciones Las personas que esten en estos sitios, en el momento que ocurra una explosión, solo alcanzaran a escuchar un ruido muy fuerte, sin que sufran deños físicos. **No se identificaron afectaciones a la salud humana.**

En lo que refiere a los potenciales daños a la infraestructura por el impacto de la fuerza de choque se estiman daños menores como ruptura de cristales, daños a los marcos de puertas y ventanas; que serán mitigados por la barda perimetral que absorbera parte de fuerza mininzando los daños potenciales. **Se estimana daños menores a la infraestructura urbana.**

Caso Más Catrastrofico (BLEVE)

Bola de Fuego.

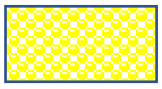
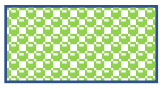
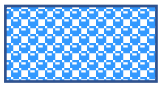
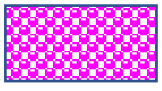
Salud Humana. Graves

De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento sobresalen del predio, sin embargo, dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de ninguna infraestructura urbana, por lo que **no se estiman afectaciones a la salud humana de la población.**

Consecuencias por Radiación Térmica a la Salud Humana

Para estimar las potenciales afectaciones que se podrían generar sobre la salud humana al verse expuesta a la radiación térmica, consideraremos los valores de intensidad de radiación térmica que usa el software SCRI FUEGO.

De acuerdo a estos radios tenemos:

Zona de Riesgo	Daños sobre la salud humana	Alcance En metros	Infraestructura urbana afectada	Nivel de Daños Estimados
	Zona 1: Dolor en piel desnuda. Radiación: 4.04 W/m2	921.07	7. Fraccionamiento Buena Vista	Menores
	Zona 2: Nivel de daño significativo Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda. Radiación: 9.08 kW/m2	611.02	6. Fraccionamiento 9 de Octubre.	Moderados
	Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio. Radiación: 15.26 kW/m2	308.66	4. Parador y vulcanzadora 5. Bodega o Almacen (actividades industriales)	Graves
	Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio. Radiación: 43.17 kW/m2	157.98	2. Servicios Sanitarios y Palapa de reunión.	Catastroficos

7. Bajo lo anterior se emiten las siguientes recomendaciones técnico operativas:

No.	CODIGO	SINTESIS DESCRIPTIVA	INDICE DE RIESGO	RESPONSABLE DE LA ATENCIÓN	FECHA DE CUMPLIMIENTO
1	**PAD-GLP-CUAUHTEMOC - 1**	Deberá implementar el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA)	**C**	Encargado de Proyecto.	Se deberá colocar durante la etapa del montaje de instrumentos y sistemas de seguridad y se verificará antes de iniciar operaciones.
2	**PAD-GLP-CUAUHTEMOC - 1**	Colocar un sistema de detección de mezclas explosivas. Se deberán instalar creando un lazo de control que permitan activar el sistema contraincendio, el paro de planta y la activación del sistema de alarmas.	**A**	Encargado de Proyecto.	Se deberá colocar durante la etapa del montaje de instrumentos y sistemas de seguridad y se verificará antes de iniciar operaciones.
3	**PAD-GLP-CUAUHTEMOC - 1**	Colocar un sistema de detección de fuego. Se deberán instalar creando un lazo de control que permitan activar el sistema contraincendio, el paro de planta y la activación del sistema de alarmas.	**A**	Encargado de Proyecto.	Se deberá colocar durante la etapa del montaje de instrumentos y sistemas de seguridad y se verificará antes de iniciar operaciones.

8. La incorporación de estas medidas de seguridad reducirá la probilidad de ocurrencia de los distintos escenarios de riesgo identificados, dándole confiabilidad operativa a la instalación y manteniendo que el nivel de riesgo que tendrá la planta de Distribución **será Aceptable con Controles, con consecuencias Menores a Moderadas.**

IV.2 Resumen de la situación general que Presenta el proyecto en materia de riesgo Ambiental.

La Planta de Distribución actualmente se encuentra sin operar, el Análisis de Riesgo de la Planta de Almacenamiento se realizó con la aplicación de metodologías y técnicas que permitieron identificar los escenarios e instalaciones que presentan el mayor riesgo en la operación de la planta, tales como Identificación de riesgos asociados a la actividad incluyendo herramientas, equipos, sustancias y procesos., HazOp. Para identificar los nodos y los potenciales eventos y FTA para cuantificar el la probabilidad y frecuencia de los escenarios identificados.

A través de la metodología HazOp se determinaron 4 nodos de análisis.

Derivado de la inducción a las metodologías del **HazOp** el grupo dividió las instalaciones en 4 nodos de análisis:

Tabla 1 Nodos de Análisis para la metodología HazOp.

Nodo	Descripción
Nodo 1	**Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.** Intención de Diseño: Recepción de Gas L.P. de semirremolques mediante interconexión con mangueras de 2", tomas de recepción de 2"de diámetro nominal y su conducción por medio de tubería de 3" de diámetro nominal hasta los tanques de almacenamiento y el Retorno de Gas L.P. en estado gaseoso a semirremolque mediante tubería de 2" de tanque a toma de recepción, la toma es de 1 ½" de diámetro y manguera de 1 ½". Límites del Nodo. Desde la manguera de la toma de Recepción hasta las válvulas de entrada al tanque de almacenamiento para el Caso del Gas L.P. en estado líquido y de Válvula de salida del tanque de almacenamiento hasta toma de recepción para retorno de Gas L.P. en estado Vapor. Maquinaria necesaria para la operación: Compresor. Condiciones de Operación: **10 Kg/cm^2.** Capacidad máxima de desplazamiento: **677.59 LPM (179 GPM)**
Nodo 2	**Tanque de Almacenamiento de Gas L.P.** Intención de Diseño: Almacenamiento de Gas L.P. en un tanque de almacenamiento cilíndrico horizontal con una capacidad de 150,000.00 Lts., la máxima capacidad de **llenado como máximo al 90%, es decir, 135,000.00 litros de Gas L.P. para su posterior trasiego a la isleta de suministro de Autotanques y Muelle de llenado de recipientes portátiles,** Límites del Nodo; Válvulas de entrada al tanque y válvulas de salida del tanque. **La presión de operación es de 8.00 Kg/cm^{2,} para su posterior trasiego.**

Nodo 3	**Toma de suministro de autotanques.** Intención de Diseño: Envío de Gas L.P. en estado líquido de los tanques de almacenamiento a la toma de suministro de Auto –tanques a través de tuberías de 3" y 2" de diámetro y manguera de 2" de diámetro nominal, y retorno de Gas L.P. en estado vapor a través de manguera y tubería de 1 ¼" y 2" pulgadas de diámetro nominal. Límites del Nodo. Para el caso del Gas L.P. en estado líquido desde las válvulas de salida de los tanques de Almacenamiento de 3" de diámetro, pasando por toma de suministro hasta la manguera de 2" para la conexión con el autotanque. Para el Gas LP.P. en estado vapor desde la manguera para la conexión con autotanque de 1 ¼" hasta la válvula de 2" de diámetro hasta la válvula de entrada de retorno de vapor a tanques de almacenamiento. Maquinaria necesaria para la operación: Bomba. Condiciones de Operación: **3 Kg/cm^2** Capacidad máxima de desplazamiento: **378 LPM. (100 GPM))**
Nodo 4	**Toma de suministro de Muelle de Llenado.** Intención de Diseño: Envío de Gas L.P. en estado líquido de los tanques de almacenamiento al múltiple del llenado de recipientes portátiles a través de tuberías de 4", 3" y 2" de diámetro nominal y llenaderas de ½" de diámetro nominal- Retorno de Gas L.P. excedente en las llenaderas a los tanques de almacenamiento mediante tubería de 2" y 3" de diámetro nominal. Límites del Nodo. Desde las válvulas de salida de los tanques de Almacenamiento de 3" de diámetro, hasta lo toma y/o llenadera y el retorno desde tubería del múltiple de llenado de 2" hasta la entrada al tanque de 3" de diámetro nominal. Maquinaria necesaria para la operación: Bomba. Condiciones de Operación: **5 Kg/cm^2** Capacidad máxima de desplazamiento: **378 LPM. (100 GPM))**

De acuerdo a las operaciones que se realizan el grupo identifico **23 desviaciones** de operación, que podrían generar algún escenario de riesgo, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2 Desviaciones a analizar en el análisis HazOp.

No.	Variable	Palabra Guía	Desviación
Numero de Nodo: 1 Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.			
1.1	**Flujo**	**No.**	No se presenta flujo de gas al tanque de almacenamiento.
1.2	**Flujo**	**Menos**	Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas a los tanques de almacenamiento
1.3	**Presión**	**Menos**	Se registra una menor presión en el trasiego de gas.
1.4	**Presión**	**Más**	Se registra una mayor presión en las líneas de la toma de recepción
1.5	**Corrosión**	**De otra Manera-**	Se presenta corrosión externa en las líneas de 1 ½", 2" y 3"de diámetro nominal
1.6	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de la manguera o líneas de 1 ½", 2" y 3" de Ø
1.7	**Operación**	**No**	No opera el sistema contraincendio
Almacenamiento de Gas L.P.			
2.1	**Presión**	**Mas**	El tanque presenta una mayor presión a la normal operativa
2.2	**Nivel**	**Mayor**	El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.
2.3	**Corrosión**	**De otra manera**	Se presenta a corrosión externa en el los tanques de almacenamiento
2.4	**Otro**	**De otra manera**	Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE
Numero de Nodo: 2 Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.			
3.1	**Flujo**	**Menos**	Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas a los autotanques
3.2	**Flujo**	**No**	No hay Flujo
3.3	**Presión**	**Más.**	Se presenta mayor presión en las líneas de trasiego de gas.
3.4	**Corrosión**	**Más.**	Se presenta corrosión externa en las líneas de 2" y 3"de diámetro nominal
3.5	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de la manguera o líneas de 2" y 3" de Ø
3.6	**Otro**	**De otra manera.**	No opera el sistema contraincendio
Numero de Nodo: 4 Toma de suministro de Muelle de Llenado			
4.1	**Flujo**	**Menos**	Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas al múltiple de llenado autotanques
4.2	**Flujo**	**No**	No hay Flujo
4.3	**Presión**	**Más.**	Se presenta mayor presión en las líneas de trasiego de gas.
4.4	**Corrosión**	**Más.**	Se presenta corrosión externa en las líneas de 2" y 3"de diámetro nominal
4.5	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de la manguera del múltiple de llenado de recipientes portátiles o líneas de 2" y 3" de Ø
4.6	**Otro**	**De otra Manera**	No opera el sistema contraincendio

Para la elaboración de la Matriz de Jerarquización de Riesgos, se evaluaron y analizaron las desviaciones obtenidas en la técnica de identificación de Riesgos **HazOp**, donde se le asigna una frecuencia de ocurrencia y una severidad o consecuencia tomando en cuenta las medidas de seguridad con que cuenta la instalación. El índice ponderado de riesgo se utiliza para jerarquizar y determinar los escenarios que se consideren importantes para la simulación de consecuencias, en el **Anexo 3** del presente estudio se encuentran los resultados de la metodología Jerarquización de Riesgos.

Tipos de Riesgos.

Tipo A – Riesgo intolerable: El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo C o de preferencia a Tipo D, en un lapso de tiempo menor a 90 días

Tipo B – Riesgo indeseable: El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo, deben establecerse controles temporales inmediatos en sitio, para reducir el riesgo.

Tipo C – Riesgo aceptable con controles: El riesgo es significativo, pero se pueden compensar con las acciones correctivas en el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. Las medidas de solución para atender los hallazgos deben darse en los próximos 18 meses. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.

Tipo D – Riesgo razonablemente aceptable: El riesgo requiere control, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención conjuntamente con otras mejoras operativas.

Finalmente, el índice ponderado de riesgo, permite jerarquizar las áreas de proceso y operaciones que requieren de acciones correctivas urgentes o bien, interpretar el riesgo asociado de la instalación con sus posibles efectos.

Índice de Riesgo.

Categoría	Riesgo	Descripción
D	Aceptable	Riesgo generalmente aceptable; no se requieren medidas de mitigación y abatimiento.
C	Aceptable con controles	Se debe revisar que los procedimientos de ingeniería y control se estén llevando a cabo en forma correcta.
B	Indeseable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar en un período de 3 a 12 meses.
A	Inaceptable	Se deben revisar tanto procedimientos de ingeniería como administrativos y en su caso modificar en un período de 3 a 6 meses

Fuente: JBF Associates, Inc., Knoxville, TN. (CCPs, 1995)

La evaluación de los efectos de las potenciales consecuencias se realizó conforme a los siguientes criterios.

Para la elaboración de la Matriz de Jerarquización de Riesgos, se evaluaron y analizaron las desviaciones obtenidas en la técnica de identificación de Riesgos **HazOp**, donde se le asigna una frecuencia de ocurrencia y una severidad o consecuencia tomando en cuenta las medidas de seguridad con que cuenta la instalación y bajo las siguientes consideraciones y criterios.

Frecuencia:

Escenarios Más Probables, pero menos Catastróficos.

Emisiones de Gas L.P.

De acuerdo con lo señalado por el personal que participo en la aplicación de la metodología de acuerdo a su experiencia y si bien no tienen una estadísticas que nos permita establecer una frecuencia para los escenarios que se identifiquen como de riesgo, señala que el evento que se presenta de forma recurrente son las emisiones o liberación de Gas L.P. que se llegan a presentar durante el trasiego del Gas L.P. en cualquiera de las áreas ya sea a través de las válvulas de relevo hidrostáticas que se tienen en las líneas o en la válvula de seguridad del compresor cuya duración es menor de cinco minutos; así como las emisiones derivadas de desacoplar las conexiones entre mangueras y válvulas.

Fugas de Gas L.P.

Las fugas de Gas L.P. son aún menos frecuentes con base a la experiencia de los participantes la presencia de orificios en las tuberías son eventos de baja ocurrencia y lo son más en el cuerpo del tanque, ninguno tiene una referencia de que en un tanque se haya presentado un orificio, las fugas de las que tiene referencia se han presentado generalmente en las conexiones ya sea por una mala soldadura o mal apriete (instrumentos y accesorios), casos muy extraños por corrosión.

La cantidad o volumen liberada por estas fugas, si bien, tienen la probabilidad de derivar en un jet fire o fuego inmediato, o atmosferas explosivas, sus potenciales consecuencias, por lo general, no rebasan los límites del predio en donde se encuentra circunscrita la instalación.

La liberación de Gas L.P. a través de las válvulas multiport derivadas de una sobrepresión al interior de los tanques de almacenamiento, es un evento muy raro que se presente, aunque se tiene la referencia, no documentada, de que se presentó en una instalación similar ubicada en el norte del País.

Estos eventos son Fugas de Gas L.P. y serán denominados **más probables menos catastróficos. Asignándoles una Frecuencia Baja (F2), Concebible: nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.**

Escenarios Más Probables, pero menos Catastróficos.

Ruptura de Tuberías y/o mangueras.

La ruptura total de tuberías es un evento del cual a la fecha de operación de la planta no se ha presentado, sin embargo, la falla de mangueras si son eventos de los cuales se tienen referencias y es un evento que es concebible que ocurra, es un **evento menos probable pero más catastrófico** y se le asignara una **Frecuencia Baja (F2) nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.**

BLEVES.

La ocurrencia de un BLEVE es un evento del cual se tiene una referencia que ha ocurrido en este tipo de instalaciones, será un evento **menos probable pero más catastrófico y se le asignara una Frecuencia Baja (F2) Concebible: nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.**

Consecuencias.

Escenarios más Probables, pero menos Catastróficos

Salud Humana e Infraestructura Urbana.

Bajo la experiencia de estudios similares se tiene para los radios de afectación para los escenarios en los que se presentan fugas (**escenarios más probables, pero menos catastróficos**) los efectos por radiación térmica (incendio) u ondas de sobrepresión (explosión) raramente sobrepasan los límites de los predios que albergan las instalaciones, aunado a lo anterior como se manifestó tanto en la MIA-P (Capitulo II y IV) y el ERA (Capitulo II), la superficie que ocupa la planta se encuentra inmersa al centro de un predio. la infraestructura más cercana a la planta es en la colindancia Este que corresponde a una construcción abandonada, y que se ubica a 50.00 m de la tangente más cercana del tanque, posteriormente se encuentra una palapa de la subestación construida con concreto armado a una distancia de 118.00 m, seguida de las oficinas de las Subestación que se ubican a 200.00 m aprox.

A una distancia de 395.00 m aprox. se localiza un paradero (comedor para viajeros y transportistas) y con respecto a núcleos urbanos el más cercano se ubica a 590.00 aprox. (Fraccionamiento 19 de Octubre); de manera que para estos casos las consecuencias para la **salud humana en general no se estiman afectaciones y tampoco daños a la infraestructura urbana.**

Ambiente.

En lo que respecta al ambiente, considerando que los radios se circunscriben al limite del predio dentro del cual si bien se tiene presencia de estrato alboreo, este es con fines de ornamento, por lo que las afectaciones se consideran menores.

En la colindancia Este se tiene presencia de un manchón de vegetación secundaria de selva alta perennifolia, sin embargo, considerando que la planta tiene una barda perimetral de 3 m de alto, que servirá como medio de protección siendo el primer elemento que recibirá la radiación termina y la fuerza de choque de las ondas de sobrepresión, con base en estas consideraciones se estima que no se tendrán afectaciones sobre este ecosistema.

Escenarios Menos Probables, pero más Catastróficos.

Para el caso de los escenarios como son rupturas de tuberías o mangueras, se relacionan a liberaciones masivas de Gas L.P. y las potenciales consecuencias derivados de la radiación térmica o las ondas de sobrepresión, en algunos casos sobrepasan los predios que albergan las instalaciones, por lo que las consecuencias sobre la población, el ambiente, el negocio y la imagen depende lo que se encuentre dentro de estos radios.

Es evidente para el caso del personal es evidente que las consecuencias para el personal serán graves por señalar lo menos pero, sin minimizar, es un riesgo que se corre en todas las áreas en donde se tiene presencia de manejo de la una sustancia altamente flamable y/o explosiva, en el caso de la **población** depende de la distancia a la que se encuentren, ya que los efectos por radiación térmica y por ondas de sobrepresión tanto sobre el ser humano como sobre la infraestructura depende de la cantidad de energía que reciban en ya sea en forma de calor o como onda de choque y ropa o materiales que pueden fungir como medios de protección.

Salud Humana e Infraestructura Urbana.

De acuerdo los puntos de interés identificados la infraestructura urbana en donde se podría tener presencia del ser humano se localiza la palapa de la subestación a una distancia de 118.00 m, las oficinas de las Subestación que se ubican a 200.00 m aprox.; a 395.00 m aprox. se localiza un paradero (comedor para viajeros y transportistas) y con respecto a núcleos urbanos el más cercano se ubica a 590.00 aprox. (Fraccionamiento 19 de Octubre).

Considerando estas distancia y que la planta cuenta con muros perimetrales de una altura de 3 m habilitados block de cemento arena, y elementos de refuerzo verticales y horizontales (trabes y columnas) de concreto armado, se estima que para los **casos más catastróficos pero menos probables, no se tendrán afectaciones a la salud humana y tampoco a la infraestructura urbana.**

Ambiente.

Para nuestro caso particular considerando que dentro de un radio de 500 m las condiciones ambientales corresponden a ecosistemas en los que los componentes bióticos y algunos bióticos ya han sido totalmente transformados las afectaciones se consideraran **menores para el componente ambiental,** verificando esta suposición con el análisis de consecuencias.

BLEVE.

El caso de un potencial BLEVE es particular ya que es un escenario reconocido como el que mayores consecuencias graves pudiese ocasionar y para el presente estudio, si bien, en primera

instancia las afectaciones para todo lo que este dentro del radio de la bola de fuego será catastrófica para los trabajadores de la planta.

Salud Humana e Infraestructura Urbana.

Para el caso de la población las potenciales afectaciones se valorarán considerando los radios de alto riesgo y amortiguamiento y los resultados de que arroja el modelo matemático empleado para la simulación con respecto a las afectaciones a la salud humana, y que nos indica que hasta un radio de 611.00 m aprox. se tiene riesgos de daños de quemaduras de 1er grado en piel desnuda (alcanza el núcleo poblacional fraccionamiento 19 de octubre) y en un radio de 462.68 m se tendría una letalidad (mortandad) de 1% alcanzando el paradero y algunas casas dispersas. Por lo que las afectaciones s**obre el ser humano se considerarán catastróficos.**

Ambiente.

Para el caso del ambiente, las condiciones ambientales corresponden a un sistema ambiental con un mediano grado de perturbación, aun se tiene presencia de áreas de selva alta perennifolia con un buen grado de conservación sobre todo en las zonas montañosas, y que de acuerdo a los radios de afectación derivados de un BLEVE, no se verán afectados por la radiación térmica.

En el caso de la ubicación de la planta esta se encuentra en una meseta y se encuentra rodeada de predios dedicados en su mayoría para actividades agrícolas intercalándose con algunos remanentes de vegetación secundaria de Selva Alta Perennifolia, los daños que se podrían ocasionar a esto es el riesgo potencial de incendiarse, sin embargo, para que la madera se incendie requiere de 12.5 kw/m2 y un tiempo prolongado de exposición de manera que los daños se ve limitados en este caso por la intensidad de radiación térmica y el tiempo de exposición, bajo estas consideraciones se esperan daños como: perdida de follaje, y riesgo de incendios de la vegetación que presente una fragilidad mayor como son los pastos y arbustos. De acuerdo a las características de ecosistema presente en el SA, estimamos que las afectaciones serán menores.

.

Resultados de la aplicación de las metodologías.

Derivado de la aplicación de las técnicas aplicadas se concluye que los riesgos presentes en la instalación se asocian con la liberación de Gas L.P., de acuerdo a la experiencia de los participantes, las instalaciones en las que han colaborados han sido muy seguras, a la fecha señalan que no tienen conocimiento sobre desviaciones operativas que hayan derivado en rupturas de líneas o mangueras, la liberación de Gas L.P. no ha sido masiva ni continua, los sistemas de control bajo los cuales operan actualmente han sido eficaces en el control de emergencias.

Los escenarios de riesgo relacionadas con la eventual liberación de Gas L.P., son fugas en:
Tuberías como conexiones roscadas.
Falla en mangueras.
Falla en conexiones de accesorios e instrumentos.

La potencial ocurrencia de eventos catastróficos que se deriven de eventos en los cuales todo falla o se presentan agentes externos como un sabotaje, o golpes accidentales por los vehículos de entrega o reparto, que darán pie a la ruptura total de la tubería o

La falla en los servicios como las bombas del sistema Contraincendio.
Es importante aclarar que la posibilidad de la presencia de atmósferas tóxicas se descarta, lo anterior se sustenta en lo siguiente:

- El Gas L.P. no es tóxico, ya que carece de ácido sulfhídrico (**H_2S**), no obstante, puede causar asfixia.
- La asfixia es poco probable que ocurra ya que la infraestructura que integra la planta es totalmente expuesta por lo que la probabilidad de acumulación de gases por fugas es baja, siendo potencialmente de presentarse ante liberaciones masivas.

El análisis anterior nos permite concluir que los escenarios de riesgo que pueden presentarse en la planta de almacenamiento esta referidos a la potencial ocurrencia de fugas de Gas L.P. que pueden derivar en los siguientes tipos de escenarios:

1. **Liberación continua de Gas L.P. con posibilidad de encontrar una fuente de ignición inmediata de manera que se presenta incendio en forma de Chorro de Fuego (JET FIRE).**

2. **Liberación continúa de Gas L.P. con posibilidad de encontrar una fuente de ignición retardada por lo que hay acumulación de gas, y se presenta una explosión.**

3. **Liberación masiva de Gas L.P. debido a la acción de un agente externo que derive en la ruptura total de las tuberías o la generación de un incendio que provoque un calentamiento de los recipientes de almacenamiento dando paso a un BLEVE, generando explosión, incendio, o formación de nubes asfixiantes o flamables.**

En los escenarios de riesgo antes mencionados en caso de ocurrencia sus consecuencias están asociadas a la liberación del Gas L.P. y su posterior inflamación y/o explosión (formación de

nubes explosivas), aunque la liberación de gas derivados de fugas menores en realidad tienen muy baja probabilidad de formar una nube con características explosivas, debido a que la construcción de la planta se realizará en áreas totalmente ventiladas, de forma que las condiciones climáticas que prevalecen en el área de estudio favorecen la dispersión del hidrocarburo, reduciendo el riesgo de acumulación

Al contrario de fugas menores, las rupturas totales de tubería o el BLEVE en el tanque de almacenamiento, significan una liberación masiva de gas que, de no contar con los elementos de seguridad y prevención, si pueden llegar a formar nubes explosivas cuyos efectos serian graves para las instalaciones y todo aquello que se localice dentro de su radio de alto riesgo.

En el **Anexo 3 (hojas de trabajo del HazOp)** se presentan los valores de ponderación de frecuencias y ponderación de las consecuencias para las actividades relacionadas con el trasiego del gas LP obtenidas a partir de las matrices de los criterios de riesgo, los cuales fueron determinadas a través de la aplicación de la identificación de Riesgos.

A continuación, se presenta una tabla con el resumen de la ponderación **Frecuencia – Consecuencia** realizada, para cada una de las desviaciones consideradas en la aplicación del **"HazOp"** para las actividades de almacenamiento y distribución de Gas L.P.

Tabla 3 Resumen de los resultados obtenidos de la ponderación de riesgos Metodología HazOp.

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 1 Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
1.1	**Flujo**	**No.**	**No se presenta flujo de gas al tanque de almacenamiento.**	• Válvulas de semirremolques cerrada. • Válvula de Exceso de flujo bloqueada. • Falta de Purga del compresor. • Válvulas de seguridad de control remoto neumática se encuentra cerrada. • Válvula esférica del tanque se encuentra cerrada.	• No hay alimentación de gas L.P. • Represionamiento de líneas. • Paro de labores.	• Procedimiento de maniobras. • Válvula de relevo/seguridad en el compresor. • Paro de Emergencia (Botonera).	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
1.2	**Flujo**	**Menos**	**Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas a los tanques de almacenamiento**	• Falla (Fuga) en la manguera especial para Gas L.P. • Falla (Fuga) de gas en tuberías de 1 ¼", 2" y 3"de Ø y accesorios de la isleta de tomas de recepción. • Falla mecánica del compresor (trabaja a menor capacidad de la normal de operación). **Nota: La fuga se considera equivalente al 20% del diámetro nominal**	• Liberación ***de*** gas con probabilidad de generar un flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o asfixiantes. • Potenciales daños a los Equipos. • Paro de labores.	• Válvulas de cierre neumático en línea de vapor. • Válvula de exceso de flujo en línea de vapor. • Válvulas esféricas en línea de líquido y vapor antes y después para el aislamiento de secciones. • Conexiones a tierra. • Paro de emergencia. • Sistema contraincendio.	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
1.3	**Presión**	**Menos**	**Se registra una menor presión en el trasiego de gas.**	• Falla (Fuga) en la manguera especial para Gas L.P. • Falla (Fuga) de gas en tuberías de Falla (Fuga) de gas en tuberías de 1 ¼", 2" y 3"de Ø" y accesorios de la isleta de tomas de recepción. • Falla mecánica del compresor (trabaja a menor capacidad de la normal de operación). • **Nota: La fuga se considera equivalente al 20% del diámetro nominal**	• Liberación ***de*** gas con probabilidad de generar un flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o asfixiantes. • Potenciales daños a los Equipos. • Paro de labores.	• Válvulas de globo recta ubicadas estratégicamente para el seccionamiento del arreglo de tuberías. • Válvulas de no retroceso. • Conexiones a tierra. • Botonera para para de emergencia. • Sistema contraincendio.	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 1 Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
1.4	**Presión**	**Más**	**Se registra una mayor presión en las líneas de la toma de recepción**	• Falla operativa. Válvulas cerradas del semirremolque. • Falla Operativa, Válvulas del tanque están cerradas. • Falla de compresor de aire.	• Forzar el compresor. • Exceso de flujo durante el llenado del tanque	• Válvula de seguridad o de relevo hidrostática en compresor. • Válvulas de relevo hidrostáticas de presión en línea de vapor y línea de líquido. • Válvula de exceso de Flujo en línea de vapor en toma de suministro. • Indicadores de presión (manómetros)	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
1.5	**Corrosión**	**De otra Manera**	**Se presenta corrosión externa en las líneas de 1 ½", 2" y 3"de diámetro nominal**	• Falla humana. Falta de mantenimiento periódico de las instalaciones.	• Posibilidad de fugas en líneas por corrosión.	• Programa anual de mantenimiento de las instalaciones	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
1.6	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de la manguera de 1 ¼" o 2" de Ø" nominal o ruptura de las tuberías de 1 ¼", 2" y 3" de Ø" nominal.	• Golpe externo. • Error humano (el semirremolque se pone en movimiento) • Falla de manguera	• Liberación súbita y masiva de gas L.P. • Formación inmediata de nubes explosivas y/o incendio. • Presencia de daños por radiación térmica y/o afectación por ondas de presión provocadas por explosiones. • Potencial efecto domino con los tanques de almacenamiento.	• Manguera de ruptura (Pull Away). • Válvulas esféricas de bloqueo antes y después de compresor. • Válvulas de exceso de flujo en semirremolque. • Válvulas de Exceso de flujo en línea de vapor de tomas de recepción • Válvulas de seguridad de control remoto neumática en línea de líquido y vapor. • Conexión a tierra. • Botonera de paro de emergencia. • Sistema contraincendio. • Sistema de alarmas.	**F2**	**C2**	**C1**	**C2**	**C1**	**C**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 1 Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor.												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
1.7	Operación	No	No opera el sistema contraincendio	• Falla bomba. • Falla de suministro de corriente eléctrica. • Falta de suministro de agua. • Válvulas cerradas.	• Incendios que no podrían ser controlados.	• Bomba de respaldo, de operación de combustión interna. • Toma siamesa. • Sistema de contraincendio a base de extintores.	**F2**	**C**	**D**	**D**	**D**	**C**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 2 Almacenamiento de Gas L.P..												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
2.1	**Presión**	**Mas**	**El tanque presenta una mayor presión a la normal operativa**	• Falla en la operación de las líneas de retorno. • Altas temperaturas. • Sobrellenado. • Incremento anormal de temperatura (Fuente externa incendio)	• Sobrepresión en el tanque. • Fatiga de materiales en válvulas de seguridad • Riesgo de liberación de gas. • Riesgo de BLEVE.	• 4 válvulas de seguridad con capacidad de liberar 294.00 m^3/minuto cada una (válvulas mulitport) • Tubo de descarga para emitir al Gas L.P. liberado a 2.00 m por encima del nivel del. • Indicador de presión (manómetro). • Indicador de temperatura. • Conexión a tierra. • Sistema contraincendio (enfriamiento del tanque)	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
2.2	**Nivel**	**Mayor**	**El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.**	• Exceso de Flujo. • Falla en el indicador de nivel.	• Sobre llenado del Tanque. • Riesgo de Sobrepresión en el tanque. • Disminuye el margen de seguridad en caso de sobrecalentamiento del mismo	• Medidor magnético de nivel de líquido. • Alarma por alto nivel. • Válvulas de máximo llenado para entrar en operación una al 90% y otra al 85 %. • Válvulas de Exceso de Flujo. • Paro de emergencia.	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
2.3	**Corrosión**	**De otra manera**	**Se presenta a corrosión externa en el los tanques de almacenamiento**	• Falta de mantenimiento periódico de las instalaciones. • Incorrecta aplicación del sistema de protección anticorrosiva.	• Mayor probabilidad de fugas por tubería en mal estado. • Operación de una Instalación insegura.	• Programa anual de mantenimiento.	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 2 Almacenamiento de Gas L.P..												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
2.4	Otro	De otra manera	Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE	• Golpe accidental o un sabotaje en las líneas de Gas L.P en el área de almacenamiento. • Se tiene la presencia de una fuga. • El gas liberado encuentra una fuente de ignición, generando un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los tanques. • No se tiene atención al evento. • Falla el sistema contraincendio, el sistema de enfriamiento de aspersión, de manera que se crean condiciones para un sobrecalentamiento del tanque. • Falla la válvula de desfogue (seguridad) y con rapidez se incrementa la presión al interior del tanque, el Gas L.P. contenido empieza a bullir, • La presión es tal que se presenta fatiga y cedencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, liberando el Gas L.P en forma de explosión y bola de fuego, conociendo este fenómeno como BLEVE.	• Ruptura total del tanque • Liberación abrupta del Gas L.P., con formación de bola de fuego, explosión. • Daños a personal que pueden ser mortales, por la presencia de la bola de fuego • Daños a los predios aledaños que presentan cultivos. • Potenciales daños catastróficos al ser humano y su infraestructura.	• Sistema de diluvio (enfriamiento) rociando los tanques para salvaguardar su integridad mecánica y evitar la propagación del incendio o la flama. • Se abren las válvulas de seguridad multiport. • Sistema contraincendio a base de extintores. • Botonera de paro de emergencia. • Sistema de alarmas • Conexión a tierra. •	**F2**	**C4**	**C2**	**C4**	**C4**	**A**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 3: Toma de suministro de autotanques.												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
3.1	**Flujo**	**Menos**	**Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas a los autotanques**	• Se presenta una fuga en la manguera de 1 ¼" de Ø nominal especial para Gas L.P. • Fuga de gas en tuberías de 2" y 3" de Ø" nominal y accesorios de la isleta de tomas de suministro. • Falla mecánica o eléctrica en bomba de llenado. **Nota: La fuga se considera equivalente al 20% del diámetro nominal**	• Liberación de gas con probabilidad de generar un flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o asfixiantes. • Potenciales daños a los Equipos. • Paro de labores.	• Válvulas esféricas en línea de líquido a la salida del tanque y ante de la interconexión con autotanque, tanto en línea de vapor como en línea de líquido, aislamiento de secciones. • Válvulas de no retroceso en línea de vapor. • Válvula neumática en línea de líquido (salida del tanque) • Conexiones a tierra. • Botonera para paro de emergencia. • Sistema contraincendio. • Indicador de presión. • Indicador de volumen trasegado (medidor)	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
3.2	**Flujo**	**No**	• **No hay Flujo**	• Las válvulas de suministro en la toma de suministro de autotanques se encuentran cerradas. • Válvula del autotanque se encuentra cerrada.	• No hay alimentación de gas L.P.	• Indicadores de nivel. • Medidores. • By-pass con válvula automática de retorno.	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
3.3	**Presión**	**Más.**	**Se presenta mayor presión en las líneas de trasiego de gas.**	• Las válvulas de entrada al auto tanque se encuentran cerradas.	• Sobrepresión en las líneas de suministro a auto tanques. • Exceso de flujo	• By-pass con válvula automática de retorno. • Válvulas de relevo de presión hidrostáticas. • Válvula de exceso de Flujo en líneas de líquido y vapor. • Válvula de seguridad de control neumático en línea de líquido. • Indicador de Presión	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 3: Toma de suministro de autotanques.												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
3.4	**Corrosión**	**Más.**	**Se presenta corrosión externa en las líneas de 2" y 3"de diámetro nominal**	• Falla humana. Falta de mantenimiento periódico de las instalaciones.	• Posibilidad de fugas en líneas por corrosión.	• Programa anual de mantenimiento de las instalaciones	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
3.5	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de las mangueras de 1 ½" y 2" de Ø nominal o de las líneas de 2" y 3" de Ø nominal que conducen el Gas L.P. al	• Golpe externo. • Error humano (el semirremolque se pone en movimiento) • Falla de manguera	• Liberación súbita y masiva de gas L.P. • Formación inmediata de nubes explosivas y/o incendio. • Presencia de daños por radiación térmica y/o afectación por ondas de presión provocadas por explosiones.	• Protección contra impacto vehicular • Manguera de ruptura (Pull Away). • Válvulas esféricas de bloqueo a la salida del tanque. • Válvulas de cierre rápido en línea de líquido seccionándola. • Válvula de seguridad de control remoto neumática en línea de líquido. • Conexión a tierra. • Botonera de paro de emergencia. • Sistema contraincendio. • Sistema de alarmas.	**C2**	**C1**	**C2**	**C1**	**C**	**C2**
3.6	**Operación**	**Servicios**	**No opera el sistema contraincendio**	• Falla bomba. • Falla de suministro de corriente eléctrica. • Falta de suministro de agua. • Válvulas cerradas.	• Incendios que no podrían ser controlados.	• Bomba de respaldo, de operación de combustión interna. • Toma siamesa. • Sistema de contraincendio a base de extintores.	**F2**	**C**	**D**	**D**	**D**	**C**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 4 Toma de suministro de Muelle de Llenado												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
4.1	**Flujo**	**Menos**	**Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas a los autotanques**	• Se presenta una fuga en la manguera especial para Gas L.P. • Fuga de gas en tuberías de 2" y 3" de Ø" y accesorios del muelle de llenado. • Falla mecánica o eléctrica de la bomba de llenado. **Nota: La fuga se considera equivalente al 20% del diámetro nominal**	• Liberación de gas con probabilidad de generar un flamazo (incendio jet fire y/o formación de nubes explosivas y/o asfixiantes. • Potenciales daños a los Equipos. • Paro de labores.	• Válvulas esféricas en línea de líquido a la salida del tanque y ante de la interconexión con autotanque, tanto en línea de vapor como en línea de líquido, aislamiento de secciones. • Conexiones a tierra. • Botonera para paro de emergencia. • Sistema contraincendio. • Indicador de presión. • Indicador de volumen trasegado (medidor)	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
4.2	**Flujo**	**No**	• **No hay Flujo**	• Las válvulas de suministro en la toma de suministro del múltiple de llenado se encuentran cerradas. • Válvula del recipiente portátil cerrada.	• No hay alimentación de gas L.P.	• Indicadores de nivel. • Medidores. • By-pass con válvula automática de retorno.	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
4.3	**Presión**	**Más.**	**Se presenta mayor presión en las líneas de trasiego de gas.**	• Las válvulas de entrada al auto tanque se encuentran cerradas.	• Sobrepresión en las líneas de suministro a auto tanques. • Exceso de flujo	• By-pass con válvula automática de retorno. • Válvulas de relevo de presión hidrostáticas. • Indicador de presión	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**
4.4	**Corrosión**	**Más.**	**Se presenta corrosión externa en las líneas de 2" y 3"de diámetro nominal**	• Falla humana. Falta de mantenimiento periódico de las instalaciones.	• Posibilidad de fugas en líneas por corrosión.	• Programa anual de mantenimiento de las instalaciones	**F2**	**D**	**D**	**D**	**D**	**D**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.												
Numero de Nodo: 4 Toma de suministro de Muelle de Llenado												
No.	**Variable**	**Palabra Guía**	**Desviación**	**Causas**	**Consecuencias**	**Sistemas, equipos, accesorios de seguridad.**	**F**	**DP**	**DA**	**DN**	**DI**	**TIPO DE RIESGO**
4.5	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de la manguera del múltiple de llenado de recipientes portátiles o líneas de 2" y 3" de Ø	• Golpe externo que deriva en la ruptura de la línea de suministro al múltiple de llenado. • Falla de manguera	• Liberación súbita y masiva de gas L.P. • Formación inmediata de nubes explosivas y/o incendio. • Presencia de daños por radiación térmica y/o afectación por ondas de presión provocadas por explosiones.	• Protección contra impacto vehicular. • Válvulas de exceso de flujo en salida del tanque. • Válvulas de cierre rápido antes y después de la bomba. • Válvulas esféricas de bloqueo a la salida del tanque y antes del múltiple de llenado • Conexión a tierra. • Botonera de paro de emergencia. • Sistema contraincendio. • Sistema de alarmas.	**F2**	**C2**	**C1**	**C2**	**C1**	**C**
4.6	Operación	Servicios	No opera el sistema contraincendio	• Falla bomba. • Falla de suministro de corriente eléctrica. • Falta de suministro de agua. • Válvulas cerradas.	• Incendios que no podrían ser controlados.	• Bomba de respaldo, de operación de combustión interna. • Toma siamesa. • Sistema de contraincendio a base de extintores.	**F2**	**C**	**D**	**D**	**D**	**C**

En resumen, la tabla anterior nos indica que con la aplicación de la metodología **HazOp** se identificaron **1 escenarios** con un Índice de Riesgo del **Tipo "A" "Riesgo Inaceptable"** y **6 escenarios de riesgo tipo "C" "Aceptable con Controles"** y **16 escenarios** con Índice de Riesgo **Tipo "D" "Riesgo Razonablemente Aceptable"**

Tabla 4 Matriz Jerarquización: Resumen de los escenarios de riesgos identificados por severidad de las consecuencias.

FRECUENCIA	**ALTA (F4)**	**B**	**B**	**A**	**A**
	MEDIA (F3)	**C**	**B**	**B**	**A**
	BAJA (F2)	**D** **1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5** **2.1, 2.2, 2.3** **3.1, 3.2, 3.3, 3.4** **4.1, 4.2, 4.3, 4.4**	**C** **1.6, 1.7** **3.5, 3.6** **4.5, 4.6**	**B**	**A** **2.4**
	REMOTA(F1)	**D**	**D**	**C**	**B**
		Menor C1	**Moderada C2**	**Grave C3**	**Catastrófica C4**
		CONSECUENCIA			

En ambos casos derivado de la estimación de consecuencias y escenarios de riesgo podemos concluir que estos escenarios, calificados con un nivel de riesgo alto **"C"** están asociados con la presencia de Gas L.P. y su posterior deflagración o inflamación, en caso de encontrar una fuente de ignición, y que son ocasionados por diversos agentes como son: fallas de equipos, o de sistemas de seguridad, fallas mecánicas de materiales o equipos, golpes por agentes externos y que ponen en riesgo la vida humana y la integridad de las instalaciones.

Asimismo, estos eventos se pueden agrupar en categorías (esto es posible porque en la operación de la planta solo se tienen dos operaciones unitarias lo que simplifica la identificación de los parámetros y escenarios que presentan un escenario similar y el mismo nivel de riesgo).

Áreas susceptibles por riesgos de BLEVE con Bola de Fuego.

Para el presente proyecto se concluye que las áreas o instalaciones de mayor riesgo son iguales a la que se analizaron, esto es porque en todas se tiene el manejo de Gas L.P.

Tabla 5 Áreas susceptibles por riesgos de BLEVE con Bola de Fuego

Instalación	Área específica y/o Equipo
Área de Almacenamiento.	Tanques de almacenamiento.

Áreas susceptibles por riesgos de fugas.

Para el presente proyecto se concluye que las áreas o instalaciones de mayor riesgo son iguales a la que se analizaron, esto es porque en todas se tiene el manejo de Gas L.P.

Tabla 6 Áreas susceptibles por riesgos de fugas.

Instalación	Área específica y/o Equipo
Área de Recepción de semirremolques.	Interconexión con semirremolque con mangueras de 2", tomas de recepción de 2"de diámetro nominal y su conducción por medio de tubería de 3" de diámetro nominal hasta los tanques de almacenamiento y el Retorno de Gas L.P. en estado gaseoso a semirremolque mediante una toma de recepción de 1 ½" de diámetro y línea de 2" de diámetro de tanques de almacenamiento a toma de recepción-
Área de Almacenamiento.	Interconexiones para tuberías de 2" y 3" de Ø.
Área de isletas para suministro de gas para autotanques.	Tuberías e interconexiones de 3" y 2" de diámetro y manguera de 2" de diámetro nominal, y retorno de Gas L.P. en estado vapor a través de manguera y tubería de 1 ¼" y 2" pulgadas de diámetro nominal.
Área para el llenado de cilindros (recipientes transportables)	Tuberías e interconexiones de 3" y 2" de diámetro nominal y llenaderas de ½" de diámetro nominal

Tipo de riesgo determinado.

Se determinó que bajo una operación normal el nivel riesgo para los escenarios denominados Más Probables, pero Menos Catastróficos corresponde a una Frecuencia (2) Baja con Consecuencias de Menores.

En el caso de ocurrencia de algunos de los eventos denominados como Mas Catastróficos, pero Menos Probables, se identificó la presencia de la infraestructura urbana que podría verse afectada con consecuencias potencialmente graves y en el caso del BLEVE potencialmente catastróficas por lo que es necesario, realizar la estimación de consecuencias para estos escenarios a partir simularlos mediante modelos matemáticos, para determinar con mayor fiabilidad las afectaciones sobre el ambiente y el ser humano.

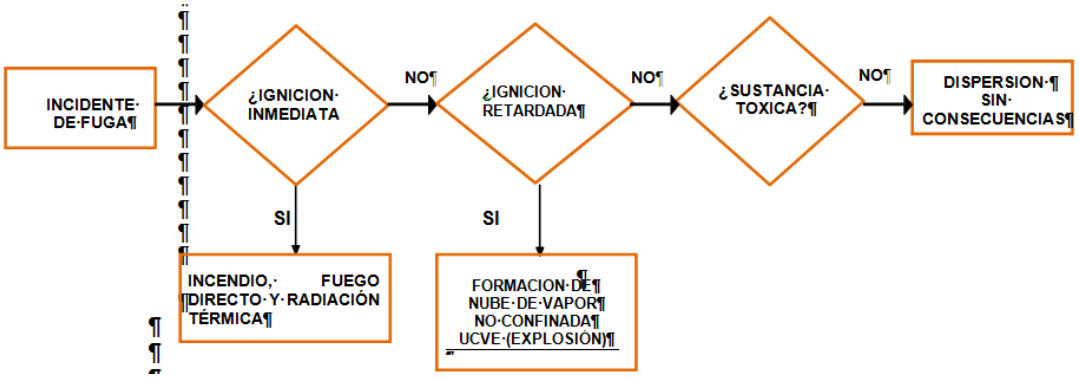
Y si bien con base en la experiencia del grupo interdisciplinario se considera que la probabilidad de ocurrencia de los denominados catastróficos es muy baja, con el objetivo de incrementar la fiabilidad de operación y prevenir eventos que generen consecuencias catastróficas, se han emitido Recomendaciones Técnico Operativos.

Radios potenciales de afectación.

La modelación matemática del comportamiento de los potenciales escenarios de riesgos permite evaluar la magnitud de los efectos negativos potenciales de la instalación y la propagación de un incidente que generalmente involucra modelos de liberación accidental de sustancias peligrosas, desarrollándose una variedad de escenarios y cuyo análisis determina el impacto potencial al personal, instalación y población circundante.

Para el tipo de actividad, es necesario considerar las investigaciones del International Risk Institute en las cuales se ha reconocido que una fuga de grandes cantidades de gases inflamables puede ocasionar una nube explosiva en espacios abiertos que pueden causar severos o catastróficos daños a extensas áreas de una planta o comunidad.

En la siguiente figura se muestra el diagrama que explica la probabilidad y comportamiento de una fuga típica de una mezcla de Gas L.P.



Los tipos de incidentes a considerar que pueden producir la pérdida de control sobre las sustancias peligrosas y desencadenar consecuencias negativas para las personas y los ecosistemas.

Para la elaboración de los diagramas de pétalos se ubica en plano el radio resultante de la simulación del caso más catastrófico y menos catastrófico de la línea de mayor diámetro que es se localiza en las distintas áreas, esto es:

Área de recepción y suministro, líneas de: 3" y 2" de Ø, el radio que se indicara en esa área es el resultante de la simulación de la línea de 3" de Ø.

Tabla 7 Relación de escenarios a simular:

Referencia en HazOp.	Escenario de riesgo	TIPO	
1.2 3.1 4.1	Fuga a través de un orificio equivalente al 20% de las tuberías de 2", 3" de diámetro nominal	**C**	**Más probable menos catastrófico**
1.6 3.5 4.5	Ruptura de las tuberías de 2", 3" Y 4" de diámetro nominal	**C**	**Menos Probable más catastrófico**
2.4	BLEVE, se presentan las condiciones para que ocurra este fenómeno.	**A**	**Menos Probable Mas Catastrófico.**

Tabla 8 Catalogo de Escenarios Simulados. Casos Mas Probable Menos Catastróficos

CASOS MAS PROBABLE MENOS CATASTROFICOS									
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)					
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m²	*Z.A* 1.4 Kw/m²	*Z.A.R.* 1 psi	*Z.A* 0.5 psi
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m
1.2	1BBG	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir de 0.4" de Ø (0.01016 m), a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.1407 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 84.42 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión) Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión	600	84.42	5.78	10.72	52.11	88.68
1.2	2BBG	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir de 0.6" de Ø (0.01524 m), a una presión de 10 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.3166 kg/s , se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 189.96 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión) Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión	Incendio/ Explosión	600	189.60	5.84	15.82	68.28	116.21

CASOS MAS PROBABLE MENOS CATASTROFICOS									
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)					
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m^2	*Z.A* 1.4 Kw/m^2	*Z.A.R.* 1 psi	*Z.A* 0.5 psi
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m
3.1	**6ABBG**	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado vapor a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir 0.4" de Ø (0.01016 m), en la tubería de retorno a tanque de almacenamiento, a una presión de 3 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.0422 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 25.32 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión)	**Incendio/ Explosión**	**600**	**25.32**	**3.16**	**5.98**	**34.88**	**59.36**
4.1	**6BBBG**	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado vapor a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 2" de Ø, es decir 0.4" de Ø (0.01016 m), en la tubería de retorno a tanque de almacenamiento, a una presión de 5 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.0703 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 42.18 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	**Incendio/ Explosión**	**600**	**42.18**	**4.10**	**7.67**	**41.35**	**70.37**

CASOS MAS PROBABLE MENOS CATASTROFICOS									
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)					
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m^2	*Z.A* 1.4 Kw/m^2	*Z.A.R.* 1 psi	*Z.A* 0.5 psi
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m
3.1	7ABBG	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, que permite la liberación continua de Gas L.P. a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir de 0.6" de Ø (0.01524 m), a una presión de 3.00 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.0960 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura diez minutos, descargándose 57.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión) Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión	Incendio/ Explosión	600	57.60	4.69	8.83	45.87	78.07
4.1	7BBBG	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gas L.P. en estado líquido a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 3" de Ø, es decir 0.6" de Ø (0.01524 m), en la tubería de su suministro a Múltiple de Llenado a una presión de 5 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.1583 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 94.98 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva (Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión. sobrepresión)	Incendio/ Explosión	600	94.98	6.97	11.31	55.19	92.23

CASOS MENOS PROBABLES MÁS CATASTROFICOS									
				Radios de Afectación (m)					
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	*Inventario de fuga*		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m^2	*Z.A* 1.4 Kw/m^2	*Z.A.R.* 1 psi	*Z.A* 0.5 psi
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m
1.6	3BBG	Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 10.00 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo del compresor que es de 4.257 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1277.10 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión	300	1277.10	29.99	55.15	152.79	260.04
1.6	4BBG	Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 10.00 kg/cm2, y una tasa de descarga de 7.9170 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 2375.10 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión	Incendio/ Explosión	300	2375.10	40.03	74.00	187.89	319.78

CASOS MENOS PROBABLES MÁS CATASTROFICOS									
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m) CASOS MENOS PROBABLES MÁS CATASTROFICOS					
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por bola de fuego	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m^2	*Z.A* 1.4 Kw/m^2	*Diámetro Máximo*	*Tiempo de Exposición*
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	m	Segundos
2.4	5BBG	Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de almacenamiento, el Gas L.P. liberado encuentra una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los tanques, no se tiene atención al evento, falla el sistema contranincendio y el sistema de enfriamiento de aspersión, de manera que se crean condiciones para un sobrecalentamiento del tanque, la válvula de desfogue (seguridad) falla y con rapidez se incrementa la presión al interior del tanque, el Gas L.P. contenido empieza a bullir, la presión es tal que se presenta fatiga y cadencia de los materiales provocando la ruptura del tanque y despresurización súbita del mismo, liberando 135,000 Lts de Gas L.P que equivalen a 72,900.00 Kg, el fenómeno inicial es el BLEVE. Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.	Incendio/ Explosión	Inmediato	72,900.00	761.92	1423.76	242.29	16.8

CASOS MENOS PROBABLES MÁS CATASTROFICOS									
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)					
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m^2	*Z.A* 1.4 Kw/m^2	*Z.A.R.* 1 psi	*Z.A* 0.5 psi
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m
3.5	8ABBG	Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0508 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. en estado vapor a una presión de 3.00 kg/cm2 y tasa de descarga de 1.0556 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 316.98 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión. Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión	300	316.98	15.02	28.10	96.02	163.43
4.5	8BBBG	Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0508 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. en estado vapor a una presión de 5.00 kg/cm2 y tasa de descarga de 1.76 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 528.00 kg, Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión. Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión	300	528.00	19.41	36.00	113.82	193.72

CASOS MENOS PROBABLES MÁS CATASTROFICOS									
Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Causas	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)					
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión	
				Tiempo de fuga	*Masa Liberada*	*Z.A.R.* 5 Kw/m^2	*Z.A* 1.4 Kw/m^2	*Z.A.R.* 1 psi	*Z.A* 0.5 psi
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m
3.5	9ABBG	Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 3.00 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 3.41 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1020.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión). Se evalúan efectos por Radiación Térmica y Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión	300	1020.50	28.53	53.00	141.79	241.31
4.5	9BBBG	Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 3" Ø nominal (0.0762 m), liberando de forma súbita y masiva Gas L.P. a una presión de 5.00 kg/cm^2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 3.41 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1020.60 kg. Se tiene presencia de riesgo de ignición inmediata (Jet Fire) o la formación de una nube explosiva Ondas de sobrepresión).	Incendio/ Explosión	300	1020.50	26.97	49.59	141.77	241.31

Análisis de Consecuencias e Interacciones.

Para desarrollar el análisis de consecuencias e interacciones tanto con componentes ambientales como con la infraestructura urbana que se encuentra dentro del **SA** delimitado para el proyecto, primeramente, identificaremos los puntos de interés o vulnerables más cercanos a la instalación y que podrían verse afectados por los escenarios de riesgo denominados más probables, pero menos catastróficos.

También se considerarán los escenarios más catastróficos, pero menos probables, para lo cual tomaremos como límite los radios de afectación que se derivarían de la ocurrencia de un BLEVE en cualquiera de los tanques, siendo este escenario el que generaría las mayores distancias de potencial afectación, en este caso por radiación térmica; mismos que se han mostrado en páginas anteriores, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Radio de Alto Riesgo (5 Kw/m^2) = 761.92 m

Radio de amortiguamiento (1.4 Kw/m^2) = 1423.76 m

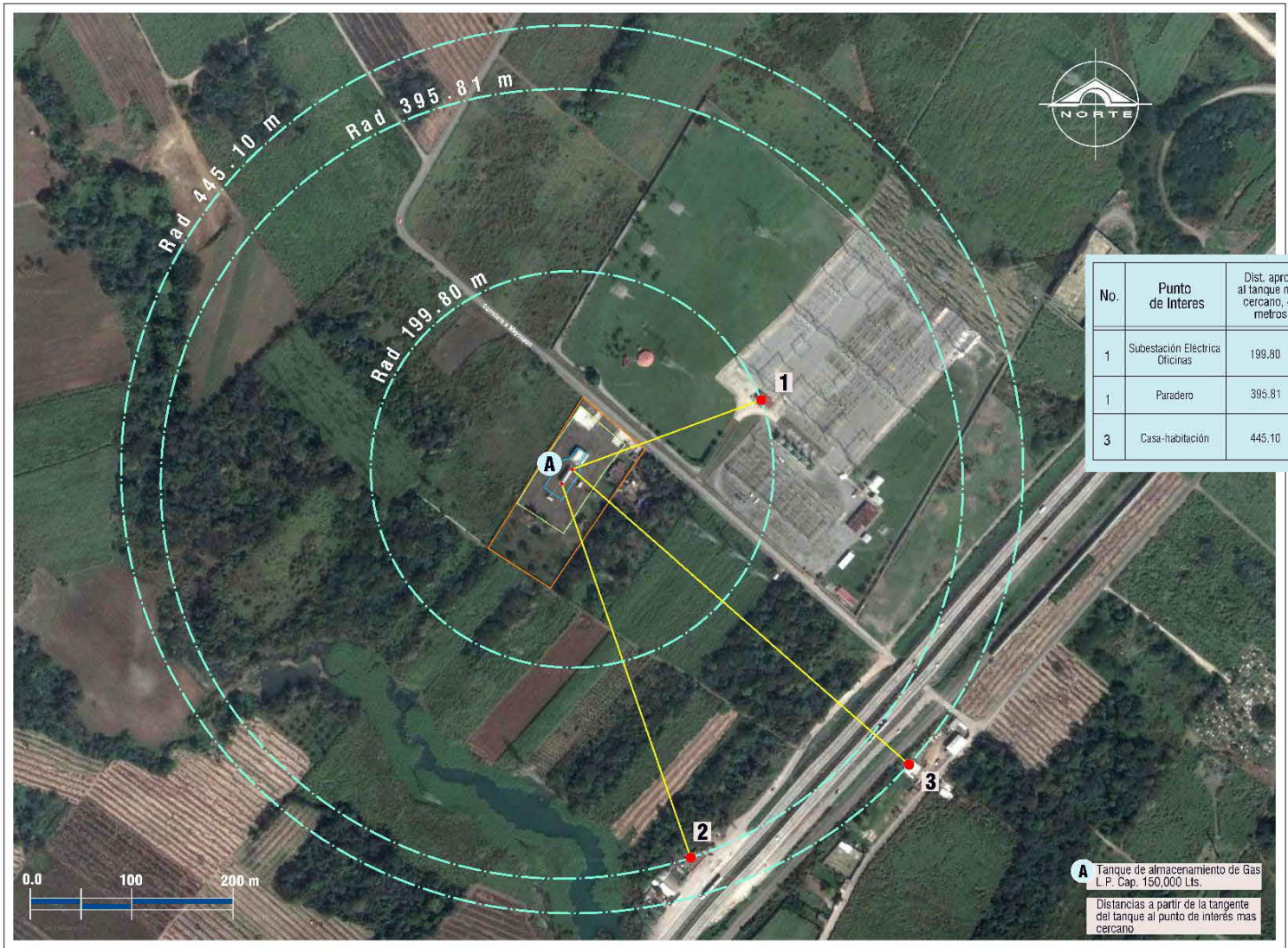
Se procedió a georreferenciar los potenciales de afectación a fin de identificar los puntos de interés que se encontraran dentro de dichos radios para su posterior reconocimiento en campo.

Puntos de interés más cercanos al proyecto.

Los puntos de interés que pueden presentar vulnerabilidad ante los efectos por la radiación térmica o las ondas de choque que se derivarían en caso de la ocurrencia de alguno de los escenarios de riesgo identificados son los siguientes:

Fig. 1 Puntos de interés identificados en la zona de influencia indirecta del proyecto.

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Abril 2019
CIUDAD O ESTADO:		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino a Moyoapán 26, No. 300 en la Loc. de Buena vista, en Dos Caminos de la Congregación Buena Vista, Mpio de Ixtaczoquitlán, Edo. de Veracruz.		REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra





No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
1	Subestación Eléctrica Oficinas	199.80	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja
1	Paradero	395.81	Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado. Techumbre de Acero	Baja
3	Casa-habitación	445.10	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de OPERADORA DE SERVICIOS ANKER S.A. DE C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: INFRAESTRUCTURA URBANA MAS CERCANA AL PROYECTO

Plano No.: PI-2

Dibujó: GCR

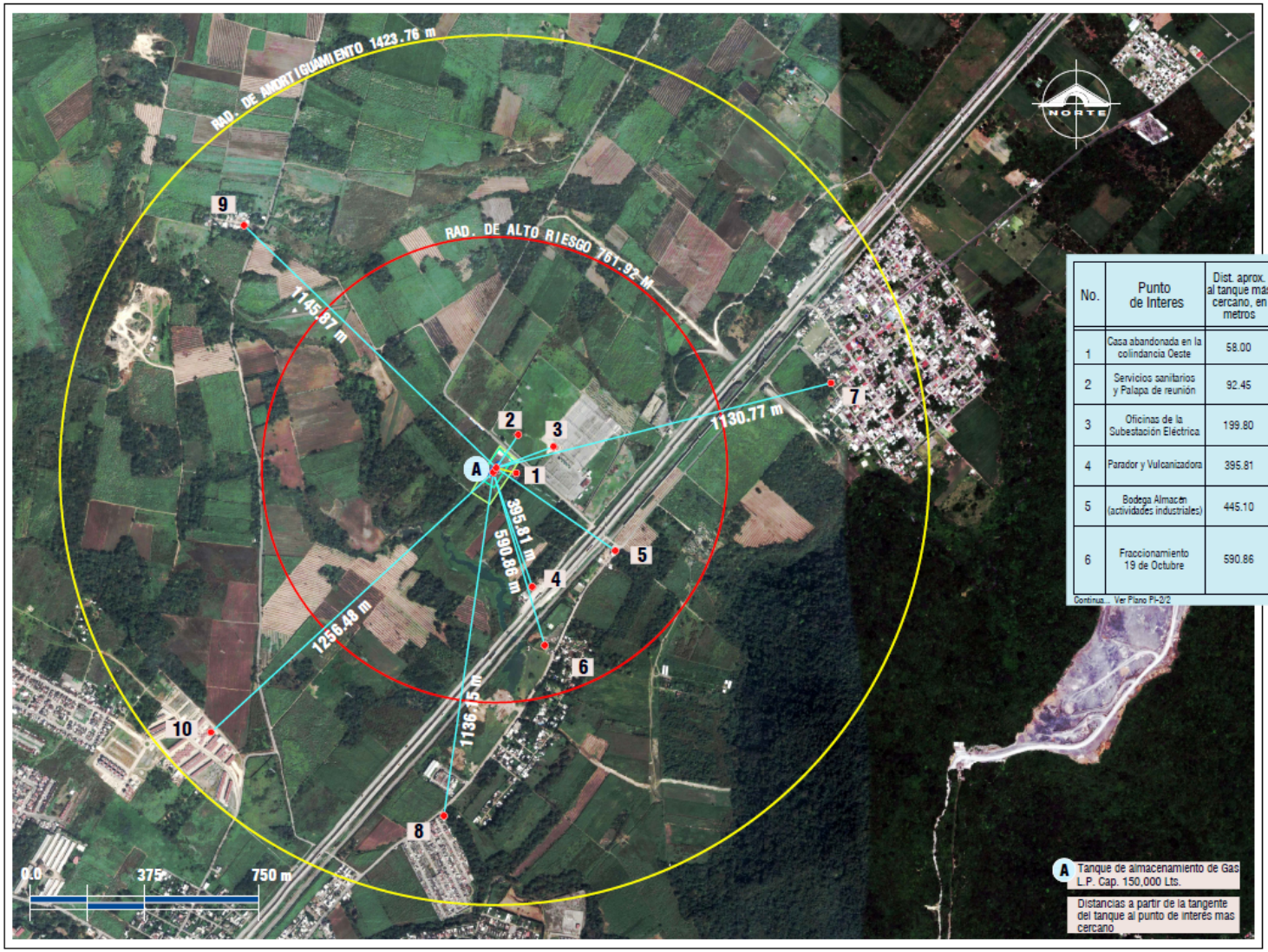
Escala: Indicada

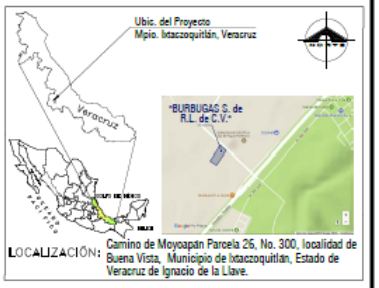
Acotaciones: Metros

Fecha: Abril 2019

Fig. 2 Puntos de interés dentro de los radios de potenciales de afectación derivados de un BLEVE. Plano 1 de 2

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Junio 2020
CIUDAD O ESTADO:		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino de Moyoapán Parcela 26, No. 300, localidad de Buena Vista, Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave	REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra	





No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
1	Casa abandonada en la colindancia Oeste	58.00	Construida con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado, techumbre de lámina.	Alta por la cercanía
2	Servicios sanitarios y Palapa de reunión	92.45	Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	Baja
3	Oficinas de la Subestación Eléctrica	199.80	Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	Baja
4	Parador y Vulcanizadora	395.81	Construidas con tabique recocido, block de cemento-arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	Baja
5	Bodega Almacén (actividades industriales)	445.10	Utilizados son block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base de concreto armado	Baja
6	Fraccionamiento 19 de Octubre	590.86	Comunidad semirural La mayoría de las casas y construcciones estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (block de cemento -arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado. Teshumbres de losa de concreto armado, pero es común también encontrar de lamina.	Baja

Continua... Ver Plano PI-2/2

Autorizó
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de OPERADORA DE SERVICIOS ANKER S.A. DE C.V.

Revisó
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

PUNTOS DE INTERES

Título del Plano: PUNTOS DE INTERÉS DENTRO DE LA POTENCIAL ZONA DE AFECTACIÓN

Plano No.: PI-1/2

Rev.: –

GIPESA

Elaboró: [redacted]

Dibujó: GCR

Escala: Indicada

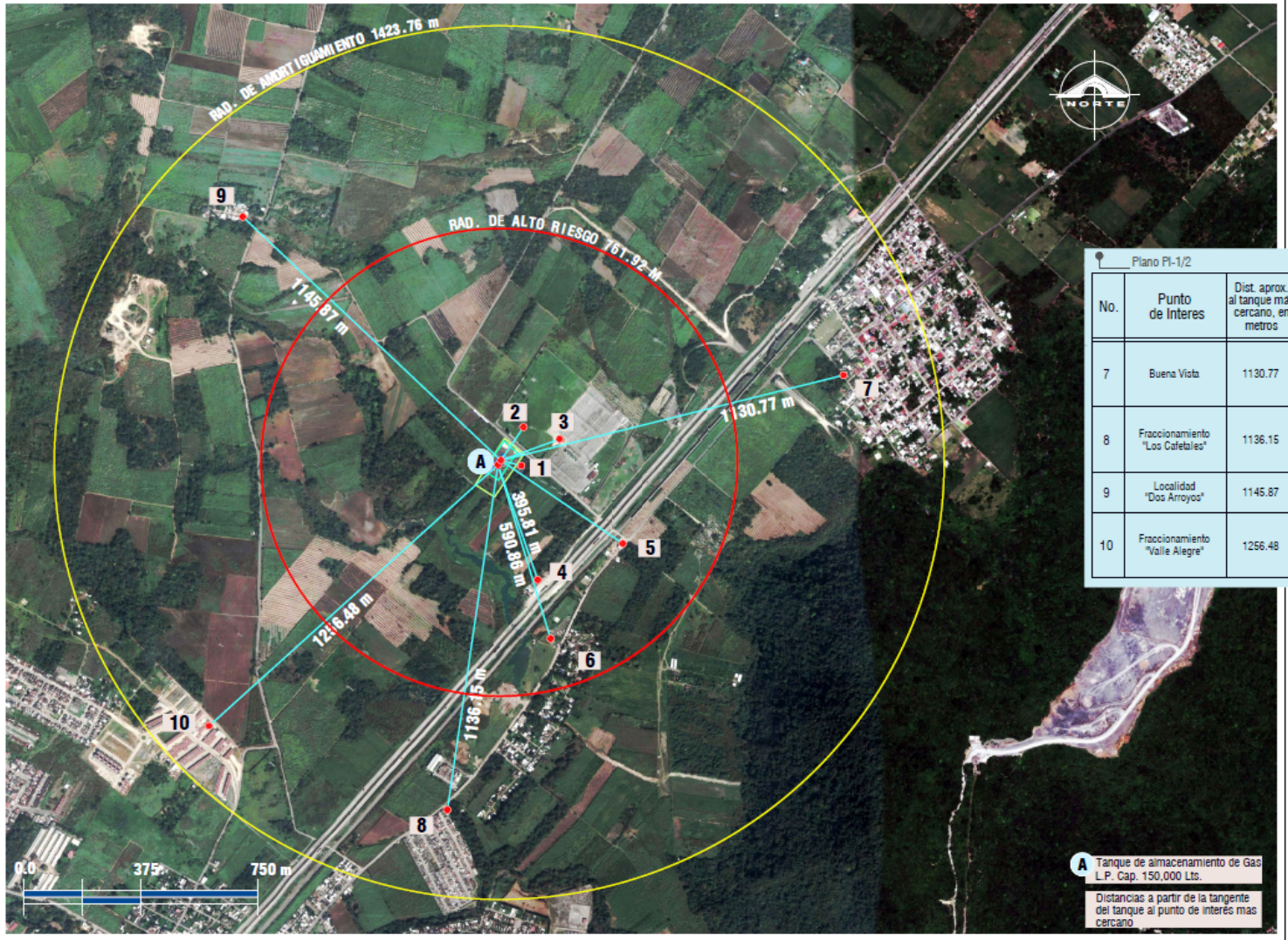
Acotación: Metros

Fecha: Junio 2020

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Fig. 3 Puntos de interés dentro de los radios de potenciales de afectación derivados de un BLEVE. Plano 2 de 2

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: BURBUGAS S. de R.L de C.V.			FECHA: Junio 2020
CIUDAD O ESTADO:		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 55 43 36 67 79	DOMICILIO: Camino de Moyoapán Parcela 26, No. 300, localidad de Buena Vista, Municipio de Ixtaczoquitlán, Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave	REPRESENTANTE: Lic. Miguel Angel Oble Parra	





Plano PI-1/2

No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
7	Buena Vista	1130.77	Localidad Urbana La mayoría de las casas y construcciones estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (block de cemento-arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado. Las techumbres son de losa de concreto armado, pero es común también encontrar de lamina y cercas perimetrales, de materiales rusticos.	Baja
8	Fraccionamiento "Los Cafetales"	1136.15	Localidad Rural La mayoría de las casas y construcciones estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (block de cemento-arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizontales y verticales de concreto armado. Las techumbres son de losa de concreto armado, pero es común también encontrar de lamina y cercas perimetrales, de materiales rusticos.	Baja
9	Localidad "Dos Arroyos"	1145.87	No se tomo registro fotografico de la localidad, de acuerdo al grado de marginalidad que se reporta se estima que la mayoria de las viviendas estan construidas con una combinación de materiales rústicos propios de la región y materiales prefabricados.	Baja
10	Fraccionamiento "Valle Alegre"	1256.48	Fraccionamiento Urbano Cuenta con todos los servicios urbanos y los edificios son de cuatro niveles y están construidos con materiales prefabricados, blocks de cemento-arena, arcilla, con elementos de refuerzo de concreto armado. Cuenta con servicios de tienda de conveniencia y plazas comerciales.	Baja

Autorizó:
Lic. Miguel Angel Oble Parra
Representante Legal de OPERADORA DE SERVICIOS ANKER S.A. DE C.V.

Revisó:
[redacted]
Coordinador Ambiental GIPESA

BURBUGAS S. de R.L. de C.V.

Proyecto: "OPERACIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DEL MUELLE DE LLENADO DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P."

PUNTOS DE INTERES

Título del Plano: PUNTOS DE INTERÉS DENTRO DE LA POTENCIAL ZONA DE AFECTACIÓN

Plano No.: PI-2/2

Rev.: –

GIPESA

Elaboró: [redacted]

Escala: Indicada | Acotaciones: Metros | Unidades: GCR | Fecha: Junio 2020

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

En la tabla siguiente se muestra un resumen de las distancias a la que se ubican estos sitios y su grado de vulnerabilidad.

No. Punto	Descripción	Distancia al tanque en metros	Materiales	Vulnerabilidad
1	Casa abandonada en la colindancia Este.	**58.00**	Construida con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base concreto armado, techumbres de lamina,	***Alta por la cercania.***
2	Servicios Sanitarios y Palapa de reunión.	**92.45**	Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante.	***Baja***
3	Oficinas de la Substación Electrica	**199.80**	Construidas con block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante	***Baja***
4	Parador y Valcanizadora	**395.81**	Construidas con tabique recocido, block de cemento y arena, con elementos de refuerzo horizontales y verticales a base concreto armado, losa de concreto armado, por tipo de edificación se estima que su cimentación es a base de piedra y dalas de desplante	***Baja***
5	Bodega o Almacen (actividades industriales)	**445.10**	Utilizados son block de cemento arena y elementos de horizontales y verticales de refuerzo habilitados con concreto armado	***Baja***
6	“Fracionamiento 19 de Octubre”.	**590.86**	Comunidad semirural. La mayoría de las casas y construcciónes estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (blocks de cemento arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizantales y verticales de concreto armado. Las techumbres son de losa de concreto armado, pero es comun tambin encontrar de lamina.	***Baja***

7	"Buena Vista".	**1130.77**	Localidad Urbana. La mayoría de las casas y construcciónes estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (blocks de cemento arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizantales y verticales de concreto armado. Las techumbres son de losa de concreto armado, pero es comun tambien encontrar de lamina y cercas perimetrales, de materiales rusticos.	***Baja***
8	Fracionamiento "Los Cafetales"	**1136.15**	Localidad rural. La mayoría de las casas y construcciónes estan elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (blocks de cemento arena) o artesanales (tabique), generalmente con elementos de refuerzo horizantales y verticales de concreto armado. Las techumbres son de losa de concreto armado, pero es comun tambien encontrar de lamina y cercas perimetrales, de materiales rusticos.	***Baja***
9	Localidad "Dos Arroyos".	**1145.87**	No se tomo registro fotográfico de la localidad, de acuerdo al grado de marginalidad que se reporta se estima que la mayoría de las viviendas estan construidas con una combinación de materiales rusticos propios de la región y materiales prefabricados.	***alta***
10	Fraccionamiento "Valle Alegre".	**1256.48**	Fraccionamiento urbano. Cuenta con todos los servivios urbanos y los edificios son de cuatro niveles y estan construidos con materailes prefabricados blocks de cemento arena, arcilla, con elementos de refuerzo de concreto armado. Cuenta con servicios de tienda de conveniencia y plazas comerciales.	***Baja***

Puntos de interés con referencia al componente biótico.

Como fue descrito en la MIA-P presentada para el proyecto, el SA delimitado el nivel de perturbación es alto, los componentes bióticos y abióticos han sido transformados para facilitar, regularizar y promover el desarrollo urbano, la actividad predominante es la agricultura que ocupa grandes superficies y es el principal factor de presión antrópica que ha ocasionado la pérdida de cobertura vegetal.

De acuerdo con los recorridos de campo se identificaron los siguientes tipos de vegetación y que están presentes en SA: Agricultura de temporal permanente, Agricultura de temporal semipermanente, Agricultura de temporal semipermanente y permanente, Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia.

Específicamente, de acuerdo con la Serie V (2013) de uso de suelo y vegetación, el área del proyecto se ubica dentro del uso de suelo de Agricultura de temporal semipermanente y permanente

La agricultura de temporal es un sistema de producción que depende del comportamiento de las lluvias durante el ciclo de producción y de la capacidad del suelo para captar el agua y conservar la humedad.

La SAGARPA señala que en el año 2014 el municipio de Ixtaczoquitlán contaba con una superficie cultivada de 9,265 hectáreas; de las cuales, 5,930 ha eran destinadas para el cultivo de caña de azúcar, 1,655 al cultivo de café cereza y las restantes 510 ha para el cultivo de chayote. Además, durante los recorridos de campo se pudo observar también el cultivo de plátano y maíz.

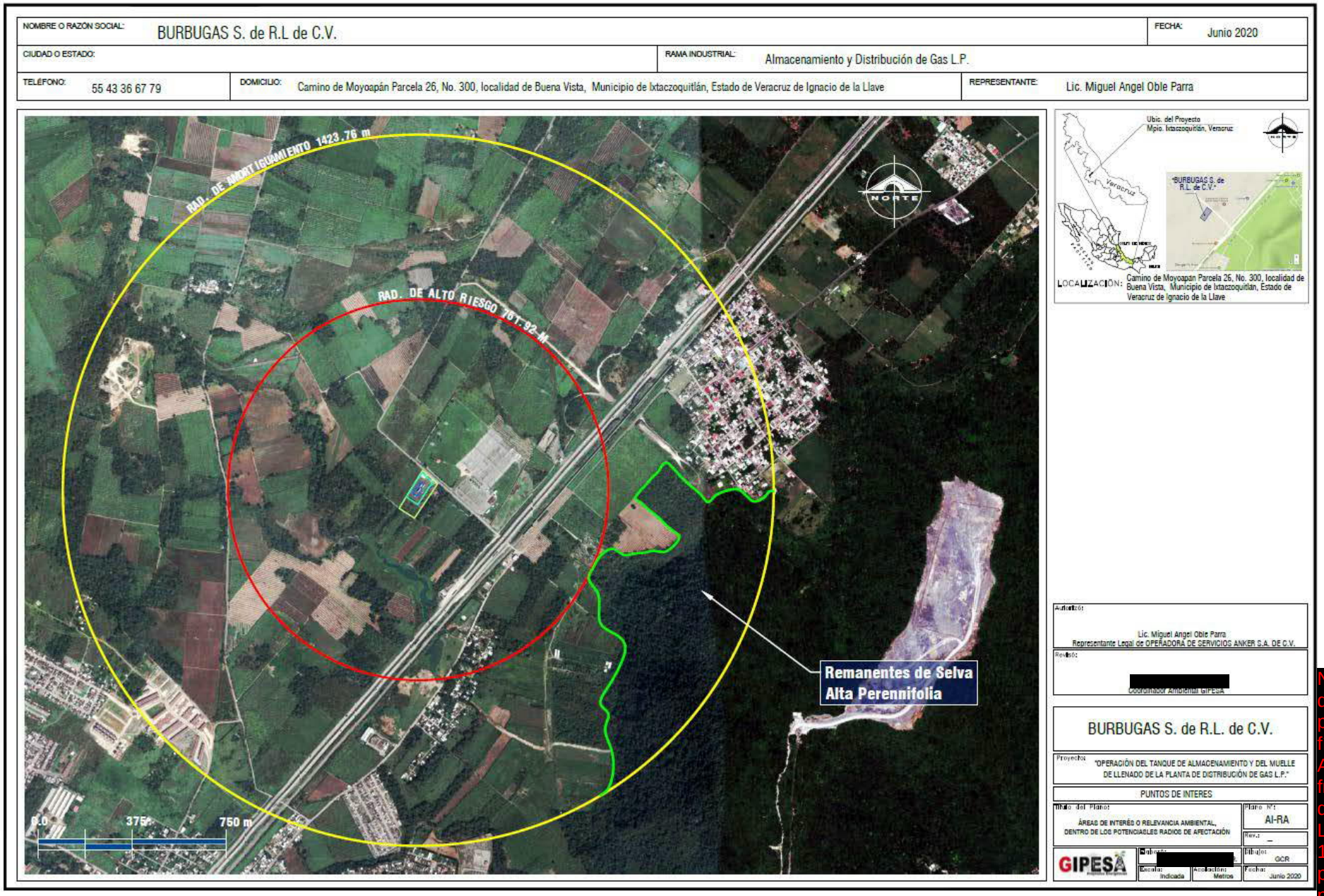
Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia

La vegetación secundaria comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se origina luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrollan en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre.

De acuerdo a INEGI, el municipio de Ixtaczoquitlán cuenta con una superficie de 5,140 hectáreas de vegetación secundaria.

En la imagen siguiente se presenta la distribución de las coberturas de vegetación dentro de SA y fotografías de este tipo de vegetación dentro del Sistema Ambiental.

Fig. 4 Áreas con interés o relevancia ambiental, dentro de los potenciales radios de afectación.



"Operación del Tanque de Almacenamiento y del Muelle de Llenado de la Planta de Distribución de Gas L.P."
BURBUGAS S. DE R.L. DE C.V.

Nombre de persona física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Análisis de interacciones.

El análisis de interacciones se realizará realizando un matriz para cada tipo de escenarios, identificando para cada radio de afectación la infraestructura o zona que se vería afectada de la propia planta y de los puntos o sitios de interés.

Matriz de interacciones Escenarios Más Probables Menos Catastróficos.					
No. de Esc.	**Radiación Térmica**		**Ondas de Sobrepresión**		**Infraestructura más cercana**
	Radio de Alto Riesgo:	**Radio de Amortiguamiento:**	**Radio de Alto Riesgo:**	**Radio de Amortiguamiento:**	
Esc. 1BBG	**5.78 m**	**10.72 m**	**52.11 m**	**88.68 m**	**Servicios sanitarios y palapa de reunión de CFE**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio..	**Casa Abandonada** **Acahual** El radio de afectación rebasa el límite Suroeste y Noreste del Predio	**Acahual** El radio de afectación rebasa el límite Noroeste, Suroeste y Noreste del Predio	
Esc. 2BBG	**5.84 m**	**15.82 m**	**68.28 m**	**116.21 m**	**Servicios sanitarios y palapa de reunión de CFE**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Casa Abandonada** **Acahual** El radio de afectación rebasa el límite Suroeste y Noreste del Predio	**Acahual** El radio de afectación rebasa los límites del predio.	
Esc. 6ABBG	**3.16 m**	**5.98 m**	**34.88 m**	**59.36 m**	**Casa Abandonada Servicios sanitarios y palapa de reunión de CFE**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** El radio sobrepasa el límite noroeste del predio.	**Acahual.** El radio sobrepasa los límites Noroeste y Sureste.	
Esc. 6BBBG	**4.10 m**	**7.67 m**	**41.35 m**	**70.37 m**	**palapa de reunión de CFE**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** El radio sobrepasa el límite noroeste del predio.	**Casa abandonada** **Acahual.** El radio sobrepasa los límites Noroeste , Sur y Sureste.	

Matriz de interacciones Escenarios Más Probables Menos Catastróficos.					
No. de Esc.	Radiación Térmica		Ondas de Sobrepresión		Infraestructura más cercana
	Radio de Alto Riesgo:	Radio de Amortiguamiento:	Radio de Alto Riesgo:	Radio de Amortiguamiento:	
Esc. 7ABBG	**4.69 m**	**8.83 m**	**45.87 m**	**78.07 m**	**Servicios sanitarios y palapa de reunión de CFE.**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** El radio sobrepasa el límite Noroeste	**Casa Abandonada Acahual** El radio sobrepasa los limites Sureste, Noroeste, Sur.	
Esc. 7BBBG	**6.07 m**	**11.32 m**	**55.19 m**	**92.23 m**	**Servicios sanitarios y palapa de reunión de CFE.**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ligeramente Casa abandonada** El radio de afectación rebasa los límites Sureste y Noreste	**Casa abandonada Acahual** El radio rebasa los límites Norte, Noreste, Sureste, y Noroeste	

Como se puede observar de acuerdo a los resultados de los modelos matemáticos en ningún caso de los escenarios tipificados **como más probables, pero menos catastróficos**, tendrían interacción con los puntos de interés identificados tanto en lo que se refiera a infraestructura urbana o particularo publica o con áreas de relevancia ambiental.

Por lo que podemos señalar que la distancia que guarda el proyecto con respecto de estas construcciones es adecuada para brindar seguridad a las actividades económicas presentes en las inmediaciones, así como con la infraestructura urbana presente. De manera que su operación bajo los estrictos procedimientos de seguridad bajo el cual deben operar estas instalaciones, no pone en riesgo las actividades económicas del SA delimitado y no pone en riesgo la seguridad de las personas.

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.				
No. de Esc.	**Radiación Térmica**		**Ondas de Sobrepresión**	
	Radio de Alto Riesgo:	**Radio de Amortiguamiento:**	**Radio de Alto Riesgo:**	**Radio de Amortiguamiento:**
Esc. 3 BBG	**29.99 m**	**55.15 m**	**152.79 m**	**260.04**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Casa Abandonada.** **Acahual** El radio de afectación sobrepasa los limites Noroeste y Sureste del predio	**Casa abandonada** **Sanitarios y la palapa.** **Acahual-** El radio de afectación sobrepasa los limites del predio.	**Oficinas de la Subestación** **Acahuales.** El radio de afectación sobrepasa los limites del predio.
Esc. 4 BBG	**40.03 m**	**74.00 m**	**187.89 m**	**319.78 m**
	Ligeramente la casa abandona. El radio de afectación sobrepasa el limite sureste.	**Casa abandonada** **Acahual** Los radios de afectación sobrepasan los límites e circunscriben a los limites del predio.	**Casa abandonada** **Sanitarios y la palapa.** **Acahuales** El radio de afectación sobrepasa los limites del predio.	**Oficinas de la Subestación** **Acahuales.** El radio de afectación sobrepasa los limites del predio.
No. de Esc.	**Radiación Térmica**		**Bola de Fuego**	
	Radio de Alto Riesgo:	**Radio de Amortiguamiento:**	**Radio Máximo**	
Esc. 5 BBG	**761.92 m**	**1423.76 m**	**121.145 m**	
	1. Casa Abandonada. **2. Servicios sanitarios y Palapa de reunión en la Subestación de CFE.** **3. Oficinas de la Subestación Electrica.** **4. Parador y Vulcanizadora.** **5. Bodega (actividad agroindustrial)** **6. Fraccionamiento 19 de Octubre.** **Componentes Bióticos.** **Acahuales.**	**7.** Localidad Buena Vista **8.** Localidad Unión y Progreso. **9.** Localidad Dos Arroyos. **10.** Fraccionamiento Potrerillo II **Componentes Bióticos** **Remanentes de Vegetación Secundaria de Selva Alta Perennifolia.**	**Casa Abandonada** **Acahual.** Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio no se tienen actividades en las inmediaciones con las cuales se interactúe	

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.

No. de Esc.	Radiación Térmica		Ondas de Sobrepresión	
	Radio de Alto Riesgo:	Radio de Amortiguamiento:	Radio de Alto Riesgo:	Radio de Amortiguamiento:
Esc. 8A BBG	**15.02 m**	**28.10 m**	**96.02 m**	**163.43 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** El radio de afectación rebase el límite Noroeste.	**Casa abandonada** **Acahual** El radio rebasa los límites Sureste, Noroeste, Suroeste.	**Servicios sanitarios de la Substación de CFE.** **Ligeramente Palapa.** El radio rebasa los límites del predio.
Esc. 8B BBG	**19.41 m**	**36.00 m**	**113.82 m**	**193.72 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** El radio rebasa el límite Noroeste del predio.	**Casa abandonada** **Servicios sanitarios y la palapa.** **Acahual** El radio rebasa los limites Noroeste, Noreste y Sureste.	**Oficinas de la Subestación** **Acahuales.** El radio rebasa los límites del predio.
Esc. 9A BBG	**28.53 m**	**53.00 m**	**141.79 m**	**241.31 m**
	Ninguna. El radio rebasa el límite Noroeste. Sin alcanzar infraestructuras.	**Ninguna.** El radio rebasa los límites Suroeste y Noroeste del predio. Sin alcanzar infraestructuras.	**Casa Abandonada.** **Acahual** El radio rebasa los límites del predio.	**Servicios Sanitarios y Palapa.** **Oficinas de la Subestación** El radio rebasa los límites del predio.
Esc. 9B BBG	**26.97 m**	**49.59 m**	**141.77 m**	**241.29 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los limites del predio.	**Ninguna.** El radio rebasa el límite Noroeste del predio. Sin alcanzar infraestructuras.	**Casa Abandonada.** **Acahual** **Servicios sanitarios y la palapa.** El redio reabasa kis límites del predio.	**Oficinas de la Subestación** **Acahuales-.**

Como se puede observar de acuerdo a los resultados de los modelos matemáticos en el caso de los escenarios tipificados **como más probables, pero menos catastróficos**, en lo que corresponde a efectos por radiación térmica ninguno de los puntos de interés tanto bióticos como abióticos se vería afectado. El caso del BLEVE es un escenario que se analiza de forma particular mas adelante.

En el caso de los efectos por ondas de sobrepresión la infraestructura que podría verse afectada es la que se encuentra dentro del radio de alto riesgo, sieno la Casa Abandonada, el acahual y los servicios sanitarios y palapa de la CFE.

Análisis de Consecuencias, efectos sobre el SA delimitado

Para desarrollar esta información se considera los efectos que se generan sobre materiales y el ser humano por radiación térmica y ondas de sobrepresión.

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR
1.2	1BBG		X	84.42	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	5.73	10.72
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales						SCRI FUEGO	52.11	88.68
						Salud Humana						SCRI FUEGO		
1.2	2BBG		X	189.60	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	5.84	15.82
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	68.28	116.21
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
1.6	3BBG		X	1277.10	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	29.99	55.15
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	125.79	260.04
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR
1.6	4	X		1047	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	40.03	74.00
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	187.89	319.78
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		
3.1	6A BBG		X	25.32	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	3.16	5.98
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	34.88	59.36
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
4.1	6B BBG		X	42.18	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	4.10	7.67
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	41.32	70.37
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
3.1	7A BBG		X	57.60	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	4.69	8.83
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	45.87	78.07
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		

4.1	7B BBG		X	94.98	Kg	Efectos por Radiación Térmica								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	6.97	11.31
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	55.19	92.23
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
3.5	8A BBG		X	316.98	Kg	Efectos por Radiación Térmica								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	15.05	28.10
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	96.02	163.43
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR
4.5	8B BBG	X		528.00	Kg	Efectos por Radiación Térmica								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	19.41	36.00
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	113.82	193.27
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		
3.5	9A BBG	X		1020.50	Kg	Efectos por Radiación Térmica								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	28.53	53.00
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Acahuales					X	SCRI FUEGO	141.79	241.31
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		

4.5	9B BBG	X		1020.50	Kg	Efectos por Radiación Térmica								28.53	53.00
						Acahuales					X	SCRI FUEGO			
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO			
						Efectos Ondas de Sobrepresión								141.77	241.31
						Acahuales					X	SCRI FUEGO			
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO			

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR
Análisis Efectos Por Bola de Fuego.														
2.4	5	X		121500	Kg	Acahuales				X		SCRI FUEGO	N/A	N/A
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
Radiación Térmica														
						Acahuales				X		SCRI FUEGO	912.29	1704.19
						Salud Humana	X					SCRI FUEGO		

C) Catastrófico: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con un nivel de peligro (por ejemplo, gases tóxicos o inflamables, radiación térmica o explosión causada por sobrepresión) que puede causar efectos ecológicos adversos irreversibles o grave desequilibrio al ecosistema. Un efecto ecológico adverso irreversible es aquel que no puede ser asimilado por los procesos naturales, o solo después de muy largo tiempo, causando pérdida o disminución de un componente ambiental sensible (por ejemplo, especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tipos de vegetación amenazada, entre otros).

(G) Grave: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos temporales. Un efecto ecológico adverso temporal es aquel que permanece un tiempo determinado, y disminuye la calidad o funcionalidad de un componente ambiental, siendo factible de atenuar con acciones de restauración o compensación.

(S) Significativo: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos recuperables. Un efecto ecológico adverso recuperable es aquel que puede eliminarse o remplazarse por la acción natural o humana, no afectando la dinámica natural del ecosistema o del componente ambiental.

(R) Reparable: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos reversibles. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que puede ser asimilado por los procesos naturales a corto plazo.

(N) Ninguno: Este evento no alcanza áreas externas a los terrenos de la instalación

IV.3 Presentar el informe técnico debidamente llenado

Informe Técnico.

El informe técnico se presenta en el **Anexo 7.**

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

Capítulo V

ÍNDICE

CAPÍTULO V **1**
IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL **1**
V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN **1**
V.1.1 PLANOS DE LOCALIZACIÓN **1**
V.1.2 FOTOGRAFÍAS 1
V.1.3 VIDEOS 1
V.1.4 OTROS ANEXOS 1

CAPÍTULO V

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

V.1 Formatos de presentación

V.1.1 Planos de localización

En el Anexo 1 se encuentran los planos y en se han integrado imágenes al estudio de riesgo.

V.1.2 Fotografías

Incorporadas en el Estudio de Riesgo

V.1.3 Videos

De manera opcional se puede anexar un CD con grabación del sitio.
No se llevó a cabo videograbación.

V.1.4 Otros anexos

ANEXO 1 Planos de las Instalaciones, Memorias Técnico descriptivas y Dictamen de diseño
ANEXO 2 Nodos de Análisis.
ANEXO 3 Hojas de trabajo Hazop
ANEXO 4 Puntos de Interes
ANEXO 5 Memoria de Simulaciones y Diagramas de Pétalos.
ANEXO 6 Arboles de Fallas y Eventos
ANEXO 7 Informe Técnico.
ANEXO 8 Hojas de Seguridad
ANEXO 9 Dictamen de Riesgos Geologicos.