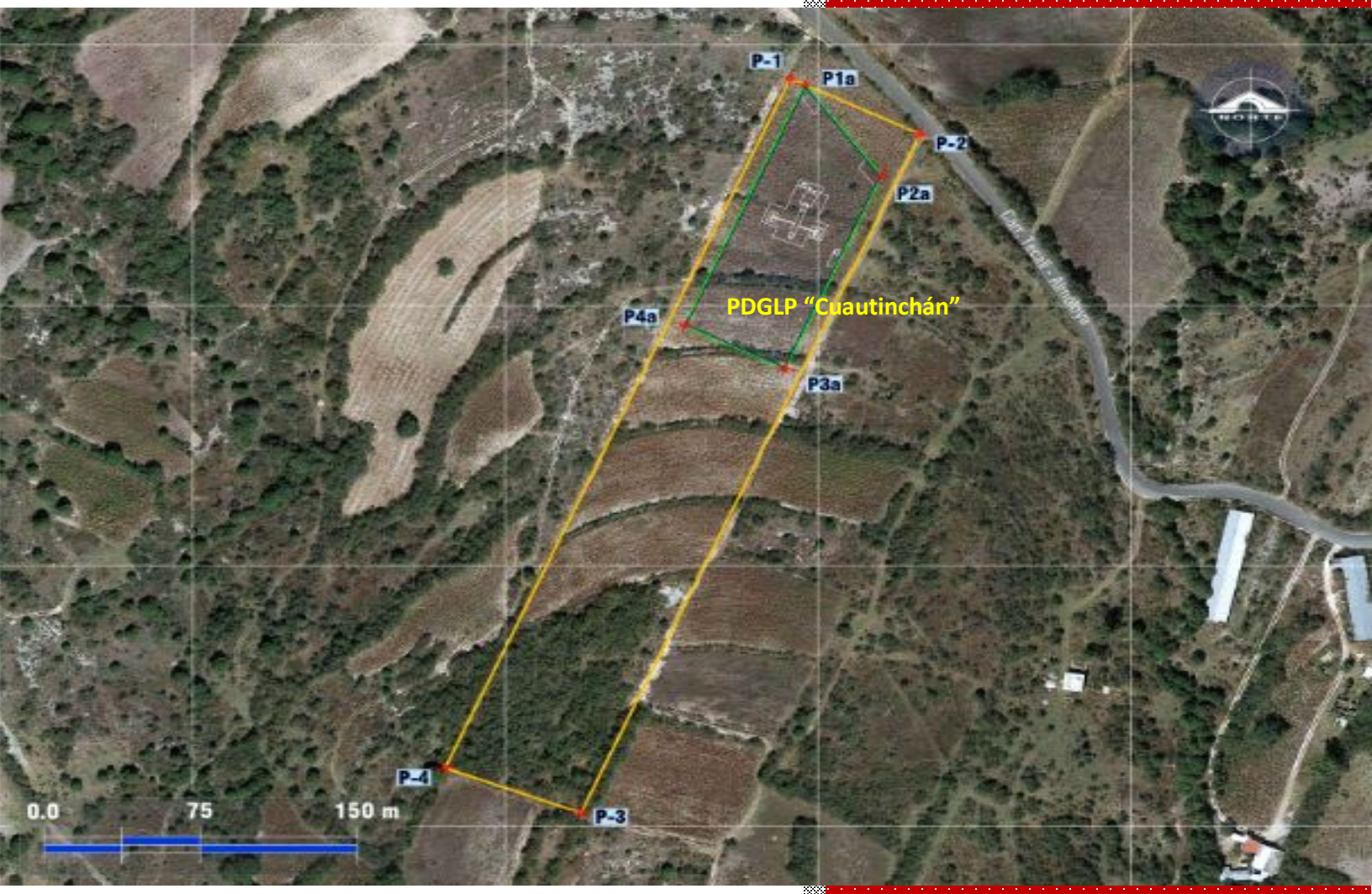
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

agasa gas

2021

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL
NIVEL II ANÁLISIS DE RIESGOS



"PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUAUTINCHÁN", PUEBLA"

Calle sin nombre, Fracción que se agrega del predio rustico mayor, ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuautinchán, Jurisdicción de Tecali de Herrera, Puebla.

CAPÍTULO I

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

CAPÍTULO I

CAPÍTULO I 1
ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS DON DEL PROYECTO 1
I.1 Susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales 1
I.1.1 Riesgos Geológicos 1
I.1.2 Riesgos hidrometeorológicos. 11
I.2 Bases de diseño 25
Usos de suelo identificados in-situ en un radio de 1704.19 m 26
A. Proyecto Civil 30
B. Proyecto mecánico 39
C. Proyecto eléctrico 58
D. Proyecto sistema contra incendio 68
I.3 Operación y Mantenimiento 81
Diagrama de Flujo 82
I.3.1 Hojas de seguridad 87
I.3.2 Almacenamiento 88
I.3.3 Equipos de proceso y auxiliares 92
I.3.4 Pruebas de verificación 93
I.4 Condiciones de Operación 98
I.4.1 Temperaturas y presiones de diseño de operación 98
I.4.2. Estado físico de las diversas corrientes del proceso 98
I.4.3 Características del régimen operativo de la instalación (continuo, intermitente o por lotes) 99
I.4.4 Diagramas de tubería e instrumentación (DTI´S) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente 99
I.4.5 Especificación del cuarto de control 99
I.4.6 Sistemas de aislamiento 99
I.5 Análisis y Evaluación de Riesgos 100
I.5.1. Antecedentes de incidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares 100
I.5.2 Clasificación de los accidentes 103
I.5.3 Metodologías de identificación y jerarquización 105
I.5.3.1 Identificación de Riesgos asociados al almacenamiento y trasiego de Gas L.P. 107
I.5.3.2 HazOp (Hazard and Operability Analisys) 113
I.5.4 Análisis cualitativo de la magnitud de los riesgos 127
I.5.4.1 Matriz de jerarquización de riesgos 127
I.5.4.2 Jerarquización de Riesgos 131
I.6 Resultados de la aplicación de las metodologías 137
1.6.1 Tipo de riesgo determinado 152
1.6.2 Recomendaciones Ténico operativas 152

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del recipiente de almacenamiento. 40
Tabla 2. Accesorios y conexiones del tanque de almacenamiento. 40
Tabla 3. Código de colores en tubería. 51
Tabla 4. Diámetros de tubería a instalarse. 51
Tabla 5. Ubicación de extintores. 75
Tabla 6. Rótulos de seguridad. 76
Tabla 7. Listado de sustancias por tipo de riesgo mayor y características de peligrosidad 87
Tabla 8. Resumen de las características del tanque de almacenamiento. 88
Tabla 9. Características del recipiente de almacenamiento. 88
Tabla 10. Accesorios y conexiones del tanque de almacenamiento. 90
Tabla 11. Condiciones de operación de los distintos equipos. 98
Tabla 12. Antecedentes históricos de accidentes que involucran Gas L. P. en México. 101
Tabla 13. Identificación de peligros asociados al Manejo de Gas L.P. en equipos y maquinaria. 107
Tabla 14. Identificación de peligros asociados al Almacenamiento de Gas L.P. 107
Tabla 15. Identificación de peligros asociados a operación de trasiego de Gas L.P. 108
Tabla 16. Riesgos Potenciales por manejo de sustancias peligrosas 108
Tabla 17. Típico de las metodologías de acuerdo a la etapa del proyecto. 113
Tabla 18. Clasificación de las medidas de seguridad. 115
Tabla 19. Palabras guías a utilizar durante la aplicación de la técnica HazOp- 116
Tabla 20. Matriz de la Técnica HazOp 118
Tabla 21. Nodos de Análisis para la metodología HazOp 120
Tabla 22. Desviaciones a analizar en el análisis HazOp 126
Tabla 24 niveles cualitativos para la ocurrencia de los eventos. 129
Tabla 25 Categorización de consecuencias 130
Tabla 26 Regiones de Riesgos. 132
Tabla 27. Resumen de los resultados obtenidos de la ponderación de riesgos Metodología HazOp 139
Tabla 28. Áreas susceptibles por riesgos de BLEVE con Bola de Fuego 151
Tabla 29. Áreas susceptibles por riesgos de fugas 151

INDICE DE FIGURAS:

Fig. 1 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a los volcanes activos en el territorio mexicano. 2
Fig. 2 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a campos volcánicos en el territorio mexicano. 3
Fig. 3 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la Regionalización Sísmica de México. 4
Fig. 4 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la aceleración del suelo del sismo de 07/09/2017. 5
Fig. 5 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la aceleración del suelo del sismo del 19/09/2017. 5
Fig. 6 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a Fallas y fracturas. 6
Fig. 7 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a las zonas kársticas. 7
Fig. 8 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a las regiones con potencial de deslizamientos. 9
Fig. 9 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a las zonas con susceptibilidad de laderas. 9
Fig. 10 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a los municipios donde hubo hundimientos. 10
Fig. 11 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al grado de peligro por bajas temperaturas. 12
Fig. 12 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la distribución de la temperatura mínima extrema. 12
Fig. 13 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al peligro por ondas cálidas (2019). 14
Fig. 14 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al grado de peligro por sequías (Escalante et al, 2005). .15
Fig. 15 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto las zonas de riesgo por sequías. 16
Fig. 16 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a sequías históricas. 16
Fig. 17 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la regionalización del viento a una tasa de retorno de 200 años. 17
Fig. 18 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al índice de peligro por heladas. 18
Fig. 19 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al número de días con heladas. 19
Fig. 20 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al índice de peligro por tormentas de granizo. 20
Fig. 21 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al grado de riesgo por ciclones tropicales 21
Fig. 22 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al registro de ciclones en el periodo 1851-2017. 21
Fig. 23 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al riesgo por la ocurrencia de tormentas eléctricas. 22
Fig. 24 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al índice de peligro por inundación (CENAPRED, 2016). .23
Fig. 25 Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al índice de vulnerabilidad de inundación (CENAPRED, 2017). 24
Fig. 26 Puntos de interés dentro del Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento por Radiación Térmica derivados de un BLEVE. 27
Fig. 27 Puntos de interés identificados dentro del radio de amortiguamiento por radiación Térmica derivada de un BLEVE 1 de 2 28
Fig. 28 Puntos de interés identificados dentro del radio de amortiguamiento por radiación Térmica derivada de un BLEVE 2 de 2 29
Fig. 29 Distribución de las áreas en donde se instalará el tanque de Gas L.P. conforme el diseño del plano métrico. 89
Fig. 30 Diagrama de la Técnica del Análisis HAZOP 114
Fig. 31 Diagrama de Flujo de la Metodología del Análisis HAZOP 117
Fig. 32 Detalle del Nodo 1 seleccionado. 122
Fig. 33 Detalle del Nodo 2 seleccionado. 123
Fig. 34 Detalle del Nodo 3 seleccionado. 124
Fig. 35 Detalle del Nodo 4 seleccionado. 125
Fig. 36 Principio ALARP. 127
Fig. 37 Matrices para la jerarquización del nivel de riesgo. 131
Fig. 38 Resumen de los escenarios de riesgos identificados con base en el principio ALARP, considerando la severidad de las potenciales consecuencias. 150

CAPÍTULO I

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS DON DEL 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 e hidrometeorológico a los que potencialmente pudiese estar expuesta la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L. P. "Cuautinchán", Puebla (proyecto), se obtuvo a partir de los datos y la cartografía generada por Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) ubicando el predio y el SA respecto de las zonas de riesgo.

I.1 Susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales

I.1.1 Riesgos Geológicos

Son provocados por las alteraciones en el subsuelo como grietas y fracturas, entre otros. Un problema secundario generado por estos elementos, que, combinado con la lluvia, es el desplazamiento del suelo (derrumbes y deslaves) lo que ocurre en las sierras por las características del terreno.

- **Vulcanismo**

La actividad volcánica puede tener efectos destructivos, pero también efectos benéficos. Las tierras de origen volcánico son fértiles, por lo general altas, de buen clima, y ello explica el crecimiento de los centros de población en esos sitios. Los habitantes de esas regiones y los usuarios de los servicios disponibles deben adquirir entonces una percepción clara de los beneficios y de los riesgos que implica vivir allí. Esto es especialmente importante en zonas donde hay volcanes que no han manifestado actividad reciente. Al no existir testigos o documentos de las erupciones, puede desarrollarse entre la población una percepción incorrecta del riesgo volcánico.

Es sumamente difícil estimar el valor de los daños materiales ocasionados por las erupciones, pero en algunos casos éstas han involucrado la pérdida de ciudades enteras, la destrucción de bosques y cosechas, y el colapso de las economías de las regiones afectadas por largos períodos, especialmente cuando ocurren en países relativamente pequeños y en los que el valor de los daños puede representar un por ciento importante de su producto interno.

El riesgo volcánico debe conceptualizarse como la probabilidad de pérdida ante la posible ocurrencia de una erupción, a partir de la cual surge el planteamiento del problema de reducción o mitigación del riesgo, que resulta de la posibilidad de modificar el valor del riesgo. Si bien el peligro es una característica del fenómeno que no puede ser modificada, la vulnerabilidad puede ser reducida en forma considerable a través de la "preparación".

La preparación se deriva de la comprensión de los efectos de las diferentes manifestaciones volcánicas y de la adecuada percepción del riesgo, y consiste en una respuesta organizada de la sociedad encaminada a realizar una serie de medidas coordinadas y precisas que reduzcan la exposición y fragilidad de los bienes amenazados por esas manifestaciones

Con base en la información generada por el CENAPRED, en la zona donde se ubicará la planta, así como el SA delimitado, **no se encuentran volcanes activos o Campos volcánicos cercanos** que pudieran tener actividad volcánica, por lo que no es una condición de riesgo a considerarse para el diseño estructural de la planta, su operación, así como los planes de emergencia y prevención de accidentes.

Fig. 1. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a los volcanes activos en el territorio mexicano.

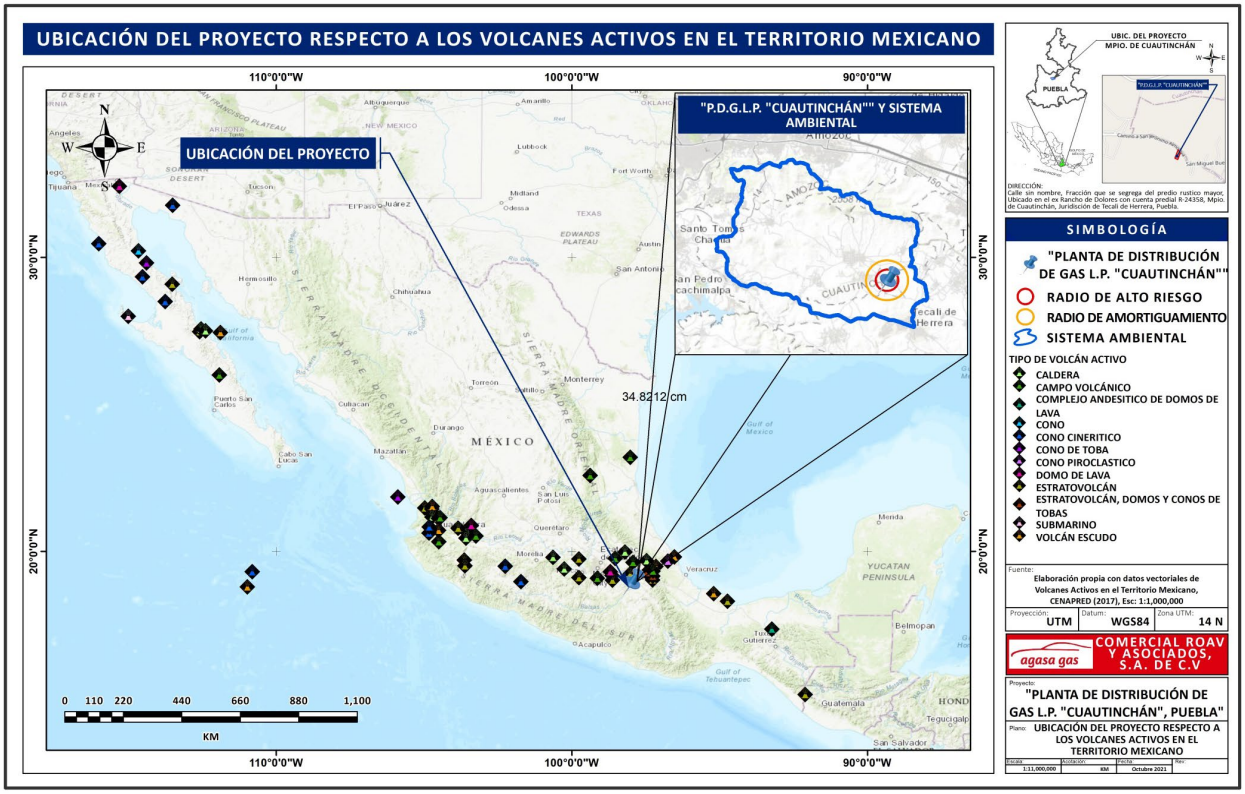
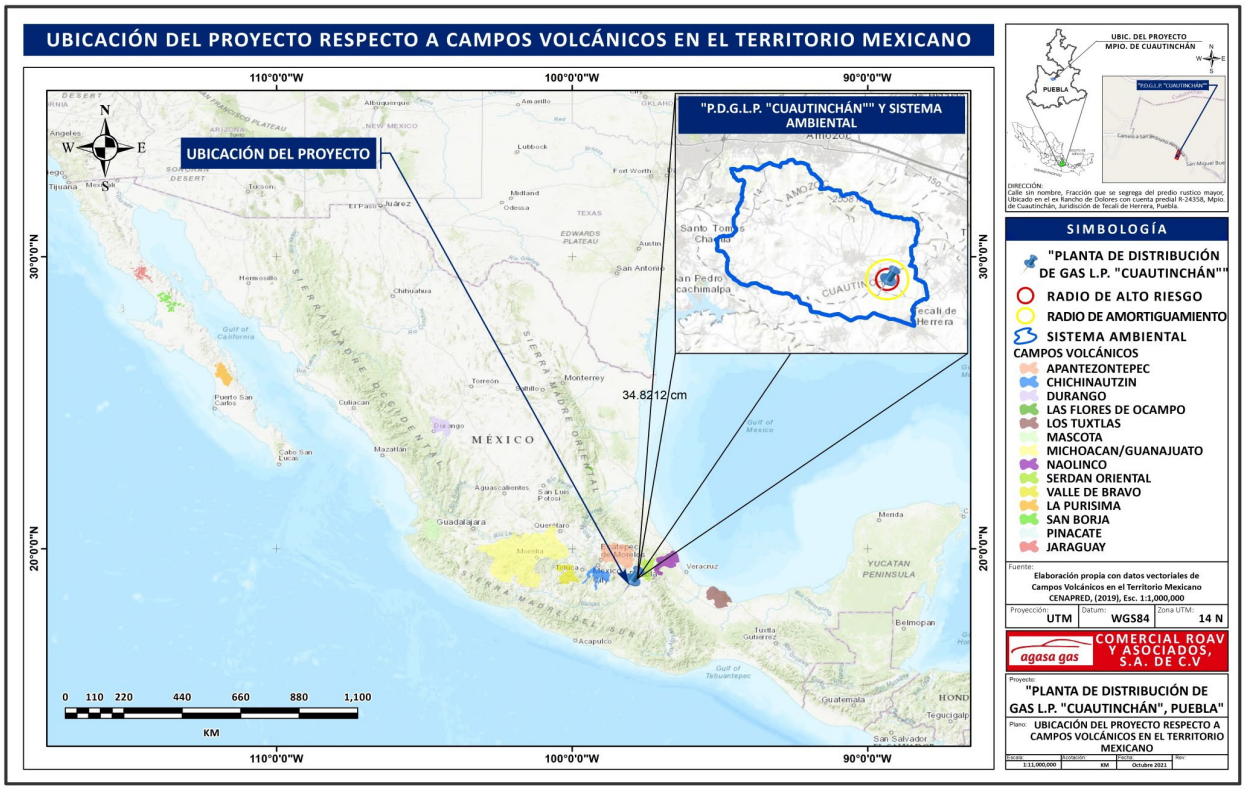


Fig. 2. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a campos volcánicos en el territorio mexicano.



- **Sismicidad**

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 con 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.

Para fines de diseño sísmico, el territorio de la república mexicana se encuentra clasificado en cuatro zonas. Estas cuatro zonas denominadas como A, B, C y D representan las regiones de menor a mayor riesgo sísmico respectivamente, y se han definido básicamente en función de la sismicidad propia de cada región.

De acuerdo con la zonificación realizada por el CENAPRED, el Sistema Ambiental, Área del Proyecto y Área de Influencia se encuentran ubicados dentro de **Zona B o de riego Medio**, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

Fig. 3. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la Regionalización Sísmica de México.

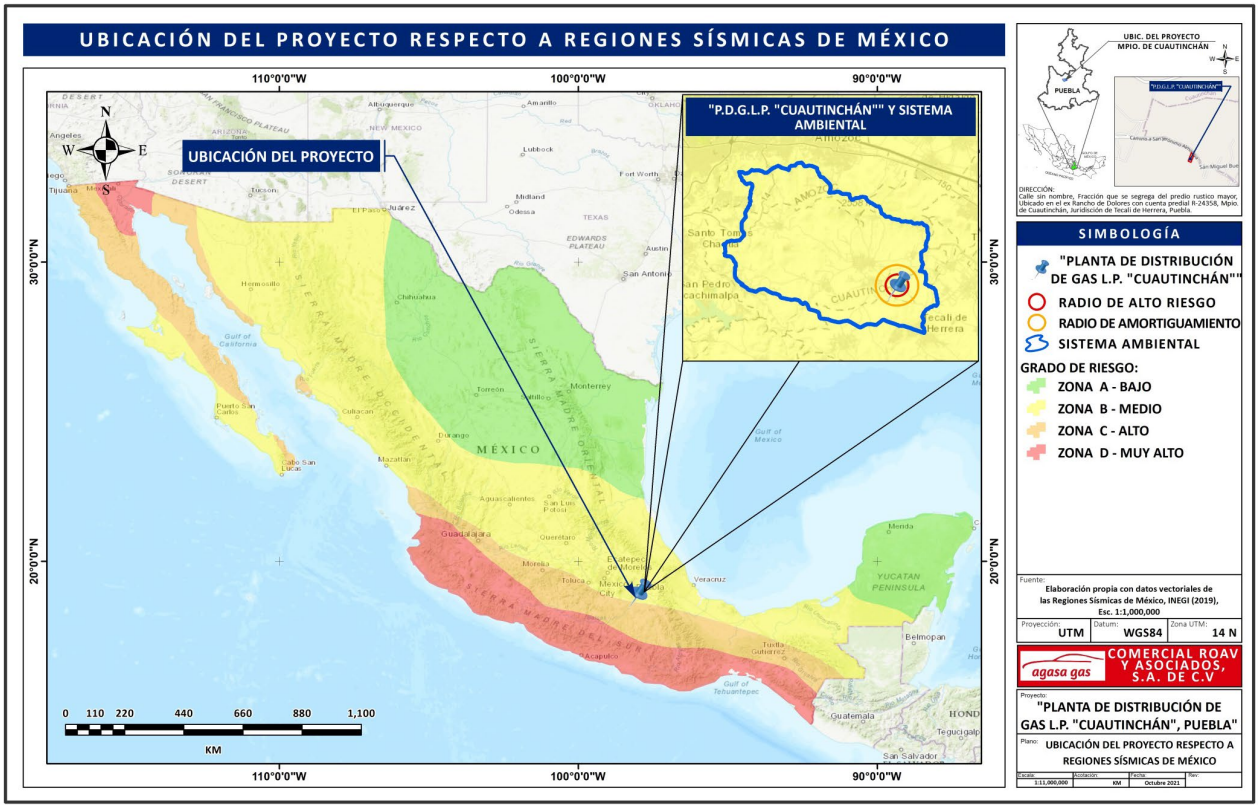


Fig. 4. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la aceleración del suelo del sismo de 07/09/2017.

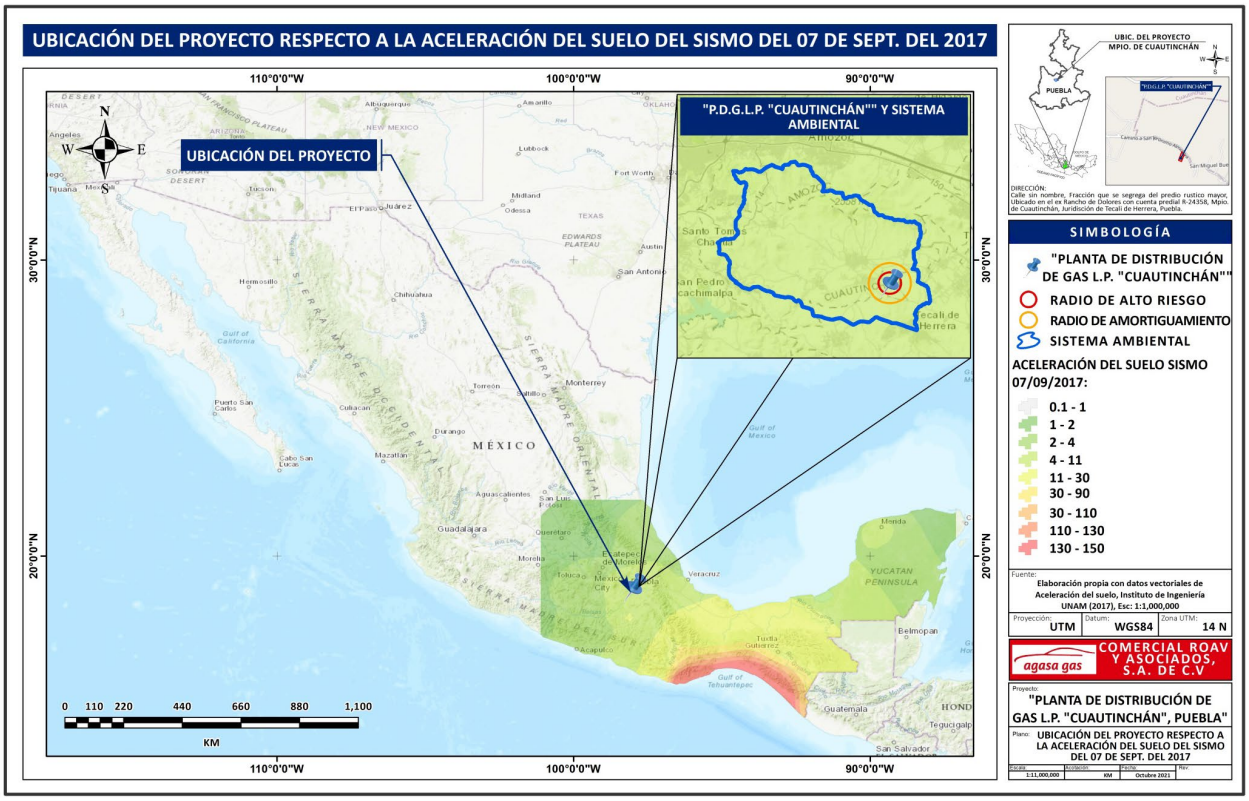
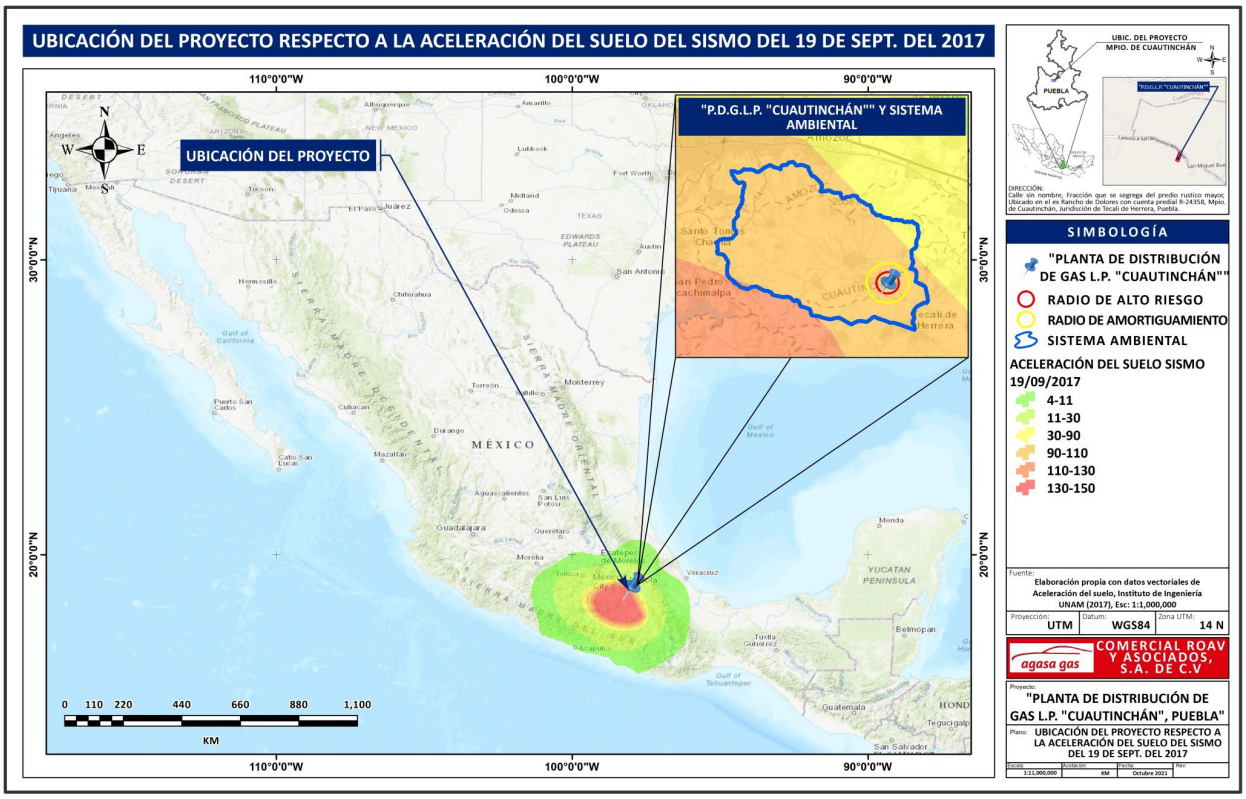


Fig. 5. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la aceleración del suelo del sismo del 19/09/2017.



"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

- **Fallas y fracturas**

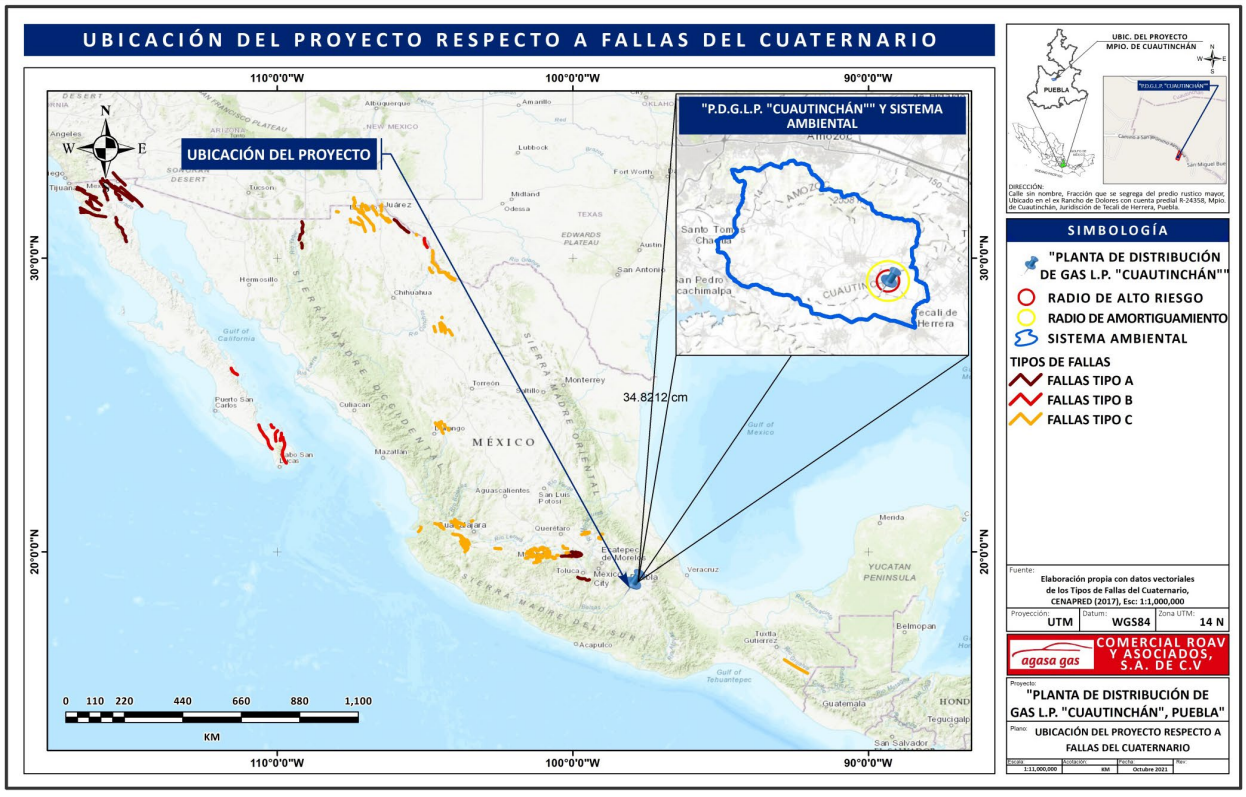
Según el atlas de riesgo nacional “el agrietamiento del terreno es la manifestación superficial y en ocasiones a profundidad, de una serie de esfuerzos de tensión y distorsiones que se generan en el subsuelo debido a las fuerzas y deformaciones inducidas por el hundimiento regional, la desecación de los suelos, los deslizamientos de laderas, la aplicación de sobrecargas, la ocurrencia de sismos, la presencia de fallas geológicas, la licuación de suelos, la generación de flujos subterráneos, las excavaciones subterráneas, entre otros..”

Los agrietamientos, fallas y fracturas no corresponden en sí a un fenómeno geológico que induzca peligro, ya que son la consecuencia de la acción de procesos tectónicos locales o regionales, magmáticos o simplemente productos del intemperismo y la erosión, por lo que además sus niveles de escala son diferentes y dificultan su cartografía.

En cuanto a las fracturas relacionadas a procesos de intemperismo y erosión, estas se asocian a los bordes de las cañadas que presentan taludes casi verticales en los que se observa un proceso de migración de los bordes por medio del desarrollo de fracturas o fallas por tensión, por efecto de la gravedad al perder sustento debido a procesos de reblandecimiento y socavación de la superficie y los sustratos.

De acuerdo con la información generada por el CENAPRED, el Sistema Ambiental, Área del Proyecto y Área de Influencia no se ubican sobre alguna falla o cercana a ella, por lo que dicho fenómeno no representa un riesgo para la construcción y funcionamiento del proyecto.

Fig. 6. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a Fallas y fracturas.



“Planta de Distribución de Gas L.P. “Cuautinchán”, Puebla”
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

- **Karsticidad**

Es el fenómeno que provoca que las rocas del subsuelo, como el yeso, calizas y dolomías, al ser disueltas por el agua, causen hundimientos de suelo o socavones y cuevas. Puede generar situaciones de riesgo para quienes habitan estas zonas. Cerca de 20 % del territorio nacional lo desarrolla, sobre todo, en la sierra Madre Oriental y en toda la península de Yucatán

Características:

- Fallas estructurales en viviendas e infraestructura.
- Hundimiento lento del terreno.
- El fenómeno se puede manifestar de manera súbita.
- Derrumbe repentino de cavernas subterráneas.
- Gran poder destructivo.
- Alteración de los niveles de agua subterránea y formación de cavidades.

De acuerdo con el mapa de zonas kársticas proporcionado por el CENAPRED podemos observar que en el Sistema Ambiental se localiza una zona kartistica denominada “Karst tropical”, sin embargo, dentro del Área de Influencia y Área del proyecto no se presentan riesgos de este tipo.

Fig. 7. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a las zonas kársticas.



- **Inestabilidad en laderas (Deslizamientos).**

Los problemas de inestabilidad de laderas se cuentan entre los peligros naturales más destructivos de nuestro planeta, lo cual representa una de las mayores amenazas para la vida y bienes materiales de la población. Derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos complejos ocurren día con día alrededor del mundo. Cada año estos desastres ocasionan numerosas víctimas, heridos y damnificados, así como cuantiosas pérdidas económicas. El impacto que este tipo de peligros provoca es de mayor magnitud en países de escasos recursos debido a su alto grado de vulnerabilidad. Para prevenir futuros desastres asociados a inestabilidad de laderas, es de suma importancia que todos los miembros de la población conozcan este fenómeno y se mantengan atentos a las manifestaciones que lo preceden y los factores que lo generan.

El fenómeno geológico "inestabilidad de laderas" es también conocido como procesos de remoción en masa, definida también como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, derivándose en reacomodos y colapsos del terreno natural. Este tipo de procesos se origina en zonas donde la pendiente es pronunciada y donde pueden observarse los caídos, deslizamientos y flujos, los cuales son diferentes tipos de inestabilidad de laderas.

El grado de estabilidad de una ladera depende de factores internos y externos que directa o indirectamente influyen a la firmeza o factor de seguridad de una ladera (Gutiérrez Martínez et al., 2006). Los factores internos son las propiedades de los suelos y rocas, la estratigrafía y estructuras geológicas o el mecanismo de falla por aumento de presión de agua. Los factores externos se generan por sistemas ajenos a ladera pero que perturban su estabilidad como son las lluvias prolongadas, topográficas, geotécnicas y ambientales, los cuales condicionan en un área determinada el peligro de este tipo de fenómeno geológico.

De acuerdo con la CENAPRED los deslizamientos de laderas son de los fenómenos geológicos más frecuentes en el país y su tasa tiene una mayor ocurrencia es en la temporada de lluvias. Sin embargo, en zonas urbanas donde el terreno ha sido modificado por actividades urbanas con cortes, colocación de sobre carga, escurrimientos, filtraciones de agua o excavaciones se pueden también presentar el fenómeno de remoción de masas.

Con base a lo anterior y de acuerdo con la regionalización de riesgos en el territorio nacional, se determinó el Sistema Ambiental, Área del Proyecto y Área de Influencia se ubican en una región con riesgos potenciales a deslizamientos denominada "Eje Neovolcánico", sin embargo, el Área del proyecto y Área de Influencia no se ubican en zonas susceptibles de inestabilidad de laderas (Fig. 8 y Fig. 9 respectivamente). Aunado a esto se tomarán todas las medidas de prevención y seguridad necesarias para evitar cualquier daño en la construcción de la Planta de distribución.

Fig. 8. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a las regiones con potencial de deslizamientos.

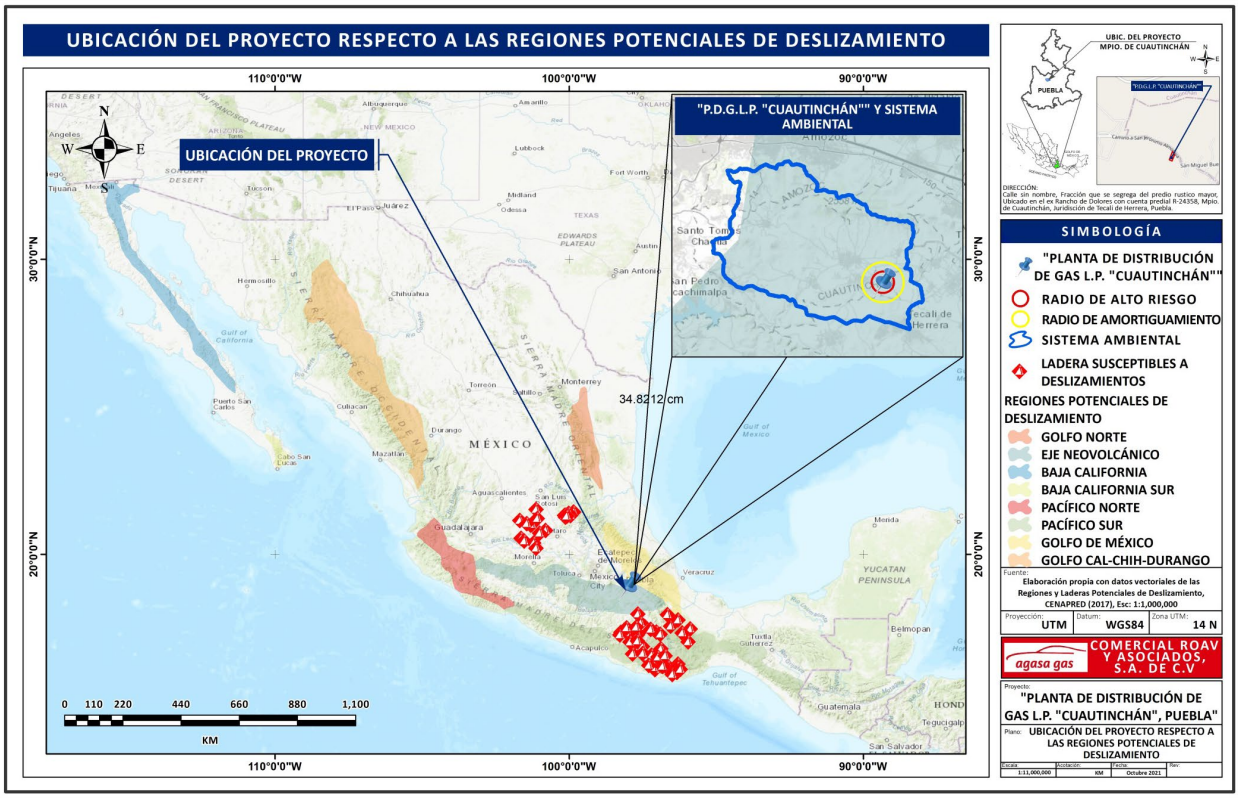
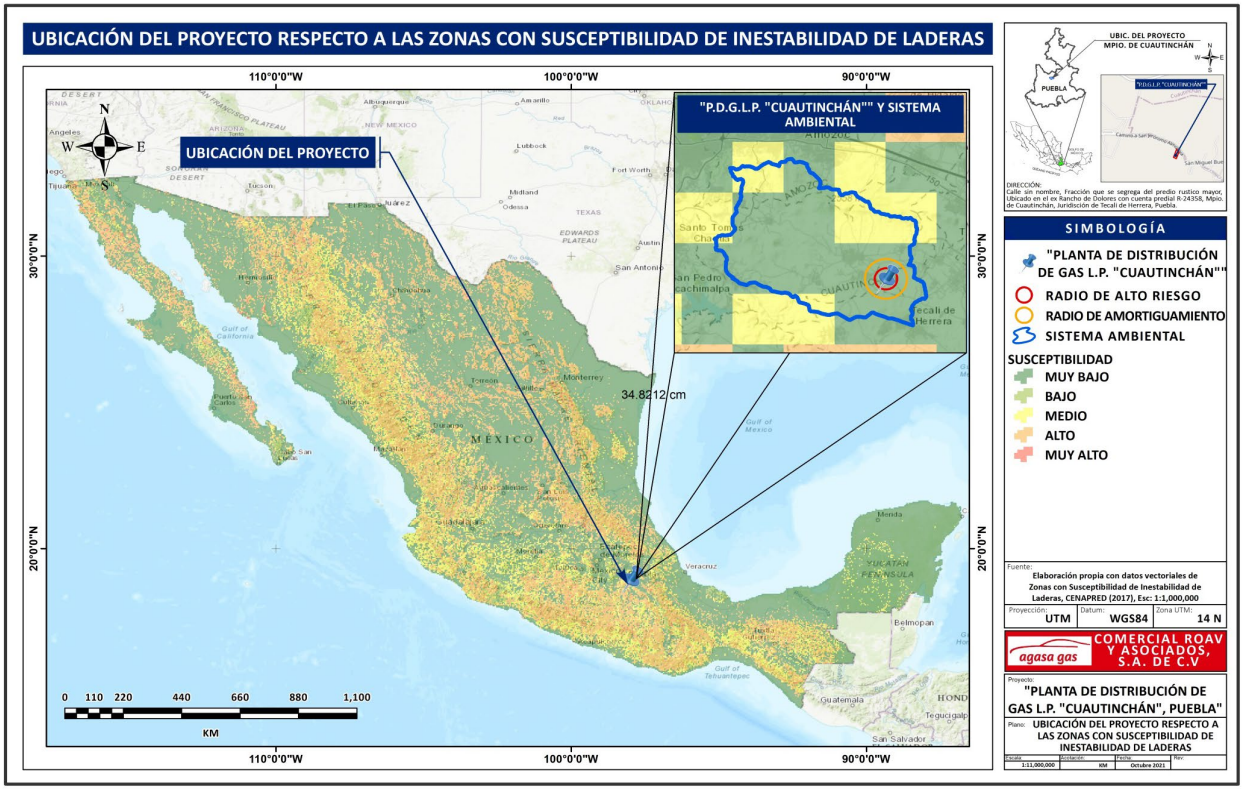


Fig. 9. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a las zonas con susceptibilidad de laderas.



"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

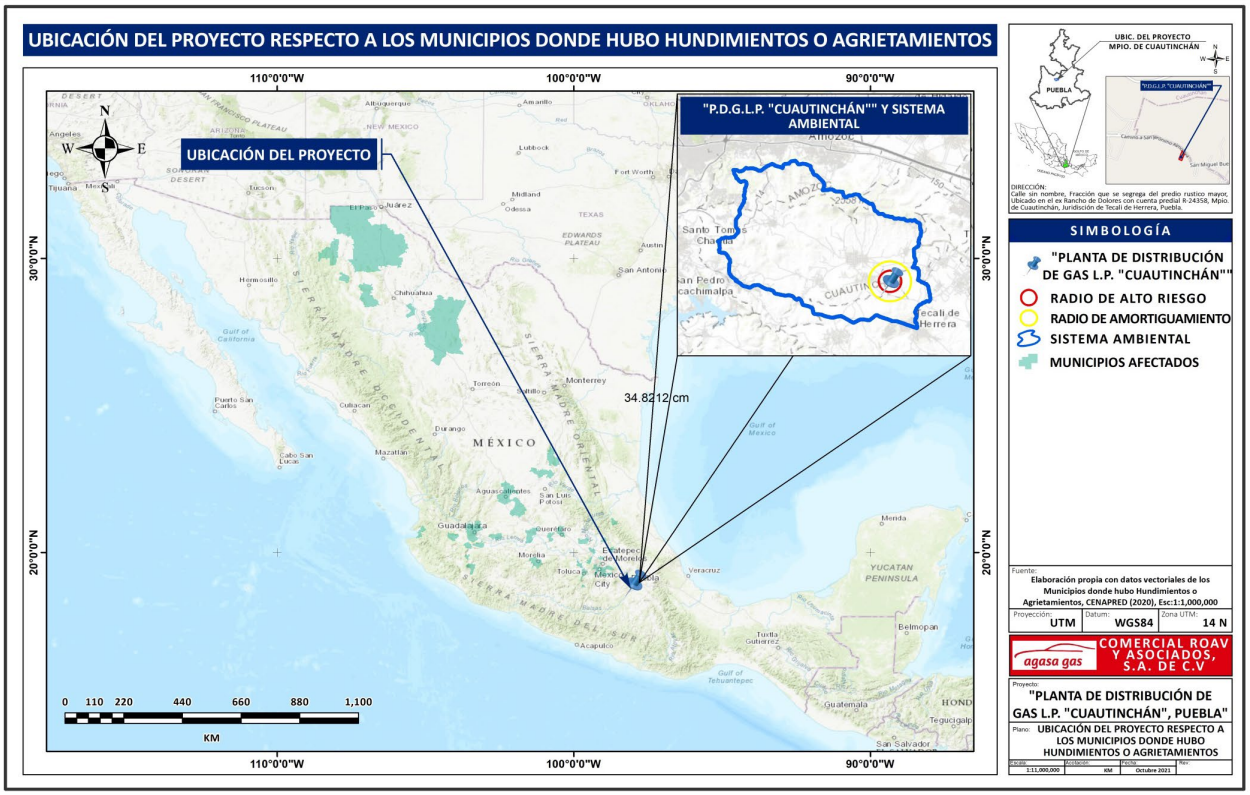
- **Hundimientos.**

Los hundimientos y colapsos del subsuelo son movimientos verticales ocasionados por acción y efecto de la gravedad, que afectan y desplazan el suelo, el terreno o algún otro elemento de la superficie terrestre. Estos movimientos verticales pueden tener origen por el colapso de cavernas en rocas calcáreas, llamado hundimientos cársticos; por compactación de materiales granulares o 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.

Los hundimientos cársticos se conocen como dolinas, aunque también pueden generarse por subsidencia de los suelos blandos que recubren morfologías cársticas. Se tiene que los factores condicionantes para la formación de dolinas son físicos relacionados con las características de los materiales implicados, el factor hidrológico relacionado a la circulación y quimismo del agua subterránea, así como factores antrópicos como las actividades humanas que modifican el entorno.

Con base a la información generada por el CENAPRED, el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto se ubican en zonas donde no se han presentado hundimientos, por lo que este fenómeno no presenta un riesgo para la operación del proyecto.

Fig. 10. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a los municipios donde hubo hundimientos.



I.1.2 Riesgos hidrometeorológicos.

- **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.

Como se observa en las siguientes figuras, en el Área del Proyecto, Área de Influencia y su Sistema Ambiental, el peligro por la ocurrencia de bajas temperaturas es de grado Medio, de la misma forma los intervalos de temperaturas mínimas extremas registradas van de 0 a -6 grados centígrados. Sin embargo, cabe señalar que estos fenómenos no representan algún riesgo para el buen funcionamiento de la planta.

Fig. 11. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al grado de peligro por bajas temperaturas.

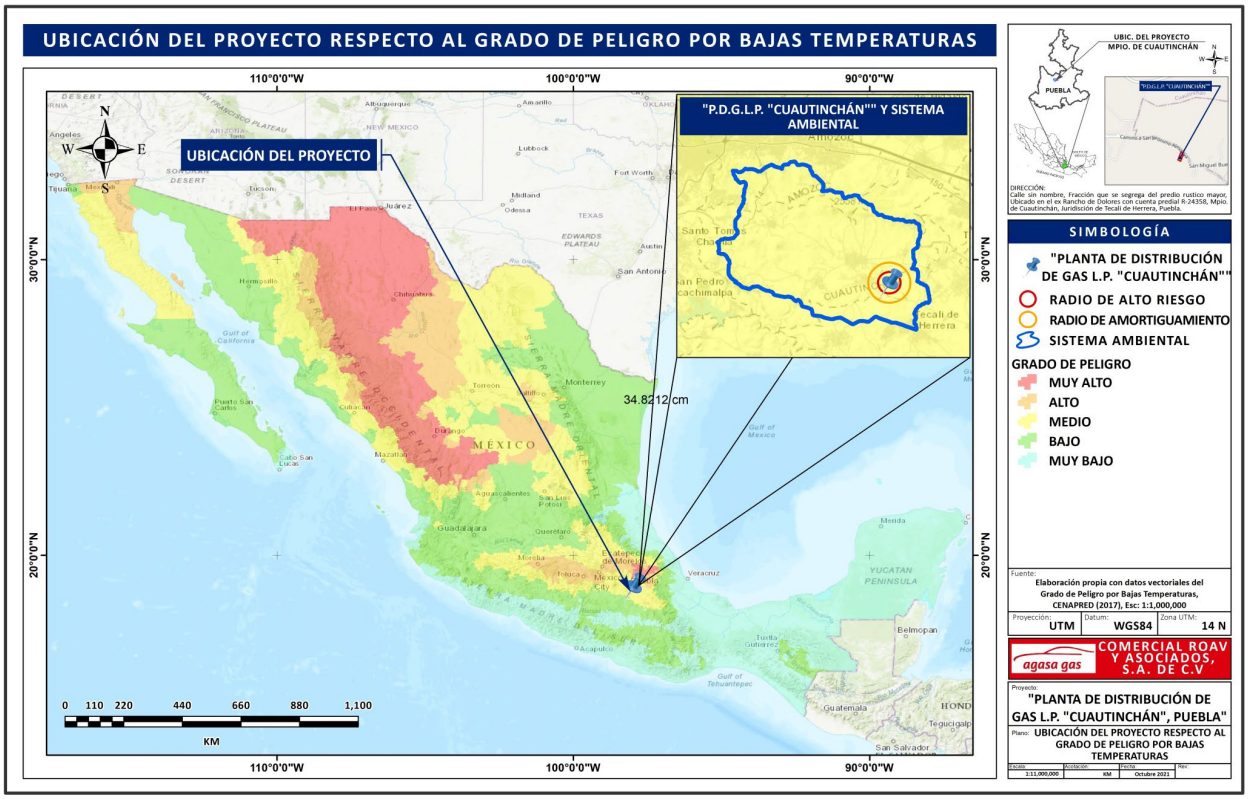
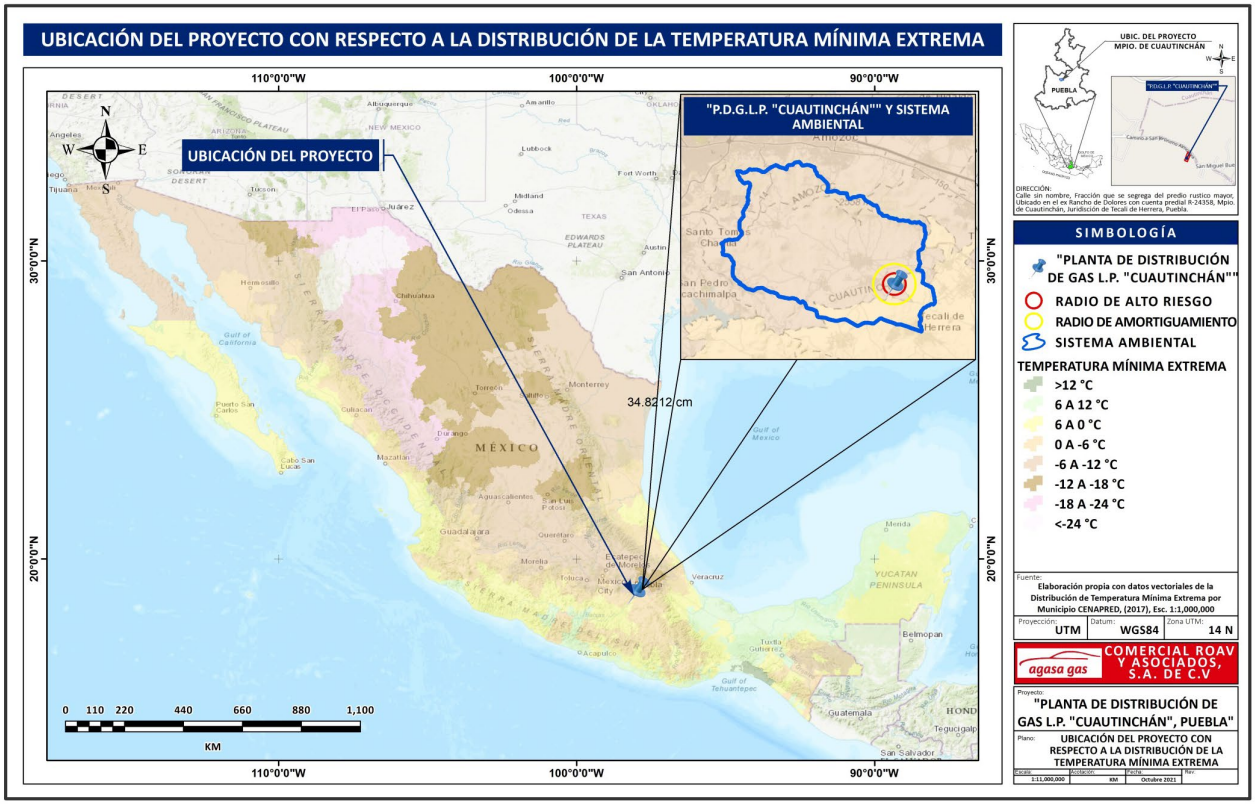


Fig. 12. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la distribución de la temperatura mínima extrema.



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 de que casi siempre aclara una vez pasado el frente, algunas veces puede originarse neblina en el aire cálido.

El grado de peligro por ondas cálidas es de Bajo y Muy bajo. Sin embargo, cabe señalar que estos fenómenos no representan algún riesgo para el buen funcionamiento de la planta

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.

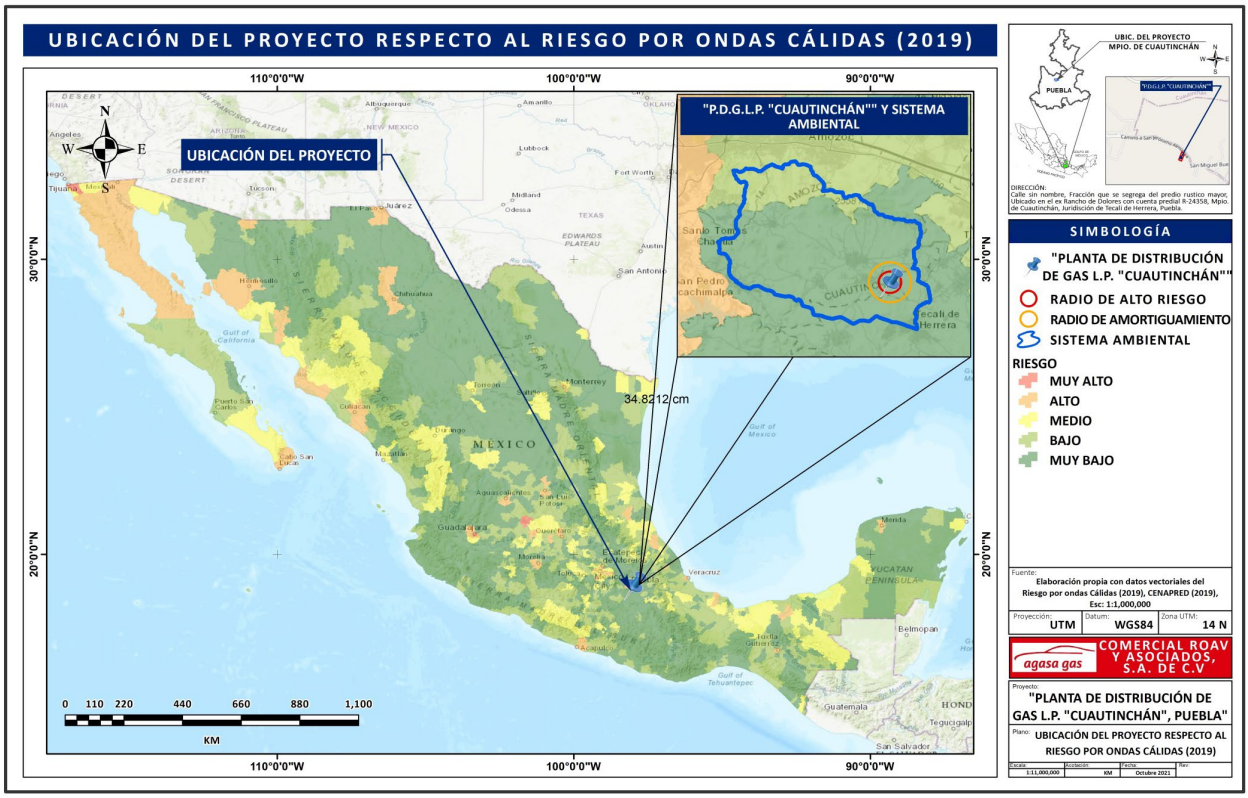
Frente estacionario

Un frente estacionario es un límite entre dos masas de aire, de las cuales ninguna es lo suficientemente fuerte para sustituir a la otra. Una variedad amplia de condiciones climáticas pueden ser encontradas a lo largo de este tipo de frente, pero generalmente las nubes y la precipitación prolongada son las más frecuentes.

Después de varios días, los frentes estacionarios se disipan, o se convierten en un frente frío o caliente. Los frentes estacionarios son más numerosos en los meses de verano. La precipitación prolongada que se asociada a los frentes estacionarios es a menudo responsable de inundaciones durante los meses de verano.

En los mapas meteorológicos están marcados con una línea de círculos rojos y triángulos azules que se alternan, puestos en direcciones opuestas, simbolizando la naturaleza dual del frente.

Fig. 13. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al peligro por ondas cálidas (2019).



- **Sequías.**

Las sequia se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico (IMTA, 2012). Son fenómenos regionales que afectan a la totalidad del territorio, por lo que el indicador de riesgo es la presencia de asentamientos humanos, así como en las actividades agropecuarias realizadas en el territorio municipal.

Las ondas de calor presentes en las sequías pueden causar la muerte por deshidratación de seres humanos, sobre todo niños y ancianos; además, son motivo para que aumenten considerablemente las enfermedades gastrointestinales. Algunos fenómenos meteorológicos, como las lluvias torrenciales y granizadas, suceden en forma impetuosa y suelen afectar regiones relativamente pequeñas durante algunas horas o días. En cambio, la sequía se presenta en forma lenta y es poco notoria, pero desgasta a la agricultura, la ganadería y la industria.

México es un país que padece sequías desde tiempos ancestrales. Recientemente se ha visto que la duración de las sequías y que sus áreas de afectación han ido en aumento (CNA, 2001). La clasificación que utiliza Escalante Sandoval (Escalante Sandoval, 2005) para determinar el peligro de sequía se basa en el déficit promedio de lluvia respecto a la media anual y duración, medida en número de años con déficit de lluvia. Este estudio define 12 categorías de evento en función de estos parámetros. Se acotaron las categorías para capturar solo aquellas que, a nuestro criterio, corresponden a un evento crítico.

El Sistema Ambiental, se ubican en una área en donde el riesgo por ocurrencia de sequías es de un rango Medio, Bajo y Muy Bajo. Particularmente el Área del Proyecto y su Área de Influencia recaen en la zona con Bajo y Muy bajo riesgo por la ocurrencia de este fenómeno.

De acuerdo al mapa de grado de peligro por sequía en México, el proyecto y el SA se ubican en una zona con un grado de sequía Muy severa-Extraordinaria (Fig. 14), por otro lado el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), muestra que el SA del proyecto se encuentra ubicados en una zona con riesgo Medio, Bajo y Muy Bajo, particularmente el Área del Proyecto y su Área de Influencia recaen en estas dos últimas categorías de riesgo por la ocurrencia de este fenómeno. (Fig. 15). En cuanto a sequías históricas presentes en el SA, estas ocurrieron en periodo de 1970-1978 y 1993-1996 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 16).

Fig. 14. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al grado de peligro por sequías (Escalante et al, 2005).

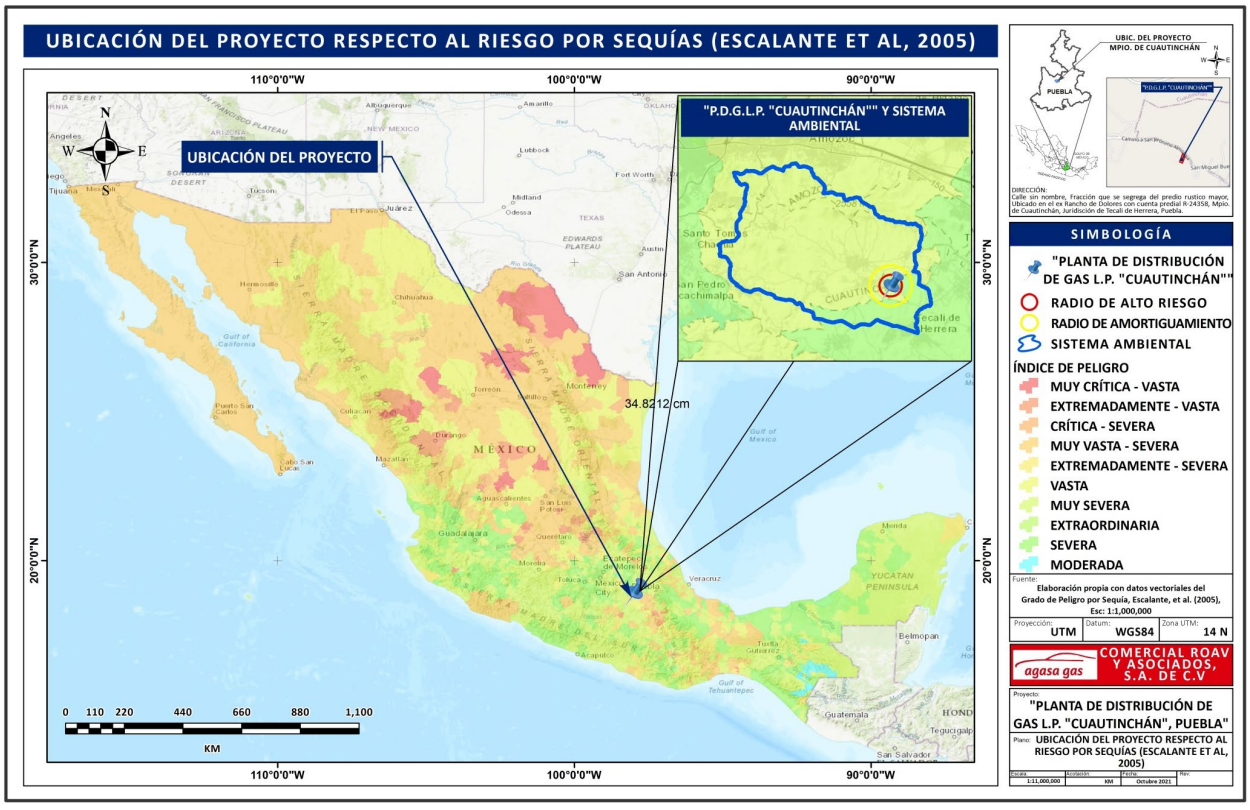


Fig. 15. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto las zonas de riesgo por sequías.

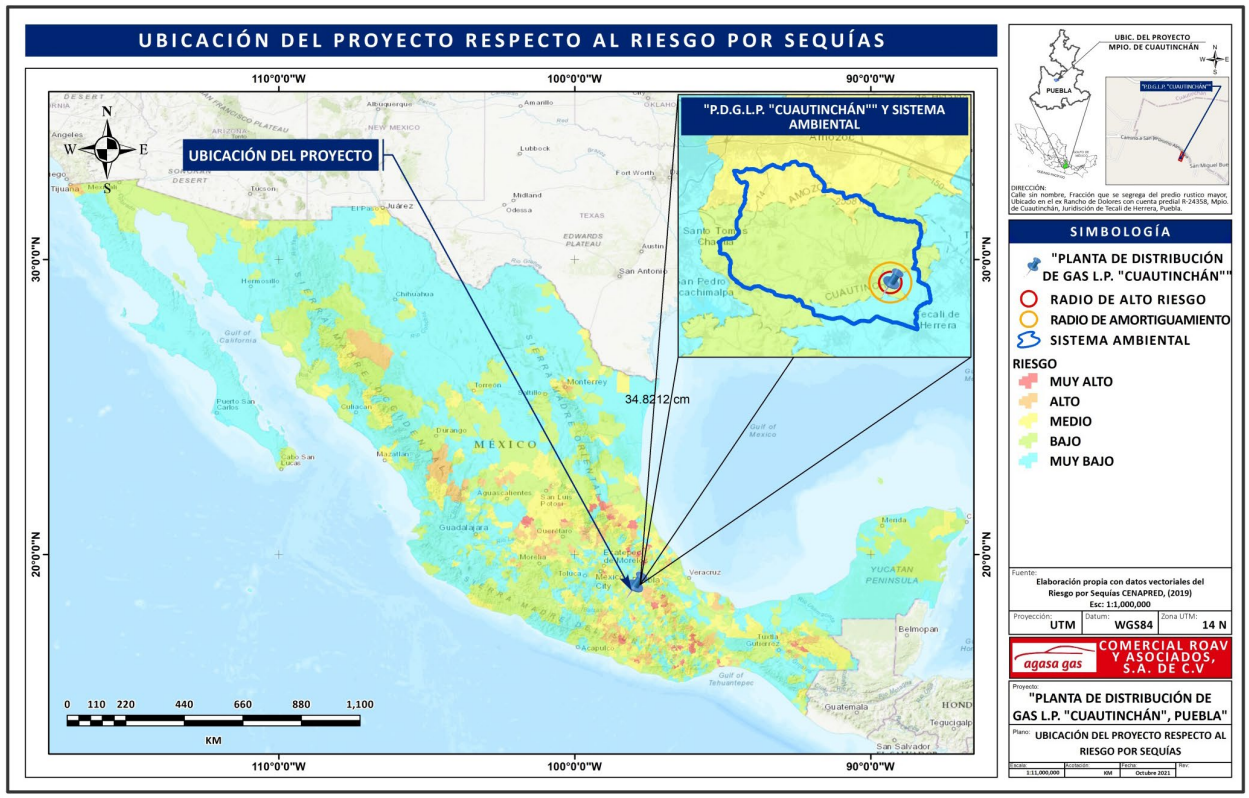
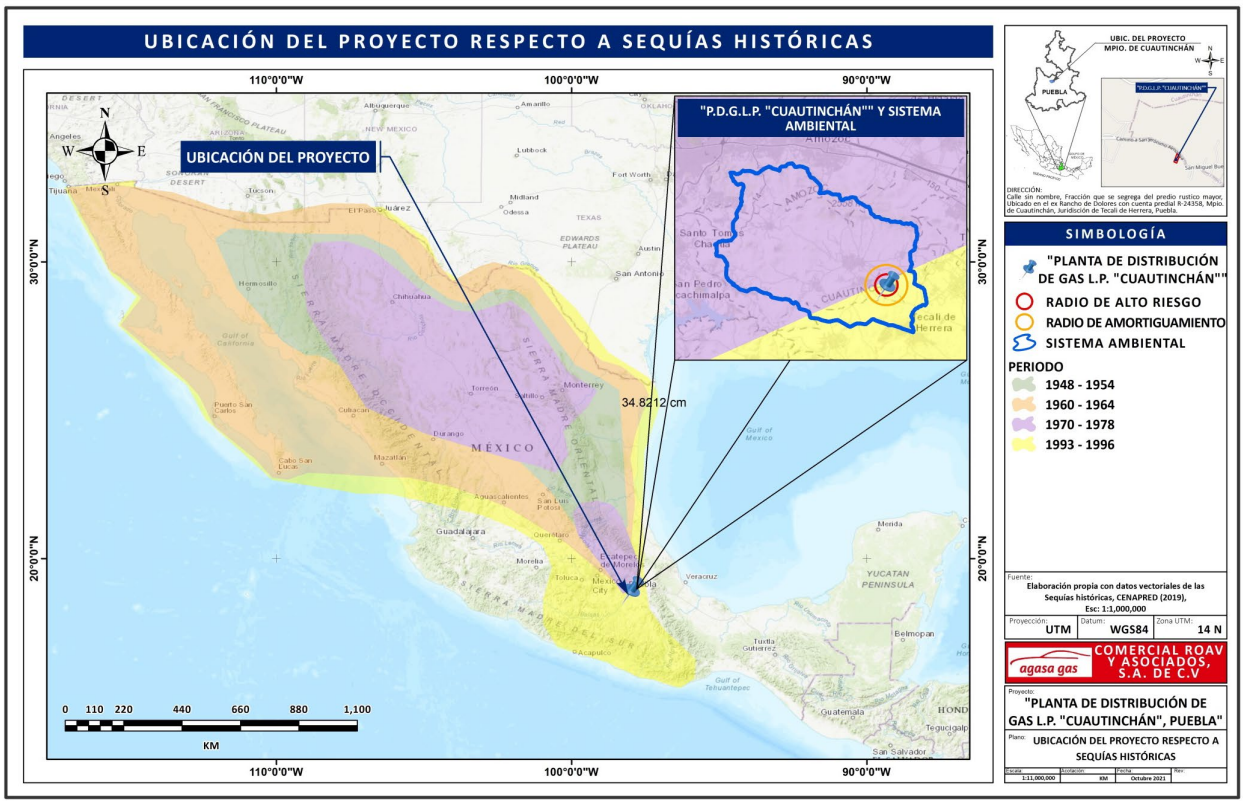


Fig. 16. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a sequías históricas.



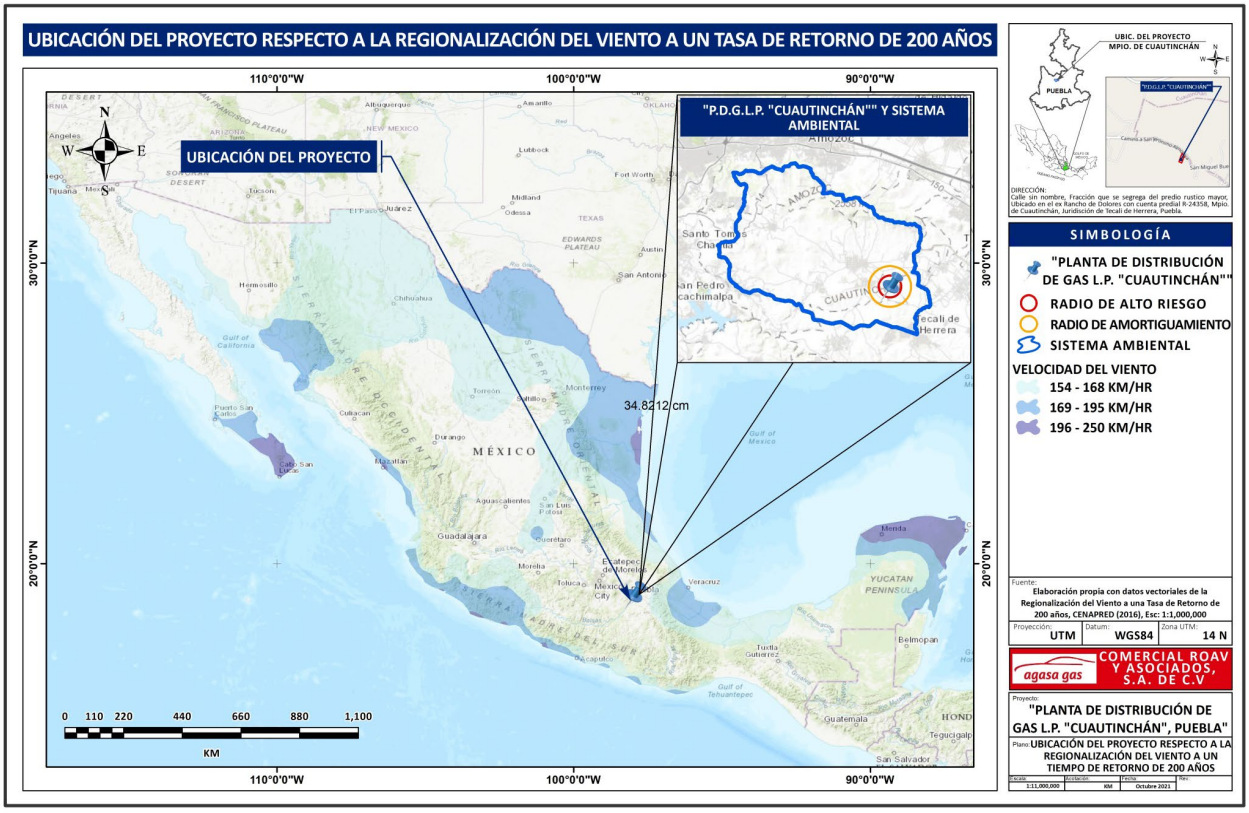
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

- **Vientos**

Se define viento como la corriente de aire horizontal provocada por las diferencias de presiones y por las propiedades físicas y químicas de la atmósfera, que varía desde la brisa hasta el huracán. Sin embargo, los vientos pueden tener movimiento vertical, pero esto sucede rara vez en la superficie terrestre.

De acuerdo con el mapa de regionalización del viento a una tasa de retorno de 200 años elaborado por la CENAPRED, el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del proyecto no se encuentra dentro de esta zona de regionalización.

Fig. 17. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto a la regionalización del viento a una tasa de retorno de 200 años.



- **Heladas.**

Existen varias definiciones de una helada, se puede decir que una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella.

Con base en la información obtenida de CENAPRED, el Área del proyecto y Sistema Ambiental se ubican en un índice Medio de peligro por heladas (Fig. 18) y con un registro de número de días con heladas mayor a 120 días (Fig. 19).

Fig. 18. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al índice de peligro por heladas.

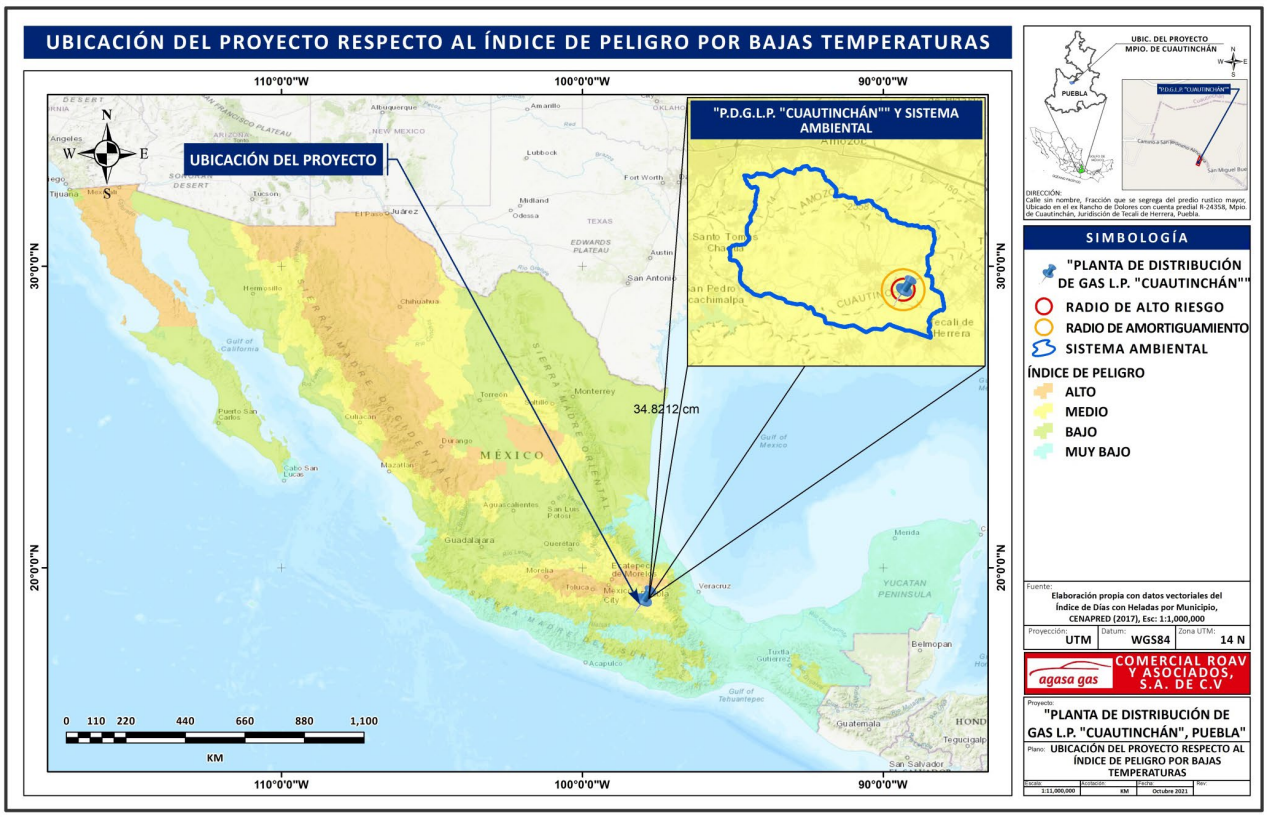
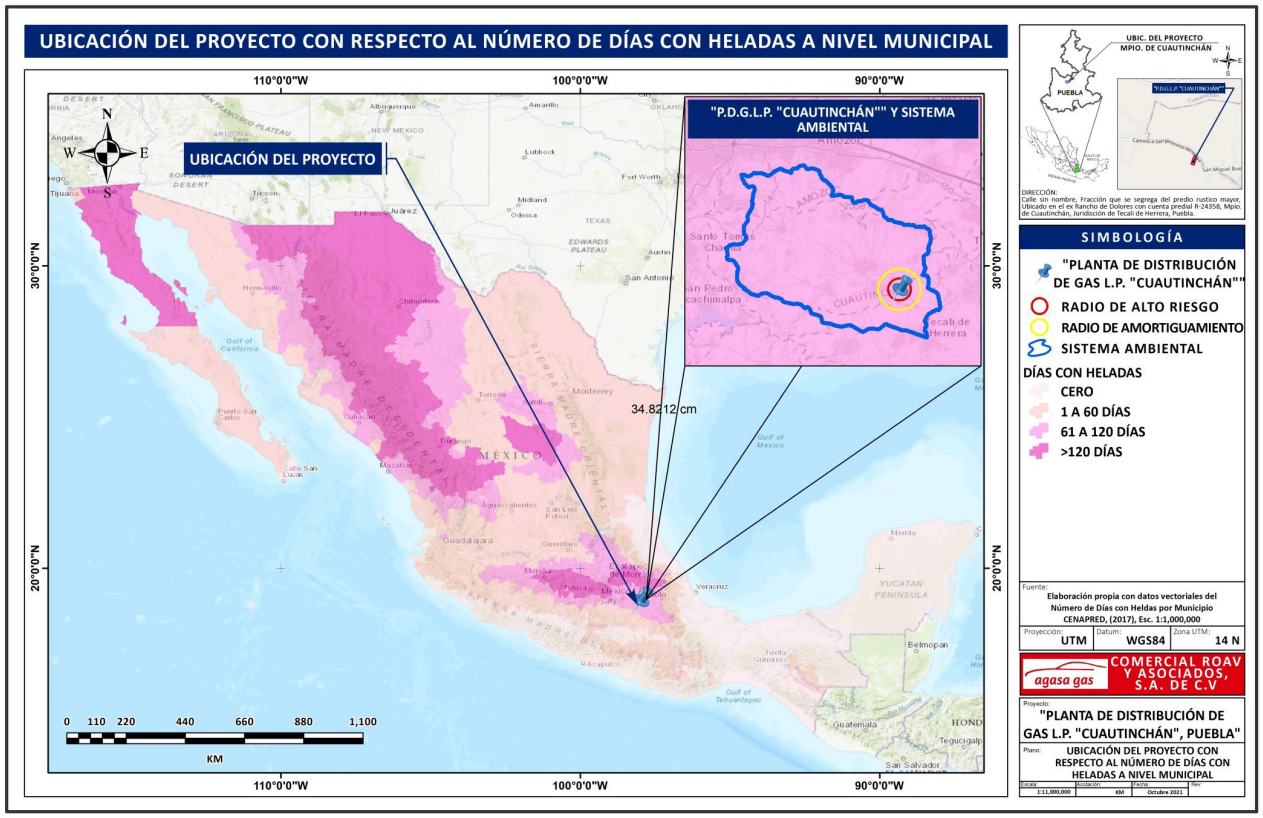


Fig. 19. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al número de días con heladas.



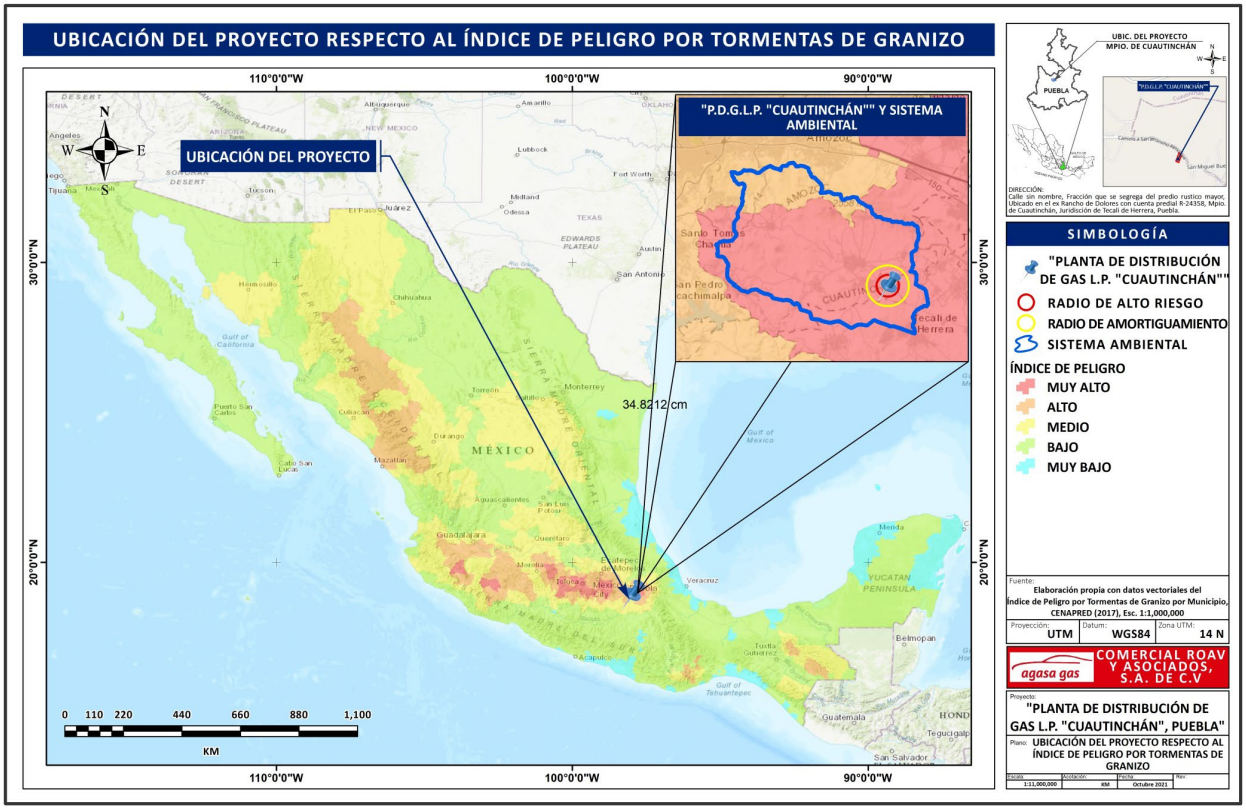
- **Tormentas de granizo.**

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se genera en las tormentas severas dentro de una nube cumulunimbus a alturas superiores al nivel de congelación y crecen por las colisiones sucesivas de las partículas de hielo con gotas de agua sobreenfriada.

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.

De la información reportada por el CENAPRED, el Sistema Ambiental recae en un área con un riesgo Alto y Muy Alto por la caída de granizo. Particularmente, el Área del Proyecto y Área de Influencia se ubican en la zona con riesgo Muy Alto por la ocurrencia de este fenómeno.

Fig. 20. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al índice de peligro por tormentas de granizo.



- **Ciclones tropicales.**

Es una masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central. En el hemisferio norte giran en sentido contrario a las manecillas del reloj. Se forman en el mar, cuando la temperatura es superior a los 26°C.

Los efectos de los Huracanes -como se les llama en México-, son los que provocan mayor destrucción en nuestro país, son capaces de causar graves daños a poblaciones costeras y ocasionar pérdidas humanas y económicas difíciles de superar.

La energía de los ciclones tropicales proviene esencialmente del calor y la humedad que transfiere el océano al aire en los niveles bajos de la atmósfera. Los ciclones tropicales provocan tres efectos: marea de tormenta, vientos fuertes y lluvias extremas, en el municipio el único que podría experimentarse es la lluvia, que a su vez puede provocar inundaciones, sin embargo, la presencia de este tipo de fenómenos en la zona es escasa.

Según datos del CENAPRED, el Sistema Ambiental, Área del Proyecto y su Área de Influencia se encuentran en una zona que presenta un índice Muy bajo por la ocurrencia de este fenómeno (Fig. 21), además de que no se tiene registro de presencia de alguno en la zona (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 22)., esto debido a su lejanía de los océanos.

Fig. 21. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al grado de riesgo por ciclones tropicales.

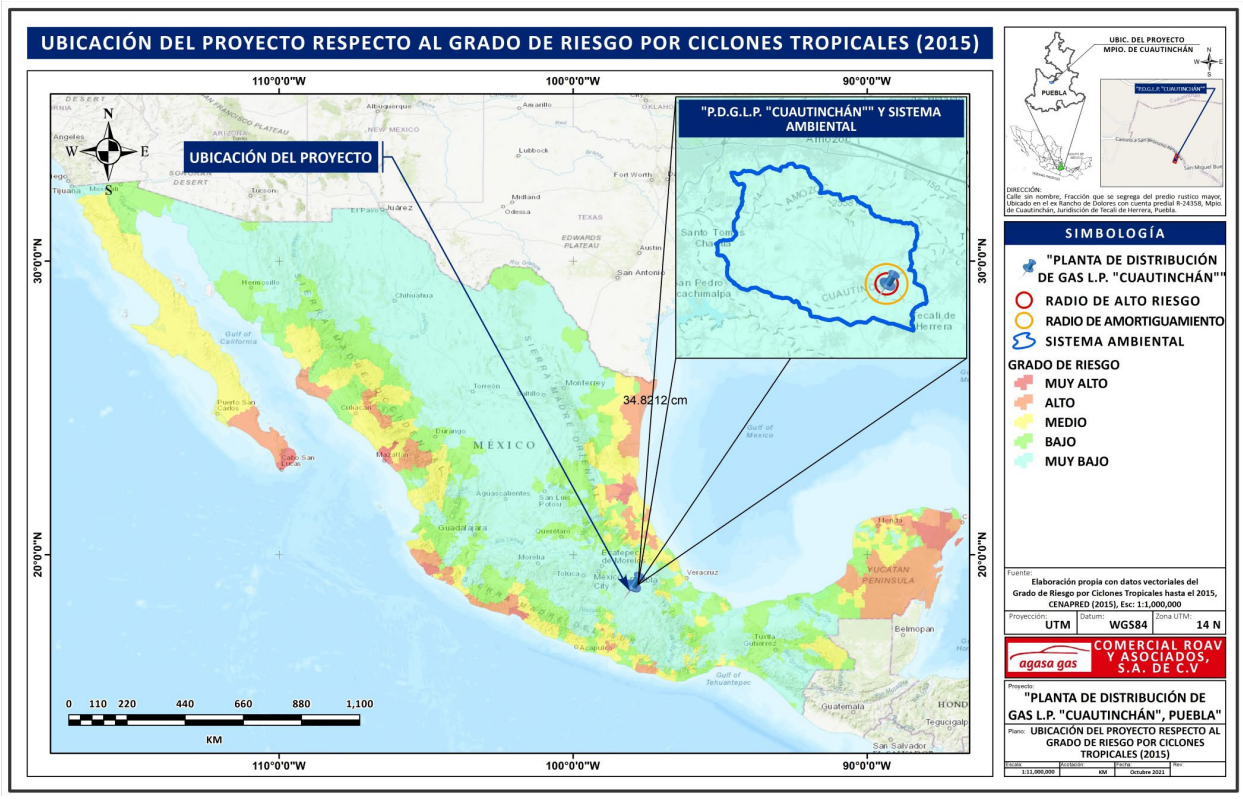
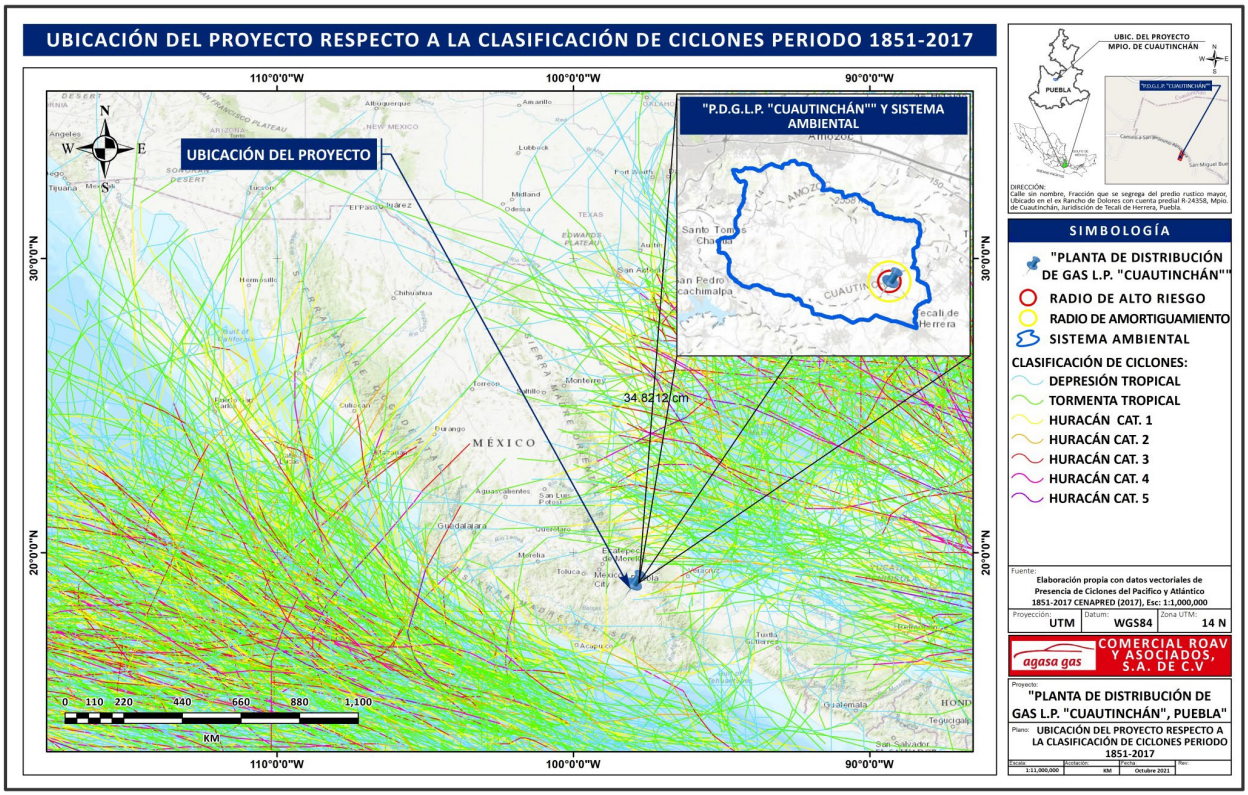


Fig. 22. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al registro de ciclones en el periodo 1851-2017.



"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

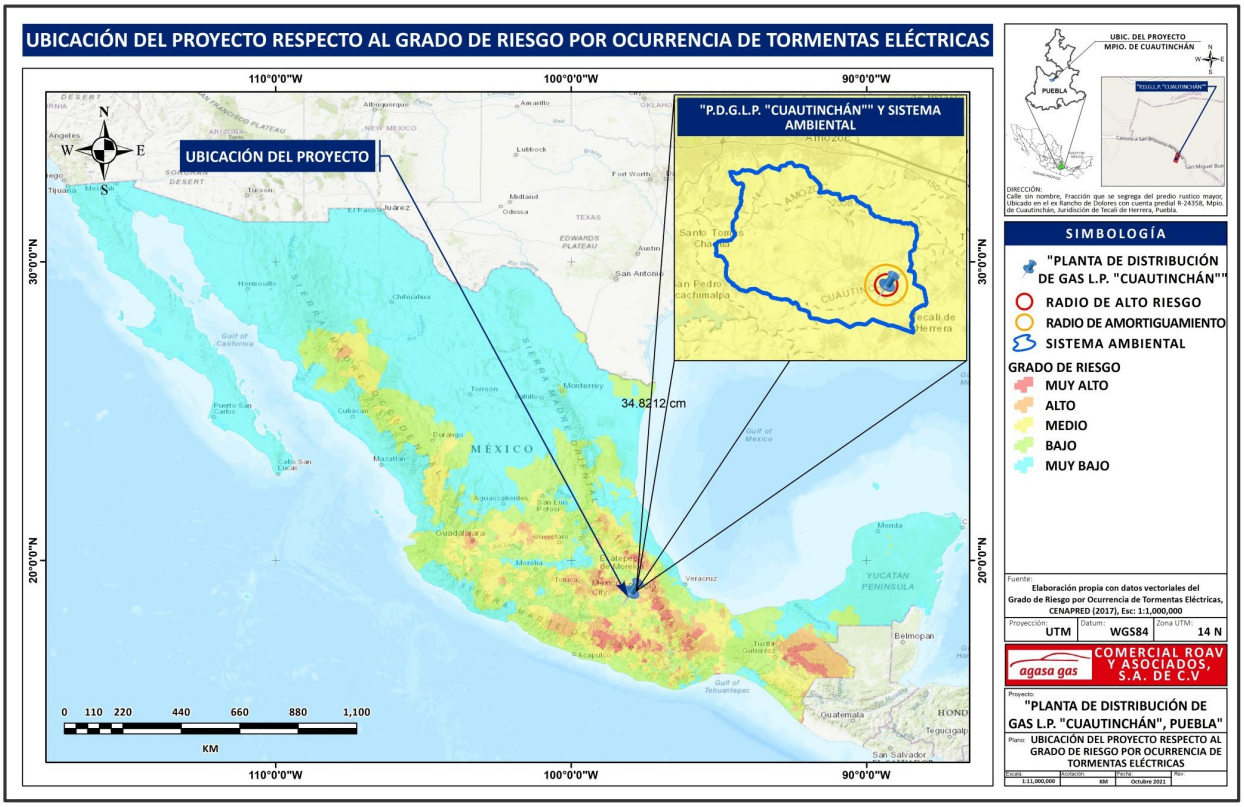
- **Tormentas eléctricas.**

Una tormenta eléctrica se forma por una combinación de humedad entre el aire caliente que sube con rapidez y una fuerza capaz de levantarlo, como un frente frío, una brisa marina o una montaña. Todas las tormentas eléctricas contienen rayos, los cuales pueden ocurrir individualmente, en grupos o en líneas El ciclo de duración de una tormenta es de sólo una o dos horas y empieza cuando una porción de aire está más caliente que el de su entorno, o bien, cuando el aire más frío penetra por debajo de ella. El estado de madurez de una tormenta está asociado con grandes cantidades de precipitación y rayos. Los efectos de las tormentas eléctricas van desde herir o causar el deceso de una persona de forma directa o indirecta hasta dañar la infraestructura de la población, que provocaría la suspensión de la energía eléctrica, además de afectar algunos aparatos (radio, televisión, computadoras, refrigeradores, etc.). En ocasiones, las descargas eléctricas pueden provocar la muerte del ganado y son la causa más común del retraso de las aeronaves y de los accidentes aéreos, siendo el mayor peligro para la aviación (Hebbs, 2005).

En México se registran, desde 1985 el número de decesos generados por el alcance de rayos (Secretaría de Salud, 2007). En los últimos 22 años se reportaron 4,848 defunciones en 31 estados del país; en promedio, al año se llegan a presentar 220 pérdidas humanas por tormentas eléctricas. El único estado que no ha registrado muertes es Baja California Sur, mientras que en el Estado de México se localiza el mayor número de casos, con 1,140 como se aprecia en la siguiente imagen.

De acuerdo con datos de CENAPRED, el riesgo de que se presenten tormentas eléctricas en el Sistema Ambiental, Área del proyecto y Área de Influencia es Medio.

Fig. 23. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al riesgo por la ocurrencia de tormentas eléctricas.



"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

- **Inundaciones**

De acuerdo con 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.

Tomando en cuenta lo anterior, y verificando la base de datos del área de Riesgos Hidrometeorológicos del CENAPRED, en formato shape podemos generar la siguiente figura donde se aprecia que, el Sistema Ambiental se presenta un dos índices de peligro por inundación: Bajo y Muy Bajo (Fig. 24) y un índice de vulnerabilidad de inundación Medio y Muy Bajo (Fig. 25). De tal forma que se considerarán las medidas pertinentes durante la construcción de la Planta, así como en su operación, evitando afectación en las instalaciones y equipos.

Fig. 24. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al índice de peligro por inundación (CENAPRED, 2016).

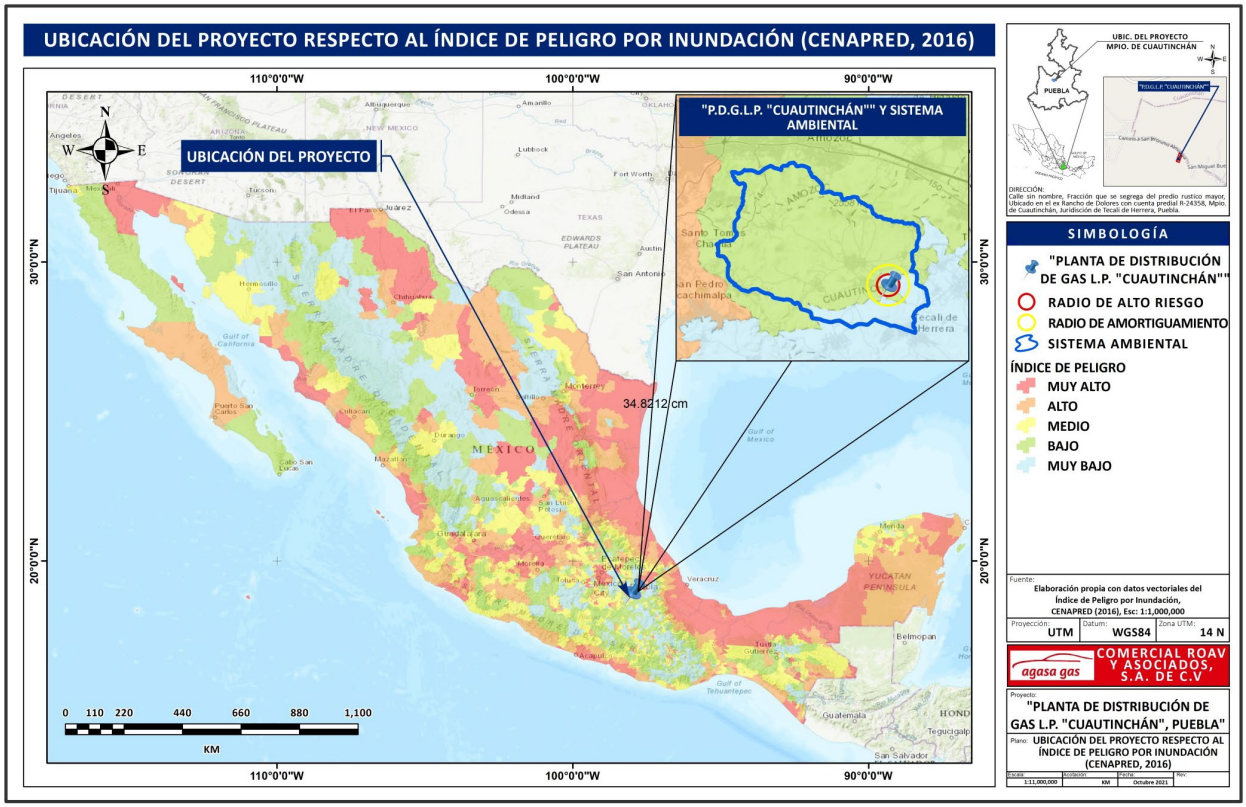
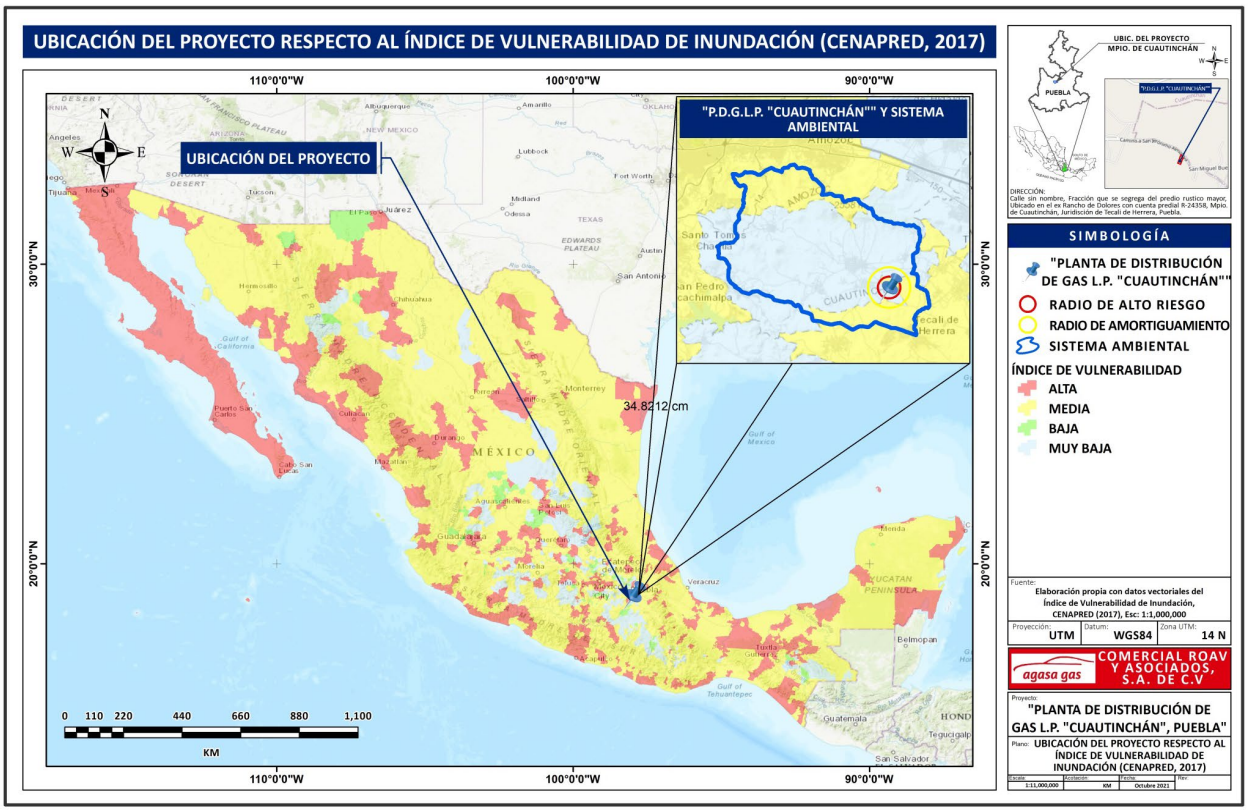


Fig. 25. Ubicación del Sistema Ambiental con respecto al índice de vulnerabilidad de inundación (CENAPRED, 2017).



I.2 Bases de diseño

El proyecto tiene por objeto el almacenamiento de Gas L.P., en **un tanque horizontal (tipo salchicha) con una capacidad total de 181,000.00 Litros (Ciento ochenta y un 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 en la que se pretende construir. Para lo cual se ha proyectado la instalación de esta planta que tendrá una capacidad una **máxima de llenado equivalente al 90% de la capacidad nominal del tanque, como medida de seguridad**, lo anterior significa que la capacidad máxima de almacenamiento será **162,900.00 (Ciento sesenta y dos mil novecientos litros de Gas L.P),** equivalentes a **87,966.00 kg. (Ochenta y siete mil novecientos sesenta y seis kg d**e Gas L.P.) considerando la densidad de una Mezcla Propano – Butano, de la Hoja de Seguridad de PEMEX.

De acuerdo con lo señalado en la **MIA-P presentada y en el presente ERA** del 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 que el diseño de la infraestructura de la planta, deban considerar refuerzos o estructura especiales.

El diseño y construcción se hizo en apego 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 intemperismos 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 **"Planta de Distribución de Gas L.P., "Cuautinchán", Puebla"** 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-SESH-2014** y cuyo dictamen sobre el diseño se presenta en el **Anexo 1**, mismo que fue realizado por una Unidad de Verificación acreditada.

I.2.1 Usos de suelo identificados in-situ en un radio de 1575.90 m

El proyecto **"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"** se pretende desarrollar en un predio que se localiza en: **Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuautinchán, Jurisdicción de Tecali de Herrera, Puebla.,** el predio tiene forma de un polígono regular y tiene una superficie de **7,259.30 m². El predio presenta un alto grado de perturbación, actualmente la vegetación presente corresponde a malezas post-cosechas.**

Las actividades que se practican en las colindancias son principalmente terrenos dedicados a la actividad agrícola.

El uso de suelo en las colindancias del área del proyecto es:

Colindancia Norte:
- Carretera Tecali Almoloya,
- Áreas agrícolas.

Colindancia Sur:
- Terreno baldío sin uso, propiedad de la empresa,

Colindancia Este:
- Predio baldío de propiedad particular,

Colindancia Oeste:
- Predio baldío de propiedad particular,

Actividades que se desarrollan en el Área de Influencia (1,575.90 m)

De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI de INEGI 2016, el uso de suelo predominante en el radio de **1,575.90 m** delimitado a partir del área del proyecto corresponde al denominado **Agricultura de Temporal Anual**, por lo que destacan los cultivos anuales y semiperennes y el crecimiento de especies ruderales y malezas. En las áreas de asentamientos urbanos podemos encontrar especies introducidas de uso principalmente ornamental, como son: Pinos, ciprés, magueyes, etc. Además de especies nativas como el mezquite, encinos y el huizache.

Usos de los cuerpos de agua.

No existen cuerpos de agua dentro del predio. Sin embargo, dentro del área de influencia se ubican corrientes de tipo intermitente, las cuales, cabe mencionar no se verán afectadas por la operación de la planta.

Fig. 26 Puntos de interés dentro del Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento por Radiación Térmica derivados de un BLEVE.

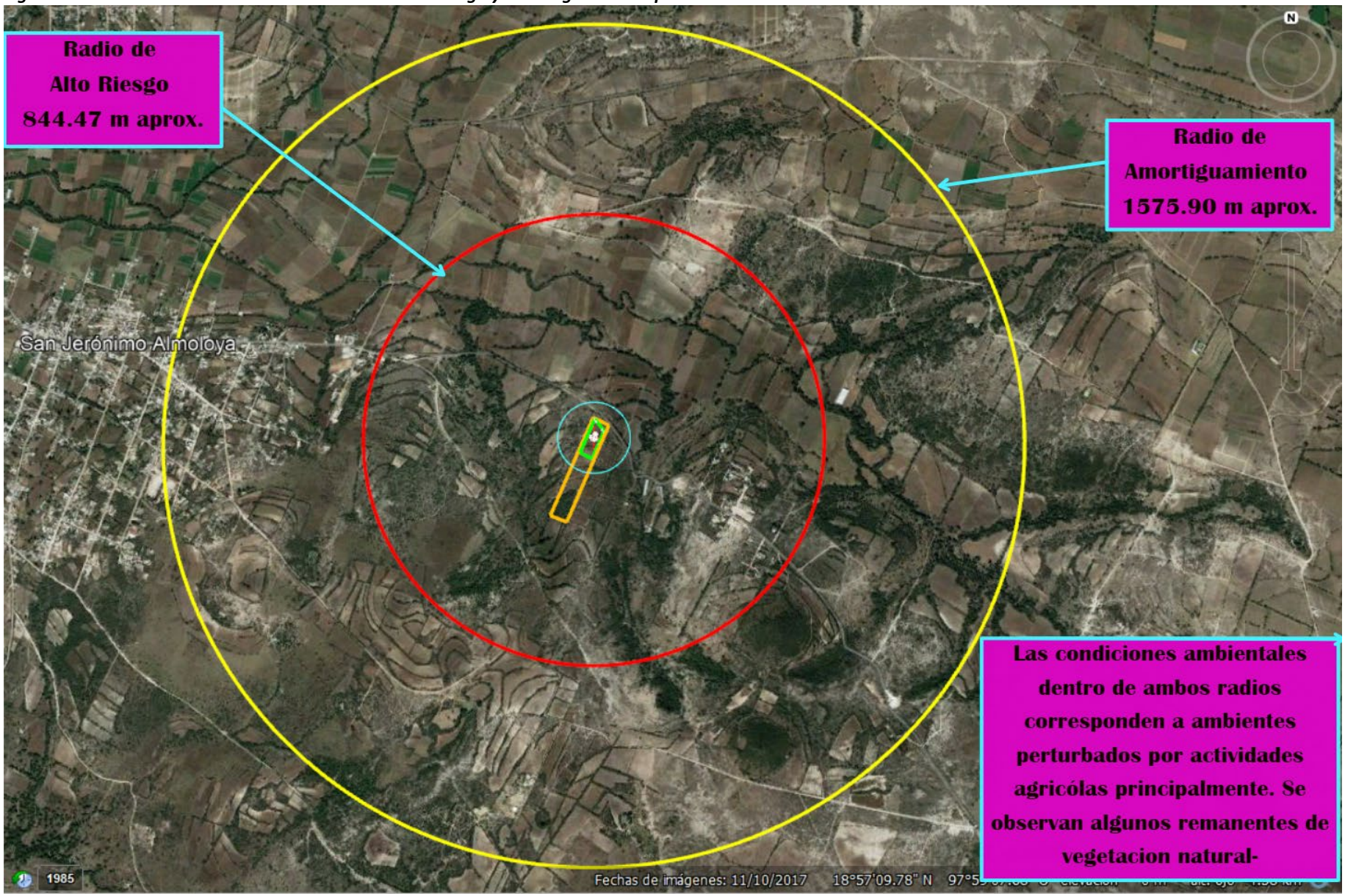
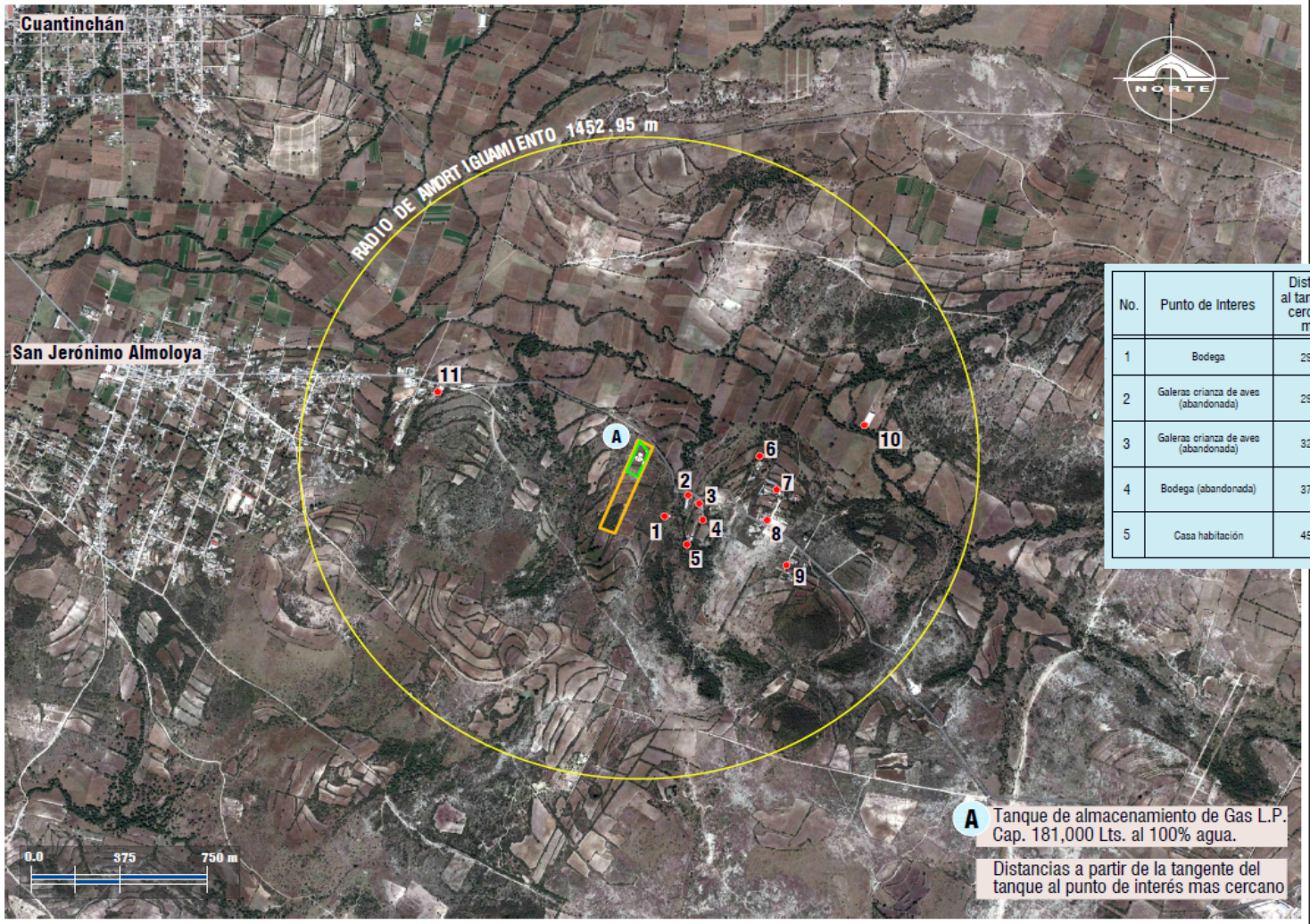
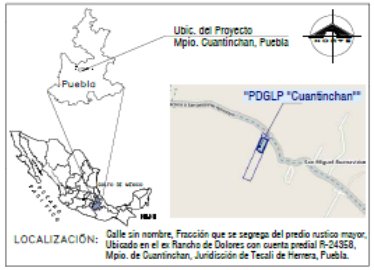


Fig. 27 **Puntos de interés identificados dentro del radio de amortiguamiento por radiación Térmica derivada de un BLEVE 1 de 2.**

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Marzo 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 55 xxxxx43 36 67 xxxxx79	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24368, Mpio. de Cuantinchan, Juridiscion de Tecali de Herrera, Puebla.	REPRESENTANTE:	Lic. xxxxxxrra





No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
1	Bodega	293.00	Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Acero	Baja
2	Galeras crianza de aves (abandonada)	297.00	Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Acero	Baja
3	Galeras crianza de aves (abandonada)	325.00	Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Acero	Baja
4	Bodega (abandonada)	375.00	Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Acero	Baja
5	Casa habitación	450.00	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. 181,000 Lts. al 100% agua.

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

Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble Parra, Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

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

Plano Nº: PI-1/2

Rev.: _

GIPESA

Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.

Dibujo: GCR

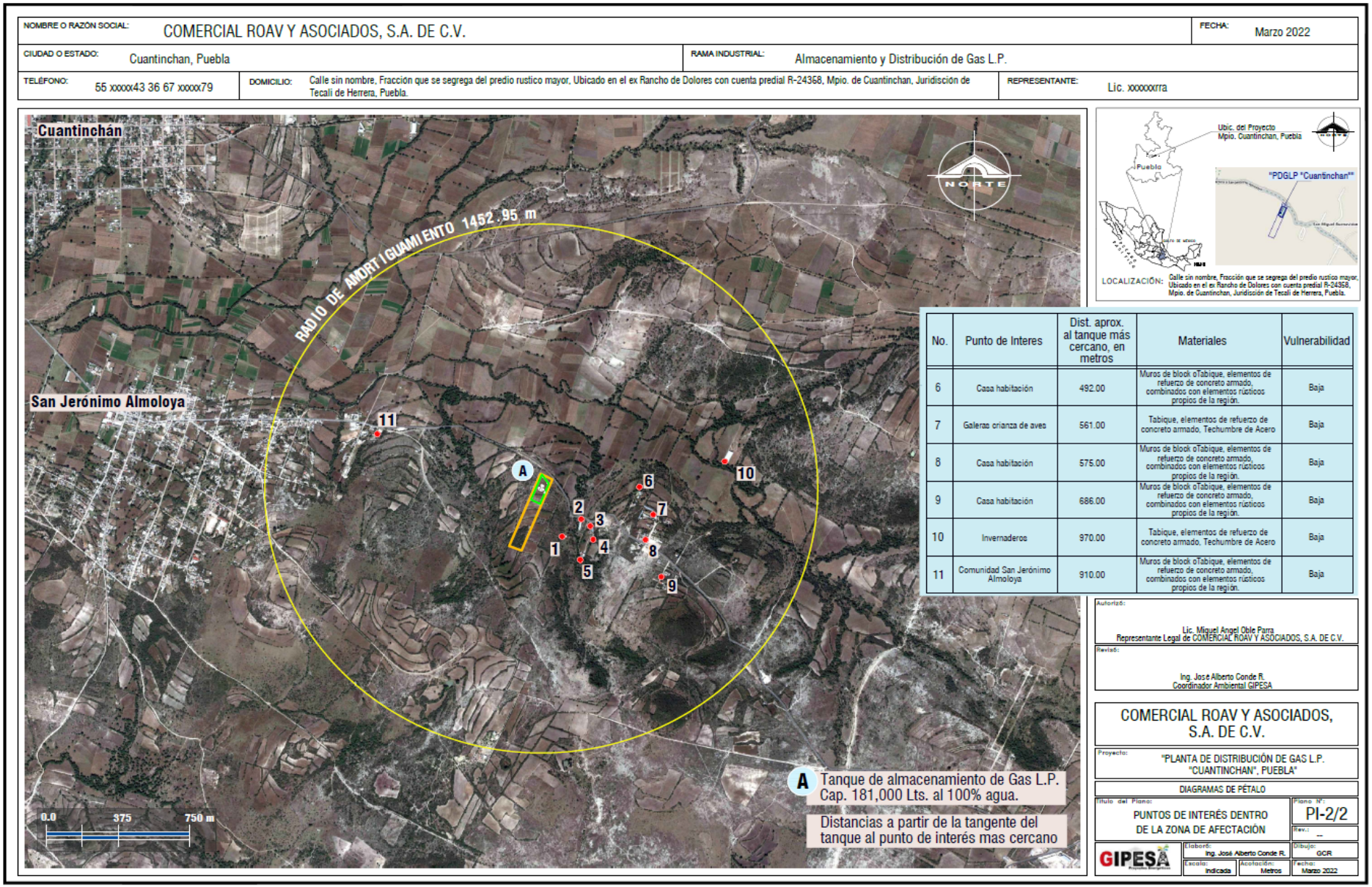
Escala: Indicada

Acotación: Metros

Fecha: Marzo 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Fig. 28 **Puntos de interés identificados dentro del radio de amortiguamiento por radiación Térmica derivada de un BLEVE 2 de 2.**



No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
6	Casa habitación	492.00	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja
7	Galeras crianza de aves	561.00	Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Acero	Baja
8	Casa habitación	575.00	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja
9	Casa habitación	686.00	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja
10	Invernaderos	970.00	Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Acero	Baja
11	Comunidad San Jerónimo Almoloya	910.00	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

I.2.2 Características del Proyecto-

A continuación, se señalan los subproyectos que integran al presente 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 los subproyectos se presenta en el **Anexo 1**; en las siguientes secciones se presenta una descripción de los aspectos más relevantes de cada uno de ellos.

A. Proyecto Civil

1. Clasificación

Planta de distribución de Gas L.P.

2. Bases de diseño

El presente proyecto se elaborará de acuerdo con los lineamientos señalados en la Ley de Hidrocarburos publicada en el DOF el 11 de agosto de 2014 y la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P., Diseño, Construcción y condiciones seguras en su operación, publicada el 22 de octubre de 2014. Se complementó con biografía encontrada en el manual de Butane Propane Gases de L.C. Denny, el manual Natural Gas Engineers por George Segeler.

3. Descripción del predio (dimensiones y orientación)

3.1. Ubicación y superficie

La planta de distribución se ubicará en: CALLE SIN NOMBRE, FRACCIÓN QUE SE SEGREGA DEL PREDIO RUSTICO MAYOR, UBICADO EN EL EX RANCHO DE DOLORES CON CUENTA PREDIAL R-24358, MUNICIPIO DE CUAUTINCHAN, JURISDICCIÓN DE TECALI DE HERRERA, ESTADO DE PUEBLA.

El predio tiene una superficie de 10,500.00 m^2 sin pendientes ni desniveles pronunciados. Los vientos dominantes en la zona son dirección sur a norte.

3.2.Requisitos del predio

El predio contará con un acceso consolidado que permite el tránsito seguro de vehículos. No existes líneas eléctricas con tensión mayor a 4,000 V, ajenas a la planta de distribución, que crucen el predio, ni aéreas o por ductos, ni tuberías de conducción de hidrocarburos ajenas a la planta.

Los predios colindantes son terrenos baldíos, están libres de riesgos probables para la seguridad de estos y la planta. Las colindancias especificas son las siguientes:

Colindancia	Distancia	Actividades
Norte	70.00 m	Carretera Tecali Almoloya
Sur	70.00 m	Terreno baldío sin uso, propiedad de la empresa
Este	430.00 m	Colinda con propiedad del Sr. Francisco Camargo
Oeste	423.00 m	Colinda con propiedad del Sr. Francisco González

El predio donde estará la planta de distribución tendrá su acceso compactado permitiendo el tránsito seguro de vehículos. Las zonas de circulación y estacionamiento estarán compactadas con amplitud suficiente para el fácil y seguro movimiento de vehículos y personas.

3.3.Urbanización

El terreno de la planta de distribución tendrá pendientes y sistema para desalojo del agua pluvial que evita su inundación, tendrá piso de concreto nivelado de tal suerte que dará salida a las precipitaciones pluviales hacia el exterior del terreno. Las zonas de circulación serán de piso compactado con gravilla y los estacionamientos de los autotanques tendrán una terminación superficial consolidada.

La zona de circulación tendrá amplitud mínima de 3.5 m para que el movimiento de vehículos sea seguro, se mantendrá limpia y despejada de materiales combustibles, así como objetos ajenos a la operación de la misma.

3.4.Delimitación del predio

La planta de distribución, se encuentra en zona no urbana, el perímetro está delimitado en sus linderos Norte, Sur y Wste con tela de alambre tipo cyclone a una altura de 2 m NPT, y por su lindero Oeste por barda ciega de tabique, con una altura de 3 m sobre NPT, excepto en los accesos, debido a que estos cuentan con puertas metálicas.

4. Características de las construcciones (indicando materiales a emplearse)

4.1.Accesos

4.1.1 Puertas para vehículos y personas

Las puertas para personas son parte integral de la puerta de vehículos (de reparto, auto-tanques y semirremolques), existirán dos accesos-salidas. La salida de emergencia estará ubicada en colindancia Este. Todas las puertas serán metálicas con un claro de 6 m.

4.2. Edificios

Las edificaciones en el interior de la planta de distribución son: oficinas y servicios, sanitarios de personal y visitantes, cuarto de máquinas y cuarto del equipo contra incendio; se localizarán hacia el sur del terreno, los materiales a utilizar en los acabados y estructuras exteriores serán de concreto, ventanas y puertas metálicas, las ventanas de las oficinas contarán con vidrio.

a) Oficinas

La oficina principal se ubicará en el extremo suroeste del terreno, en un área de 16.50 m x 3.5 m, construcción en concreto con dos sanitarios interiores para el personal de confianza.

b) Sanitarios

Sobre el lindero Noreste dentro de las oficinas se encuentran los servicios sanitarios, baños y vestidores para el personal; contarán con 2 excusados, 2 lavabos. Para el abastecimiento de agua es por medio de toma de agua.

El drenaje de las aguas negras se conectará por medio de tubos de concreto a fosa séptica colocada hacia el sur de las oficinas generales.

La fosa séptica tendrá una cámara de recepción, fermentación y otra de oxidación; las aguas residuales de esta fosa pasarán a un poso de absorción donde serán inhibidas de desechos sólidos. Las aguas jabonosas pasarán directamente a este pozo por medio de otros tubos para no mezclarse con los desechos sólidos.

Todos los servicios contarán con pisos impermeables a base de mosaico antiderrapante extendiéndose por la pared hasta una altura de 1.5 m, para su fácil limpieza.

c) Caseta de vigilancia

No se contará con caseta de vigilancia.

d) Techos o cobertizos

Las bombas y compresores sobre la zona de protección tienen cobertizos totalmente ventilados de estructura y lámina metálica para protegerlos del intemperismo. No se cuenta con cobertizos para vehículos.

e) Estacionamientos

Al Oeste del predio se contará con estacionamiento para vehículos de personal de la empresa con un área de 80 m^2, al poniente se cuenta con estacionamiento para auto-tanques y semirremolques con un área de 600 m^2, con acceso al área de carga y descarga de la planta de distribución, de tal suerte que la entrada o salida de cualquier vehículo no interfiera con la libre circulación de los demás ni afecte a los que están ya estacionados. Los cajones estarán ubicados en serie de manera que los vehículos estacionados permitan la salida de cualquiera de ellos sin necesidad de mover otros, contando con áreas libres de fácil circulación; no obstruyendo los accesos a las zonas de almacenamiento, trasiego, equipo contra incendio, interruptor general eléctrico, entrada o salida a la planta o salidas de emergencia. Ninguno de los cajones contará con techos protectores.

f) Talleres

No cuenta con taller para reparación de vehículos.

g) Espuelas de ferrocarril y torres de descarga

No se cuenta con espuelas de ferrocarril y torre de descarga.

h) Zona de almacenamiento interno de diésel.

No se cuenta con zona de almacenamiento interno de diésel

4.3.Zona de almacenamiento

El piso tiene terminación de concreto, cuenta con un desnivel del 2% que permita el desalojo del agua pluvial en esta zona. El recipiente de almacenamiento y los equipos para trasiego estarán sobre una plataforma de concreto armado de 0.20 m de altura del piso, con declive para evitar la acumulación de las precipitaciones pluviales. Cuáles son las dimensiones del dique de contención. Contará con murete de protección vehicular.

4.4.Escaleras y perales

Para efectuar la lectura de los instrumentos de indicación local en los recipientes de almacenamiento, existirá una escalerilla metálica fija e individual. Para el acceso a la parte superior del recipiente, existirá una escalera metálica fija y permanente con pasarela para inspección y mantenimiento de válvulas.

4.5.Protección contra impacto vehicular

La planta de distribución cuenta con protección contra impacto vehicular en los elementos de:

a) Bases de sustentación y recipiente de almacenamiento.
b) Compresores y bombas.

c) Soportes de tomas de recepción.
d) Soportes de toma de suministro.

a) Medios de protección

El medio de protección para las bases de sustentación, recipiente de almacenamiento, compresores y bombas, se realizó mediante muretes de concreto de 70 cm de mínimo, altura mínima de 1 200 cm sobre NPT, y espaciados a no más de 1 m entre caras laterales. Para los soportes de toma de recepción y soportes de toma de suministro, se cuenta con vigueta tipo IPR, espaciados no más de 1 m entre caras interiores, enterrados a no menos de 90 cm bajo el NPT, y con altura no menos a 60 cm sobre NPT. Los postes son tramos de vigueta tipo IPR con alma de 5mm de espesor mínimo. Así como, con postes tubulares tipo U y 2 tipo recto.

b) Ubicación de los medios de protección

El medio de protección se colocó alrededor de bases de sustentación, recipiente de almacenamiento, compresores y bombas. Para el caso de la toma de recepción y toma de suministro que colinda con la zona de circulación de vehículos, el medio de protección se colocará al frente y en los costados de los soportes.

4.6.Pintura

a) Topes y protecciones

Los topes y los muretes que sirven de protección al recipiente de almacenamiento, compresores y bombas, así como a las banquetas y defensas de concreto se pintan con franjas diagonales alternas de amarillo y negro.

4.7.Trincheras para tuberías

Las trincheras para tuberías de la planta son removibles de rejas metálicas, cuentan con desalojo de agua pluviales, fueron diseñadas para soportar un carga estática de cuando menos 25 Kgf/cm^2.

5. Descripción y calculo estructural de las bases de sustentación de los recipientes de almacenamiento.

5.1.Bases de sustentación

Las bases de sustentación se diseñaron considerando un valor de 5 t/m^2. Para su cálculo se consideró que el recipiente de almacenamiento se encuentra lleno con un fluido cuya densidad es de 0.6 Kg/L. las bases permiten los movimiento de dilatación y contracción del recipiente de almacenamiento. El recipiente de almacenamiento cuenta con placa de apoyo, las bases de sustentación son tipo cuneta, por lo tanto la placa de apoyo del recipiente coincide con la base. La placa de apoyo:

a) Cubre un ángulo de 120°.
b) Tiene un espesor de 6.35 m.
c) Esta soldada al recipiente de almacenamiento en todo su perímetro por arco eléctrico, su cara interior y la del recipiente estará cubierta con un primario epóxido de alta adhesión (anticorrosivo), así como, con dos capas de pintura blanca de poliuretano de color blanco.
d) Su superficie quedará completamente sobre la base de sustentación.

5.2. Calculo de bases de sustentación

En la memoria técnica descriptiva del Proyecto civil anexa al presente proyecto, se describe a detalle el cálculo de las bases de sustentación.

6. Descripción constructiva del muelle de llenado

6.1.Anden de llenado.

El muelle de llenado contará con una plataforma, rellena y con piso revestido de concreto. El techo será de lámina metálica que cubre toda el área del muelle. Se contará con 3 llenaderas de recipientes transportables. El área de carga y descarga de recipientes transportables se encontrará a los lados de las llenaderas. El techo tiene una altura de 3m sobre NPT de la plataforma.

Sus dimensiones son las siguientes:

Largo total:	12.00 m
Ancho:	8.00 m
Altura del piso:	1.10 m
Altura del techo:	4.00 m
Superficie:	96.00 m^2

6.2.Área de carga y descarga de recipientes transportables

Los bordes de la plataforma de la plataforma del área de carga y descarga de recipientes transportables, estarán protegidos con materiales sintéticos ahulados. Los medios para fijar la protección, son tornillos, estos no sobresalen del material de protección.

El piso presentará un desnivel de ±20 cm con respecto a la plataforma de los vehículos de reparto, utiliza medios que igualen los niveles y permitan el manejo seguro de los recipientes transportables entre la plataforma del vehículo y el área de carga y descarga.

6.3.Zona de revisión de recipientes transportables

La zona de revisión de los recipientes transportables cuenta con una plataforma de 9 m^2 misma que sirve como protección contra impacto de la zona de circulación vehicular, cuenta con piso revestido de concreto, no se utiliza carda para la limpieza de los recipientes transportables. Está ubicado junto al muelle de llenado.

6.4.Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados

La Planta de distribución de Gas L.P. dispondrá de una zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados, ubicada al Noreste del predio, la cual cumplirá con los siguientes requisitos:

a) No esta ubicada en el muelle de llenado para recipientes transportables.
b) El piso será de concreto que evite el contacto directo de los recipientes con la tierra.
c) Su área será como mínimo de 9 m^2.

7. Zona de venta al público.

La Planta de distribución de Gas L.P. no contará con zona de venta al público.

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

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

a) De la tangente al tanque de almacenamiento más cercano a:

Elemento	Norma, m	Tiene, m
Límite del predio de la planta de distribución	15	20.00
Espuela de ferrocarril, riel más próximo	15	N/A
Llenaderas de recipientes transportables	6	6.00
Plataforma del muelle de llenado	5	7.00
Lindero de la zona de revisión de recipientes transportables	5	6.50
Zona de venta al público	15	N/A
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15	35.00
Otros recipientes de almacenamiento de gas L.P., ubicado en el interior de la planta de distribución	1.5 o ¼ de la suma de los diámetros de ambos tanques, lo que resulte mayor	N/A
Piso terminado	1.5	2.00
Planta generadora de energía eléctrica	25	N/A
Talleres, incluyendo los equipos de carburación de gas L.P.	25	N/A
Zona de almacenamiento interno de diésel	25	30.00
Boca de toma de carga y descarga de diésel	15	N/A
Boca de toma de carburación de autotanques	5	N/A

Elemento	Norma, m	Tiene, m
Boca de toma de recepción de carro-tanque al ferrocarril	12	N/A
Boca de toma de recepción y suministro	5	5.00
Vegetación de ornato	15	N/A
Cara exterior del medio de protección a los recipientes de almacenamiento	2	2.00
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas clase 1, división 1	12	N/A
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	25	N/A
A construcciones cuyo interior existan estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15	N/A
El cajón de estacionamiento para vehículos distintos de los de reparto, auto-tanques o semirremolques	10	N/A

b) De llenaderas de recipientes transportables a:

Elemento	Norma, m	Tiene, m
Zona de venta al público	10	N/A
Límite del predio de la planta de distribución	15	26.00
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15	25.00
Boca de toma de recepción, suministro y carburación	5	13.50
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas clase 1, división 1	12	N/A
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	25	N/A
A construcciones en cuyo interior existían estufas, calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15	N/A

c) De la boca de tomas de recepción, suministro o carburación a:

Elemento	Norma, m	Tiene, m
Límite del predio de la planta de distribución	8	10.00
Zona de venta al público	15	N/A
Oficinas, bodegas, cuarto de servicio o caseta de vigilancia	15	40.00
Talleres, incluyendo los de equipos de carburación a gas LP	25	N/A
Almacén interno de combustibles diferente al gas LP	20	N/A
Fuente de calor del sistema de sellado que no es adecuada para áreas clasificadas clase 1, división 1	12	N/A
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución	25	N/A

Elemento	Norma, m	Tiene, m
A construcciones en cuyo interior existan estufas calentadores de agua o parrillas eléctricas o a fuego directo	15	N/A

d) De bombas y compresores más cercanos a:

Elemento	Norma, m	Tiene, m
Límite de sus zonas de protección	0.8	3.00

e) De soportes de toma de recepción, suministro o carburación de autoconsumo, o de la boca de toma del área de carga y descarga de diésel a:

Elemento	Norma, m	Tiene, m
Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular	0.5	1.5

f) Del paño exterior del dique del cubeto de retención al:

Elemento	Norma, m	Tiene, m
Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular	0.5	N/A

g) Distancias mínimas externas de las tangentes de los recipientes de almacenamiento:

Elemento	Norma, m	Tiene, m
Almacén de combustible externo	100	N/A
Almacén de explosivos	100	N/A
Casa habitación	100	N/A
Escuela	100	N/A
Hospital	100	N/A
Iglesia	100	N/A
Lugar de reunión	100	N/A
Recipientes de almacenamiento de otras plantas de distribución, depósito o suministro, propiedad de terceros	30	N/A
Recipientes de almacenamiento de una estación de gas L.P., para carburación	15	N/A

B. Proyecto mecánico

1. Bases de diseño

El presente proyecto se elaboró de acuerdo con los lineamientos señalados en el Reglamento de Distribución de Gas Licuado de Petroleo, publicado en el Diario Oficial de fecha 5 de diciembre de 2007 y a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, publicada el 22 de octubre de 2014.

Se complementó con bibliografía encontrada en el manual Butane Propane Gases de L.C. Denny, el manual Natural Gas Engineers, editado por George Segeler.

2. Características del recipiente de almacenamiento, instrumento de medición, control y seguridad

Hay un recipiente con capacidad de 181 000 litros al 100% tipo intemperie, cilíndrico horizontal, construidos según la norma NOM-021/2-SCFI-1993, para contener Gas LP ubicando en el predio a las distancias mínimas correspondientes.

Al montarse sobre bases de concreto calculadas para soportar el peso cuando éste se llene de agua, de tal manera que no se presenten asentamientos que provoquen rotura de tuberías y simplemente apoyado para que pueda desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.

Al instalarse dentro de una zona de protección consistente en una plataforma de concreto armado de 0.60 m de altura con piso de concreto.

La altura del domo inferior con respecto al nivel de piso es de 2.6 m (2.0 m a la plataforma más 0.6 de la plataforma de protección).

En la parte trasera donde se encuentran las válvulas de seguridad se contará con una escalera metálica para tener acceso a la pasarela metálica de revisión de las válvulas de seguridad y el sistema de riego aspersión; al frente se instalara otra escalera con descanso para el acceso a los aparatos de medición y control.

El recipiente y escaleras se pintaran con dos manos de pintura anticorrosiva mano taller y otra de esmalte blanco con caracteres de 50 cm indicando la razón social y de 20 cm indicando la capacidad.

2.1. El recipiente a instalarse contará con las siguientes características

La salida de líquido del recipiente de almacenamiento tipo intemperie estará ubicada en su parte inferior.

Tabla 1. Características del recipiente de almacenamiento.

Especificación	Datos de placa
Fabricante	EN PROYECTO
Norma de fabricación	
Presión de diseño, (kg/cm^2)	
Temperatura de diseño, (°C)	51.6)
Diámetro interior, m	3.345
Capacidad nominal de agua, L	181,000 L
Espesor nominal placa cuerpo, mm	18.40 mm
Espesor nominal placa cabezas, mm	9.90 mm
Radiografiado	100
Fecha de fabricación	
Tipo	No Portátil
Serie	
Longitud total, cm	21.74 CM
Tara, kg	34 600
Forma de cabezas	

2.2. Accesorios

El recipiente de almacenamiento cuenta con dispositivos de seguridad y medición, con indicación local o remota, que permiten:

a) Conocer que la fase líquida del Gas L.P. ha alcanzado el máximo nivel de llenado permisible.
b) Indicar el nivel de la fase líquida del Gas L.P. contenido.
c) Indicar la presión interior en la zona de vapor del recipiente de almacenamiento.
d) Indicar la temperatura de la fase líquida en la zona de líquido del recipiente de almacenamiento.

Tabla 2. Accesorios y conexiones del tanque de almacenamiento.

Clave	Cant.	Ø, mm	Accesorios	Descripción	Conexiones
1	1	56	Indicador de nivel	Medidor magnético tipo flotador con indicador magnético, rotatorio o de otro tipo de tecnología	Brida para medidor magnético
2	1	12.7	Termómetro análogo	Carátula nominal mínimo de 50.8 mm de diámetro y registrar temperaturas entre 253.15 K (-20°C) y 323.15 K (50°C), con escala graduada en Kelvin o Celsius, como mínimo.	Fosa para termómetro
3	1	6.4	Manómetro análogo graduado en Pa, Kg/cm^2 u otras unidades de medida, así como aquellos	Registrar lecturas comprendidas entre 0 a 2.06 MPa (0 a 21 Kgf/cm^2) o de 0 a 2.75 MPa (0 a 28 Kgf/cm^2). Instalarse procedidos con una válvula de aguja. Pueden ser secos o amortiguados por líquido.	Cople para nanómetro

Clave	Cant.	Ø, mm	Accesorios	Descripción	Conexiones
			que cuenten con doble escala		
			Válvulas	Los cuerpos de las válvulas de exceso de flujo, no retroceso, alivio de presión e internas son acero, fundición maleable, fundición nodular, bronce o latón.	
4	1	76.2	Las válvulas de exceso de flujo de líquido	Rego A3213A400, Rego A3212A250 cierre automático con fusible térmico. Presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 Kgf/cm^2).	Medio cople para salida de líquido
5	2	50.8			
6	1 1/2	38.1	Las válvulas de exceso de flujo de vapor	Rego A3213A400. Presión de trabajo mínima de 2.4 MPa (24.47 Kgf/cm^2). Caudal nominal de cierre de flujo independientes o en las válvulas internas no debe ser mayor a 2.3 veces el caudal normal de operación.	Medio cople para salida de vapor
7	2	50.8			
8	3	101.6	Válvula de alivio de presión	Multiport Rego 8574 G. calibradas por el fabricante para una presión de apertura de 1.72 MPa (17.58 Kgf/cm^2). Los elastómeros en las válvulas deben ser resistentes a la acción del gas L.P. capacidad de descarga mayor a 62.5 m^3 estándar de aire por minuto.	Bridas slip on de 4". Tubos metálicos de descarga con longitud mínima de 2 m, colocados verticalmente. De acero al carbono, de cedula menor a la 40, con o sin costura, instalación roscados directamente a la válvula o mediante un adaptador.
9	2	6.4	Válvula de máximo llenado		
10	1	384	Entrada hombre		Brida ciega
11	1	50.8	Tapón macho C80	Salida de líquido, drenaje	
12	1		Conector de tierra		
13	1	6.4	Grifo, Rego 3185S		Cople para máximo llenado
14	1	6.4	Grifo, Rego 3185S		Cople para máximo llenado
15	1	510	Protector metálico de accesorios		
16	1		Placa de datos del recipiente		
17	2	800	Placa de asiento de 12.7 mm		

2.2.1 Especificaciones particulares en la instalación de las válvulas de alivio de presión;

a. La rosca en la válvula o en el adaptador está colocada en el diámetro interior, el diámetro exterior del tubo de descarga es igual al interior de la descarga de la válvula sobre el cual se rosque.
b. Los tubos de desfogue cuenta con capuchones protectores
c. Los tubos de desfogue de descarga para válvulas con que cuenta el recipiente de almacenamiento, es resistente al Gas L.P., y para una presión de trabajo mínima de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm^2).
d. Esta válvula está con los tubos de descarga de 2 m de altura pintados del color blanco, cubriéndose los extremos con capuchones fácilmente desprendibles.

Las válvulas de seguridad de relevo de presión con resorte externo instaladas en el tubo de desfogue, tienen una capacidad de descarga que según el NFPA-58 edición 1989 de:

$$Q = 10.6582\ A022 = 92.40\ m^3$$

$$A = L \times D \times 3.1416 = 24.84 \times 3.67 \times 3.1416 = 286.40\ m^2$$

Q = Capacidad de relevo requerida m^3.
A = Área del recipiente en m^2.

2.2.2 Especificaciones particulares en la Instalación de las Válvulas en los coples

a) Los coples destinados al trasiego de Gas L.P., deben contar con válvulas internas, de exceso de flujo o de no retroceso; en los que no estén en uso, se debe colocar directamente en el cople del recipiente de almacenamiento, únicamente, tapón macho sólido.
b) En los coples para drenado debe usarse válvula de exceso de flujo; ésta debe estar seguida en el sentido del flujo por una válvula de cierre rápido o una de globo, la cual debe estar obturada por un tapón macho.
c) Las válvulas de exceso de flujo pueden ser elementos independientes o estar integrados en válvulas internas, estas últimas deben estar equipadas con actuadores de acción mecánica, hidráulica, neumática o eléctrica, con accionamiento remoto.
d) Después de las válvulas de exceso de flujo o de no retroceso, colocadas en el recipiente, se deben instalar en la tubería, válvulas de cierre manual. Cuando se usen válvulas internas, la colocación de las válvulas de cierre manual es optativa.

2.2.3 Especificaciones particulares en la instalación de las Válvulas de máximo llenado

a) Identificar claramente en el recipiente de almacenamiento con respecto al porcentaje que indican.
b) Instalar directamente a los coples del recipiente de almacenamiento.
c) Sus elastómeros deben ser resistentes a la acción del Gas L.P.

2.3. Pintura y letreros de los recipientes de almacenamiento

El recipiente de almacenamiento está pintado con primario epóxico de alta adhesión con dos capas de pintura blanca de poliuretano de color blanco, sus cabezales en rojo con diámetro aproximado al equivalente a la tercera parte de su diámetro; rotulado en el cuerpo, su número económico, capacidad total en litros de agua, así como, la razón social de la empresa, con caracteres no menores de 15 cm.

2.4. Evaluación del recipiente de almacenamiento

Previo a su puesta en operación, se revisó por inspección visual, si el recipiente de almacenamiento presentaba los siguientes daños, exceptuando las protuberancias en las placas o cordones de soldadura, en este aspecto no requirió 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.

La evaluación de los daños anotados en los incisos anteriores se llevó a cabo mediante las siguientes pruebas:

1. Las abolladuras con una profundidad mayor al 10% del diámetro mayor de la misma, se evaluaron con la prueba de medición ultrasónica de espesores e hidrostática. La prueba hidrostática fue presenciada por una unidad de verificación acreditada y aprobada en esta Norma Oficial Mexicana. No se requirió prueba radiográfica.

2. Las cavidades en las placas o cordones se evaluaron mediante medición ultrasónica de espesores o medición directa. No se requiero reparación.

c) La prueba hidrostática se efectuó y aprobó a 1.3 veces la presión de diseño nominal, marcada en la placa de identificación, y en la cual se sostuvo la presión por un periodo mínimo de 60 min.

3. Características de las tuberías, válvulas, instrumentos de medición, mangueras, conexiones y accesorios.

3.1. Sistema de tuberías

Criterios de diseño

Para la selección de tuberías y accesorios la temperatura de diseño es entre 266.55 K (-6.6 °C) y 700.15 K (427°C). Con excepción de las bridas, las cuales cumplen con lo especificado en el numeral 4.2.2.5.2.9 de la NOM 001-SESH-2014, los accesorios colocados en la tubería de succión de la bomba soportaran como mínimo una presión de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm2). Los

accesorios colocados en el resto de las tuberías son como mínimo para una presión de diseño de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm^2).

3.2. Materiales

- Las tuberías utilizadas en el sistema de trasiego serán de; acero al carbono negras soldadas cédula 40 A/SA53B O A/SA-106B y sin costura para alta presión, en cumplimiento con la Norma Mexicana NMX-B-177 1990. Es válido utilizar las tuberías y especificaciones indicadas en el inciso c) del Apéndice de la NOM 001-SESH vigente ya que cumplen con este requisito. Las tuberías pueden ser unidas por conexiones roscadas para una presión de trabajo de 210 Kg/cm^2, bridadas. No se utilizará tubería o accesorios de fundición gris.
- Las conexiones serán de; fundición maleable o fundición nodular. Cumplen con los incisos d), e), f) y g) del Apéndice de la NOM-001-SESH-2014 vigente, según sea el caso. Las conexiones roscadas serán colocadas en tubería, cédula 80, como mínimo, y para la presión de diseño que le corresponda de acuerdo con el numeral 4.2.2.5.1.1 de la NOM-001-SESH-2014 vigente para la temperatura de diseño.
- Las roscas en las tuberías cumplen con lo indicado en la Norma Mexicana NMX-B-177-1990. Es válido utilizar la especificación descrita en el inciso a) del Apéndice de la NOM-001-SESH-2014 vigente.
- El sellador utilizado en las uniones roscadas es a base de materiales que, de acuerdo con la hoja técnica del fabricante, son resistentes a la acción del Gas L.P. No se permite el uso de pintura o mezcla de litargirio y glicerina como selladora.
- Las bridas utilizadas serán de fundición nodular o fundición maleable clase 300: es decir, adecuadas para una presión de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm^2), a una temperatura de 338.15 K (65°C). Cumple con los requisitos de los incisos d) y g) del Apéndice de la NOM-001-SESH-2014 vigente. Debido que la temperatura de operación es inferior a 473.15 K (200 °C), los pernos o espárragos son A-193 Grado BOA-307 Grado B y, en todos los casos, las tuercas son A-194 Grado 2H.
- Los empaques utilizados en las uniones bridadas serán de materiales resistentes a la acción del Gas L.P. construidos de material metálico, con temperatura de fusión de 988.15 K (715 °C), o en combinación de otros materiales. Aquellos empaques que sean resistentes al Gas L.P., y que en el catálogo del fabricante se indiquen adecuados para trabajar continuamente a temperaturas de, cuando menos, 773.15 K (500 °C). se consideran adecuados.

3.3. Instalación de las tuberías

Tuberías sobre el NPT o en trinchera

Las tuberías sobre NPT se instalarán sobre soportes espaciados a 3 m, como máximo, de modo que se evite su flexión debido a su peso propio y que queden sujetas a dichos soportes, de manera que permitan el deslizamiento longitudinal de las mismas y prevengan su desplazamiento lateral. Existe un claro mínimo entre el paño inferior de la tubería y el NPT o fondo de la trinchera de 10 cm, asimismo, existe un caro mínimo de 5 cm, entre paños de

tuberías, con excepción de las eléctricas. Las tuberías que conducen el Gas L.P. estarán separadas 10 cm, como mínimo, de conductores eléctricos o tuberías conduit donde la tensión nominal es menor o igual a TV, y separadas 20 cm, como mínimo, cuando la tensión nominal es mayor a 127 V.

Tubería en trinchera

La tubería en trinchera tiene un claro mínimo de 5 cm entre el paño superior de la tubería y la parte baja de la cubierta de la trinchera.

3.4. Revisión de hermeticidad

Previo al inicio de operaciones de la planta de distribución se realizará una prueba de hermeticidad. El fluido para la presurización fue un gas inerte: no se utilizará oxígeno (O2) ni Gas L.P. La detección de fugas se realizó mediante manómetro. La presión manométrica para la revisión de la hermeticidad fue como mínimo de 0.98 MPa (10 kgf/cm^2) y como máximo de 0.98 MPa (10 kgf/cm2).

El manómetro que se utilizará para la prueba fue de un rango menor a 2.06 MPa (21 kgf/cm^2) y no fue amortiguado. La hermeticidad del sistema de tuberías se dará por aceptada, cuando durante el tiempo de revisión no se registre disminución del valor de la presión ni se detectarán fugas. La revisión de hermeticidad se llevará a cabo en presencia de una unidad de verificación acreditada y aprobada en la presente Norma Oficial Mexicana. Se contará con el informe por escrito del resultado de la revisión.

3.5. Cálculo de tuberías

Flujo de fluidos en operación crítica

La potencia de las bombas en las operaciones de carga está compuesta por las cargas en la succión, cargas en la impulsión, diferencia de niveles en los cuales es necesario transportar el líquido y por último la contrapresión encontrada en el recipiente a llenar.

Debido a que en las operaciones de llenado de auto-tanques se cuenta con mangueras para igualar las presiones entre el recipiente de planta y el autotanque a llenar, la potencia de la bomba es menor en operaciones donde no se cuenta con esta igualación de presiones por lo que la operación crítica es la de llenado de cilindros, la cual se analizará en forma teórica a continuación.

Como la carga o trabajo a efectuada por la bomba en la succión crece a medida que la distancia real y aparente es mayor, se efectuarán los cálculos tratando de minimizar la primera colocando la bomba lo más cercano al recipiente y la segunda poniendo la menor cantidad de conexiones que puedan aumentar la fricción en ellas.

El diámetro seleccionado es de 76 mm con un flujo de 454 lpm (120 gpm), por lo que, aplicando la ecuación del teorema de Bernoulli:

$$\frac{V_1^2 - V_2^2}{2\,g} + \frac{P_1 - P_2}{w} + (Z_1 - Z_2) = HL$$

V_1= Velocidad del líquido en el punto 1 en m/s.
V_2= Velocidad del líquido en el punto 2 en m/s.
P_1= Presión del líquido en el punto 1 en kg/cm^2.
P_2= Presión del líquido en el punto 2 en kg/cm^2.
Z_1= Altura del líquido en el punto 1 en metros.
Z_2= Altura del líquido en el punto 2 en metros.
G= Valor de la gravedad en el área en m/s^2.
W= Peso específico del líquido (agua=1) en kg/m^3.
HL = Perdida de fricción en las tuberías en metros.

En nuestro caso podemos considerar que la velocidad del líquido en el punto 1 es igual a la del punto 2 y además:

$$V_1 = V_2$$

$$Z_1 - Z_2 = Z = 1.5 - 0.3 = 1.2 \text{ m}$$

Sustituyendo los valores anteriores y despejando, la ecuación de Bernoulli queda como sigue:

(P1 - P2)/w + Z = HL reordenando Paw + Z - HL = Pz/w ecuación 1

Podemos concluir, que el cálculo correcto del flujo y selección de tuberías y conexiones será:

1a. suposición	Si	HL < Z Luego	P1 > P2
2a. suposición	Si	HL > Z Luego	P1 < P2

En la primera suposición, que es la ideal, se tendrá que la presión en el tanque es mayor que la presión en la entrada a la bomba, por lo que ésta, siempre recibirá gas LP en estado líquido.

En la segunda suposición, la cual debe evitarse, la presión en el recipiente de almacenamiento es menor que la presión en la succión de la bomba, por lo que esto provocará ebullición de líquido. Como la bomba está diseñada para manejar líquido y no vapores, esto reducirá la vida útil de dicha bomba, creando una situación peligrosa, la cuál debe ser evitada, aumentando el diámetro de la tubería o modificando el flujo de líquido de tal suerte que las pérdidas por fricción expresadas en metros no excedan a la altura mínima del líquido en el tanque.

Caída de presión en tuberías de tanque a bomba

Aplicando valores y sustituyendo en ecuación 1 tenemos que:

$$Z_1 - Z_2 = Z = 1.5 \text{ m} - 0.3 \text{ m} = 1.2 \text{ m}$$

El cálculo de HL se determinó de acuerdo con el Manual del Sr. L.C. Denny (Butane Propane Gases), página 115:

Cant.	Descripción	Diam (mm)	Long.	
			ft	m
1	Válvula de exceso de flujo REGO A7539R6	76 (90x1)	90	27.43
2	Válvula de globo REGO A 7517 FP	76 (80x2)	160	48.77
1	Filtro	76 (42x1)	42	12.80
1	Codos de 90°	76 (8x1)	8	2.44
2	Tes (flujo trans)	76 (2x16)	32	9.75
1	Reducción	76 a 63	4	1.22

Longitud total aparente = 336 ft
Total longitude real = 18 ft
Longitud total = 354 ft

Consultando la tabla 3 de la página 115 del Butane Propane Gases encontramos que para un flujo de 50 gpm corresponde un factor de fricción f = 0.004 por lo que multiplicándolo por la longitud total anterior encontramos el valor de HL = fx Lt = 0.004 x 354 = 1.42 ft.

Como las pérdidas de fricción expresadas en pies de LP (1.42 ft) son menores que la altura física del domo inferior del tanque de 2.70 m (8 ft), podemos afirmar que con estas conexiones y diámetros el flujo no producirá cavitación.

Cálculo de la tubería de descarga

Consideramos el punto más alejado del múltiple, suponiendo además que están trabajando las 16 llenaderas simultáneamente, por lo que el gasto en cada llenadera es de 50/9 = 5.55 gpm. De acuerdo con el teorema de Bernoulli, un fluido puede tener tres tipos de energía:

$$\text{Energía cinética} = V^2/g = 0$$

Energía Potencial = P/W= 50 Lb/ln^2 diferencial de presión creada por la válvula de retomo automático.

Energía de Estado = Z = (H + 1)-(Z - HL) diferencial de carga neta en descarga y carga neta en succión.

Por lo que aplicando valores y tomando en cuenta que al agregar energía a al sistema por una bomba, el lado izquierdo de la ecuación de Bernoulli deberá agregársele un término Hu:

$$\frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{w} + (z + HL) + Hu = \frac{V_3^2}{2g} + \frac{P_3}{w} + (H + f)$$

$$Hu = \frac{P_3 - P_2}{w} + (H + f) - (z + HL)$$

H = (1.2 + 1.2 -2.1) x 3.28 =0.3 x 3.28 = 0.984 ft y z = (2.1 – 0.3) x 3.28 = 5.904 ft

$$Hu = \frac{50 - 144}{33} + (0.984 + f) - (5.904 + 1.416) =$$

Hu = 214.6 + f ----------Ecuación (A)

Calculo de las perdidas pro fricción en tubería de descarga:

Desde la bomba hasta la última llenadera se tomaron en cuenta las siguientes conexiones:

Cant.	Descripción	Diam. in	Flujo gpm	Long. Eq ft	Factor	Carga ft de gas
2	Válvula globo REGO	2	50	2x50	0.017	1.700
3	Te	2	50	3x3	0.017	0.153
1	Codo 90°	2	50	1x5	0.017	0.085
1	Reducción 2 a 1 ¼		50	1x2	0.017	0.034

Carga del gas L.P. = 1.972 ft

Tubería de toma de recepción de semirremolques

Se trasiega el líquido de un semirremolque que normalmente son de 40 500 litros de capacidad en un tiempo razonable de 90 a 120 minutos, por lo que:

Flujo en tubería de recepción de líquido = 40 500 gal/90 min = 450 lpm.

Para efectuarse el flujo anterior se deberá crear una diferencial de presión para: Vencer las pérdidas de fricción en tuberías, mangueras, conexiones, válvulas, etc. y además para subir el líquido desde la parte más baja del semirremolque hasta la más alta del recipiente de la planta.

El excedente de diferencial de presión será utilizado para convertirla en velocidad del líquido en la tubería de descarga, la cual no es muy grande pues puede cerrar las válvulas de exceso de flujo; se recomienda que el diferencial de presión pueda ser de 1.0 kg/cm^2, con válvulas de exceso de 946 lpm.

Las pérdidas de fricción con un flujo de 100 gpm, en tuberías y conexiones de 76 mm están calculadas de acuerdo con la siguiente tabla:

Cant.	Descripción	Diam. in	Long. Eq ft	Factor	Carga ft de gas
2	Válvula A7539V6F2	3	2x90	0.025	4.500
1	Válvula globo angular	3	1x40	0.025	1.000
20	Manguera neopreno	2 ½	50x33	0.25	5.660
2	Válvula REGO 7517	3	2x80	0.025	4.000
1	Válvula ex flujo A1519A6	3	1x90	0.025	2.250
2	Codos 90°	3	2x8	0.025	0.400
2	Te	3	1x80	0.025	0.800
46.5	Tubería (14.2 m)	3	14.2x3.28	0.025	1.164
1	Filtro	3	1x60	0.025	1.500
			Subtotal (3a)		**21.274**

La diferencia máxima de alturas entre el nivel del líquido del auto transporte y el recipiente de la planta puede ser de:

(3.658 x 0.9 + 2.1 - 1.47) = 3.92 m x 3.28 = 13 ft, subtotal (3b)

Por lo que las pérdidas por fricción en la tubería de descarga se obtienen sumando el subtotal (3a) + (3b) = 21.274 +13= 34.274 ft = 34.27414.36 = 7.86 psi = 0.53 kg/cm^2.

El resto para el 1.0 kg/cm? es la energía potencial que se convierte en energía cinética, imprimiéndole una velocidad relativamente aceptable al líquido, con lo anterior concluimos:

1. El diámetro de la tubería de descarga por medio de compresor está limitado a un régimen no mayor de 100 GPM, ya que otro mayor crea una caída de presión mayor de 15 lbs/pulg^2 por lo que para no sobrecargar el compresor el flujo máximo recomendable es el calculado de 100 gpm.

2. Como el volumen del auto transporte es de 12 000 galones y el flujo recomendado de 100 gpm, el tiempo de descarga será:

Tiempo de Descarga = 12 000 galones / 100 gal/min = 120 minutos

Observando el catálogo del fabricante, el compresor Blackmer modelo LB361 con motor eléctrico de 15 CF a 640 rpm en compresor, desplazará 345 gpm de propano líquido y 65 pies cúbicos por minuto de propano en estado de vapor en la recuperación de vapores.

Al terminar la operación de trasiego de líquido, es necesario igualar la presión del tanque de la planta con la del auto transporte, por lo que se abrirán y cerrarán las válvulas correspondientes, y después de unos minutos, preparar el sistema para efectuar la recuperación de vapores con el compresor con el cuál se despresuriza el tanque del auto transporte y se presuriza el de la planta, operación que dividiremos a continuación:

1. Operación inicial de recuperación de vapores.
2. Operación final de recuperación de vapores.

Los datos al comenzar esta operación, después de igualadas las presiones son:

p1= presión inicial en auto transporte (a 60°F)	94.2 Lb/in^2
p1 = presión absoluta = 92.4 + Pa = 92.4 + 14.3	106.7 psia
P3 = presión en tanque de la planta (a 60°F)	92.4 Lb/in^2
P3 = presión absoluta = 92.4 + Pa = 92.4 + 14.3	106.7 psia
Vi = volumen de auto transporte (11,000 galones)	1470 ft^3
V = Volumen en succión de compresor	28 ft^3/min

La carga al empezar a trabajar el compresor en esta operación es mínima debido a que las presiones en los recipientes son iguales, pero a medida que transcurre el tiempo de trabajo del compresor, la presión en el recipiente de la planta aumenta y la del auto transporte disminuye; éste diferencial no debe ser mayor de 15 lb/in^2 al terminar la operación.

Los datos al finalizar esta operación son los más críticos, indicándose a continuación:

p2 = Presión final en auto transporte	= 30 lb/in^2
P2 = Presión absoluta en autotransporte	= 30 + 14.3 = 44.3 psia
pz = Presión final a la salida del compresor	= 150 lb/in^2
Py = Presión absoluta a la sal. comp	= 150 + 14.3 = 164.3 psia
P4 = Presión final en tanque de planta	=103 lb/in^2
P4 = Presión absoluta en tanque	= 103 + 14.3 = 117.3 psia
V = Volumen desplazado por compresor	= 32 ft^3/min
k = Relación de calores específicos	= 1.133
Pérdidas = Según Fig. 8-37 Pag. 60 NII gas Hnbk	= 1.175

$$\text{C.F. teor.} = \frac{P_1 \text{ x } V}{229} \; \frac{k}{k-1} \; \frac{P_3}{P_2} - 1$$

C.F. real = C.F teor. X Pérdidas

$$= \frac{44.3 \text{ x } 32}{229} \; \frac{1.133}{1.133-1} \; \frac{164.3}{44.3} - 1$$

C.F. teor.= 8.932

C.F. real = 8,932x 1.175 = 10.49

Considerando que las eficiencias pueden variar y que el gas en estado de vapor del propano a "baja presión" se comporta como un gas ideal y que a presiones más altas. normalmente arriba de 500 lb/in? se aleja de este comportamiento haciéndose necesario corregir los resultados por un factor de compresibilidad, el cuál varía de acuerdo con la gravedad específica del gas, se seleccionó la potencia del motor de 25 CF, 220 Volts, 3 Fases, 1750 RPM., ya que en nuestro caso las presiones están por abajo del valor critico mencionado.

3.6. Código de colores de tuberías

Las tuberías sobre el NPT se pintaron con los siguientes colores:

Tabla 3. Código de colores en tubería.

Tubería	Color
Agua contra incendio	Rojo
Aire o gas inerte	Azul
Gas L.P., en fase vapor	Amarillo
Gas L.P., en fase liquida	Blanco
Gas L.P., en fase líquida en retomo	Blanco con bandas de color verde
Tubos de desfogue	Blanco
Tubería eléctrica	Negro

Las bandas se pintaron con un ancho no menor a 10 cm y espaciadas no más de 1 m en toda la longitud de la tubería. En la entrada de la planta, se colocará una tabla con estos colores distintivos.

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

Tabla 4. Diámetros de tubería a instalarse.

Descripción de la trayectoria	Diam, mm	Color
Liquido de torre de descarga a tanque	76.2	Rojo
Líquido de tanque a bombas	76.2	Rojo
Retorno de líquido de bombas a tanque	50.8	Verde
Vapor de torre de descarga a tanque	50.8	Amarillo
Vapor de recipiente a medidores de auto-tanques	31.7	Amarillo

3.7.Cantidad de gas recuperado

La cantidad de gas LP que se recuperará está en función de la presión inicial y final en el autotransporte y podemos calcularla de acuerdo a la ecuación general del estado gaseoso.

$$n = (P_1 \times V_1) / (R \times T_1)$$

n_1= No de moles en Autotransporte
n_2= No de moles no recuperados
n_3= No de moles recuperados
P_1= PresAbs al empezar a descomprimir — 16,459.3 lb/ft^2
P_2=Press Abs al terminar a descomprimir — 6379.2 lb/ft^2
R= Const Univ para el Propano — 1505 lb-mol°F
V_1= Vol de autotrans (12.000 gal) — 1470ft^3
T_1= Temp Abs del prop= 80° F + 460 — 540°R

$$n_1 = \frac{16\,459.3 \times 1\,470}{1\,505 \times 540} = 29.77 \text{ moles}$$

$$n_2 = \frac{6\,379.2 \times 1\,470}{1\,505 \times 540} = 11.53 \text{ moles}$$

Por definición, el número de moles es proporcional a la masa del gas propano e inversamente proporcional a la masa molecular, o sea:

N= m / M

n= Número de moles = 17.54
m= Masa del propano =?
M= Masa molecular del propano = 44.094
m= 17.54 x 44.094 = 773.4 Lbs x 0.454 = 351 Kg

3.8. Válvulas

Válvula de retorno automático

En la tubería de descarga de cada bomba se tiene instalada una válvula de retorno automática, para una presión de trabajo de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm^2), para proteger a las bombas de sobrecargas y regresar al recipiente de almacenamiento el volumen de gas en estado líquido no utilizado en el suministro de autotanques; operan cuando la presión diferencial en el sistema sobrepasa los 3.40 kg/cm^2.

Todas las salidas de líquido y vapor del recipiente están protegidas por válvulas internas de cierre automático con fusible térmico, las cuáles protegen al sistema en caso de ruptura franca de la tubería, calibradas para cerrar cuando se sobre pase el flujo del aparato más cercano (bomba o compresor) seleccionándose de manera de atenuar en lo posible las pérdidas por el flujo del líquido en el sistema, según se contempla en la lista siguiente:

	Diam, mm	Gasto, gpm
Salida de líquido a bombas, Rego A3213A400	76.2	400
Retorno de líquido, Rego A3212A250	50.8	250
Líquido en salida de medidores, Rego 3282C	31.5	50
Vapor en retorno de torre a tanque, REGO A3213A400	76.3	400

Válvulas de operación manual

Las válvulas de operación manual son de globo tipo bola con maneral de mariposa para cierre normal de fierro vaciado, o de maneral de palanca para cierre rápido de bronce forjado, con una presión de trabajo de 27.2 kg/cm^2 o 400 lb/in^2, de los mismos diámetros de las tuberías a los que van conectadas, según las maniobras que se realicen., sus elastómeros son para el manejo de Gas L.P.

Válvulas de relevo hidrostático

En los tramos de tubería o tubería y manguera tubería y manguera, en que queda atrapado Gas L.P. liquido entre dos válvulas de operación manual o automática, exceptuando los tramos de manguera para llenado de recipientes transportables en las llenaderas, se instaló, entre ellas, una válvula de relevo hidrostático. La descarga de estas válvulas no se dirige hacia el recipiente de almacenamiento. La presión nominal de apertura de estas válvulas es de 2.35 MPa (24 kgf/cm^2 y de 2.84 MPa (29 kgf/cm^2), como máximo. La presión nominal de apertura se indica en la válvula. Es para el manejo de Gas L.P., y sus cuerpos de acero, fundición maleable, fundición nodular, bronce o latón.

Válvulas de no retroceso y exceso de flujo

Sus elastómeros son resistentes a la acción del Gas L.P., y sus cuerpos de acero, fundición maleable, bronce o latón. Las válvulas de no retroceso y las de exceso de flujo que son elementos independientes se instalaron precedidas, en el sentido del flujo, por una válvula de cierre de acción manual del tipo de globo o de esfera. El caudal nominal de cierre de las válvulas de exceso de flujo no es mayor a 2.3 veces el caudal normal de operación. Son para una presión de trabajo de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm), como mínimo. Las válvulas de exceso de flujo que se utilizan son apropiadas para su uso en tubería y pueden son elementos independientes o están integrados en válvulas internas equipadas con actuador de acción manual, hidráulica, neumática o eléctrica, con accionamiento remoto o local.

En las tuberías de líquido en donde se pudieran crear entrampamientos, que con las temperaturas elevadas pudieran elevar la presión a rangos peligrosos, se instalaron válvulas de relevo hidrostático, de resorte externo con rosca para tubo de 12 mm presión de apertura de 17.5 kg/cm^2, protegidas con capuchones contra intemperismo.

En las líneas de vapor se cuentan con válvulas de relevo de presión de 19 mm de diámetro con desfogue de 58 m^3.

3.9. Conectores flexibles y Mangueras

A la entrada y salida de las bombas se instalaron conectores flexibles de acero inoxidable con una longitud de 60 cm y 76 mm de diámetro para prevenir una mala alineación de la tubería y los nocivos efectos de la vibración. para una presión de diseño mínima de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm^2); sus extremos son bridados, las bridas clase 300. Como mínimo. La manguera para Gas L.P., tiene una capa de fibras textiles; para este tipo de conectores sólo se permite usar las abrazaderas tipo BOSS. Su longitud no excede de 1 m.

3.10. Accesorios del sistema de tuberías Deben ser resistentes al Gas L.P.

Filtros

Los instalados en la tubería de succión de la bomba son para una presión de trabajo, como mínimo de 1.7 MPa (17.58 kgf/cm^2). Los instalados en otras tuberías son para una presión de trabajo de, como mínimo. 2.4 MPa (24.47 kgf/cm^2), en ambos casos a temperatura ambiente. Los clasificados como 400 WOG cumplen con este requisito. Su cuerpo es de función maleable o fundición modular. Cuando este dispositivo sea bridado, las bridas con clase 300, como mínimo.

Indicadores de flujo

Se cuenta con indicador de flujo en la tubería de descarga de la toma de recepción.

a) Los indicadores de flujo son simples del tipo mirilla de cristal que permita la observación del paso del Gas L.P.
b) Para una presión de trabajo de 2.4 MPa (24.47 kgf/cm^2), sus extremos son bridados, clase 300, como mínimo.

3.11. Manómetros

Se instalaron precedidos de una válvula de aguja, son secos, registran lecturas comprendidas entre 0 a 2.06 MPa (0 a 21 kgf/cm^2), también utilizan aquellos que registran lecturas comprendidas entre 0 a 2.75 MPa (0 a 28 kgf/cm^2). Los manómetros pueden estar graduados en Pa. kaf/cm^2 o en psi. Se acepta el uso de manómetros que cuenten con doble escala.

4. Características de bombas y compresores.

Tanto las bombas como los compresores se encuentran dentro de la zona de seguridad para protegerlos de choques mecánicos, anclados sobre bases de concreto e interconectados al sistema de tierras. Deben ser para manejo de Gas L.P.

4.1. Bombas

Se instalará una bomba Blackmer LGL3 de 5 CF capaces de un gasto máximo 490 lpm a una presión diferencial de 3.40 kg/cm^2 cada una, con entradas y salidas de 73 mm con rosca hembra para tubo, motor eléctrico a prueba de explosión de 10 CF acoplado con poleas y bandas, con coples flexibles en la línea de succión para aislarla de vibraciones, cuenta con motor tipo horizontal, con sello ensamblado a la flecha a prueba de fugas, aprobada por los laboratorios UL. Se instalará precedida de un filtro en la tubería de succión, contará con válvula automática de retorno en la tubería de descarga; esta tubería debe retornar el producto al almacenamiento.

Cálculo de la potencia de la bomba.

La potencia de la bomba se puede evaluar por medio de la siguiente ecuación:

$$P=Q \times w \times Hu$$

P = Potencia de la bomba ft3Gal	
Q = Flujo del fluido	50 gpm x 0.13368 x (60 s/min) 0.1114 ft/s
w = Peso unitario del líquido	33 lb/ft3
Hu = Fricción en tuberías y conexiones	321.1 ft

Sustituyendo y mecanizando los datos anteriores se obtiene la potencia teórica:

$$P = 0.1114 \times 33 \times 321.1 = \frac{1180.43\ \text{lb}-\text{ft/s}}{550\ \text{lb}-\frac{\text{ft}}{\text{s}}/\text{CF}} = 2.14\ \text{CF}$$

La potencia real es igual a la potencia teórica dividida por la eficiencia estimada en 70%:

$$P_{real} = 2.14/0.70 = 3\ \text{CF}$$

Se tiene un motor eléctrico a prueba de explosión de 10 CF, 220 volts, 3 fases, 1 750 rpm.

En la operación de llenado de autotanques, su contrapresión se minimiza por el hecho de conectar la región de vapor del tanque a llenar por lo que la bomba solo maneja líquido, desapareciendo la presión de la válvula diferencial contemplada para el llenado de cilindros (50 lb/in^2 = 218.18 ft), por lo que un motor de 5 CF queda sobrado sin tener que demostrarlo.

Retorno de gas líquido
Como se indicó anteriormente las bombas al frente se encuentran interconectadas a través de los retornos automáticos de líquido al recipiente, ajustados a una presión diferencial de 50 lb/in?, con lo cual se protegen de sobrecargas a las bombas.

4.2. Compresores

Para descargar los autotransportes se tienen contemplados un compresor marca Blackmer, modelos LB361, acoplados a motores eléctricos de 10 CF, con la cual se obtendrá un flujo de 565 l/min de gas LP liquido en las descargas. Cuenta con válvula de alivio de presión, cuenta con tubería de desfogue y la descarga no se dirige a ningún elemento de la planta de distribución.

5. Medidores

Para el control interno de la planta se cuenta con medidores Tuthill tipo turbina para el suministro de auto-tanques con las bombas Blackmer.

Marca	Tuthhill
Modelo	TS15A

Diámetro de entrada y salida	31.7 mm
Capacidad máxima	225 lpm
Presión de trabajo	24.6 Kg/cm^2

A excepción de los medidores que se encuentren en el múltiple de llenado, los demás están protegidos contra tránsito vehicular.

6. Descripción de tomas de recepción y suministro.

El soporte de la toma está fijo y anclado al piso, es concreto resistente al esfuerzo previsible causado por el movimiento de un vehículo conectado a la manguera. Se contará con punto de fractura en cada toma; uno en la recepción y dos en suministro.

6.0.1 Especificación para punto de fractura

Su profundidad es tal que el espesor remanente quede comprendido entre el 50% y el 80% del espesor de la pared del tubo. No se permite tener puntos de fractura en coples y/o abrazaderas de manguera. La conexión que antecede al niple donde se coloca el punto de fractura está soldada al soporte. La descarga de Gas L.P. es hacia arriba. No se permite colocar un punto de fractura en serie con un separador mecánico. La ubicación de las tomas es tal que, al descargar un vehículo, no se obstaculice la circulación de otros. En la toma de líquido se utiliza medidor volumétrico con válvula diferencial de eliminación de vapores, se omitieron las válvulas de exceso de flujo y de cierre de emergencia. Se cuenta con una válvula de cierre manual que preceda la boca en donde se conecta la manguera. La conexión de la toma asegura que la manguera esté libre de dobleces bruscos.

6.0.2 Mangueras y sus conexiones

Las mangueras usadas son especiales para el uso del Gas LP. de hule de neopreno y doble malla de acero, resistente al calor, para presiones de ruptura arriba de 1.4 MPa (140 kg/cm^2). La manguera que permanentemente esté conectada a cualquier toma cuenta en su extremo libre con una válvula de globo.

6.1. Toma de recepción.

Se tiene contemplada una torre de recepción para la descarga de semirremolques, ubicada al NO y a 5.00 m. del recipiente, conectándose a éste con tubería de 76.2 mm de diámetro en líquido y 50.8 mm de diámetro en vapor; estas tuberías están protegidas por muretes de concreto de 1.10 m de altura con válvulas de cierre manual tipo globo y acopladores con rosca ACME para mangueras de llenado.

Esta operación se efectúa poniendo la válvula de 4 vías y válvulas globo de tal manera que la succión del compresor abata la presión del tanque estacionario y aumente la de los autotransportes, para que con este diferencial de presión se efectúe el flujo de los autotransportes al recipiente a llenar. Las tuberías corren del O al E. y están sujetas al piso por

medio de ángulos empotrados en el concreto a una altura de 0.3 m., sujetando el tubo por medio de grapas de fierro atornilladas.

En la tubería que alimenta la descarga de líquido se instalará una válvula de exceso de flujo y en cada bocatoma de líquido se instaló una válvula de no retroceso, válvula de cierre manual REGO No A2141A16 de 50.8 mm de diámetro e indicador de flujo, colocado a no más de 3 m de la boca de toma, y en cada bocatoma de vapor, se instaló válvula de exceso de flujo, válvula de cierre manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota o, como mínimo, con una válvula interna con actuador de tipo hidráulico, neumático, eléctrico o mecánico No A2141A10 de 31.7 mm de diámetro.

Se instalarán entre las bocatomas y el compresor válvulas de cierre de emergencia Rego 7605B de 50.8 mm de diámetro y No. 7781AF de 31.7 mm para vapor.

6.2. Toma de Suministro.

Para cargar los auto-tanques se cuenta con dos llenaderas instaladas en una isleta protegidas por base de 0.6 m de altura para protección de las tuberías y accesorios instalados, por la aproximación de dichos auto tanques.

El retorno de vapores conecta con tubería de 50.8 mm desde el recipiente hasta el extremo de la plataforma donde conecta al medidor de llenado de auto-tanques y se reduce en la parte inferior a 50.8 mm para conectar al medidor de llenado de auto-tanques.

Tanto en la boca de líquido como en la de vapor, se debe contar con válvula de exceso de flujo, válvula de cierre manual y válvula de cierre de emergencia de actuación remota o, como mínimo, con válvula interna equipada con actuador de tipo hidráulico, neumático, eléctrico o mecánico. Cuando exista válvula de no retroceso en la boca de vapor, no es necesaria la instalación de la válvula de cierre de emergencia de actuación remota.

Cuando en la boca de líquido se utilice medidor volumétrico con válvula diferencial de eliminación de vapores. pueden omitirse las válvulas de exceso de flujo y de cierre de emergencia.

C. Proyecto eléctrico

Alcance

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

1. Objetivo

El objeto de este proyecto es la revisión del conjunto de requisitos técnicos para la correcta instalación eléctrica de fuerza y alumbrado que cubra los requisitos de seguridad, minimización de pérdidas y que cumpla con la NOM 001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas (utilización), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 2012.

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 (RI^2) 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 Icc.

El objetivo revisar los calibres del cable de cobre, capacidad de los interruptores y demás equipo eléctrico para que llegue el fluido hasta el aparato o dispositivo que se desea accionar con pérdidas de potencial o voltaje mínimas, evitando de esta manera sobrecalentamientos o destrucción en algunos casos de conductores o interruptores que puedan representar un caso de riesgo en el manejo del gas LP y para dar cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

2. Demanda total requerida

La planta divide su carga en tres partidas principales:

2A	Fuerza para servicio contra incendio con una carga de 40,600 watts, y un factor de demanda del 100%	40,600 w
B	Fuerza para operación de la planta con una carga de 30,207 watts y un factor de demanda del 80%	24,156 w
A	Alumbrado con una carga de 22,310 watts y un factor de demanda del 60%	4,329 w

La planta contará con un circuito de bloqueo para los arrancadores de las bombas, que sacará de operación a los equipos de la planta al momento en que opera el motor eléctrico de la bomba del sistema contra incendio, por la cual la demanda total será:

Watts totales	69, 095
Factor de potencia	0.90
KVA máximos	62,185

3. Capacidad de corto circuito

La magnitud de corto circuito proporcionada por la CFE en la acometida es como sigue:

20 MVA en corto circuito trifásico.
12 MVA en corto circuito monofásico.

4. Capacidad del transformador

El transformador seleccionado de acuerdo con la carga instalada tomando en cuenta la demanda máxima será el de la capacidad inmediata superior encontrado en el mercado que es de 75 KVA.

Potencia de base	30,000
Voltaje de base en AT	3,200
Voltaje de base en BT	220
Corriente de base en AT	(30000)/((13200)(1.73)) = 1.3137
Impedancia Z en AT	$13200^2/30000 = 5808$
Impedancia Z en BT	$220^2/30000 = 1.6133$

5. Selección de protecciones en alta tensión

Corta circuitos fusible = 1p	= 30(100)/(1.73x13,200) = 1.3137 A
Corriente de c.c. trifásico en AT	= 20x1000/(1.73x13,200) = 0,8758 KA
Corriente de c.c. asimétrica (1.6)(0.8758)	= 1.40128

Con los valores anteriores se seleccionaron los cortacircuitos con las siguientes características:

Tensión de servicio nominal:	144 KV
Capacidad de conducción continua	100 A
Capacidad interruptora	10,000 A
Fusibles	2A

6. Apartarrayos

Como la alimentación primaria proviene de un sistema en estrella con neutro sólidamente aterrizado, se utilizan aparta rayos tipo auto vascular de óxido de zinc de 12KV y 5000 A de capacidad de drenado a tierra. La conexión a tierra se hace mediante cable flexible y a la alimentación a la tierra general mediante puentes de alambre de cobre desnudo calibre #4 AWO, con conector para línea viva. En las acometidas de cobre los conectores están directamente conectados a la acometida; en los de aluminio la acometida es por medio de conectores de estribo.

7. Dispositivos en baja tensión

La selección de los dispositivos utilizados en baja tensión se llevó a cabo mediante el siguiente criterio de diseño:

Interruptor general a baja tensión tipo: termo magnético

Conductor con aislamiento tipo:	THW75 °C
Temperatura ambiente promedio:	40°C
Calda máxima de tensión permitida:	3%
Dispositivos de los conductores bajo condiciones de cortocircuito	150°C

Dispositivos dentro de 12 m de áreas de almacenamiento y trasiego son a prueba de explosión, las canalizaciones en ésta áreas son de tubería conduit de fierro galvanizado de pared gruesa, con sellos de seguridad a la llegada y salida de los dispositivos alimentadores; las cajas de registro y estaciones de botones son a prueba de explosión Clase 1 grupo D. La resistencia máxima de red a tierras es de 10 Ohms.

El recipiente de almacenamiento, las bombas los compresores, la toma de recepción, las llenadoras de autotanques y las canalizaciones eléctricas con sus accesorios están sólidamente conectados a la red de tierras.

El desbalanceo entre fases es menor al 5% procurando alimentar las cargas monofásicas como se describe en el plano eléctrico.

8. Selección del interruptor general en baja tensión

Los fabricantes indican que la capacidad interruptiva de sus equipos termo magnéticos trabajando a 220 volts en un rango de amperes de 15 a 100 es de 18.000 amperes simétrico, esta corriente es menor que la capacidad del interruptor instalado (5,025<18,000), por lo que no existen problemas con el interruptor actual.

Is	= 30(1000)/((1.732)(220))	= 78.8 A
Ampasidad requerida	= 78 8 x 0.88	= 70 A
Interruptor seleccionado	= 70 A, 3 Polos, 600 Volts, 18,000 A Sim.	

9. Corto circuito en terminales del interruptor

Reactancia del transformador en Pu's (RT)	0.0236
Reactancia de la carga = (30/15) x 025 en Pu's (RC)	0.50
Reactancia equivalente en Pu's	0.0251
Corriente de corto circuito Icc=1/ Reactancia equivalente	39.8478
Corriente asimétrica de CC. Icc Asim =(1.6) (39.84776)	6.7564
Corriente base en BT = 30,000/((220)(1.73))	78.8229
Corriente asimétrica de CC en amperes = (63.75)(78.82)	5025.47
Resistencia. CFE = (0.0015)(0.5) / ((0.0015)(0.5)) (RCFE)	0.0015
Reactancia equivalente = Min(RT,RC) + RCFE	0.0251

10. Selección de conductores

a. Del transformador al interruptor general

Se seleccionaron conductores calibre 6 por fase, los cuales tienen una capacidad de 55 A cada uno a una temperatura de 60 °C, la carga total conectada es de 11.19 Kw, que con un factor de potencia de 0.85% demanda una corriente de:

11.190 1 (1.73x220x0.85) = 34 A

por temperatura tenemos 55 x 0.88 = 48.8 A. La capacidad del conductor Cal 8 después de corregida es mayor que la corriente demandada por la carta instalada por lo que la selección es correcta. Como la distancia del transformador hasta el interruptor es de 4 m no es necesario calcular el valor anterior incluyendo la impedancia.

b. Del bus de alta tensión al arrancador magnético de la bomba.

La alimentación se tiene cable Cal 10 y una distancia es de 84 m, en este caso tomaremos en cuanta la resistencia del cable por lo que los cálculos para el cable seleccionado se hicieron a los valores encontrados en la Tabla 9 del NEC de 1993.

Impedencia por fase del cable en Pu's	1.6133
Impedencia base del cable = 2202130000	0.0036
Resistencia del cable cal 10	0.00020664
Reactancia del cable cal 10	0.307314
Impedencia total = 0.307314 +0.01735776	0.19048
Impedencia total Impedencia CFE = 30 / 20000	0.0015
Impedencia del transformador	0.0236
Impedencia total desde el bus de AT	0.0358594
Impedancia total = Z CFE + Z TRANS + Z CABLE	
Impedancia total = (01904839 + 0.0358589	
Impedencia Total = magnitud = 0.19382977 Angulo = 10.66	
Icc TRIFASICA = 1/0 19382977 = 5.159166 Pu's	

Icc en ampers = 5.159166 x IBASE BT = (24.67677689)(78.8229) A.

c. Del interruptor general a compresor.

El cálculo de la corriente y el calibre de los conductores Cal 10 para el compresor es como sigue:

I = 746 x 51(1.73 x 220 x 0.95 x 0.85)	= 12 amps.
V = I x R = 12 X 0.00298536 x 80	= 6315 volts
%CV = 3.15 x 100/200	= 1.43%

Los circuitos monofásicos están balanceados a 0.8 Kw por lo que el cálculo para la corriente y el calibre del cable Cal 10 es como sigue:

I = 0.8 x 1000 / (220x 0.85)	= 427amps.
V = 1x R = 4.27 x 0.00298533 x 96	= 122 volts
%CV = 1.22 x 100/220	= 0.55%

Como se puede apreciar la corriente que pasa por los conductores seleccionados es menor a la calculada, y las caídas de voltaje son menores del 5% que indica la norma.

d. Tubería conduit

Para calcular los conductores desde el transformador hasta el interruptor general se eligió tubo conduit de acero pared gruesa. Para no exceder el 40% del factor de relleno que requiere la norma, el diámetro de la tubería se eligió de acuerdo con la tabla 15-5 de NEC:

Área cables cal 6 = 13.3 mm?x3 = 39.9mm^2
Factor para 3 cables = 0.40
Área tubo requerida = 39.9/0.40 = 99.75 mm^2
Área tubo de ¾”= 356 mm^2
356>99.75

Área cables cal 10 = 5.26 mm^2 x 3 = 15.78 mm^2
Área cables cal 12 = 3.307mm^2 x 3 = 9.92 mm^2
Área total conductores= 15.78+9.92 = 25.7 mm^2
Factor para 6 cables = 0.40
Área tubo de 19 mm = 356 mm^2

De acuerdo con la tabla 15-5 de Nec la conducción de alergia eléctrica a través los cables de cobre en tubería conduit seleccionada desde los arrancadores hasta los motores de las bombas y compresores, es mayor a la calculada las cuales deberán ser a prueba de explosión, con cajas de registro y sellos de seguridad así como los motores y estaciones de botones que se encuentren dentro de la zona de trasiego.

e. Tiempo máximo de operación de interruptor para que conductor no sobrepase 150 °C

La corriente de corto circuito Icc puede producir un efecto térmico en el aislante del conductor tan destructivo que es necesario revisar la forma de reducirlo. Se han desarrollado varias técnicas para determinar la acción nefasta de la acción de la corriente Icc las cuales están basadas en las limitaciones del aislamiento a la elevación de su temperatura, el tiempo que dure la lcc v las características del conductor.

En la siguiente seda la relación para el conductor de cobre:

$$(1/A)^2 \times t = 0.0297 \log (12+324.5) / (t1 + 234.5)$$

en donde:

A = Sección transversal del conductor = 26.240CM para conductor Cal 6.
Icc = Corriente máxima Icc asimétrica = 406 amps
T = Temperatura máxima normal = 75°C
T2 = Temperatura máxima permisible del conductor en corto circuito = 150°C

substituyendo

$(VA)^2 = (406 / 26,240)2 = 0.0002394$
$(1/A)^2 \times t = (0.297 \times \log (150 +2345)/(75 +234.5)$
$(1/A)^2 \times t = 0\ 297\ LOO\ (1\ 242248)$
$(1/A)^2 \times t = 0.297 \times 0.0942083 = 0.002797986$

$$t = 0.002797986 / (1/A)2$$
$$t = 11.7 \text{ segundos}$$

Se tiene una relación entre la corriente Icc = 406 A y la ampacidad del interruptor de 70 A = 5.8 veces la corriente nominal, por lo que la curva característica de disparo proporcionada por el fabricante para la relación anterior se obtiene un tiempo de disparo mínimo de 5.5 segundos y otro máximo de 9 segundos.

Con lo anterior se deduce que el interruptor no permitirá que la temperatura llegue al valor máximo cortando la corriente en un tiempo más corto y que el aislamiento quedará protegido

Los interruptores de bomba se seleccionaron de la siguiente manera:

f. Bombas

Motores de 10 CF con una placa de 10 A con 220 V, por lo que suponiendo una corriente Icc de 5 veces el valor anterior tendremos que Icc = 50 A.

Lo anterior es debido a que los motores toman una corriente en el arranque de tres veces la de la placa es necesario seleccionar un interruptor que no se bote al arrancar el motor.

Si seleccionamos un interruptor de 50 A que tendrá el múltiplo de la corriente nominal será de 5 y según la curva de disparo del fabricante el tiempo mínimo de disparo es de 3 segundos y el máximo del seg.

Si seleccionamos un interruptor de 70 A se tiene un múltiplo de la corriente nominal de 4.4 y según la curva de disparo del fabricante el tiempo mínimo de disparo es de 4 segundos y el máximo es de 7 segundos.

g. Red de tierras

La red de tierras debe ser capaz de disparar una corriente de falla a tierra de la magnitud de que se dispone en el punto de suministro por parte de CFE.

En el punto de entrega la capacidad de corto circuito monobásica proporcionada por CFE es de

Icc = 12000/ (1.73 x 13,2) = 525 A
Icc cero = 525/3 = 175 A
Icc cero Pu's = 175 / (30,000 x 1.73)

X_{TRANS} = 0,0236 Pus
X_{CARGA} = (30/11.19) x 0.25 = 0.6762849 Pu's
$X_{TRANS} + X_{CARGA}$ = 0.0236 + 0.6762849 = 0.69988449 Pu's
X_o = (1/120)2 x 025095513 = 0.000418258 Pu's

Falla de línea a tierra:

$X_{1\ EQU} = (X_{1CFE})\ (X_{TRANS} + X_{CARGA}) / ((X_{1CFE}) + (X_{TRANS} + X_{CARGA})$
$X_{1\ EQU}$ = (0.02509)(0.236+0.9763)/(0.02509+0.236+0.9763))
$X_{1\ EQU}$ = 0.02423
$X_{1\ EQU} = X_{2\ EQUIV}$ en Pu's
I_o = 1/ ((2)(0.02423)+0.0003944) = 40.6 Pu's
I_A = (3)(Io) = 121.8 Pu's
I_A = 121.8 (IBASTIDOR AT) = (121.8)(1.3137) = 160 A

h. Descripción de los circuitos.

Se encuentra un tablero principal en la parte poniente del terreno, formado por interruptores de fuerza y alumbrado, arrancadores magnéticos instalados en un gabinete metálico NEMA 1, conteniendo lo siguiente:

1 Interruptor marca SD 26070 de 3 x 70 A para motor de 15 CF de la bomba de agua.
1 Interruptor general marca SD FAL 26070 de 3 x 70A del que se derivan
6 Interruptores termo magnéticos 00120 para alumbrado 120 volts
3 Interruptores termomagnéticos 00220 para alumbrado 220 volts
1 Interruptor termomagnético FAL26050 para motor de 7.50 CF
1 Interruptor termomagnético FAL 26070 para motores de 10 CF

i. Alumbrado exterior

Se instalaron luminarias led de 100w con 8,000 lúmenes iniciales, en operación vertical, 220 volts, en poste metálico de 7 m de altura.

El alumbrado en las isletas de recepción y suministro serán unidades a prueba de explosión de marca Domex EVA de 100 Watts cada una.

j. Áreas peligrosas

De acuerdo con las disposiciones correspondientes se consideran áreas peligrosas a las superficies contenidas junto al recipiente de almacenamiento y las zonas de trasiego de gas LP hasta una distancia radial de 12 m a partir de los mismos.

En estos espacios se tendrán cajas y conexiones a prueba de explosión, con sellos EyS colocados en las tuberías que aíslen los aparatos de los arrancadores

k. Justificación del interruptor para alumbrado

Los circuitos monobásicos del 1 al 3 están balanceados a 1,500 watts, calculándose el amperaje de la siguiente manera

Amperaje = (Kw) (1000) (E(FP))
= (0.8)(1000) 11220)(0.85))
= 5.8 A

Se instalará un interruptor termomagnético marca SD tipo QQ de 20 A, 220 V, para energizar una luminaria de 400 Wy otro tipo 00 120 de 20 A, 120 Vs, 1 polo en los circuitos de 120 V.

l. Niveles de iluminación en áreas de trabajo.

Se cálculo de acuerdo con el manual de GE según la siguiente ecuación:

$$E = (NOL)(LL)\ (CU)(LLF) / A$$

En donde,

E = Nivel de iluminación = ? luxes
A = Área por iluminar = 7,000 m^2
N_OL = Número de luminarias = 3
LL = Lúmenes por luminaria = 50000
CU = Coeficiente de utilización = 0.6
LLF = Factor por perdida de iluminación = 0.865

Resultando,

E = 25.9 luxes

Como mínimo recomendado por el manual de a GE es de 20 luxes para este tipo de trabajo podemos asegurar que las luminarias actuales cumplen con su cometido; el mantenimiento de las balastros es permanente, cambiando lo necesarios para evitar chispas o cortocircuitos.

11. Fuente de alimentación

La alimentación eléctrica se toma de la línea de alta tensión de CFE que pasa sobre el Libramiento Noreste a un tensión de 13.2 KV, tomando una derivación mediante la intercalación de un poste equipado con un juego de tres cuchillas fusibles 1F, 14, 4KV y con un juego de apartar rayos auto valvulares 1F, 12KV, llevando la línea hasta el lindero poniente de la planta mediante postes de concreto C-11-700 en el cual se encuentra la estructura del transformador con su equipamiento de 3 fases de cuchillas fusibles 14.4 KV y apartarrayos auto valvulares 12KV, protegiendo la salida de BT con interruptor termo magnético en gabinete a prueba de lluvia NEMA 3R previa mediación, ambos instalados en la parte inferior del porte. llevando la cometida a la planta por trayectoria subterránea.

12. Proyecto interior

a. Tablero principal

El tablero principal se encuentra sobre el lindero poniente del inmueble antes de legar al taller, próximo a la acometida, está formado por interruptores, arrancadores y tableros de alumbrado, contenidos en gabinete NEMA 1 con los siguientes componentes:

1 Tablero de alumbrado de 18 circuitos con interruptor principal de 3x20 A
2 Combinaciones de interruptor 3 x 50 A. con arrancador a tensión plena para bomba de 40 CF

b. Alimentación contra incendio.

En el cuarto de control frente a las bombas contra incendio en el tablero principal se encuentra el interruptor SG1 que alimenta al arrancador del motor de la bomba contra incendio y al servicio de alumbrado y de recarga de baterías del mismo cuarto.

c. Derivaciones hacia motores.

Las derivaciones de alimentación hacia motores parten directamente desde los arrancadores colocados en el tablero principal. Cada circuito correrá por canalización individual para mejor atención de mantenimiento y facilidad de identificación.

d. Tipos de motores.

Todos los motores se controlan por estaciones de botones a prueba de explosión ubicados según indica el plano. Los conductores de estas botonerías serán llevados hasta los arrancadores contenidos en el tablero general utilizando canalizaciones subterráneas compartidas con los circuitos de alumbrado extensor y alumbrado.

e. Alumbrado exterior

El alumbrado general consta de postes con unidades NEMA 1, tipo mercurial de 400W con altura de 7 m 220V.

Los postes para alumbrado están protegidos con postes de concreto de 0.60 m de altura contra daños mecánicos en los casos donde se requiere ya que en la mayoría de las veces están a una distancia considerable del cordón perimetral. El alumbrado de andenes e isletas de servicio instalado en los techos correspondientes con unidades a prueba de explosión, incandescentes de 120V.

f. 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.

El sistema de tierras cumple con el propósito de disponer de caminos francos de retomo de falla para una operación confiable e inmediata de las protecciones eléctricas.

El plano eléctrico señala la disposición de la malla de cables a tierra y los puntos de conexión de varillas de coperweld, en el cálculo suponemos que la máxima resistencia a tierra no rebasara 10 Ohms.

Los equipos conectados a tierra son recipientes de almacenamiento, bombas, compresor, tomas de recepción, suministro, tuberías, múltiple de llenado, transformador y tablero eléctrico.

La conexión a tierra será mediante cables flexibles y pinzas tipo caimán para conectar los vehículos que se carguen o descarguen.

D. Proyecto sistema contra incendio

1. Alcance

Durante la operación normal de la planta de gas LP se pueden presentar situaciones de emergencia, tanto de origen externo como interno que tienen como consecuencia la interrupción de las actividades por el corte eléctrico automático de la corriente eléctrica de los sistemas de trasiego de gas LP, quedando en activados únicamente los sistemas de emergencia (sistemas electrónico y del sistema de bombeo de agua).

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

2. Objetivo

Prevenir, controlar y, en su caso, combatir incendios, compuesto por elementos para el almacenamiento de agua, bombas y tuberías, formando redes que sirven para conducir el agua a las áreas de almacenamiento, trasiego de gas LP, y estacionamiento, se complementa con extintores y alarmas.

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

Sistemas de protección por medio de agua.

La planta de distribución contará con extintores, un sistema de enfriamiento por aspersión de agua sobre el recipiente de almacenamiento y un sistema de hidrantes. La activación de las bombas de alimentación al sistemas de agua contra incendio se opera manualmente o automática.

La eficiencia del sistema de enfriamiento por agua de aspersión se calculó hidráulicamente con base en los criterios establecidos en la norma y a la rapidez con la que sea puesto en operación, para lo cual es indispensable que se tenga la capacidad de agua requerida en la cisterna y que los equipos de bombeo están en condiciones de operar en cualquier momento, así como sus dispositivos de arranque situados en los lugares estratégicos diseñados para este sistema, basado en las siguientes condiciones:

a. Los sistemas de agua contra incendio pueden ser alimentados desde una cisterna o un tanque de agua y deben ser para uso exclusivo de estos sistemas.
b. La capacidad mínima de la cisterna o tanque de agua debe ser la que resulte de sumar 21 000 Lts. a la requerida de acuerdo con el cálculo hidráulico para la operación del sistema de enfriamiento durante 30 min, tomando como base el recipiente de almacenamiento de mayor superficie en la planta de distribución, calculada de acuerdo con la norma.

c. El agua almacenada debe representar cuando menos el 95% de la capacidad mínima calculada de la cisterna o tanque.
d. Debe cubrir como mínimo el 90% de la superficie de la zona de vapor del recipiente, cuando este se encuentre al 50% de llenado, el resto de la superficie será enfriado por escurrimiento.
e. El equipo de bombeo contra incendio debe estar compuesto por una bomba principal y, como mínimo por una de respaldo.
f. El sistema se debe diseñar tomando en cuenta que simultáneamente funciona el sistema de aspersión del recipiente de almacenamiento y los dos hidrantes o dos monitores hidráulicamente más desfavorables de acuerdo con lo establecido en la norma.

Caudal y presión de bombeo mínimos

El caudal y presión de bombeo mínimos de cada uno de los equipos debe de estar de acuerdo con los requisitos del sistema de agua contra incendio que abastecen;
Caudal mínimo de bombeo del equipo principal y de respaldo.
Para el sistema de hidrantes: 700 L/min.
Para el sistema de monitores de 38 mm (1.5"): 950 L/min.
Para el sistema de monitores de 63.5 mm (2.5"): 1 900 L/min.
El caudal de bombeo requerido de agua de enfriamiento es de 10 litros por minuto por metro cuadrado del recipiente de almacenamiento.

Presión mínima de bombeo
Sistema de hidrantes y/o monitores
La presión mínima de bombeo debe ser la requerida según el cálculo para que, en la descarga del elemento hidráulicamente más desfavorable, se tenga una presión manométrica mínima de: Hidrantes: 0.2942 MPa (3 kgf/cm^2). Monitores: 0.4903 MPa (5 kgf/cm^2).

Sistema de enfriamiento por aspersión de agua.
Debe ser la requerida según cálculo para que, en la boquilla hidráulicamente más desfavorable, se alcancen las condiciones mínimas de caudal establecidas en el numeral 4.2.4.2.3.2.4; asimismo, debe establecerse de acuerdo con el coeficiente de descarga de la boquilla utilizada y, para el caso de la hidráulicamente más desfavorable, no debe ser menor a 0.1471 MPa (1.5 kgf/cm^2).

Cuando el sistema de bombeo alimente tanto al sistema de hidrantes y/o monitores como al sistema de enfriamiento por aspersión de agua, la presión mínima debe ser la que resulte al calcular el sistema considerando el caudal total conducido.

Hidrantes y monitores
Los hidrantes deben contar con, al menos, una manguera de longitud máxima de 30 m, diámetro nominal mínimo de 38 mm (1.5") y las mangueras equipadas con boquilla reguladora que permita surtir neblina. Los monitores estacionarios deben ser tipo corazón o similar, de una o dos cremalleras. Este sistema debe cubrir el 100% de las áreas de almacenamiento, trasiego y estacionamiento de auto-tanques y vehículos de reparto. Para establecer el

cumplimiento del párrafo anterior, las áreas mencionadas deben quedar dentro del radio de cobertura de los hidrantes o monitores.

Sistema de enfriamiento por aspersión de agua.

- **Aspersores.**

El agua descargada por los aspersores debe rociar directamente cuando menos el 90% de la superficie por encima del ecuador del recipiente de almacenamiento que corresponda.

Para establecer dicha cobertura, los círculos proyectados por el agua de las boquillas de aspersión sobre el recipiente de almacenamiento deben tocarse cuando menos en un punto. El área correspondiente a la superficie mínima a cubrir con la aspersión directa debe calcularse usando la siguiente expresión:

$$Sm = 3.1416 *D* Lt * 0.9\ 2$$

Dónde:

Sm= Superficie mínima a cubrir con aspersión directa (m^2).
D = Diámetro exterior del recipiente de almacenamiento (m).
Lt = Longitud total del recipiente de almacenamiento incluyendo los casquetes (m).

Los aspersores instalados en el sistema de enfriamiento por aspersión deben ser del tipo cono lleno.

- **Válvulas del sistema de aspersión**

La activación de las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se efectuará por operación manual.

Contará con un control de arranque el sistema de bombeo y el sentido de giro para operar la válvula a la apertura será a la derecha.

La válvula de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se colocará fuera de la zona de almacenamiento, de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo y, en su caso, del andén de llenado de recipientes transportables.

Se contará con una válvula de bloqueo en la línea de abastecimiento de agua al sistema de enfriamiento por aspersión para el recipiente de almacenamiento.

- **Toma siamesa**

Se instalará en el exterior de la planta de distribución, en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua, una toma siamesa para inyectar directamente a la red contra incendio o a la cisterna o tanque de agua, el agua que proporcionen los bomberos.

- **Manejo de agua a presión**

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

a. Pila de 40,000 lts de agua con las siguientes medidas 4.00 x 3.00 x 3,00 metros, construida de concreto armado y tabique.
   I. Caseta de equipo contra incendio al lado oriente de la pila con dimensiones en planta de 9.41 x 3.16 metros con acceso para maquinaria y personal, equipada con: bomba de motor de combustión de 60 CF y gasto de 1,892 Ipm a 5 kg/cm^2 y una bomba con motor eléctrico de 40 CF y gasto del 1,892 Ipm a 5 kg/cm^2.
   II. Red distribuidora construida con tubo de PVC clase 11.2 kg/cm^2, accesorios y conexiones de fierro fundido clase 8.50 kg/cm^2, tubería subterránea a una profundidad de 1.00 metros; la red que alimenta el sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 102 mm de diámetro. El sistema alimenta a los siguientes componentes:
      4 Hidrantes distribuidos estratégicamente para cubrir los estacionamientos y las zonas de trasiego.
      1 Aspersores de enfriamiento de semirremolques en isleta de recepción.
      1 Aspersores de enfriamiento de autotanques en islote de suministro.
   III. Los hidrantes cuentan con válvulas de compuerta de accionamiento manual de 51 mm de diámetro.

La tubería es de 51 mm de diámetro es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido externo y en los anillos que están en la parte superior del recipiente de almacenamiento, el recipiente tiene dos líneas de tubería galvanizada de 50.8 mm de diámetro resistente al agua, colocadas de manera simétrica sobre el recipiente de almacenamiento, en esta tubería se tienen instalados los aspersores para el rociar agua de enfriamiento al recipiente.

Los anillos de aspersores están soportados mecánicamente en su parte central por la propia tubería alimentadora y hacia los lados por soportes, formando dos conjuntos de tres soportes cada uno, hacia cada lado de la tubería central.

4. Cálculo hidráulico del sistema de agua contra incendio.

a. Capacidad mínima de la pila de almacenamiento.

La capacidad mínima de la pila de almacenamiento se obtiene del área del recipiente más grande de la planta a cubrir con la aspersión directa dosificándola a 10 litros por minuto por metro cuadrado por treinta minutos.

$$Sm= r *D*L* 0.972$$

Diámetro (Ø) = 2.20 m.
Longitud (L) = 14.41 m.
Superficie mojada (Sm) = 3.1416 * 14.41 *2.20*0.9/2 = 44.81m^2

Capacidad de la cisterna = Sm x 44.81 m^2 x 10L 30 min + 21000 litros = 34 443 L

b. Gasto máximo requerido

El sistema de agua contra incendio a instalar entregará un gasto mayor a los 700 lpm requeridos por la norma.

c. Etapas de operación

El diseño del sistema se basa en la consideración del funcionamiento en partes o etapas establecidas de acuerdo con los riesgos probables a ocurrir, ya que no es práctico poner a operar el sistema al 100%, esto con la finalidad de dar mayor prioridad de operación sólo a las áreas con mayor probabilidad de afectación.

El tipo de boquilla rociadora a instalar es "spaying sistems" tipo cono lleno de bronce modelo HH7 de 19 mm de diámetro y un orificio de 3 mm de diámetro con capacidad de 30.0 1pm a una presión de trabajo de 3 kg/cm^2 con un ángulo de cobertura de 90 grados.

La altura de las boquillas sobre el recipiente es de 0.80 m. por lo que el diámetro de cobertura que cubre la boquilla es

$$d = 2 \times h \times \tan(90/2) = 2 \times 0.80 \times \tan(45) = 1.60 \text{ m}$$

Siendo ésta la distancia entre cada aspersor, por lo cual se colocarán a una distancia de 1.60 m para traslaparse durante el rociado de agua sobre el recipiente; considerando la longitud del recipiente y el diámetro de cobertura de las boquillas que se emplean para bañar la superficie del recipiente por lo que el número de boquillas mediante la siguiente ecuación:

No de boquillas = Longitud del tanque / diámetro de cobertura
= 29.89 / 1.60 = 19 boquillas

Se tiene instalaran 44 aspersores en dos hileras a 45° grados en cada cabeza, para que exista un traslape de agua en sus domos y asegurar la cobertura de baño del mismos.

El sistema de enfriamiento tiene 44 boquillas instaladas por que lo gasto demandado de flujo de agua es de 44 x 30 lpm = 1320 lpm.

Se utilizaran bombas accionadas con motor eléctrico y de combustión interna con capacidad superior a los 2,000 rpm gasto mayor que el requerimiento en la etapa más crítica de operación, para asegurar la continuidad del flujo de agua y alcance del equipo. El tiempo de duración del agua de la cisterna es de 59 minutos aproximadamente, estando está al 90% de su capacidad.

d. Red de tuberías.

Las tuberías empleadas en el sistema de enfriamiento son de fierro negro cédula 40 soldable. La tubería de alimentación de la bomba es de 101 mm de diámetro con tubería de descarga de igual diámetro, la tubería que alimenta al sistema de enfriamiento es de 101 mm de diámetro que hace su recorrido por el piso de la cisternal de ahí tomara derivaciones para la alimentación de cada una de las estaciones del sistema llegando a una primera derivación de tubería de PVC de 76 mm de diámetro con una distancia de 3.50 m en forma subterránea y protegida y sube para recorrer una distancia de 1.30 m para alimentar a la planta con manguera más alejada.

Continuando su trayectoria de la línea principal para llegar a otro punto la cual se alimenta a dos hidrantes con manguera que se encuentra 8.00 m, es decir junto a la cisterna, y recorriendo de este punto.

La tubería sigue su recorrido 25,00 m y sube 1.50 m y continua 15.00 m en forma visible hasta llegar al centroide del tanque de almacenamiento donde sube hasta la parte superior del tanque para alimentar tubería de Simm de diámetro con trayecto a lo largo de los tanques, donde a su vez se ramifican tramos de tubería de 19 mm de diámetro para conectar las boquillas rociadoras.

Las tuberías que alimentan a los hidrantes de mangueras son de 51 mm de diámetro, y la toma siamesa para la conexión de los carros tanques de los bomberos se conecta al sistema con tubería de 101 mm de diámetro, los tramos de tubería subterránea están protegidos especialmente y en los pasos de vehículos contra daños mecánicos, sobre el tanque las tuberías están apoyadas y fijas con soportes especiales.

e. Cálculo de la potencia del motor eléctrico y de combustión interna de las bombas del sistema de enfriamiento

El gasto de agua requerido en la etapa más crítica de operación del sistema de enfriamiento es el siguiente:

$$Q = 1{,}520.00 \text{ Ipm} = 0.026 \text{ m}^3/\text{s}$$

Características del fluido

Densidad (δ) = 998 kg/m^3
Viscosidad (μ) = 1.009 x 103 kg/m-s

Tuberías

Material fierro negro
Rugosidad de diseño E=0.015

Diámetro nominal	= 102 mm
Área sección transversal (A)	= 82.1 x 10^{-4} m^2
Diámetro interno (D)	= 0.1023 m

E/d	= 0.0015
Gasto (Q)	= 0.027 m^3/s
Velocidad (V = QIA)	= 2.28 m/s
Longitud de tubería	= 6.00 m
Longitud equivalente de los accesorios del sistema	= 1.0 m
Longitud equivalente total (L)	= 7.50 m
Número de Reynolds (Re)	= 3.35 x 10^5
Re	= (V) (D) (δ)/μ
Coeficiente de fricción (f)	= 0.0209
Pérdidas por fricción	= 0.784 m
H_f	= (f) (L) (V^2) / ((D)(2g)

Diámetro nominal	=76 mm
Área sección transversal (A)	= 47.7 x 10^{-4} m^2
Diámetro interno (D)	= 0.0779 m
E/d	= 0.002
Gasto (Q)	= 0.015 m^2/s
Velocidad (V = QIA)	= 3.14 m/s
Longitud de tubería	= 38.60 m
Longitud equivalente de los accesorios del sistema	= 9.0 m
Longitud equivalente total (L)	= 47.60 m
Número de Reynolds (Re)	= 2.44 x 10^5
Re	= (V) (D) (δ)/μ
Coeficiente de fricción (f)	= 0.0220
Pérdidas por fricción	= 6.7555 m
H_f	= (f) (L) (V^2) / ((D)(2g)

Diámetro nominal =51 mm	
Área sección transversal (A)	= 21.60 x 10^{-4} m^2
Diámetro interno (D)	= 0.0525 m
E/d	= 0.003
Gasto (Q)	= 0.006 m^2/s
Velocidad (V = Q/A)	= 2.77 m/s
Longitud de tubería	= 3.00 m
Longitud equivalente de los accesorios del sistema	= 0.10 m
Longitud equivalente total (L)	= 3.10 m
Número de Reynolds (Re)	=1.19 x 10^5
Re	=(V) (D) (δ)/μ
Coeficiente de fricción (f)	= 0.0246
Pérdidas por fricción	= 0.504 m
H_f	= (f) (L) (V^2) / ((D)(2g))

$$H_f = H_{14} + H_{13} + H_{12}$$
$$H_f = 0.784+6.755+0.504$$
$$H_f == 8.04 \text{ m}$$

Carga de succión = Profundidad de la cisterna + Altura de la bomba.
= (3.50+1.00)/10000(998 kg/cm^2) = 0.4491 kg/cm^2
P1 = Presión en la descarga + carga de succión
= (5+0.4491) = 5.4491 kg/cm^2
P2 = 3 kg/cm^2
P = Presión de trabajo aspersores + presión atmosférica - carga de succión
P = (3 +1.03 -0.4491) = 3.5809 kg/cm^2
$(P_2 - P_1)/\delta$ = (3.5809) (10000)/998 = 35.88 m
$(V_2^2-V_1^2)/(2g)$ = ((3.14)2-(1.45)/(2(9.81)) = 0.39 m
$Z_2 – Z_1$ = 6.00- (-3.50) = 9.50 m

$$H = f_n +(P_2-P_1)/ \delta + (V_2^2 -V_1^2)/(2G) + Z_2-2_1$$
H = 56.26 m

CF = (δ) (Q) (H)/76
CF = (998)(0.050)(60.00)/76 = 39.39 CF

Tomado como punto de partida los datos de las curvas de la familias las de bombas marca Cuma modelo K4LTU12 con succión de 152 mm y descarga de 102 mm con un gasto de 3000 lpm a 5 Kg/cm^2 y 3500 RPM.

5. Sistema de protección por medio de extintores Indicar la ubicación, cantidad y características de los extintores.

a) Extintores

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se contará con 1 extintor tipo ABC carretilla de 50 kg de polvo químico en el área de almacenamiento, extintores de polvo químico seco del tipo ABC de 9 kg v de CO_2 en los lugares siguientes y colocados a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros medidos del piso a la parte más alta del extintor. Se sujetarán de tal forma que se descuelguen fácilmente los extintores.

Tabla 5. Ubicación de extintores.

Ubicación	Norma	Instalados
Almacenes	1 por almacén	N/A
Bombas para agua contra incendio	1 por cuarto de bombas	1
Bombas y compresores para gas L.P.	1 por cada equipo	4
Caseta de vigilancia	1	N/A
Caseta del patín de recepción	1 en cada entrada	N/A
Estacionamiento de vehículos de reparto y auto-tanques	1 por cada 10 cajones o fracción	1
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la planta de distribución	1 por cada 15 cajones o fracción	1
Fuente de calor del sistema de sellado	1	N/A
Generador de energía eléctrica	1	N/A

Ubicación	Norma	Instalados
Muelle de llenado para recipientes transportables	1 por cada 5 llenaderas	4
Patín de recepción	1	N/A
Sistema de vaciado de gas L.P.	1	1
Talleres	1 por taller	1
Tomas de carburación de autoconsumo	1 por cada toma	N/A
Tomas de recepción	1 por cada toma	1
Tomas de suministro	1 por cada toma	2
Zona de almacenamiento	1 por cada recipiente	1

Se cuenta con un gabinete que contenga, como mínimo, el equipo de protección personal para dos personas. Cada equipo cuenta con: casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero, confeccionados a base de Nomex, Kevlar o materiales equivalentes. Se ubica a un lado de la oficina.

b) Rótulos de seguridad

En el interior de la planta se cuenta con letreros preventivos en los lugares apropiados con leyendas y pictogramas tales como:

Tabla 6. 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
Prohibido fumar		Zonas de almacenamiento y trasiego y, en su caso, en el patín de recepción

Leyenda del letrero	Ejemplo de pictograma	Lugar
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 de 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 de la empresa y, en su caso, en el patín de recepción
Letreros que indiquen los diferentes pasos de maniobras	**Letreros**	Muelle de llenado, tomas de recepción, suministro y carburación
Código de colores de 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 circulación
Gabinete de equipo de bombero	**Letrero**	Junto al gabinete
Botón de paro de emergencia pulse para operar	**Letrero**	Junto a la válvula de paro de emergencia

6. Lista de componentes del sistema

- Accesorios de protección
- Alarma sonora contra incendio.
- Comunicaciones.
- Entrenamiento personal.
- Equipo de protección de protección personal.
- Manejo de agua a presión.
    - Rótulos preventivos.
    - Sistema de enfriamiento del recipiente.
    - Sistema de protección por medio de extintores manuales y de carretilla.
    - Toma siamesa.

7. Descripción de los componentes del sistema

c) Alarma sonora contra incendio.

La alarma será del tipo sonoro claramente audible en el interior de la planta, con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operan con corriente eléctrica 120 V.

d) 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, policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidades de emergencias del IMSS más cercana, etc. Además, a través del sistema de radiocomunicación de los camiones repartidores de gas LP, 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.

e) Entrenamiento de personal

Se impartirán cursos de entrenamiento de personal para el manejo del sistema contra incendio sobre los siguientes temas:

- Posibilidades y limitaciones del sistema.
- Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
- Uso de manuales de operaciones, seguridad y de mantenimiento.
- Acciones por ejecutar en caso de siniestro
- Uso de accesorios de protección.
- Uso de los medies de comunicación.
- Evacuación de personal y desalojo de vehículos.
- Cierre de válvulas estratégicas de gas.
- Corte de electricidad.
- Uso de extintores.
- Uso de hidrantes y sistema de aspersión como refrigerante.
- Operación manual del rociado del recipiente.
- Ahorro de agua.
- Mantenimiento general-puntos a revisar.
- Acciones diversas y su periodicidad.
- Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
- Mantenimientos correctivos de equipos.

f) f. Equipo de protección de protección personal,

Se tiene además con dos trajes de amianto para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio.

8. Prohibiciones

Sé prohíbe el uso en la planta de lo siguiente:

- Fuego.
- No se permite acceso a personal NO AUTORIZADO ni 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.

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**, los cuales se retiran para su distribución en el país.

El gas Licuado de Petróleo, (Gas L. P.) es una mezcla de hidrocarburos en la que predomina el butano y el propano[1].

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").

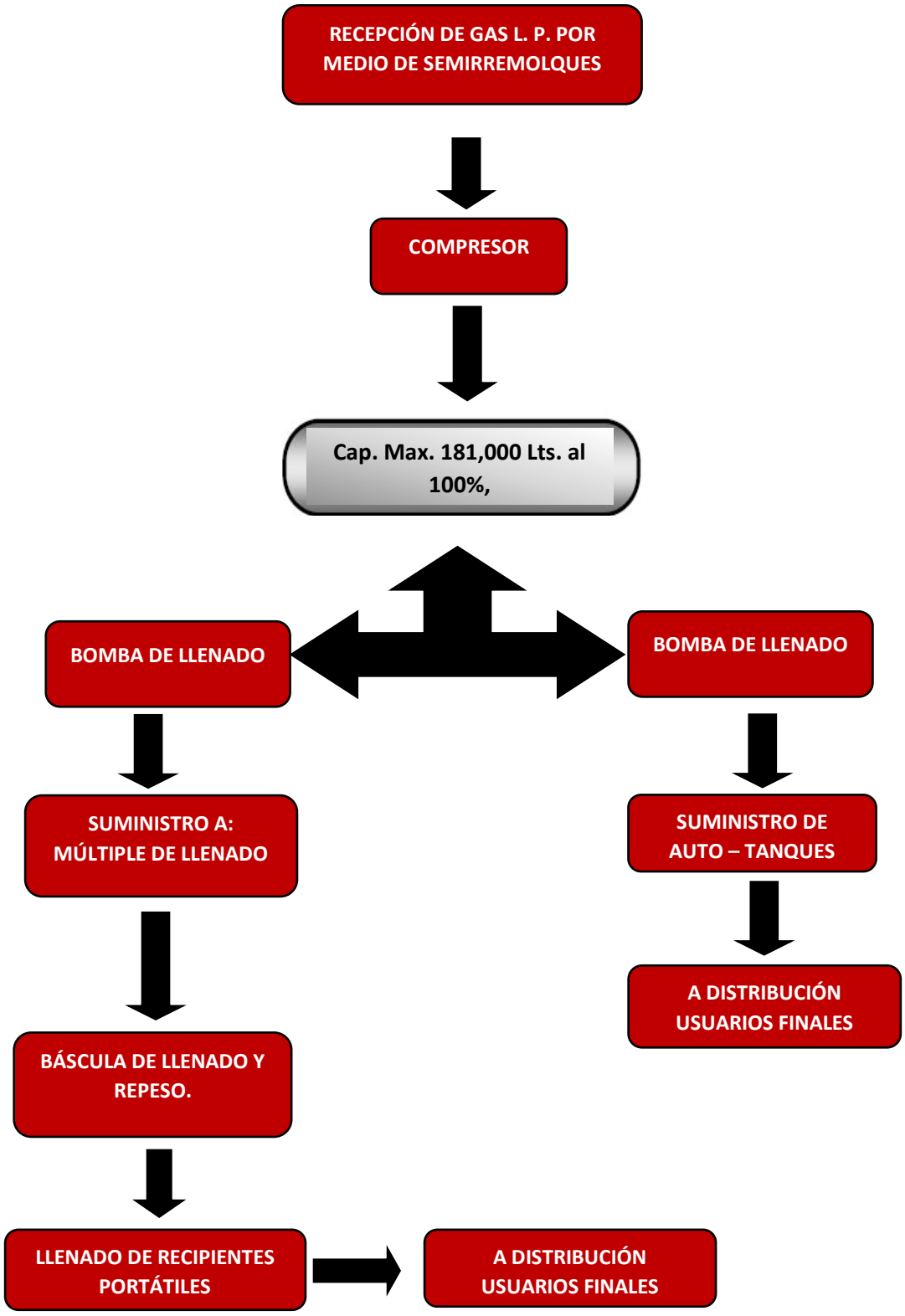
El gas que se encuentra "contenido" en una tubería se encuentra en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejerce, aproximadamente de 7.0 Kg/cm^2. Cuando el número de moléculas que se liberan del líquido es igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y gaseosa está en equilibrio.

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.

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

Diagrama de Flujo



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

1. **Recepción de Gas L.P.**

Recepción de semirremolques con compresor:

- Checar el porcentaje o contenido de semirremolque a la entrada de la planta, asimismo tomar lectura de la temperatura, presión y hora de inicio de la descarga.
- Poner el semirremolque en posición y retirar las llaves del mismo.
- Conectar a tierra y calzar el semirremolque.
- Conectar las mangueras de líquido y vapor, y purgar las líneas y el compresor.
- Iniciar el proceso de trasiego; si la presión del semirremolque es mayor que la de él o los tanques receptores, permitir que el líquido comience a fluir por gravedad hasta que las presiones se igualen para en ese momento encender el compresor.
- Una vez extraído el líquido, apagar el compresor, invertir la válvula de cuatro vías y abrir la válvula para iniciar la recuperación de vagones por la línea de líquidos.
- Iniciar la recuperación de vapores hasta dejar el semirremolque con una presión de 3 kg/cm^2
- Desconectar el transporte previa purga de líneas, retirar calzas y tomar nota de la hora de terminación del trasiego.

Recepción de semirremolques con bomba:

- Checar el porcentaje o contenido de semirremolque a la entrada de la planta, asimismo tomar lectura de la temperatura, presión y hora de inicio de la descarga.
- Poner el semirremolque en posición y retirar las llaves del mismo.
- Conectar a tierra y calzar el semirremolque.
- Conectar las mangueras de líquido y vapor, y purgar las líneas.
- Iniciar el proceso de trasiego; si la presión del semirremolque es mayor que la de él o los tanques receptores, permitir que el líquido comience a fluir por gravedad hasta que las presiones se igualen para en ese momento encender la bomba.
- Apagar la bomba una vez extraído el líquido. A diferencia del trasiego con el compresor, con la bomba no podemos realizar recuperación de vapores por lo que el semirremolque se tendrá que dejar ir con la presión de vapor a la que se halla igualado con el o los tanques.
- Desconectar el transporte previa purga de líneas, retirar calzas y tomas nota de la hora de terminación del trasiego.

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

El tanque de almacenamiento será del tipo intemperie cilíndrico horizontal, especial para contener Gas L. P., el cual se localizará de tal manera que cumpla con las distancias mínimas reglamentarias y será llenado al 90% de su capacidad.

Contará con una zona de protección constituida por muretes de concreto con altura de 0.60 metros, el tanque de almacenamiento tendrá una altura de 2.00 metros, medida de la parte inferior de los mismos al nivel del piso terminado. A un costado del tanque se tendrá una

escalera metálica para tener acceso a la parte superior de los mismos, también contará con una pasarela y un 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. 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) con Bomba.

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

- Checar el contenido del tanque, la temperatura, presión y la hora de carga del mismo.
- Colocar el autotanque en posición y retirar las llaves del mismo.
- Conectar a tierra y calzar el autotanque.
- Dejar que se igualen las presiones del autotanque, del tanque o de los tanques suministradores e iniciar el trasiego hasta alcanzar el 90% del contenido total del autotanque.
- Apagar la bomba, desconectar el autotanque previa purga de líneas, retirar y tomar nota de la hora de terminación del trasiego.

b) Procedimiento de llenado de auto – tanque (Pipas) con compresor.

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

- Checar el contenido del tanque, la temperatura, presión y la hora de carga del mismo.
- Colocar el autotanque en posición y retirar las llaves del mismo.
- Conectar a tierra y calzar el autotanque.
- Iniciar el proceso con el compresor sacando presión de vapor del autotanque hacia el tanque de almacenamiento seleccionado para que por gravedad se transfiera el líquido hacia el autotanque, continuar la maniobra hasta alcanzar el 90% de contenido.
- Apagar el compresor, desconectar el autotanque previa purga de líneas, retirar y tomar nota de la hora de terminación del trasiego.

c) 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, 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 L.P. es una mezcla de hidrocarburos en la que predomina el propano y butano [2], no tiene características reactivas, corrosivas, toxicas o radioactivas; sin embargo, 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 7.

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 L.P. 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 por almacenar considerando que el tanque de almacenamiento se llenará al 90% de su capacidad será de:

181,000.00 X 0.9 = 162,900.00 (Ciento sesenta y dos mil novecientos) litros de Gas L.P.

De acuerdo con las hojas de seguridad Anexo 7, la Mezcla de Propano – Butano de 0.540 kg/L, de manera que se tendría un almacenamiento de:

Propano – Butano = Gas L.P.= 87,966.00 kg en el tanque

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

Tabla 7. 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	162,900.00	Inflamable explosivo	En tanque tipo salchicha	Hidrocarburos del Petróleo	Gas a temperatura ambiente Liquido a Presiones de 7 kg/cm²	Inodoro	1 1	4 4	0 0

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

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 181,000.00 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 **162,900.00 (Ciento sesenta y dos mil novecientos) litros de Gas L.P.**, 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 área del proyecto de forma que cumplirá con las distancias mínimas reglamentarias.

Tabla 8. Resumen de las características del tanque de almacenamiento.

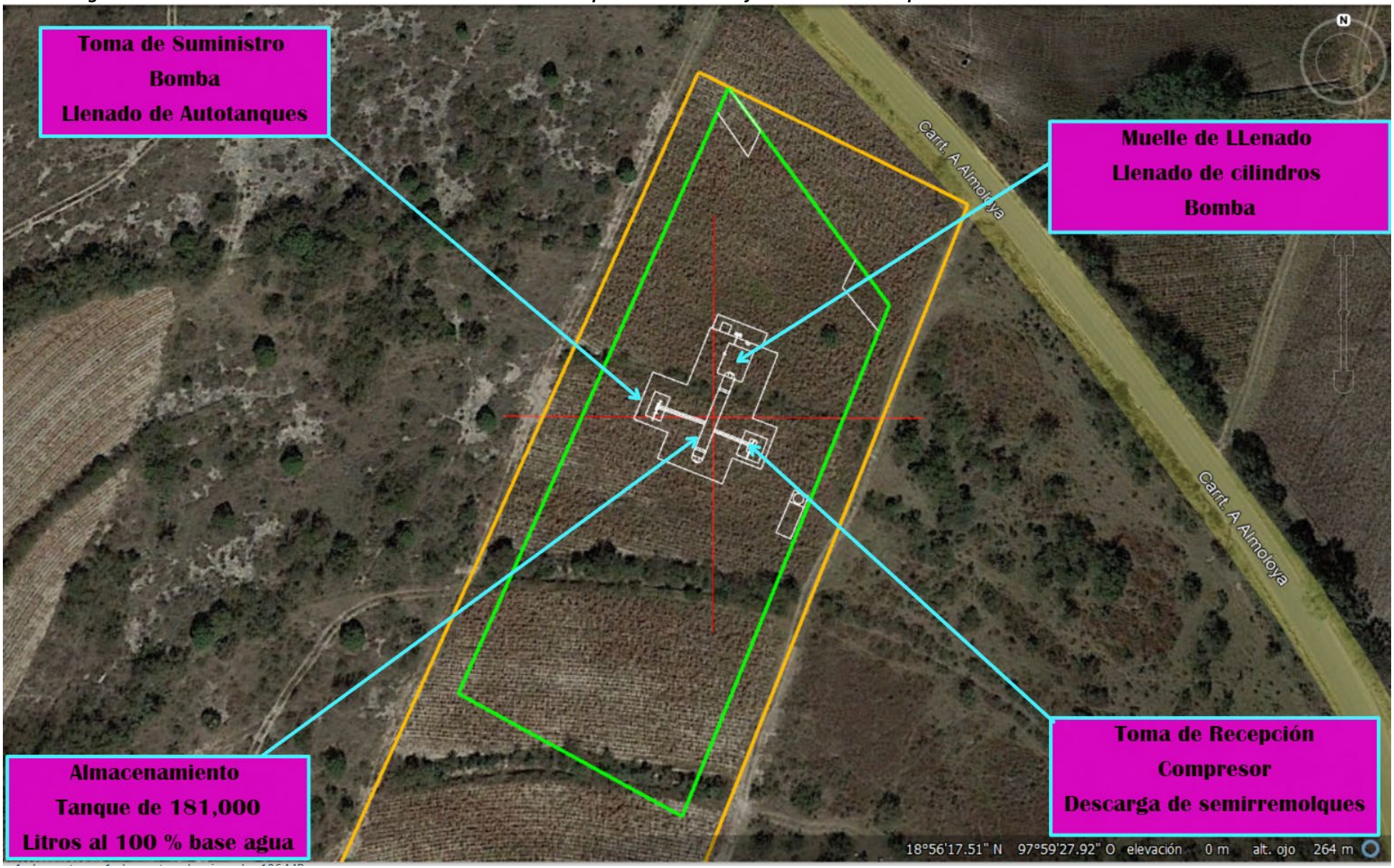
EQUIPO	CARACTERISTICAS Y CAPACIDAD	PRESIÓN DE TRABAJO	TIEMPO DE USO	LOCALIZACIÓN
Tanque de almacenamiento	Horizontal cabezas semiesféricas 181,000 L	8 kg/cm2	Nuevo	Área de almacenamiento

El tanque por instalarse cuenta con certificado de fabricación y con las siguientes características:

Tabla 9. Características del recipiente de almacenamiento.

Especificación	Datos de placa
Fabricante	EN PROYECTO
Norma de fabricación	
Presión de diseño, (kg/cm^2)	
Temperatura de diseño, (°C)	51.6)
Diámetro interior, m	3.345
Capacidad nominal de agua, L	181,000 L
Espesor nominal placa cuerpo, mm	18.40 mm
Espesor nominal placa cabezas, mm	9.90 mm
Radiografiado	100
Fecha de fabricación	
Tipo	No Portátil
Serie	
Longitud total, cm	21.74 CM
Tara, kg	34 600
Forma de cabezas	

Fig. 29 **Distribución** *de las áreas en donde se instalará el tanque de Gas L.P. conforme el diseño del plano métrico.*



"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

El recipiente de almacenamiento cuenta con dispositivos de seguridad y medición, con indicación local o remota, que permiten:

a) Conocer que la fase líquida del Gas L.P. ha alcanzado el máximo nivel de llenado permisible.
b) Indicar el nivel de la fase líquida del Gas L.P. contenido.
c) Indicar la presión interior en la zona de vapor del recipiente de almacenamiento.
d) Indicar la temperatura de la fase líquida en la zona de líquido del recipiente de almacenamiento.

Tabla 10. Accesorios y conexiones del tanque de almacenamiento.

Clave	Cant.	Ø, mm	Accesorios	Descripción	Conexiones
1	1	56	Indicador de nivel	Medidor magnético tipo flotador con indicador magnético, rotatorio o de otro tipo de tecnología	Brida para medidor magnético
2	1	12.7	Termómetro análogo	Carátula nominal mínimo de 50.8 mm de diámetro y registrar temperaturas entre 253.15 K (-20°C) y 323.15 K (50°C), con escala graduada en Kelvin o Celsius, como mínimo.	Fosa para termómetro
3	1	6.4	Manómetro análogo graduado en Pa, Kg/cm^2 u otras unidades de medida, así como aquellos que cuenten con doble escala	Registrar lecturas comprendidas entre 0 a 2.06 MPa (0 a 21 Kgf/cm^2) o de 0 a 2.75 MPa (0 a 28 Kgf/cm^2). Instalarse procedidos con una válvula de aguja. Pueden ser secos o amortiguados por líquido.	Cople para nanómetro
			Válvulas	Los cuerpos de las válvulas de exceso de flujo, no retroceso, alivio de presión e internas son acero, fundición maleable, fundición nodular, bronce o latón.	
4	1	76.2	Las válvulas de exceso de flujo de líquido	Rego A3213A400, Rego A3212A250 cierre automático con fusible térmico. Presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 Kgf/cm^2).	Medio cople para salida de líquido
5	2	50.8			
6	1 1/2	38.1	Las válvulas de exceso de flujo de vapor	Rego A3213A400. Presión de trabajo mínima de 2.4 MPa (24.47 Kgf/cm^2). Caudal nominal de cierre de flujo independientes o en las válvulas internas no debe ser mayor a 2.3 veces el caudal normal de operación.	Medio cople para salida de vapor
7	2	50.8			
8	3	101.6	Válvula de alivio de presión	Multiport Rego 8574 G. calibradas por el fabricante para una presión de apertura de 1.72 MPa (17.58 Kgf/cm^2). Los elastómeros en las	Bridas slip on de 4". Tubos metálicos de descarga con longitud mínima de 2 m,

Clave	Cant.	Ø, mm	Accesorios	Descripción	Conexiones
				válvulas deben ser resistentes a la acción del gas L.P. capacidad de descarga mayor a 62.5 m^3 estándar de aire por minuto.	colocados verticalmente. De acero al carbono, de cedula menor a la 40, con o sin costura, instalación roscados directamente a la válvula o mediante un adaptador.
9	2	6.4	Válvula de máximo llenado		
10	1	384	Entrada hombre		Brida ciega
11	1	50.8	Tapón macho C80	Salida de líquido, drenaje	
12	1		Conector de tierra		
13	1	6.4	Grifo, Rego 3185S		Cople para máximo llenado
14	1	6.4	Grifo, Rego 3185S		Cople para máximo llenado
15	1	510	Protector metálico de accesorios		
16	1		Placa de datos del recipiente		
17	2	800	Placa de asiento de 12.7 mm		

I.3.3 Equipos de proceso y auxiliares

Bombas y compresores

Se instalarán dos bombas Blackmer LGL3 de 5 CF capaces de un gasto máximo 490 lpm a una presión diferencial de 3.40 kg/cm^2 cada una, con entradas y salidas de 73 mm con rosca hembra para tubo, motor eléctrico a prueba de explosión de 10 CF acoplado con poleas y bandas, con coples flexibles en la línea de succión para aislarla de vibraciones, cuenta con motor tipo horizontal, con sello ensamblado a la flecha a prueba de fugas, aprobada por los laboratorios UL. Se instalará precedida de un filtro en la tubería de succión, contará con válvula automática de retorno en la tubería de descarga; esta tubería debe retornar el producto al almacenamiento.

Para descargar los autotransportes se tienen contemplados un compresor marca Blackmer, modelos LB361, acoplados a motores eléctricos de 10 CF, con la cual se obtendrá un flujo de 565 l/min de gas LP liquido en las descargas. Cuenta con válvula de alivio de presión, cuenta con tubería de desfogue y la descarga no se dirige a ningún elemento de la planta de distribución.

Medidores

Para el control interno de la planta se cuenta con medidores Tuthill tipo turbina para el suministro de auto-tanques con las bombas Blackmer.

Marca	Tuthhill
Modelo	TS15A
Diámetro de entrada y salida	31.7 mm
Capacidad máxima	225 lpm
Presión de trabajo	24.6 Kg/cm^2

A excepción de los medidores que se encuentren en el múltiple de llenado, los demás están protegidos contra tránsito vehicular.

I.3.4 Pruebas de verificación

Para el caso de tanque de almacenamiento se diseñó y probó 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 con 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 del tanque 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 de 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.[3]

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.

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

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 especifico, 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.

4.2.2.5.4.1 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 (O_2) 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 CO_2.

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/cm^2) y como máximo de 0.98 MPa (10 kgf/cm^2).

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/cm^2) 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.[4]

[4] 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 de operación

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

Tabla 11. Condiciones de operación de los distintos equipos.

Operación de la Planta de distribución de Gas L.P.					
Tanque de almacenamiento (1 tanque)					
Capacidad en Lts.		**Presión en Kg/cm**		**Temperatura en °C**	
Máxima	**181,000.00/Tanque**	**Mínima**	**8.00**	**Mínima**	**ambiente**
		Máxima	**14.00**	**Máxima**	**Ambiente**
Compresor (1)					
Capacidad de llenado en Lts.		**Presión diferencia de Trabajo Kg/cm²**		**Temperatura en °C**	
Máxima.	**565 Lts./min**	**10.00**		**Máxima.**	**Ambiente**
Bombas (1 y 2)					
Capacidad de llenado en Lts.		**Presión diferencia de Trabajo Kg/cm²**		**Temperatura en °C**	
Máxima.	**490 Lts./min**	**3.40**		**Máxima.**	**Ambiente**
				Mínima	**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 está “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 este gas se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato y se mezcla con el aire ambiente formando 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 2** 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

El proyecto no contará con un cuarto de control; sin embargo, se contará con botonera mediante el cual se tendrá un mecanismo 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 con el tipo de sustancia a manejar, el proyecto será construido de manera que NO se permitirá la entrada de personas ajenas a su operación.

No se considera aislamiento de las áreas en donde se manejará 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 con el registro 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.[5]

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

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 m alrededor de la Terminal, ocasionando 500 defunciones, 7,000 lesionados, más de 25 mil damnificados, 60 mil evacuados y daños materiales estimados en más de dos mil millones de pesos (CENAPRED, 2019).

Tabla 12. Antecedentes históricos de accidentes que involucran Gas L. P. en México.

No	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento o Causa del Accidente e incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención
1	1984	México	Terminal Satélite Norte de Pemex, San Juan Ixhuatepec, Estado de México.	Gas L.P.	Fuga de gas L.P. en una tubería de alimentación de 8", a una de las esferas de almacenamiento. El gas fugado al alcanzar la flama de un mechero de piso	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.	Se requirió la ayuda de más de 7 mil personas, incluidos más de 200 bomberos, tanto de PEMEX, como del D.F. y de diferentes municipios del Estado de México, socorristas, policías, voluntarios y ejército, quienes, una vez ocurridas las explosiones, se limitaron al enfriamiento, mediante la aplicación de chorros de agua, de las esferas de almacenamiento
2	1990	México	México,	Gas L.P.	Fuga y explosión de combustible de una pipa de la compañía "UNIGAS", por falla en la conexión de la manguera al surtir el producto	Daños materiales.	Intervención del personal de la empresa
3	1990	México	Orizaba, Veracruz	Gas L.P.	Fuga de gas propano en la planta "Vela-Gas" en Orizaba, por sobrecarga en 1 tanque con 115,000 litros	Daños materiales	Intervención del personal de la empresa.
4	1990	México	México, D.F.	Gas L.P.	Explosión de gas butano en un depósito de la fábrica "Anderson Clayton"	Daños materiales.	Intervención del personal de la empresa.
5	1994	México	México D.F.	Gas L.P.	Fuga de una planta de gas L.P. de PEMEX, al purgar tuberías.	Daños materiales	Intervención del personal de la empresa.

6	1995	México	México D.F.	Gas L.P.	Fuga de gas L.P. de 1 tanque salchicha	Daños en instalaciones	Intervención del personal de la empresa.
7	1995	México	San Juan Ixhuatepec, Estado de México.	Gas L.P.	Fuga de gas de uno de los tanques de almacenamiento de la empresa "Gasomático",	Daños materiales (Excélsior-Reforma)	Intervención del personal de la empresa.
8	1999	México	"Gas Hilda" en Cadereyta, Estado de Nuevo León	Gas L.P.	Se degolló la tubería en la entrada a la válvula de exceso de flujo, exactamente en la parte inferior del tanque, el cual encontró una fuente de ignición, provocando un flamazo	Daños materiales en instalaciones y paro de actividades en la planta. Se informó que la llama estuvo pegando en la parte inferior de 2 tanques de 42,000 litros, y afectando a un tercer tanque adjunto de 240,000 litros.	Los informes periodísticos señalan la intervención de cuerpos de bomberos y socorristas de la cruz roja y
9	2003	México	La Marquesa kilómetro 45 de la carretera México-Toluca	Gas L.P.	volcadura y explosión de una pipa que transportaba gas L.P., debido a una falla mecánica	6 defunciones, 9 lesionados y daños materiales	Intervención de bomberos.
10	2006	México	Chihuahua	Gas L.P.	Accidentes relacionados n contenedores de gas L.P.	6 defunciones, 12 lesionados, 160 intoxicados y daños materiales	Los informes periodísticos señalan la intervención de cuerpos de bomberos
*11	2020	México	Ciudad Obregón, Cajeme, Sonora	Gas L.P.	Incendio	2 heridos	Los informes periodísticos señalan la intervención de cuerpos de bomberos, personal de la empresa y Guardia Nacional
**12	2020	México	Apan, Hidalgo	Gas L.P	Incendio, de un cilindro portátil de Gas L.P.	Daños a las instalaciones	Los informes periodísticos señalan la intervención de cuerpos de bomberos, personal de la empresa
***13	2021	México	Medellín del Bravo, Veracruz	Gas L.P.	Vandalismo,	Cuatro personas con quemaduras, Daños a las instalaciones	Los informes periodísticos señalan la intervención de cuerpos de bomberos, personal de la empresa

Fuente: Programa de Prevención para Emergencias Químicas CENAPRED/2008
****https://www.jornada.com.mx/ultimas/estados/2020/08/24/explosion-en-empresa-de-gas-en-sonora-deja-dos-lesionados-6684.html***
****https://www.excelsior.com.mx/nacional/asi-luce-incendio-en-gasera-de-sonora-hay-riesgo-de-explosion/1401662.***
https://lajornadahidalgo.com/estalla-gasera-en-apan/
-https://radioformulaqr.com/noticias/mexico-y-el-mundo/explosion-en-estacion-de-gas-deja-cuatro-lesionados-en-veracruz/***

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 y 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 que 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 y
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:

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. y
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. y
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 y
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 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 y
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) y
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 primeramente identificaremos riesgos potenciales inherentes a la actividad de comercialización de Gas L.P., las cuales estan relacionadas con el almacenamiento y el trasiego básicamente.

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. se consideraron los equipos, procesos, herramientas, y la sustancia que se maneja para llevar a cabo las actividades del proyecto, 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 se realizó 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 13. Identificación de peligros asociados al Manejo de Gas L.P. en equipos y maquinaria.

RIESGOS POTENCIALES ASOCIADOS POR HERRAMIENTAS Y EQUIPOS				
Equipo critico	**Fuga**	**Incendio**	**Explosión**	**Incompatibilidade, 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	√	√	√	√
Tanque de almacenamiento	√	√	√	√
Autotanques.	√	√		
Mangueras y tubería destinada al trasiego del gas.	√	√	√	√

Nota: √: 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 14. Identificación de peligros asociados al Almacenamiento de Gas L.P.

RIESGOS POTENCIALES ASOCIADOS POR SUSTANCIAS Y MATERIALES PELIGROSOS						
Sustancias y materiales peligrosos	**Volumen o cantidad mínima L**	**Volumen o cantidad máxima**	**Incendio**	**Explosión**	**Derrame**	**Incompatibilidad, nube tóxica o Asfixiante materiales tóxicos**
Gas licuado de petróleo (GLP)	**variable**	**181,000.00 L**	**√**	**√**	**√**	**√**

√: 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 15. Identificación de peligros asociados a operación de trasiego de Gas L.P.

RIESGOS POENCIALES ASOCIADOS A LAS OPERACIONES CON GAS L.P.				
Actividades.	**Fuga**	**Incendio**	**Explosión**	**Incompatibilidad, Nube tóxica o materiales tóxicos**
Trasiego de Gas LP en la 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[6]:

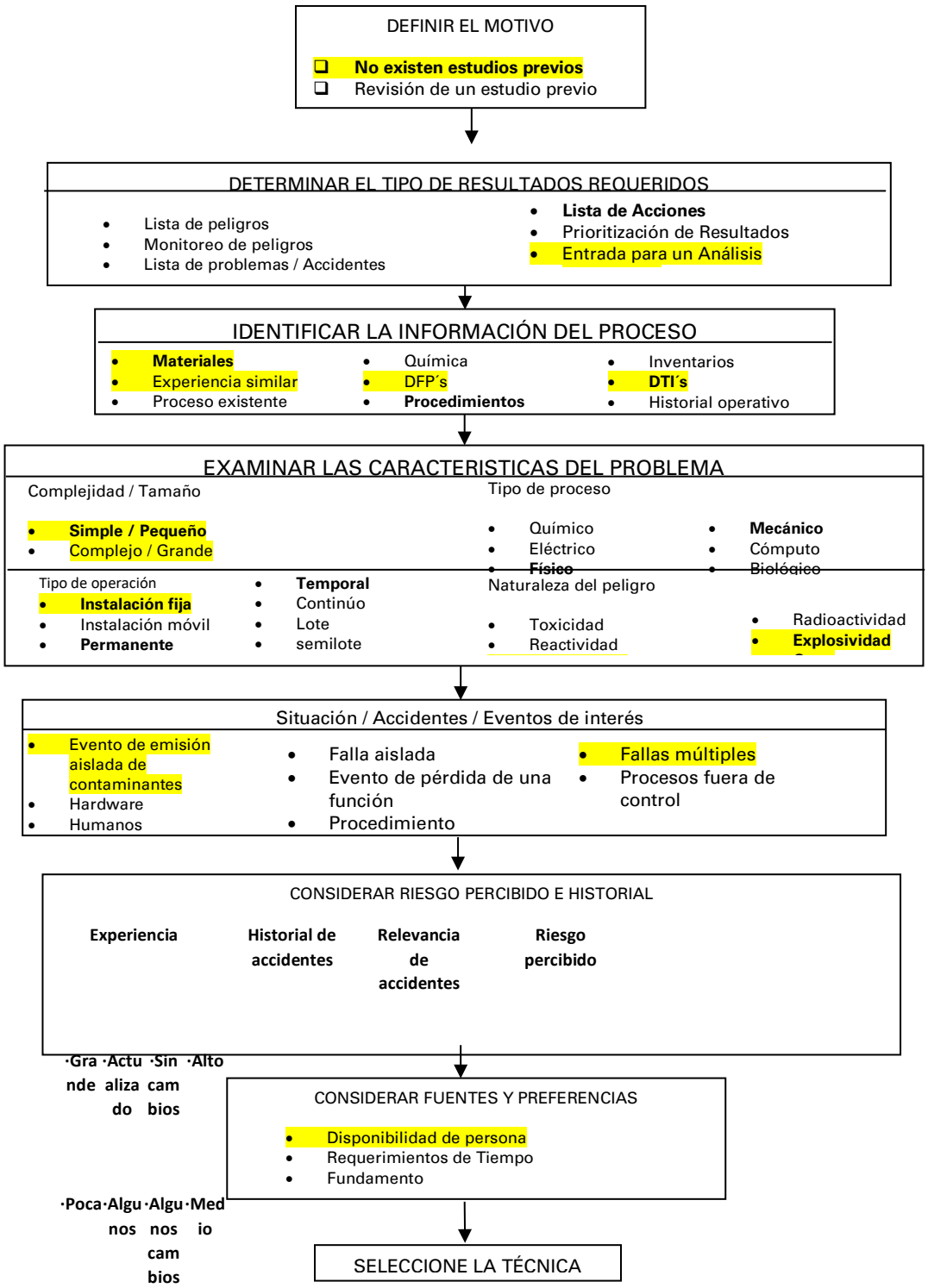
Tabla 16. Riesgos Potenciales por manejo de sustancias peligrosas

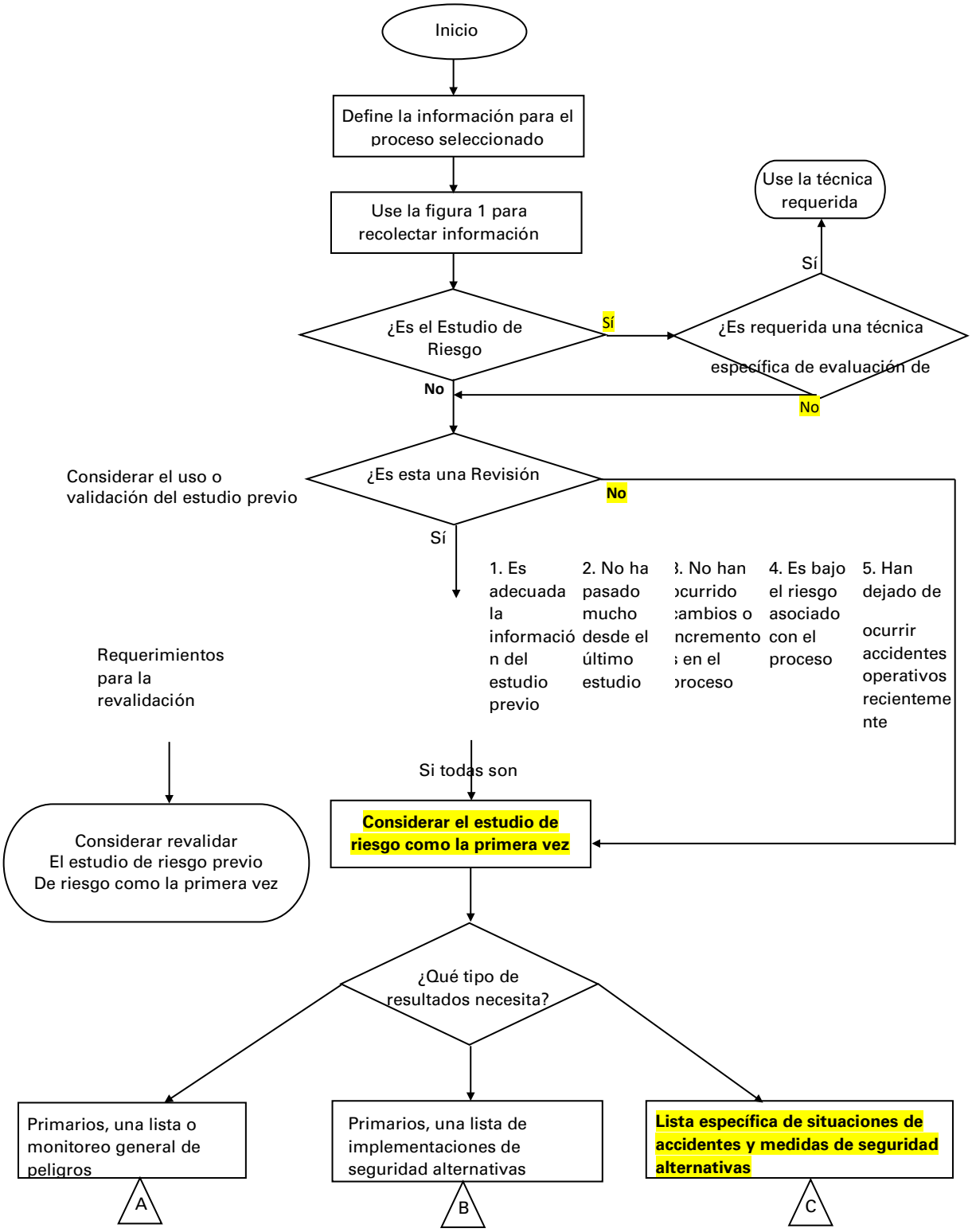
Características Peligrosas	Sucesos Iniciadores	Circunstancias Propagadoras	Circunstancias Mitigantes	Consecuencias Del Accidente
Manejo de cantidades de sustancias peligrosas (materiales inflamables, combustibles, inestables o tóxicos, gases inertizantes materiales a muy alta o baja temperatura, etc.).	**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 inflamables**

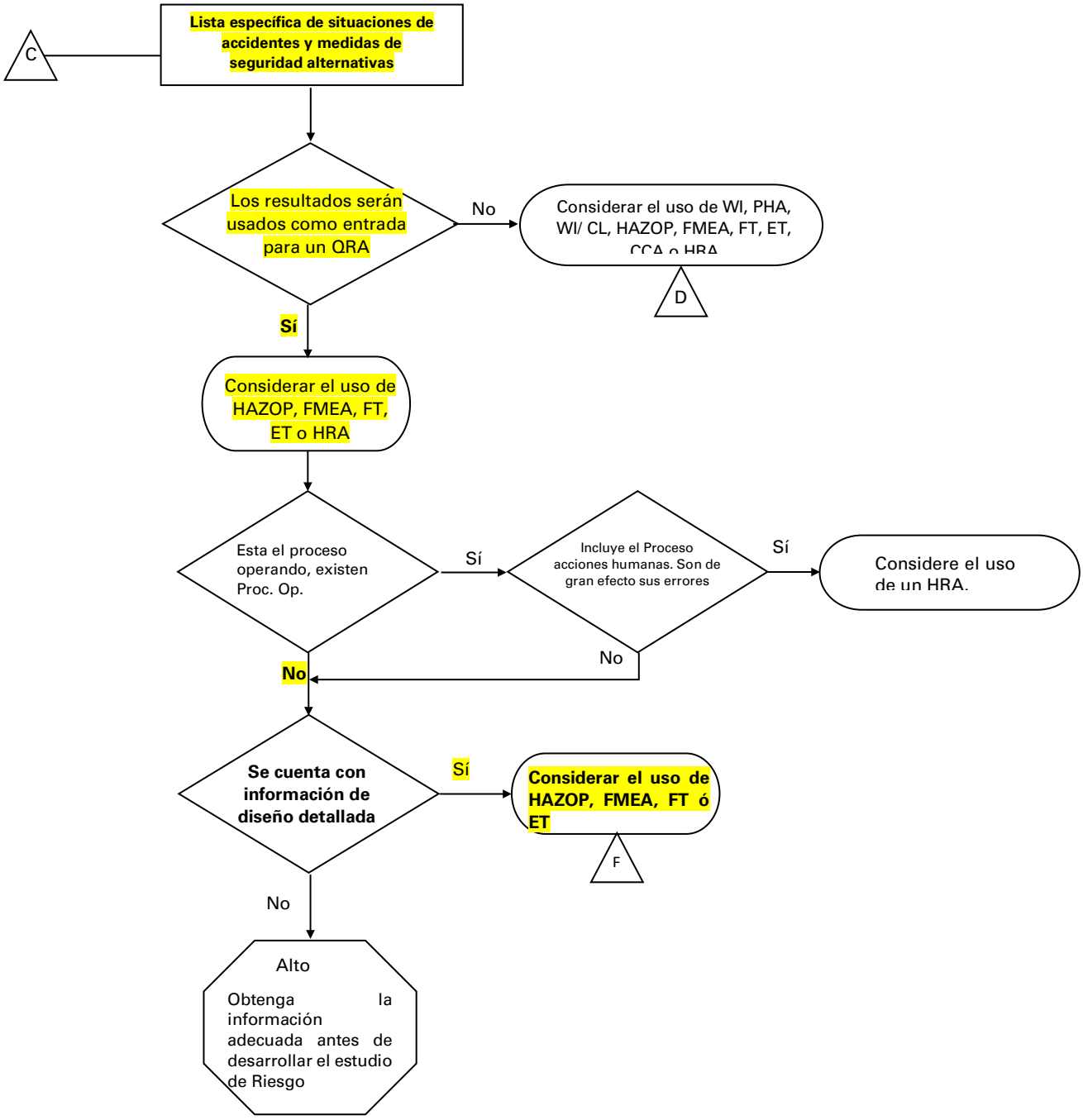
A. Selección de técnica de identificación de riesgos

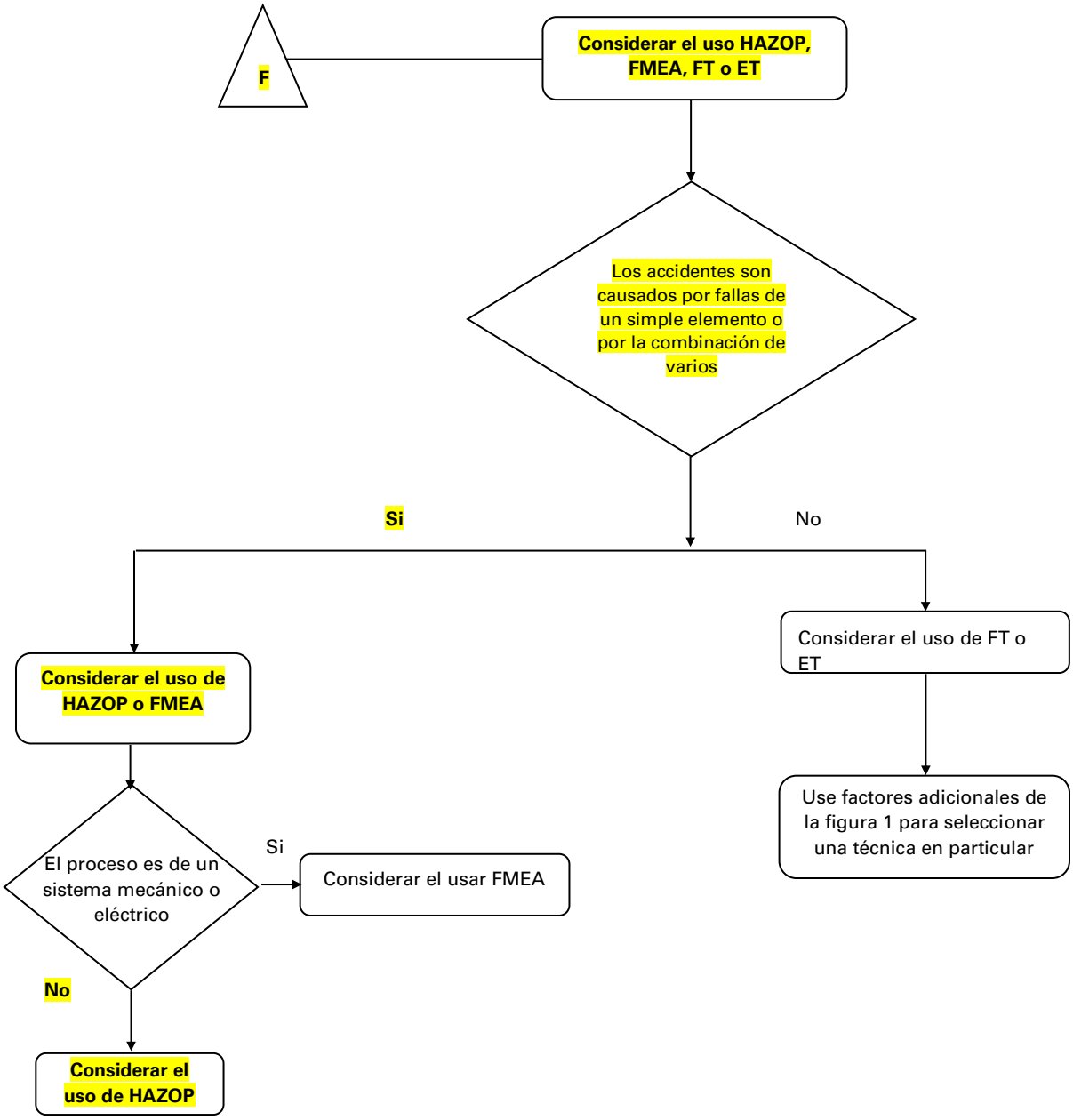
[6] Información adaptada del libro "BATTELLE COLUMBUS DIVISION-AICHE/CCPS": Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, American Institute of Chemical Engineers. Nueva York (1985)" y tomada del libro "Análisis y reducción de riesgos en la industria química, fundación MAPFRE, J.M. Santamaría Ramiro y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

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.




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
Use la técnica requerida
Sí
No
No
Considerar el uso o validación del estudio previo
¿Es esta una Revisión
No
Sí
1. Es adecuada la información del estudio previo
2. No ha pasado mucho desde el último estudio
3. No han ocurrido cambios o incremento en el proceso
4. Es bajo el riesgo asociado con el proceso
5. Han dejado de ocurrir accidentes operativos recientemente
Requerimientos para la revalidación
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


F
Considerar el uso HAZOP, FMEA, FT o ET
Los accidentes son causados por fallas de un simple elemento o por la combinación de varios
Si
No
Considerar el uso de HAZOP o FMEA
Considerar el uso de FT o ET
Use factores adicionales de la figura 1 para seleccionar una técnica en particular
El proceso es de un sistema mecánico o eléctrico
Si
Considerar el usar FMEA
No
Considerar el uso de HAZOP

Asimismo, 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 17. Típico de las metodologías de acuerdo a la etapa del proyecto.

Método de análisis de riesgos								
Etapa de desarrollo del proyecto	**Lista de verificación**	**¿Qué pasa si?**	**¿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)

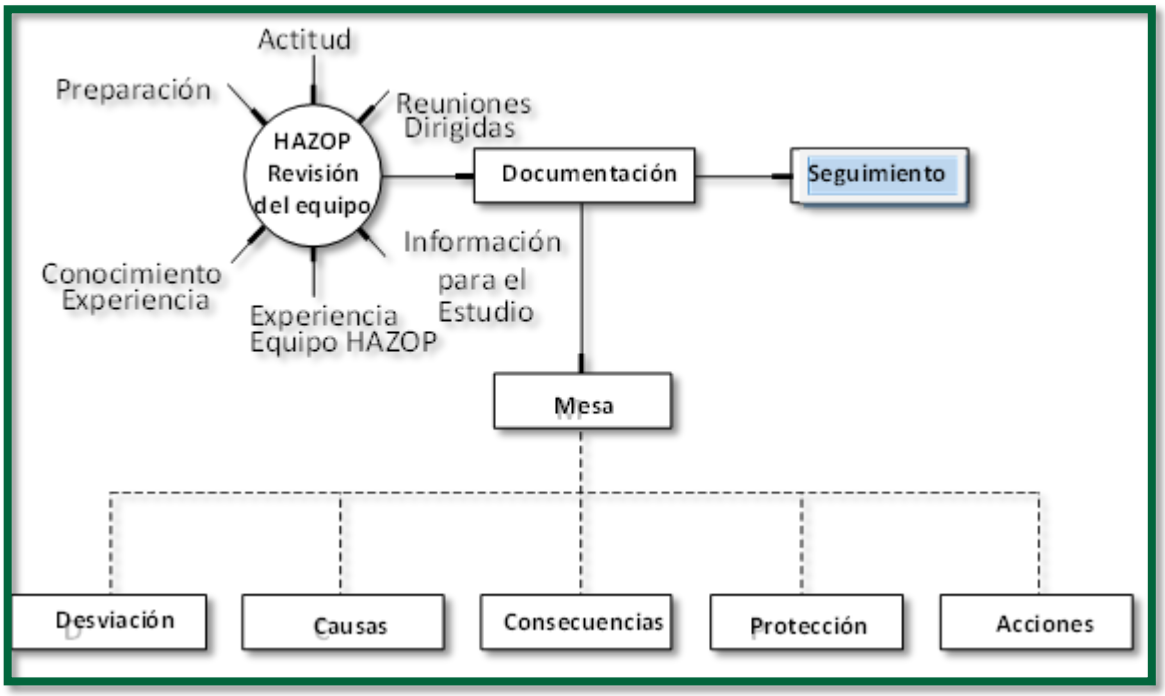
Es una técnica cualitativa para la identificación de riesgos concebida en la industria química y que ha sido muy utilizada en la misma. El estudio **HazOp** debe complementarse con la revisión de seguridad (evaluación de la correspondencia con requisitos de seguridad prescriptivos, establecidos en la 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. 30 **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 y
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, 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 con la experiencia y capacidad de los ingenieros especialistas del proceso y operación.

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

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

Tabla 18. 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.

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

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.

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 19. 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 y
- Salvaguardas con que cuenta el nodo para mitigar las consecuencias de la desviación.

Fig. 31 Diagrama de Flujo de la Metodología del Análisis HAZOP

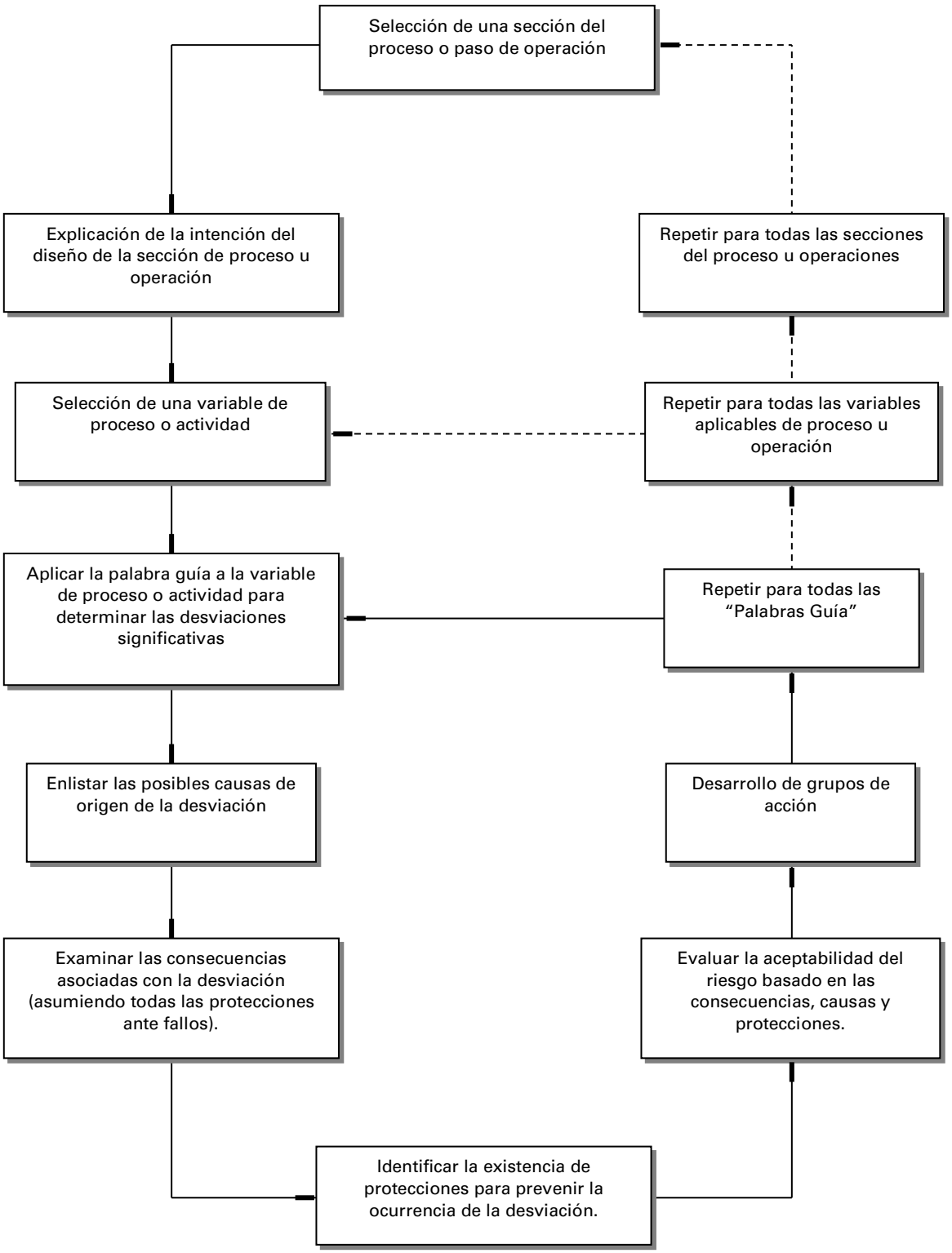


Tabla 20. Matriz de la Técnica HazOp

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 Árboles de Fallas (FMEA) con el fin de cuantificar la probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados y en consecuencia la identificación y propuesta de mejoras a las instalaciones con objeto de disminuir dicha probabilidad de ocurrencia.

Las metodologías y técnicas fueron corridas con el siguiente personal:

Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda
Propietario y Gerente General

C. Víctor Alfonso Serrano Minero
Supervisor de Proyecto.

Proyectistas con quienes se conformó el grupo multidisciplinario de análisis e identificación de riesgos relacionados con el almacenamiento y trasiego del Gas L.P.

Derivado de la inducción a la técnica de identificación de riesgos **HazOp**, el proyecto se dividió en cuatro nodos de análisis.

Tabla 21. 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 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 el tanque 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 del tanque de almacenamiento a toma de recepción. 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: **10.00 Kg/cm^2** Capacidad máxima de desplazamiento: **565 LPM**
Nodo 2	**Tanque de Almacenamiento de Gas L.P.** Intención de Diseño: Almacenamiento de Gas L.P. en un tanque cilíndrico horizontal con una capacidad de 181,000.00 L, mismo que será **llenados como máximo al 90% de su capacidad, es decir, 162900.00 L de Gas L.P. para su posterior trasiego a la isleta de suministro de Autotanques y Muelle de llenado de recipientes portátiles.** **La presión de operación es de 8.00 kg/cm^{2,} para su posterior trasiego.** Límites del Nodo; Válvulas de entrada al tanque y válvulas de salida.
Nodo 3	**Toma de suministro de autotanques** Intención de Diseño: Envío de Gas L.P. en estado líquido del tanque 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 al tanque de almacenamiento. Maquinaria necesaria para la operación: **Bomba 1 y/o 2** Condiciones de Operación: **3.40 Kg/cm^2** Capacidad máxima de desplazamiento: **490 LPM**

Nodo	Descripción
Nodo 4	**Toma de suministro de Muelle de Llenado** Intención de Diseño: Envío de Gas L.P. en estado líquido del tanque de almacenamiento al múltiple del llenado de recipientes portátiles a través de tuberías de 3" y 2" de diámetro nominal y llenaderas de ½" de diámetro nominal- Retorno de Gas L.P. excedente en las llenaderas al tanque de almacenamiento mediante tubería de 2" y 3" de diámetro nominal. Límites del Nodo. Desde las válvulas de salida del tanque 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 1 y/o 2** Condiciones de Operación: **3.40 Kg/cm^2** Capacidad máxima de desplazamiento: **490.00 LPM)**

Fig. 32 Detalle del Nodo 1 seleccionado.

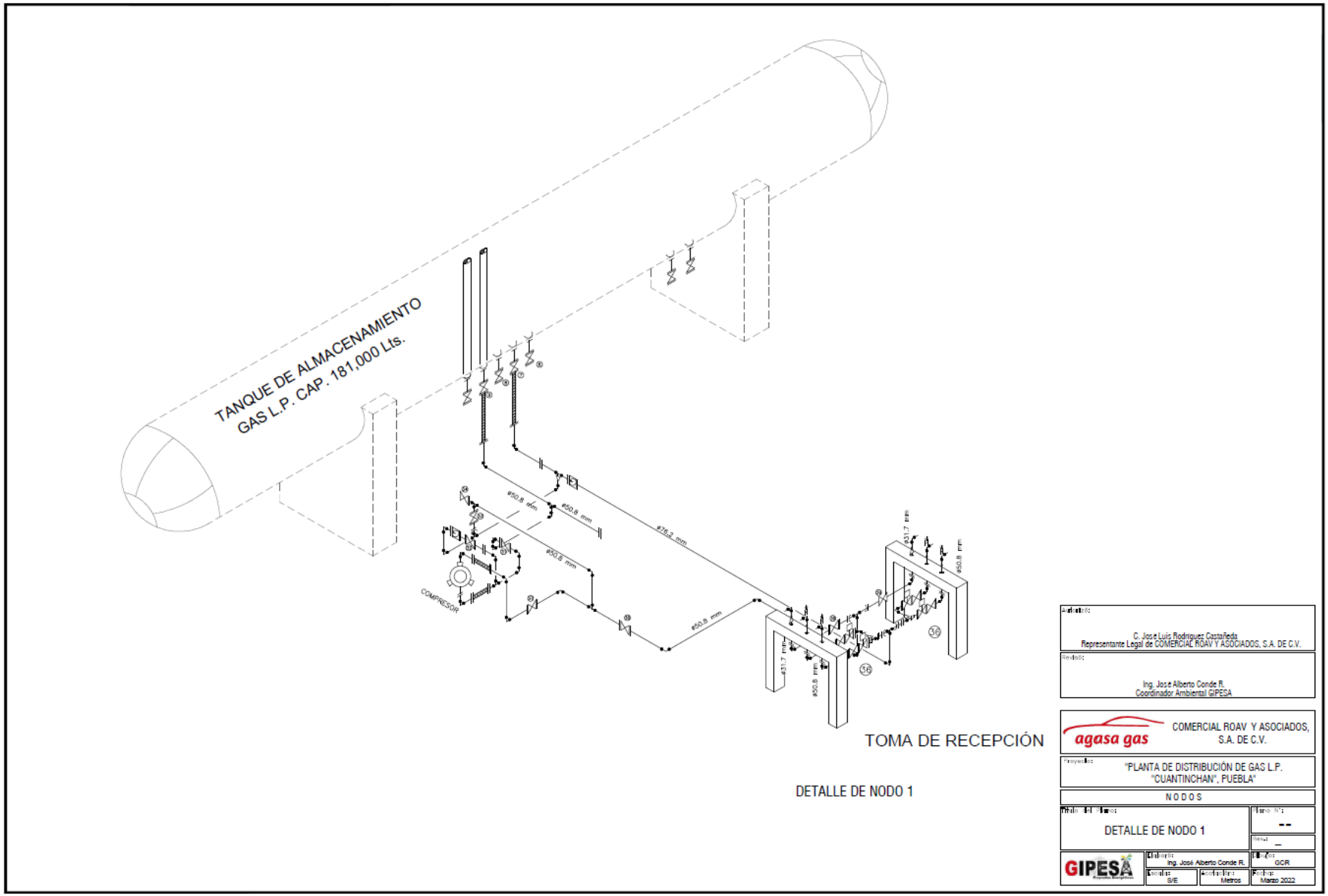
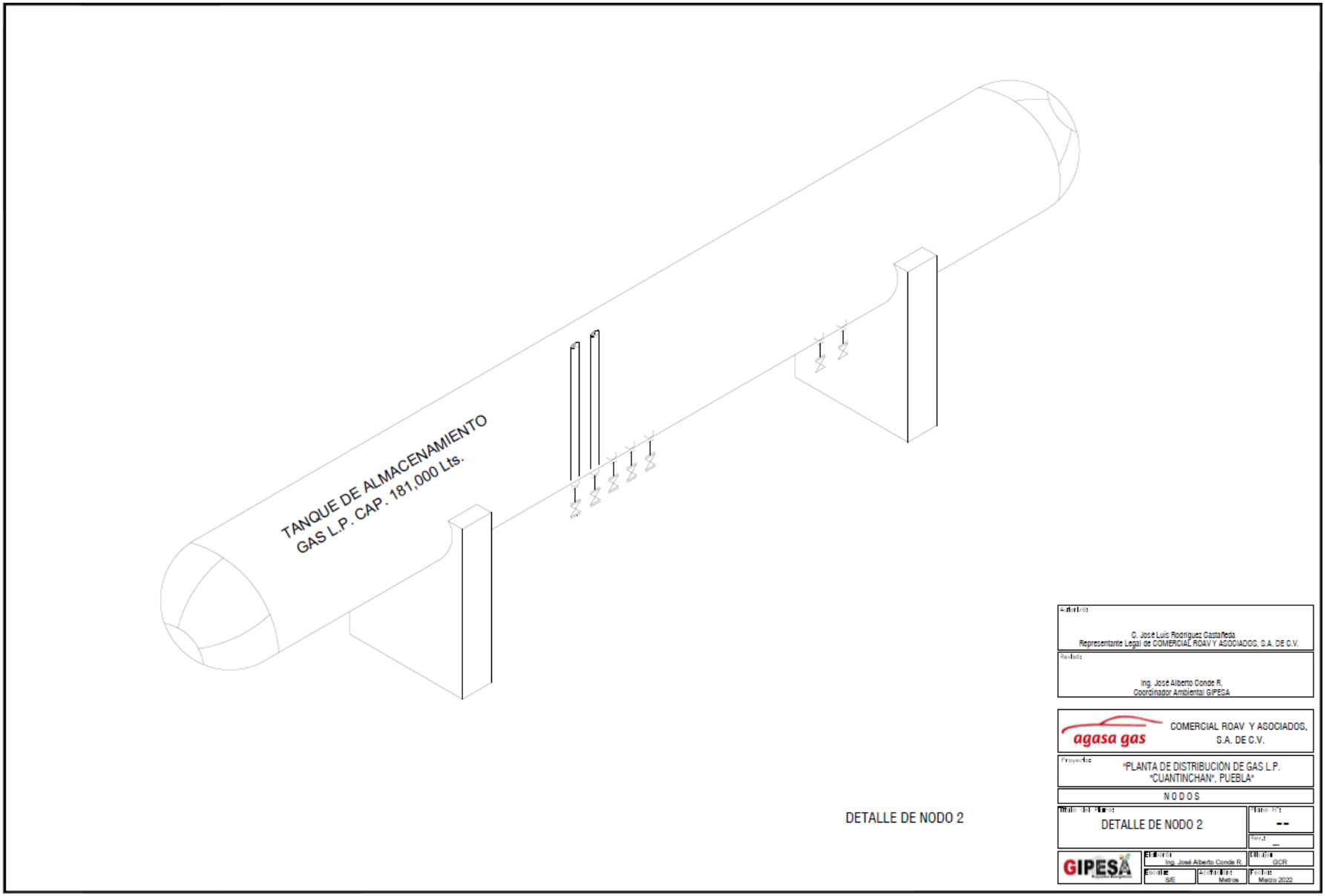


Fig. 33 Detalle del Nodo 2 seleccionado.



"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Fig. 34 Detalle del Nodo 3 seleccionado.

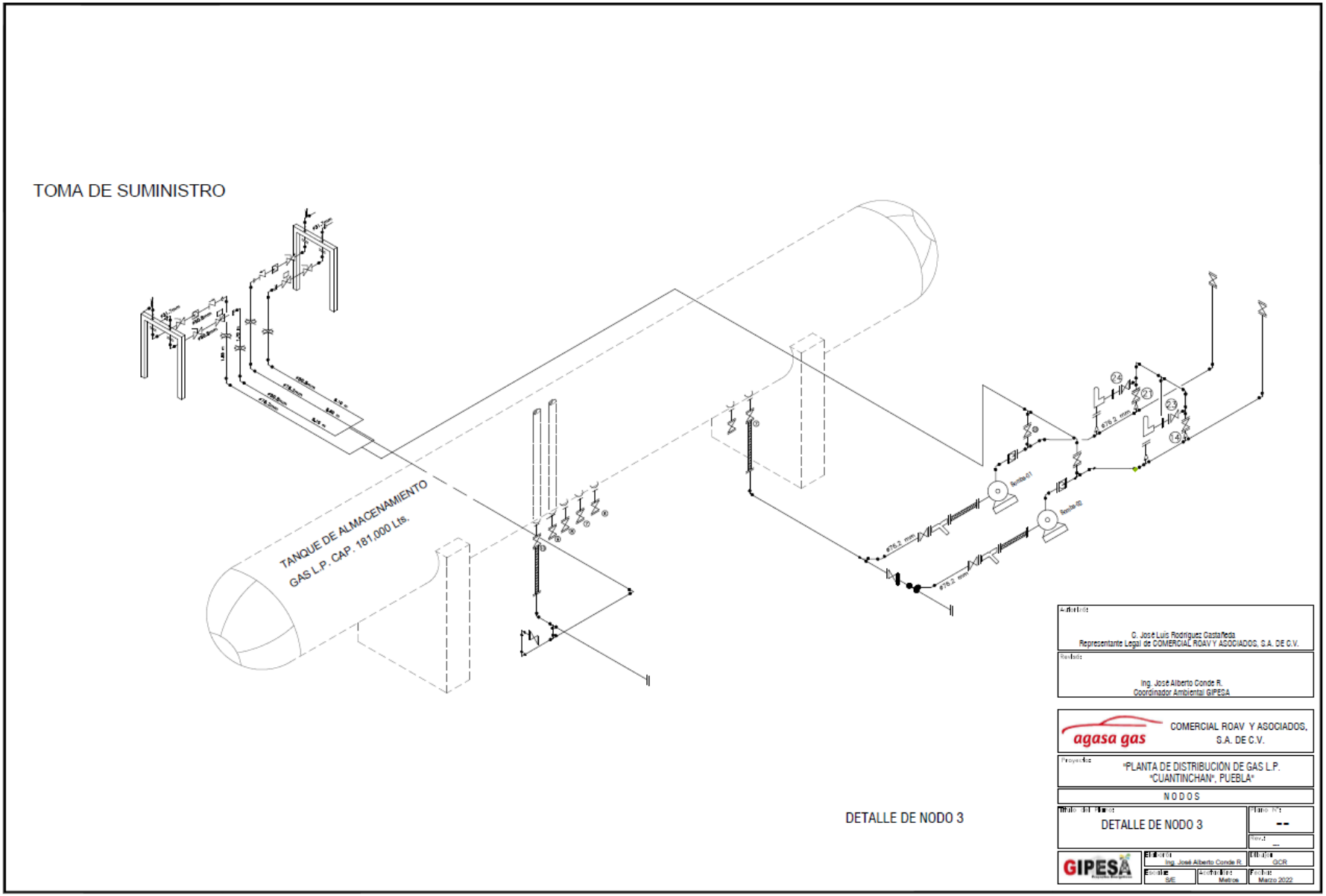
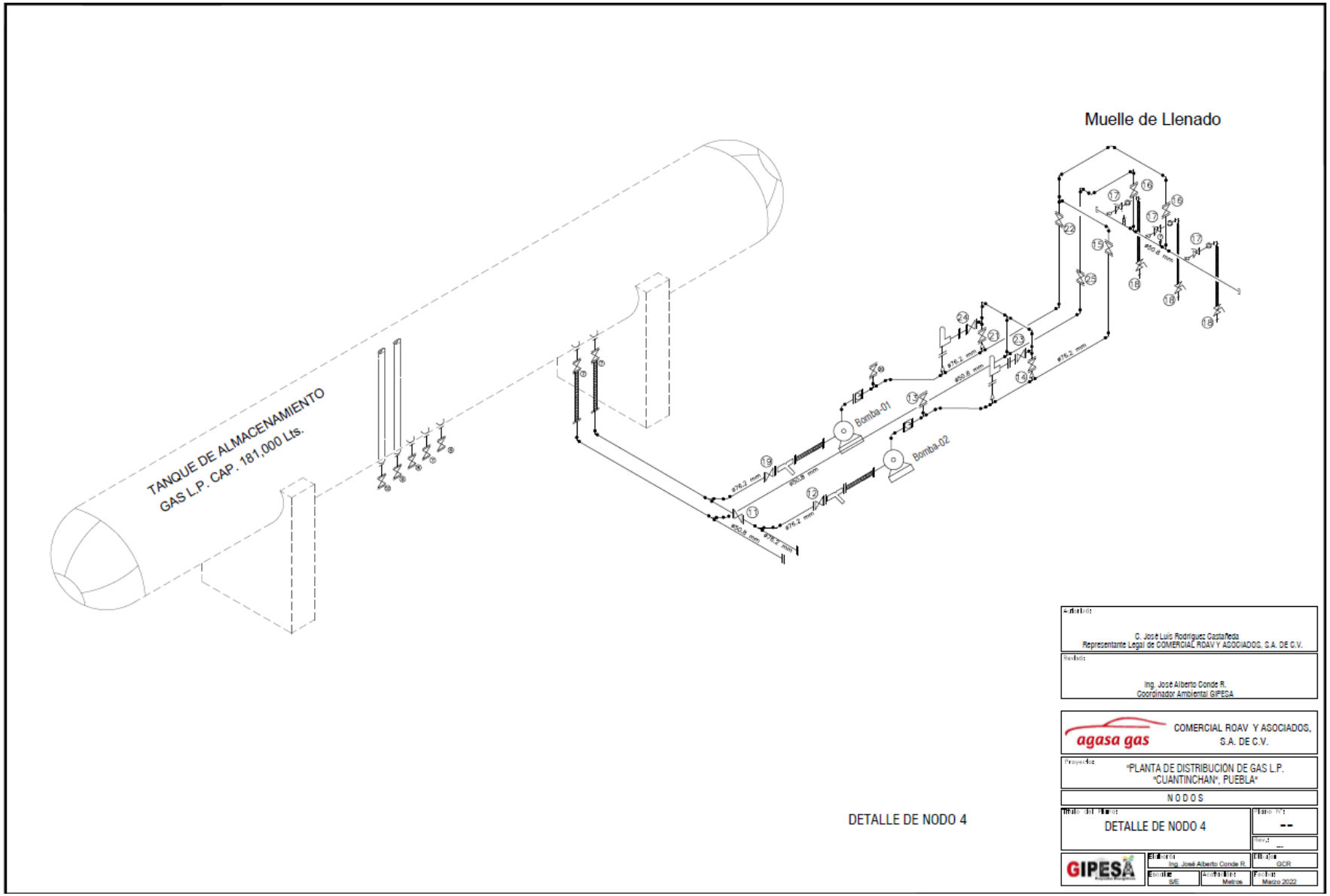


Fig. 35 Detalle del Nodo 4 seleccionado.



De acuerdo con las operaciones que se realizan el grupo identifico **22 desviaciones** de operación que podrían generar algún escenario de riesgo, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 22. 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 al tanque 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	**Otra**	**De otra Manera**	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 tanque 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**	**De otra Manera**	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**	**De otra Manera**	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

En Anexo 3 se localiza las hojas de trabajo 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.

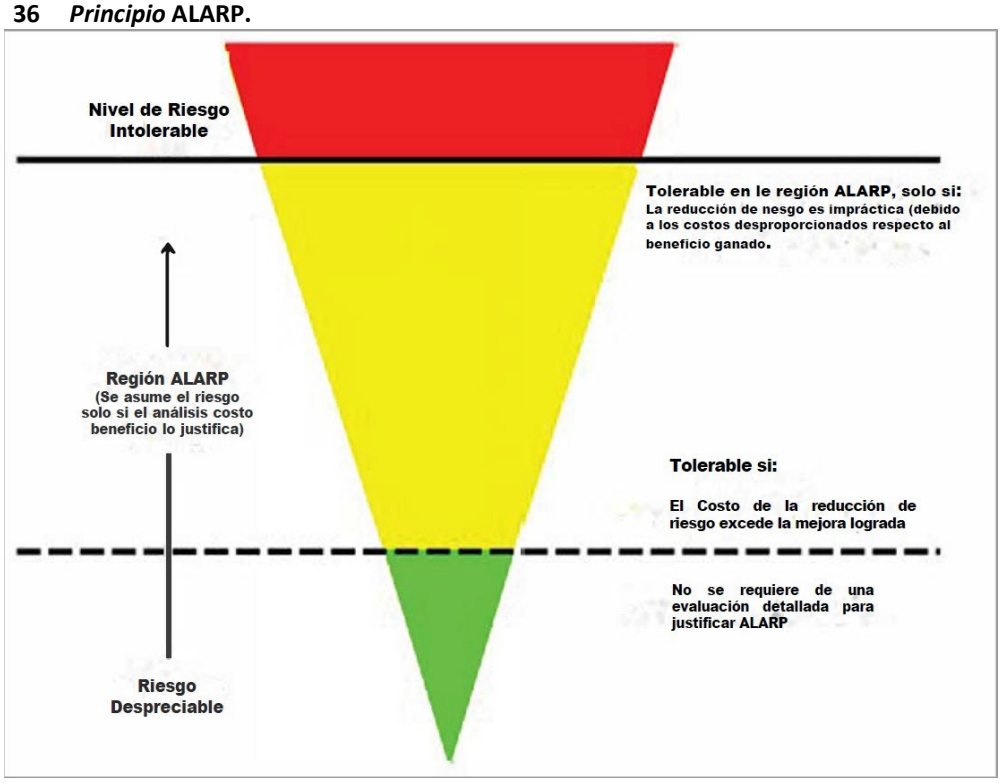
I.5.4.1 Principio ALARP.

Las siglas **ALARP** significan: Tan bajo como sea razonablemente Práctico, del inglés "As Low As Reasonably Practicable".

El concepto **ALARP** fue desarrollado en el Reino Unido. La legislación de ese país estableció el término **ALARP** por medio del Health and safety at Work etc. Act 19774, el cual requiere que se mantengan las instalaciones y sus sistemas "seguros y sin riesgo a la salud" hasta donde fuera razonablemente práctico.

El principio **ALARP** (Figura 36) surge del hecho de que sería posible emplear una gran cantidad de tiempo, dinero y esfuerzo al tratar de reducir los niveles de riesgo aun valor de cero, lo cual en la práctica no es costeable ni posible. Adicionalmente, este principio, no debe entenderse como simplemente una medida cuantitativa de los beneficios contra los daños. Se debe entender como una buena práctica de juicio del balance entre riesgo y el beneficio a la sociedad y al negocio.

Fig. 36 ***Principio*** **ALARP.**



Existen riesgos que son tolerables y otros riesgos no tolerables. El principio **ALARP** se encuentra precisamente entre los riesgos que se toleran y los que no.

Matriz de jerarquización de riesgos

En diferentes tipos de industrias, incluida la petrolera, se realizan análisis de riesgos de proceso por medio de herramientas que permiten realizar una estimación del riesgo. El riesgo tiene dos componentes: la frecuencia de ocurrencia de un evento indeseado y la magnitud de las consecuencias de ese evento. Contar con una metodología para valorar los niveles de riesgo es importante cuando el conjunto de riesgos identificados es amplio y los recursos para su control o reducción son limitados. El valorar los niveles de riesgo y asignar prioridades a la atención de las recomendaciones, permite un manejo adecuado de los recursos.

Una escala de valores de riesgo se diseña para contar con una medida de comparación entre diversos. Aunque un sistema de este tipo puede ser relativamente simple, la escala debe representar valores que tengan un significado para la organización y que puedan apoyar la toma de decisiones.

Esta escala debe cumplir con las siguientes características:

- Ser simple de entender y fácil de usar.
- Incluir todo el espectro de frecuencia de ocurrencia de escenarios de riesgo potenciales.
- Describir detalladamente las consecuencias en cada categoría (personal, población, medio ambiente y negocio).
- Definir claramente los niveles de riesgo tolerable, ALARP y no tolerable.

Las matrices de riesgos normalmente se emplean para calificar inicialmente el nivel de riesgo.

Las matrices de riesgos son gráficas en dos dimensiones en cuyos ejes se presenta la categoría de frecuencia de ocurrencia y la categoría de severidad de las consecuencias sobre él personal, la población, el medio ambiente y el negocio. Esas matrices están divididas en regiones que representan los riesgos tolerables, en región ALARP y los no tolerables.

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.

Por un lado, las ventajas en el uso de las matrices de riesgos son, entre otras, las siguientes:

- Son simples de entender y fáciles de aplicar.
- Bajo costo de aplicación.

Frecuencia de cada escenario

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

Se definen 6 niveles cualitativos para la ocurrencia de los eventos, en función de las frecuencias con que se estima que puedan presentarse.

Tabla 23 niveles cualitativos para la ocurrencia de los eventos.

Clasificación de frecuencia	Categoría	Descripción de	Frecuencia De Ocurrencia
F6	Muy frecuente	Ocurre una o más veces por año	≥ 1.0
F5	Frecuente	Ocurre una vez en un período entre 1 y 3 años	> 1.0 ≤ 3.33 x 10-1
F4	Poco frecuente	Ocurre una vez en un período entre 3 y 5 años	> 3.33 x 10-1 ≤ 2 x 10-1
F3	Raro	Ocurre una vez en un periodo entre 5 y 10 años	> 2.0 x 10-1 ≤ 1 x 10-1
F2	Muy raro	Ocurre solamente una vez en la vida útil de la planta. (30 años)	3.33 x 10-2
F1	Extremadamente raro	Concebible: nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar. 1 en 100 años	1.00 x 10 -2

Adaptación propia a partir de la Guía Técnica para realizar Análisis de Riesgos de Proceso; Clave: 800-16400-DCO-GT-75 (03-septiembre-2010).

Nota 1 La frecuencia en la categoría muy raro se obtuvo dividiendo 1 (un incidente en 30 años) considerando que en la buscada de antecedentes de accidentes asociados a las actividades que se pretenden desarrollar se identificó un incendio en una planta de distribución de Gas L.P.) y no se tiene registro de que se hayan vuelto a presentar.

Nota 2 La frecuencia en la categoría Extremadamente Raro se obtuvo tomando como referencia el incidente ocurrido en San Juan Ixhuatepec en noviembre de 1984 (hace 37 años)

Potenciales Consecuencias.

Para estimar las potenciales afectaciones sobre los componentes bióticos y abióticos, al negocio y la salud humana se consideró la siguiente tabla:

Tabla 24 Categorización de consecuencias

Categoría de consecuencia	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida de producción [Millones de USD]	Daños a la instalación [Millones de USD]	Daños a Terceros [Millones de USD]/
6 Catastrófico	Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 15 fatalidades	Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 100 fatalidades	Fuga o derrame externo que no se puede controlar en una semana	Mayor de 50	Mayor de 50	Mayor de 50
5 Grave	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades	Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 15 a 100 fatalidades	Fuga o derrame externo que se pueda controlar en una semana	De 15 a 50	De 15 a 50	De 15 a 50
4 Mayor	Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades.	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades	Fuga o derrame externo que se pueda controlar en un día	De 5 a 15	De 5 a 15	De 5 a 15
3 Moderado	Heridas o daños físicos que generan incapacidad médica	Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización a gran escala	Fuga o derrame externo que se puede controlar en algunas horas	De 0.500 a 5	De 0.500 a 5	De 0.500 a 5
2 Menor	Heridas o daños físicos reportables y/o que se atiendan con primeros auxilios	Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios. Evento que requiere de evacuación. Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar	Fuga o derrame externo que se puede controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)	De 0.250 a 0.500	De 0.250 a 0.500	De 0.250 a 0.500
1 No significativo	No se esperan heridas o daños físicos.	No se esperan heridas o daños físicos. Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles	No hay fuga o derrame externo	Hasta 0.250	Hasta 0.250	Hasta 0.250

Fuente: Guía Técnica para realizar Análisis de Riesgos de Proceso; Clave: 800-16400-DCO-GT-75 (03-Septiembre-2010).

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 sin considerar 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.

De esta manera las Matrices que se emplearan para la ponderación de los escenarios identificados durante la aplicación del HazOp, y determinar su nivel de riesgo para los factores que potencialmente pueden ser receptores de sus potenciales efectos.

Fig. 37 Matrices para la jerarquización del nivel de riesgo.

MATRIZ JERARQUIZACION DE RIESGOS AFECTACIONES AL PERSONAL

		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIAS	F6						
	F5						
	F4						
	F3						
	F2						
	F1						

MATRIZ JERARQUIZACION DE RIESGOS AFECTACIONES A LA POBLACION

		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIAS	F6						
	F5						
	F4						
	F3						
	F2						
	F1						

MATRIZ JERARQUIZACION DE RIESGOS AFECTACIONES AL AMBIENTE

		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIAS	F6						
	F5						
	F4						
	F3						
	F2						
	F1						

MATRIZ JERARQUIZACION DE RIESGOS AFECTACIONES A LA PRODUCCIÓN/INSTALACION/DAÑOS A TERCEROS

		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIAS	F6						
	F5						
	F4						
	F3						
	F2						
	F1						

La categorización de los riesgos identificados se realiza definiendo las siguientes zonas en la matriz, a continuación, en la siguiente Tabla se muestra las regiones de riesgo:

Tabla 25 Regiones de Riesgos.

Región de Riesgo	*Descripción*
No Tolerable "A"	Los riesgos de este tipo deben provocar acciones inmediatas para implantar las recomendaciones generadas en el análisis de riesgo. El costo no debe ser una limitación y el hacer nada no es una opción aceptable. Estos riesgos representan situaciones de emergencia y deben establecerse **Controles Temporales Inmediatos.** Las acciones deben reducirlos a una región de Riesgo ALARP y el mejor de los casos, hasta riesgo tolerable.
ALARP "B" ***As Low As Reasonably Practicable.*** ***Tan bajo como sea razonablemente práctico.***	Los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo-beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implanten recomendaciones que permitan reducirlos a la región de riesgo tolerable.
Tolerable "C"	El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.

Fuente: Guía Técnica para realizar Análisis de Riesgos de Proceso; Clave: 800-16400-DCO-GT-75 (03-septiembre-2010).

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.

La evaluación de los efectos de las potenciales consecuencias se realizó conforme a los siguientes criterios.

Con base a lo anterior descrito la jerarquización de riesgo y sus potenciales consecuencias se hará conforme lo siguiente:

A. 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 de potenciales riesgos por la operación de una planta de almacenamiento; 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 están muy por debajo de los cinco

minutos; así como las emisiones derivadas de desacoplar las conexiones entre mangueras y válvulas y que se pueden catalogar parte de una operación normal de los sistemas de seguridad.

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. por fugas en el tanque de almacenamiento o 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** Poco frecuente **(F4), Ocurre una vez en un periodo entre 3 y 5 años**

Escenarios Menos Probables, pero más 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) Muy raro, Ocurre solamente una vez en la vida útil de la planta. (30 años).**

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 Extremadamente Rara (F1) Concebible: nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.**

B. 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), el proyecto se pretende desarrollar alejado de núcleos urbanos y la presencia de infraestructura urbana es escasa; la infraestructura más cercana a la planta es en dirección Sureste, a aprox. 297 m (considerando el eje longitudinal del tanque) es una galera para la crianza de aves, que se observa abandonada. A 293.00 m una construcción posiblemente usada como bodega para las actividades asociadas a la galera; a 325.000 m otra galera igualmente abandonada y a 375.00 m lo que parece ser su bodega.

A aprox. 450.00 m se ubica la primera casa habitación y a 492.00 aprox. un conjunto de 5 construcciones pueden ser casas habitación y unos metros más adelante dos galeras e infraestructura asociada a las actividades que se practican en las mismas; a 575.00 m aprox. se localiza un conjunto de tres casas habitación; a 686.00 aprox. una construcción no terminada; a 798.00 m dos casas habitación y hacia el noreste a aprox. 970.00 m lo que parecen ser invernaderos; 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 en general dentro de los potenciales radios de afectación las condiciones ambientales corresponden a áreas altamente perturbadas por las actividades agrícolas, por lo que las afectaciones se consideran menores.

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.

En el caso del personal que labore dentro de las instalaciones las consecuencias serán mayores, ya que es probable la muerte de trabajadores, 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.

la infraestructura más cercana a la planta es en dirección Sureste, a aprox. 297 m (considerando el eje longitudinal del tanque) es una galera para la crianza de aves, que se observa abandonada. A 293.00 m una construcción posiblemente usada como bodega para las actividades asociadas a la galera; a 325.000 m otra galera igualmente abandonada y a 375.00 m lo que parece ser su bodega.

A aprox. 450.00 m se ubica la primera casa habitación y a 492.00 aprox. un conjunto de 5 construcciones pueden ser casas habitación y unos metros más adelante dos galeras e infraestructura asociada a las actividades que se practican en las mismas; a 575.00 m aprox. se localiza un conjunto de tres casas habitación; a 686.00 aprox. una construcción no terminada; a 798.00 m dos casas habitación y hacia el noreste a aprox. 970.00 m lo que parecen ser invernaderos; 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.

Para nuestro caso particular considerando que dentro de un radio de alto riesgo y amortiguamiento 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 304.45 m aprox. se tiene riesgos de daños de quemaduras de 3er grado en piel desnuda y una letalidad (mortalidad de 50%) es decir que fallecería la mitad de las personas dentro de este radio, dentro de este radio solo se ubica la galera abandonada y su bodega; y en un radio de 574.30 m se ocasionarían quemaduras de 2º grado y un nivel de letalidad del 1% es decir, fallecería 1 de cada 100 personas, en esta franja se ubican un conjunto

de 5 construcciones pueden ser casas habitación y unos metros más adelante dos galeras e infraestructura asociada a las actividades que se practican en las mismas; a 575.00 m aprox. se localiza un conjunto de tres casas habitación; por lo que las afectaciones s**obre el ser humano se considerarán catastrófico.**

Ambiente.

Para nuestro caso particular considerando que dentro de un radio de alto riesgo y amortiguamiento las condiciones ambientales corresponden a ecosistemas en los que los componentes bióticos y algunos bióticos ya han sido totalmente transformados si bien se tiene presencia de estrato arbóreo y arbustivo que se han conservado como cercos vivos, 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 se consideraran **menores para el componente ambiental,** verificando esta suposición con el análisis de consecuencias.

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 L.P. 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.

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 con 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 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 26. Resumen de los resultados obtenidos de la ponderación de riesgos Metodología HazOp

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.														
Proyecto: "Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"					Numero de Nodo: 1 Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor									
No	**Variable**	**Palabra guía**	**Desviación**	**Consecuencias**	**F**	**DP**	**EP**	**IA**	**PP**	**DI**	**DT**	**REGIÓN**	**TIPO**	**Recomendaciones**
1.1	**Flujo**	**No.**	No se presenta flujo de gas a los tanques de almacenamiento.	• No hay alimentación de gas L.P a los tanques de almacenamiento. • Paro de labores. • Sobrepresión en el compresor.	**F6**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación.**
1.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas al tanque de almacenamiento	• 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.	**F4**	**3**	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**B**	**ALARP**	**2. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.**
1.3	**Presión**	**Menos**	Se registra una menor presión en el trasiego de gas.	◆ 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.	**F4**	**3**	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**B**	**ALARP**	**2. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.**
1.4	**Presión**	**Más**	Se registra una mayor presión en las líneas de la toma de recepción	◆ Sobrepresión en el compresor.	**F6**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**

No	Variable	Palabra guía	Desviación	Consecuencias	F	DP	EP	IA	PP	DI	DT	REGIÓN	TIPO	Recomendaciones
1.5	Corrosión	De otra Manera	Se presenta corrosión externa en tuberías de 2" y 4"de Ø" de diámetro nominal	◆ Posibilidad de fugas en líneas por corrosión.	**F4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**C**	**TOLERABLE**	**El grupo considera que las protecciones existentes son suficientes, por lo que no se tienen recomendaciones**
1.6	Otro	De otra manera	Ruptura total de la manguera de 2" de Ø" nominal o ruptura de las tuberías de 2" y 4" de Ø" nominal.	◆ 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.	**F2**	**5**	**2**	**3**	**3**	**3**	**2**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**
1.7	Otro	De otra manera	Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE en el semirremolque.	• Ruptura total del del recipiente. • 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 al remanente de Mezquital. ◆ Potenciales daños moderados al ser humano y su infraestructura que se encuentra al exterior de la planta.	**F2**	**5**	**4**	**4**	**3**	**3**	**3**	**B**	**ALARP**	**3. Supervisar que la recepción de semirremolques y descarga de Gas L.P. se lleve conforme a los procedimientos**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.														
Proyecto: "Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"					Numero de Nodo: 2 Tanque de Almacenamiento de Gas L.P.									
No	**Variable**	**Palabra guía**	**Desviación**	**Consecuencias**	**F**	**DP**	**EP**	**IA**	**PP**	**DI**	**DT**	**REGIÓN**	**TIPO**	**Recomendaciones**
2.1	Presión	Mas	El tanque presenta una mayor presión a la normal operativa	• 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. •	**F4**	**3**	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**
2.2	Nivel	Mayor	El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.	• Sobre llenado del Tanque. • Riesgo de Sobrepresión en el tanque. • Fugas de gas L.P. en accesorios y uniones bridadas	**F4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**C**	**TOLERABLE**	El **grupo considera que las protecciones existentes son suficientes, por lo que no se tienen recomendaciones**
2.3	Corrosión	De otra manera	Se presenta a corrosión externa en el los tanques de almacenamiento	• Emisiones de Gas L.P., • Fugas de Gas L.P. por tubería en mal estado.	**F4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**C**	**TOLERABLE**	El **grupo considera que las protecciones existentes son suficientes, por lo que no se tienen recomendaciones**

No	Variable	Palabra guía	Desviación	Consecuencias	F	DP	EP	IA	PP	DI	DT	REGIÓN	TIPO	Recomendaciones
2.4	Otro	De otra manera	Se presentan las condiciones para la generación de un 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 moderados al ser humano y su infraestructura.	**F1**	**6**	**6**	**5**	**3**	**5**	**3**	**B**	**ALARP**	**4. Elaborar e implementar el SASISOPA** **5. Presentar el resumen ejecutivo del Estudio de Riesgo, incluyendo los Diagramas de Pétalos al municipio con el fin de que se consideren los potenciales radios de afectación, dentro de su planeación urbana.**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.														
Proyecto: "Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"					Numero de Nodo: 3 Nodo: Toma de suministro de autotanques.									
No	**Variable**	**Palabra guía**	**Desviación**	**Consecuencias**	**F**	**DP**	**EP**	**IA**	**PP**	**DI**	**DT**	**REGIÓN**	**TIPO**	**Recomendaciones**
3.1	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas a los autotanques	• 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.	**F4**	**3**	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.**
3.2	**Flujo**	**No**	No hay Flujo	• No hay alimentación de gas L.P.	**F6**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**
3.3	Presión	Más.	Se presenta mayor presión en las líneas de trasiego de gas.	• Sobrepresión en las líneas de suministro a auto tanques. ◆ Exceso de flujo	**F4**	**3**	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**B**	**ALARP**	**2. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.**
3.4	Corrosión	De otra manera	Se presenta corrosión externa en las líneas de 2" y 3" de diámetro nominal	◆ Posibilidad de fugas en líneas por corrosión.	**F4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**C**	**TOLERABLE**	El **grupo considera que las protecciones existentes son suficientes, por lo que no se tienen recomendaciones**

No	Variable	Palabra guía	Desviación	Consecuencias	F	DP	EP	IA	PP	DI	DT	REGIÓN	TIPO	Recomendaciones
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	• 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.	**F2**	**5**	**3**	**3**	**3**	**3**	**2**	**B**	**ALARP**	**Supervisar que la recepción de semirremolques y descarga de Gas L.P. se lleve conforme a los procedimientos**
3.6	**Otro**	**De otra manera**	Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE en el semirremolque.	◆ Ruptura total del del recipiente. ◆ 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 al remanente de Mezquital. ◆ Potenciales daños moderados al ser humano y su infraestructura que se encuentra al exterior de la planta.	**F2**	**5**	**4**	**4**	**3**	**3**	**3**	**B**	**ALARP**	**3. Supervisar que la recepción de semirremolques y descarga de Gas L.P. se lleve conforme a los procedimientos**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.														
Proyecto: "Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"					Numero de Nodo: 4 Nodo: Toma de suministro de Muelle de Llenado.									
No	**Variable**	**Palabra guía**	**Desviación**	**Consecuencias**	**F**	**D P**	**EP**	**IA**	**PP**	**DI**	**DT**	**REGIÓN**	**TIPO**	**Recomendaciones**
4.1	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas al múltiple de llenado autotanques	◆ 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.	**F4**	**3**	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**B**	**ALARP**	**2. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.**
4.2	**Flujo**	**No**	No hay Flujo	◆ No hay alimentación de gas L.P.	**F6**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**
4.3	**Presión**	**Más.**	Se presenta mayor presión en las líneas de trasiego de gas.	◆ Sobrepresión en las líneas de suministro a auto tanques. ◆ Exceso de flujo	**F6**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**
4.4	Corrosión	**De Otra manera**	Se presenta corrosión externa en las líneas de 2" y 3" de diámetro nominal	◆ Posibilidad de fugas en líneas por corrosión.	**F4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**C**	**TOLERABLE**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**

No	Variable	Palabra guía	Desviación	Consecuencias	F	DP	EP	IA	PP	DI	DT	REGIÓN	TIPO	Recomendaciones
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	◆ 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.	**F2**	**5**	**2**	**3**	**3**	**3**	**2**	**B**	**ALARP**	**3. Supervisar que la recepción de semirremolques y descarga de Gas L.P. se lleve conforme a los procedimientos**

Las matrices resultantes de la aplicación de la metodología y técnicas para la identificación de riesgos para cada uno de los componentes se muestran a continuación.

Potenciales efectos al personal:

17 Anomalías Operativas que podrían derivar potenciales afectaciones en la región ALARP.
5 Anomalías Operativas que podrían derivar en potenciales afectaciones en la región Aceptable

MATRIZ JERARQUIZACION DE RIESGOS AFECTACIONES AL PERSONAL							
		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIAS	F6	1.1; 1.4; 3.2; 4.2; 4.3					
	F5						
	F4	1.5; 2.2; 2.3; 3.4; 4.4		1.2; 1.3; 2.1; 3.1, 3.3; 4.1			
	F3						
	F2					1.6; 1.7; 3.5; 3.6; 4.5;	
	F1						2.4

Potenciales efectos a la población humana.

6 Anomalías Operativas que podrían derivar potenciales afectaciones en la región ALARP.
16 Anomalías Operativas que podrían derivar en potenciales afectaciones en la región Aceptable

MATRIZ JERARQUIZACION DE RIESGOS AFECTACIONES A LA POBLACION							
		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIAS	F6	1.1; 1.4; 3.2; 4.2; 4.3					
	F5						
	F4	1.2; 1.3; 1.5; 2.1; 2.2; 2.3; 3.1; 3.3; 3.4; 4.1; 4.4					
	F3						
	F2		1.6; 3.5; 4.5		1.7; 3.6		
	F1						2.4

Potenciales efectos al ambiente.

11 Anomalías Operativas que podrían derivar potenciales afectaciones en la región ALARP.
11 Anomalías Operativas que podrían derivar en potenciales afectaciones en la región Aceptable

MATRIZ JERARQUIZACION DE RIESGOS AFECTACIONES AL AMBIENTE							
		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIAS	F6	1.1: 1.4; 3.2; 4.2; 4.3					
	F5						
	F4	1.5; 2.2; 2.3; 3.4; 4.4		1.2; 1.3 ; 2.1; 3.1; 3.3; 4.1			
	F3						
	F2			1.6; 3.5; 4.5	1.7; 3.6		
	F1					2.4	

Potenciales efectos a la producción.

5 Anomalías Operativas que podrían derivar potenciales afectaciones en la región ALARP.
17 Anomalías Operativas que podrían derivar en potenciales afectaciones en la región Aceptable

MATRIZ JERARQUIZACION DE RIESGOS AFECTACIONES A LA PRODUCCIÓN							
		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIAS	F6	1.1; 1.4; 3.2; 4.2; 4.3					
	F5						
	F4	1.2; 1.3; 1.5; 2.1; 2.2; 2.3; 3.1; 3.3; 3.4; 4.1; 4.4					
	F3						
	F2			1.6; 1.7; 3.5; 3.6; 4.5			
	F1				2.4		

Potenciales efectos a las instalaciones.

11 Anomalías Operativas que podrían derivar potenciales afectaciones en la región ALARP.
11 Anomalías Operativas que podrían derivar en potenciales afectaciones en la región Aceptable

MATRIZ JERARQUIZACION DE RIESGOS AFECTACIONES A LA INSTALACION							
		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIAS	F6	1.1; 1.4; 3.2; 4.2; 4.3					
	F5						
	F4	1.5; 2.2; 2.3; 3.4; 4.4		1.2; 1.3; 2.1; 3.1; 3.3: 4.1			
	F3						
	F2			1.6; 1.7; 3.5: 3.6; 4.5			
	F1					2.4	

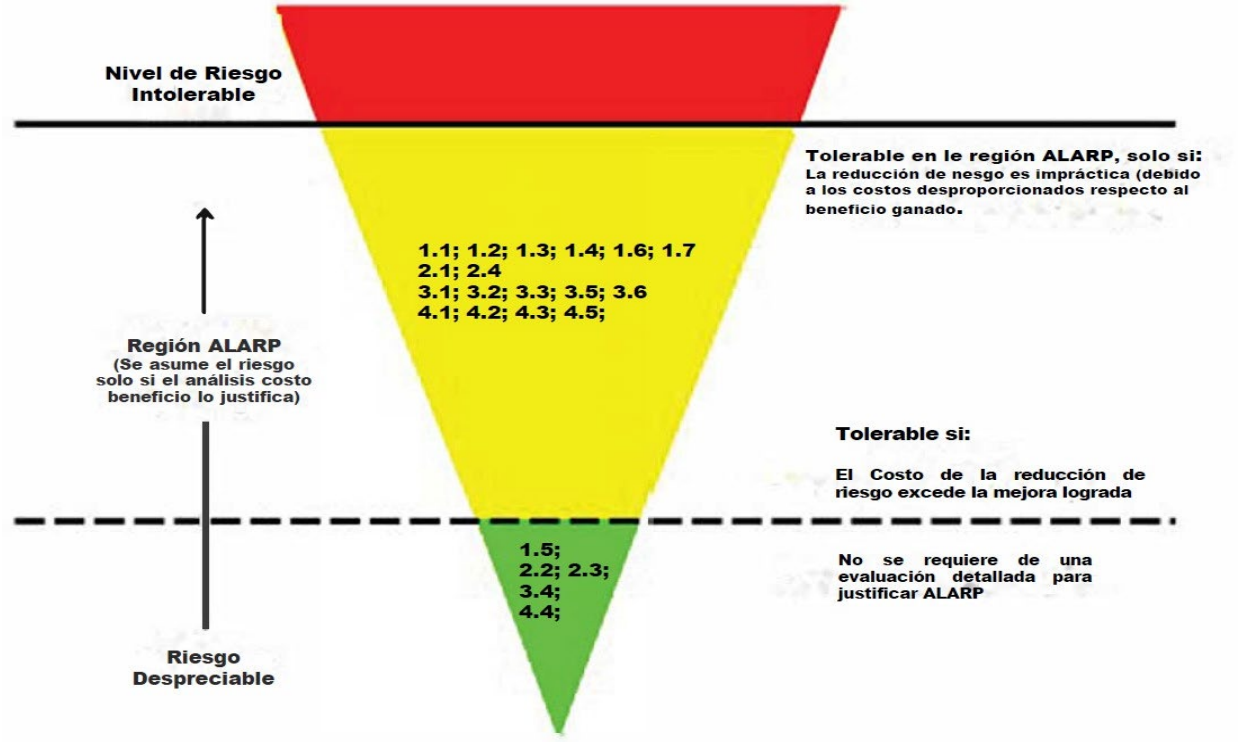
Potenciales efectos a terceros.

5 Anomalías Operativas que podrían derivar potenciales afectaciones en la región ALARP.
17 Anomalías Operativas que podrían derivar en potenciales afectaciones en la región Aceptable

MATRIZ JERARQUIZACION DE RIESGOS AFECTACIONES A TERCEROS							
		CONSECUENCIAS					
		1	2	3	4	5	6
FRECUENCIAS	F6	1.1; 1.4; 3.2; 4.2; 4.3					
	F5						
	F4	1.2; 1.3; 1.5; 2.1; 2.2; 2.3; 3.1; 3.3; 3.4; 4.1; 4.4					
	F3						
	F2		1.6; 3.5; 4.5	1.7; 3.6			
	F1			2.4			

En general, y considerando la severidad de las consecuencias, indistintamente del componente afectado en la fig. siguiente se muestra en que rango se ubican los escenarios de riesgos identificados de acuerdo al principio **ALARP.**

Fig. 38 Resumen de los escenarios de riesgos identificados con base en el principio ALARP, considerando la severidad de las potenciales consecuencias.



Se identificaron **17 Escenario con un índice de Riesgo tipo "B" "ALARP", y 6 Escenarios con un índice "C" "Riesgo TOLERABLE "**

Los escenarios de riesgos que se encuentran en la región **ALARP** corresponden a aquellas condiciones anómalas de operación que se asocian fugas continuas y/o súbitas y masivas de Gas L.P. y su posterior deflagración o inflamación, y que, en caso de encontrar una fuente de ignición derivarían en incendios o formación de nubes explosivas cuyas consecuencias sobre el ser humana van desde menores hasta catastróficas.

Estas desviaciones operativas son ocasionadas por: fallas de equipos, o de sistemas de seguridad, fallas mecánicas de materiales o equipos, golpes por agentes externos.

No obstante, derivado del análisis cualitativo referente a la frecuencia con la se puedan presentar los escenarios identificados y sus potenciales consecuencias sobre el personal, la población, el ambiente y la propia instalación podemos concluir que el desarrollo del proyecto y en caso de presentarse estos escenarios las potenciales consecuencias se tendrán los sistemas y medidas, así como acciones preventivas que disminuirán los efectos sobre los componentes que se verían potencialmente afectados.

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 27. Áreas susceptibles por riesgos de BLEVE con Bola de Fuego

Instalación	Área específica y/o Equipo
Área de Almacenamiento	Tanque 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 28. 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 el tanque 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 del tanque 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 2" y 1 $^{1/4}$" 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

1.6.1 Tipo de riesgo determinado

Se determinó que bajo una operación normal el nivel riesgo para el proyecto se encuentra en la Región ALARP, es decir que tiene un nivel de riesgo moderado y consecuencias menores.

Sin embargo, en el caso de ocurrencia de algunos de los eventos denominados como Más catastróficos, pero Menos Probables, se detectó que la presencia de la infraestructura urbana poder 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.

De acuerdo con la experiencia del grupo interdisciplinario se considera que la probabilidad de ocurrencia de los denominados catastróficos es muy rara, con el objetivo de incrementar la fiabilidad de operación y prevenir eventos que generen consecuencias graves, se han emitido Recomendaciones Técnico Operativos.

1.6.2 Recomendaciones Técnico operativas

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

DE LA RECOMENDACIÓN				RESPONSABLE DE LA ATENCIÓN	FECHA PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
No.	CODIFICACIÓN	DATOS GENERALES SINTESSIS DESCRIPTIVA	INDICE DE RIESGO		
1	ERA-ROEV -2020-RT1	1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	Previo y durante la operación de la Planta
2	ERA-ROEV -2020-RT2	2. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	Durante la operación de la Planta
3	ERA-ROEV -2020-RT3	3. Supervisar que la recepción de semirremolques y descarga de Gas L.P. se lleve conforme a los procedimientos	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	Durante la operación de la Planta
4	ERA-ROEV -2020-RT4	4. Elaborar e implementar el SASISOPA Colocar un sistema detección de fuego.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	30/03/2023
5	ERA-ROEV -2020-RT5	5. Presentar el resumen ejecutivo del Estudio de Riesgo, incluyendo los Diagramas de Pétalos al municipio con el fin de que se consideren los potenciales radios de afectación, dentro de su planeación urbana.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	30/12/2022

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

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 FRACCIÓN DE ENERGÍA CONVERTIDA EN RADIACIÓN TÉRMICA 14
II.1.3.7 EFICIENCIA DE LA EXPLOSIÓN. 15
II.1.4 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN. 16
II.1.4.1 CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS. 17
II.1.5 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DE EVENTOS. 22
II.2 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS E INTERACCIONES. 78
II.2.1. PUNTOS DE INTERÉS MÁS CERCANOS AL PROYECTO 78
II.2.3. PUNTOS DE INTERÉS CON REFERENCIA AL COMPONENTE BIÓTICO. 95
II.2.4 ANÁLISIS DE INTERACCIONES. 99
II.2.5 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS, EFECTOS SOBRE EL SA DELIMITADO 110
II.3 CONCLUSIONES. 149

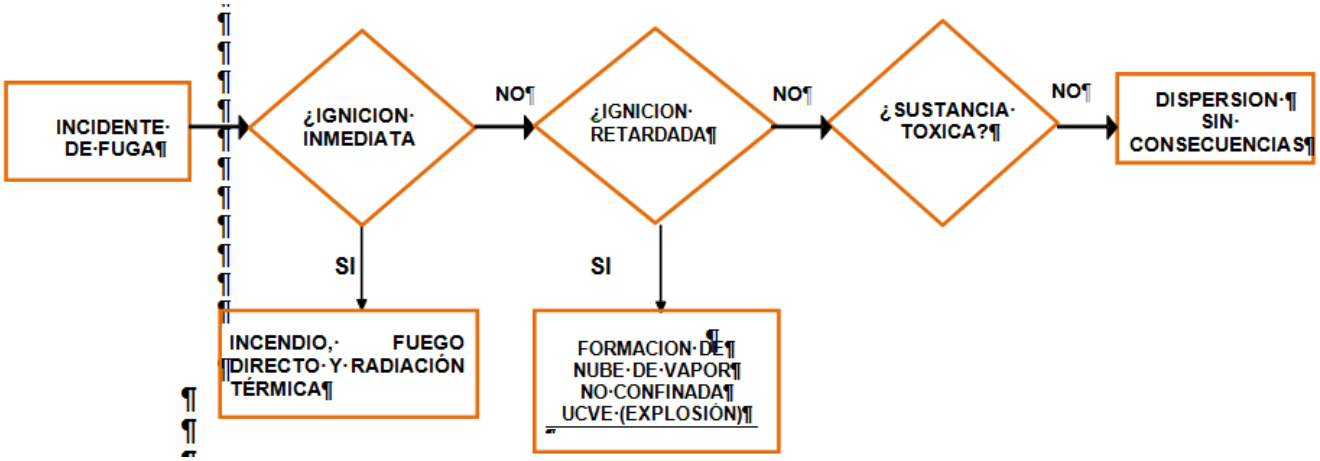
CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

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 construyó 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: **19.89 °C**
Humedad Relativa: **52 %**
Presión Atmosférica: **1013.28 mbar**
Lluvia Acumulada: **0 mm**
Dirección del Viento: **SSW (202.5°)**
Velocidad del Viento: **2.68 m/s**

De acuerdo a lo señalado en la MIA-P presentada para el proyecto.

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 F,** 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.



"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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 y las áreas de recepción y suministro.

Para el caso menos probable pero más catastrófico.

BLEVE en el tanque de almacenamiento.
BLEVE en semirremolque Toma de Recepción
BLEVE en autotanque (pipa) Toma de Suministro.

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:

Capacidad: 181,000.00 Litros de gas L.P. al 100%
Presión de 8.00 kg/cm^2. (Max, presión de operación 17.5 kg/cm^2)

Semirremolque.

Capacidad: 45,000.00 Litros de gas L.P. al 100%
Presión de 10.00 kg/cm^2. (Max, presión de operación 17.5 kg/cm^2)

Autotanque (Pipa).

Capacidad: 27,000.00 Litros de gas L.P. al 100%
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: 10.00 kg/cm^2;
Flujo Máximo: 565 L.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: 3.40 kg/cm^2;
Flujo Máximo de la Bomba: 490 L.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: 3.40 kg/cm^2;
Flujo Máximo de la Bomba: 490 L.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; **181,000.00 (Ciento ochenta y un mil)** litros X 0.9 = **162,900.00 (Ciento sesenta y dos mil novecientos) litros**; la densidad del Gas L.P. es de 0.54 kg/litro = **87,966.00 (Ochenta y siete mil novecientos sesenta y seis) kg**, que serán considerados para analizar los efectos de un **BLEVE.**

Semirremolques:

Para el análisis del **BLEVE** se consideró que un semirremolque de **45,000.00 (Cuarenta y cinco mil) Litros**, y que al momento de ocurrencia se encuentra al **90%** de la capacidad total, es decir; 45,000.00 litros X 0.9 = **40,500.00 (Cuarenta mil quinientos**) litros; la densidad del Gas L.P. es de 0.54 kg/litro = **21,870.00 (Veintiún mil ochocientos setenta) kg;** que serán considerados para analizar los efectos de un **BLEVE**.

Autotanques.

Para el análisis del **BLEVE** se consideró que un autotanque de **27,000.00 (Veintisiete mil) Litros**, y que al momento de ocurrencia se encuentra al **90%** de la capacidad total, es decir; 27,000.00

litros X 0.9 = **24,300.00 (Veinticuatro mil trescientos)** litros; la densidad del Gas L.P. es de 0.54 kg/litro = **13,122.00 (Trece mil cientos veintidós) kg;** que 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.
Compresor	1	10.00	565.00
Bomba I	3	3.40	490.00
Bomba II	4	3.40	490.00

II.1.3.6 Fracción de energía convertida 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 (AlChE, 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 cloro etileno)	**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.1.4.1 Construcción de Escenarios.

Tabla 10 Relación de escenarios a simular:

Referencia en HazOp.	Escenario de riesgo	TIPO	
1.1.; 2.1; 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 Catastrofico**
1.6; 1.7 2.4 3.5; 3.6 4.5	◆ Ruptura de las tuberías de 2", 3" Y 4" de diámetro nominal ◆ BLEVE, se presentan las condiciones para que ocurra este fenómeno.	**C**	**Menos Probable más catastrófico**

Construcción de Escenarios de Riesgo.

Esc. 1	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 0.1428 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 85.69 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. 2	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 0.32094 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 192.564 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. 3	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. línea de 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 (0.0508 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 565 LPM equivalente a 5.085 Kg/s,** se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1069.80 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. 4	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 8.0235 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 2407.05 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. 5	Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: BLEVE en el semirremolque.
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.7	
Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de recepción de los semirremolques, el Gas L.P. liberado encuentra de forma inmediata una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los recipientes de los semirremolques; fallan las alarmas y el paro de emergencia, el incendio no es controlado dándose condiciones para un sobrecalentamiento del autotanque, la válvula de desfogue (seguridad) libera gas pero es insuficiente y con rapidez se incrementa la presión al interior del autotanque, 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 recipiente y despresurización súbita del mismo, liberando 40,500.00 litros de Gas L.P que equivalen a 21,870 kg de Gas L.P. el fenómeno final es el **BLEVE.** Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.	

Esc. 6 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 162,900.00 Lts de Gas L.P que equivalen a 87,966.00 Kg, el fenómeno final es el BLEVE. Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.

Esc. 7 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 3.40 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.048560 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 29.136 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. 8 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 3.40 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.10912 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 65.472 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. 9 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 3.40 kg/cm^2 y tasa de descarga de 1.21245 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 363.74 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. 10 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 3.40 kg/cm^2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 4.410018 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 1323.0054 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. 11 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: BLEVE en el semirremolque.
Referencia HazOp: Nodo 3: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 3.6
Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de toma de suministro de autotanques, el Gas L.P. liberado encuentra de forma inmediata una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie del recipiente del autotanque; fallan las alarmas y el paro de emergencia, el incendio no es controlado dándose condiciones para un sobrecalentamiento del recipiente, la válvula de desfogue (seguridad) libera gas pero la tasa de descarga es insuficiente y con rapidez se incrementa la presión al interior del recipiente; 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 recipiente y despresurización súbita del mismo, liberando 24,300.00 litros de Gas L.P que equivalen a 13,122 kg de Gas L.P. el fenómeno final es el **BLEVE.** Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.

Esc. 12 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 3.40 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.04849 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 26.9094 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. 13 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 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 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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.10912 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 65.472 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. 14 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 3.40 kg/cm^2 y tasa de descarga de 1.21245 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 363.74 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. 15 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 3.40 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 4.410018 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 1323.0054 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.

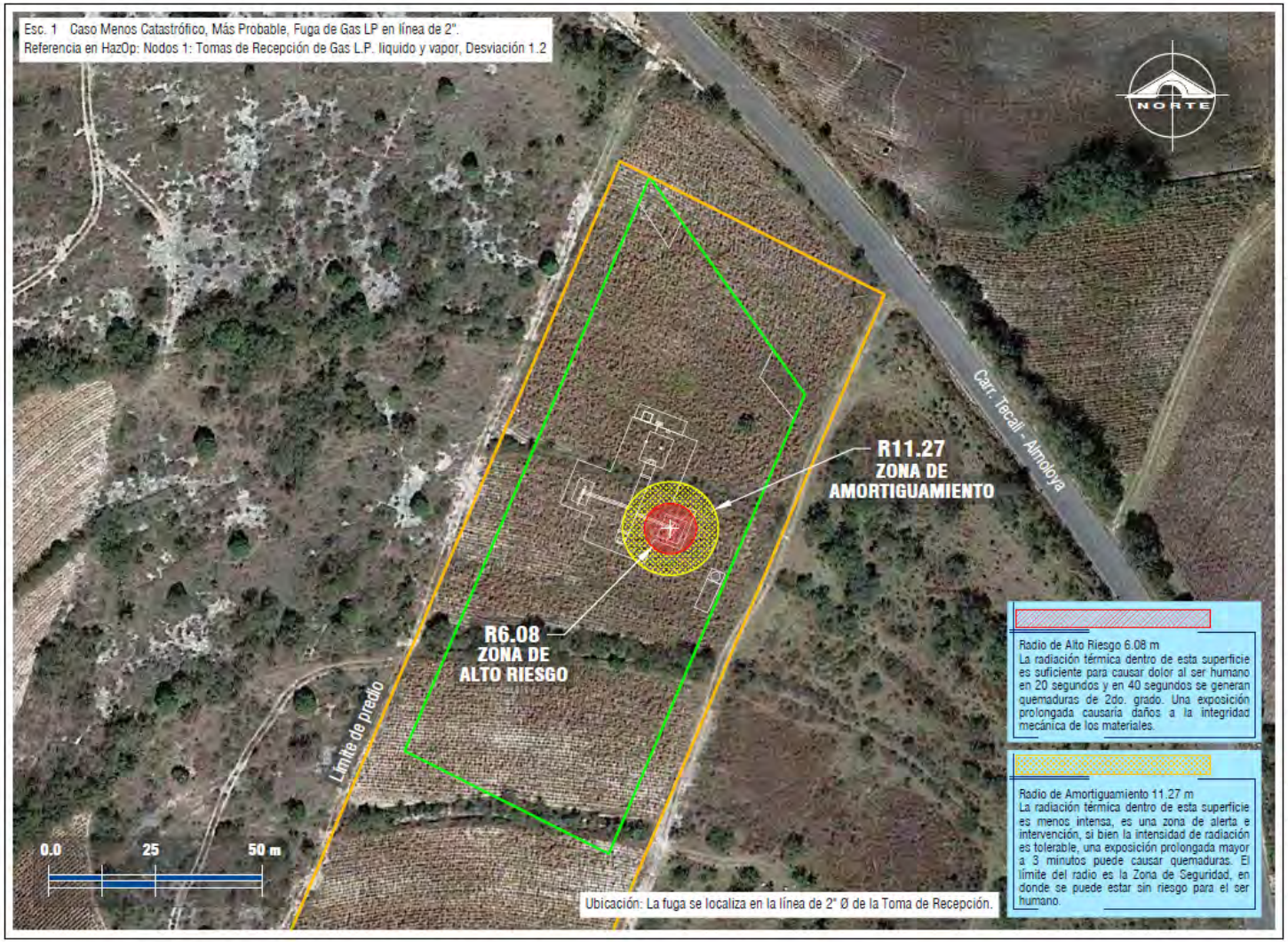
La memorias de simulaciones y Diagramas de Pétalos de los Escenarios Simulados se encuentran en el Anexo 5.

Esc. 1	**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 0.1428 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 85.69 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 en accesorios, accesorios, instrumentación e interconexiones, soldaduras deficientes, corrosión severa.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
0.1428 kg/s	**600 seg (10 minutos)**	**85.69 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	6.88 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	11.27 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	52.37 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	89.12 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

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

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

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridiscion de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda





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 0.1428 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 85.69 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:

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	6.08
	AMORTIGUAMIENTO	11.27

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

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

Plano N°: E-1JF

Rev.: –

GIPESA

Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.

Dibujo: GCR

Escala: Indicada

Acotación: Metros

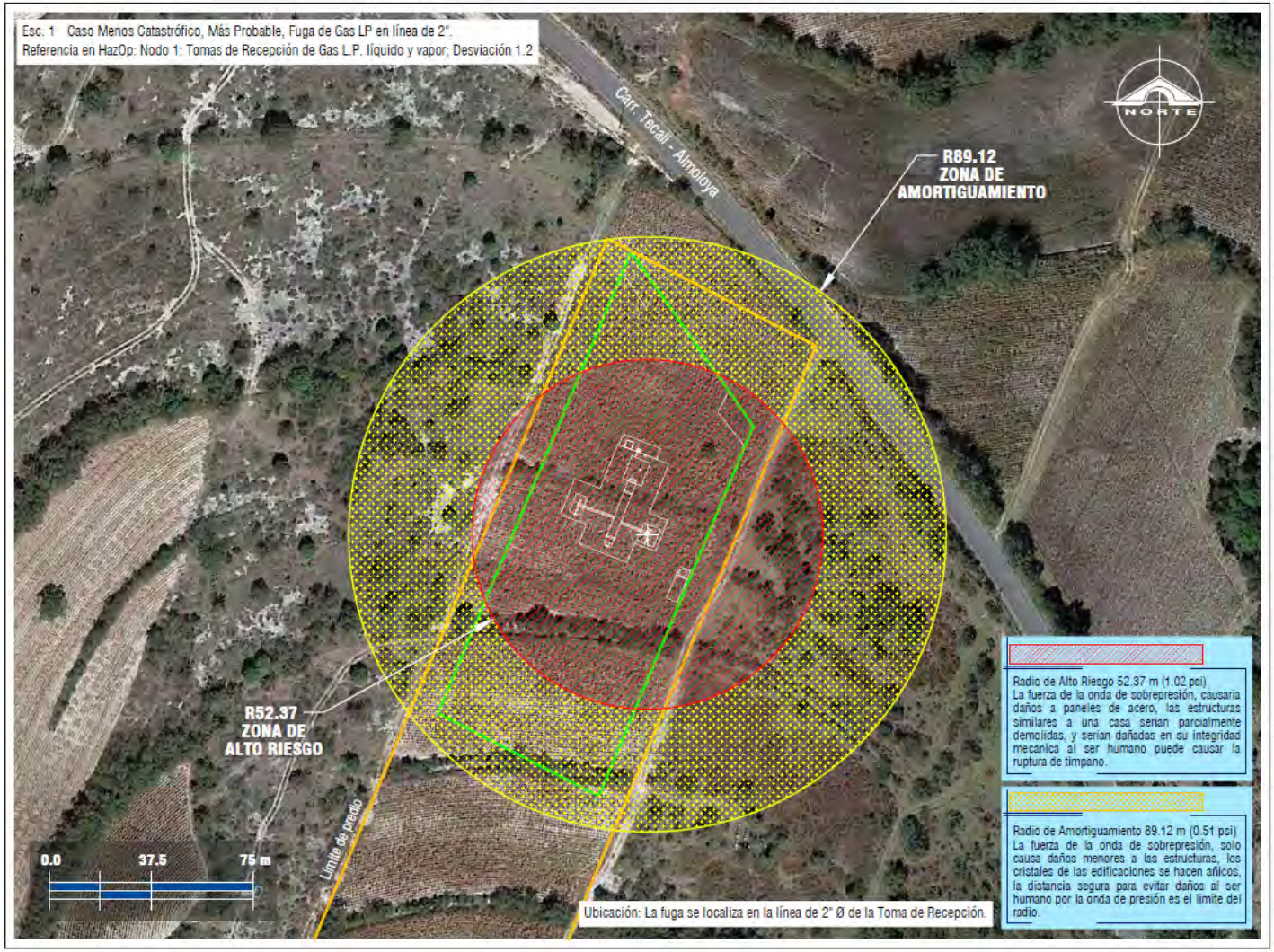
Fecha: Febrero 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 1 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:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridiscion de Tecali de Herrera, Puebla.	REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda





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 tuberia de 2" de Ø, es decir de 0.4" de Ø (0.01016 m), a una presión de 10 kg/cm^2 y taza de descarga de 0.1428 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 85.69 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 POR ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	52.37
	AMORTIGUAMIENTO	89.12

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PETALO

Título del Plano: ESCENARIO 1 SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO MENOS CATASTROFICO, MAS PROBABLE

Plano N°: E-1SP

Rev.: —

GIPESA

Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.

Dibujo: GCR

Escala: Indicada

Acotación: Metros

Fecha: Febrero 2022

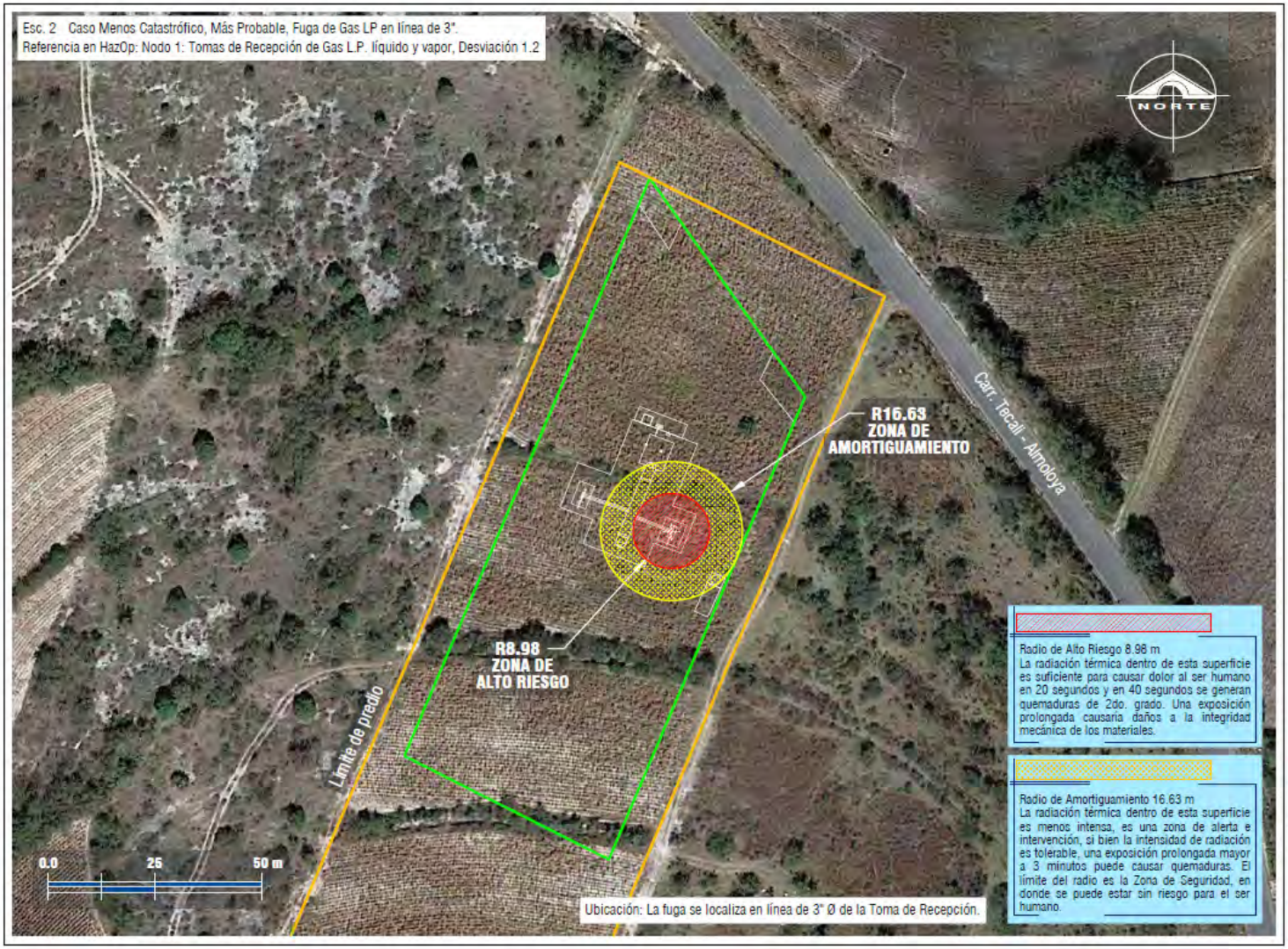
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 2 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/cm2 y tasa de descarga de 0.32094 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 192.564 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 en accesorios, instrumentación e interconexiones, soldaduras deficientes, corrosión severa		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
0.32094 kg/s	**600 seg (10 minutos)**	**192.64 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	8.98 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	16.63 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	68.59 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	116.73 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 2 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:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda





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/cm^2 y tasa de descarga de 0.32094 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 192.564 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:

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)

RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TERMICA

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	8.98
	AMORTIGUAMIENTO	16.63

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

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

Plano N°: E-2JF

Rev.: —

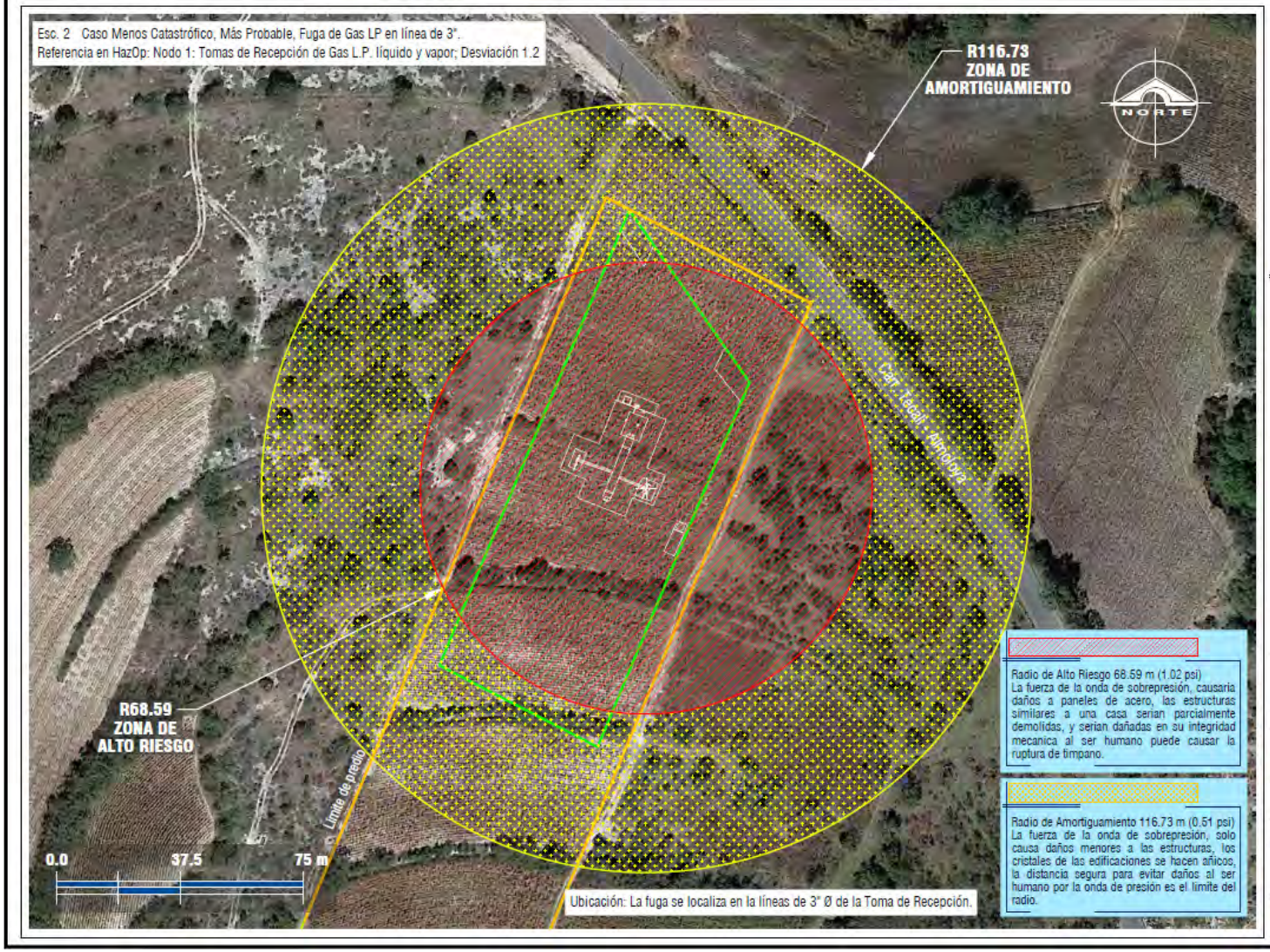
GIPESA — Elaboró: Ing. José Alberto Conde R. — Dibujo: GCR — Escala: Indicada — Acotación: Metros — Fecha: Febrero 2022

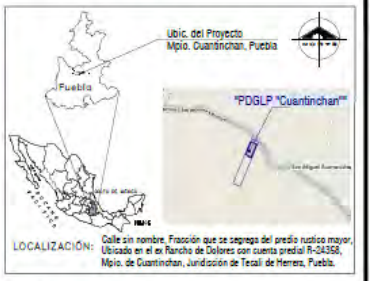
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda





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 0.32094 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 192.564 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 POR ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	68.59
	AMORTIGUAMIENTO	116.73

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 2 SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO MENOS CATASTROFICO, MAS PROBABLE

Plano N°: E-2SP

Rev.: —

GIPESA

Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.

Dibujo: GCR

Escala: Indicada

Acotación: Metros

Fecha: Febrero 2022

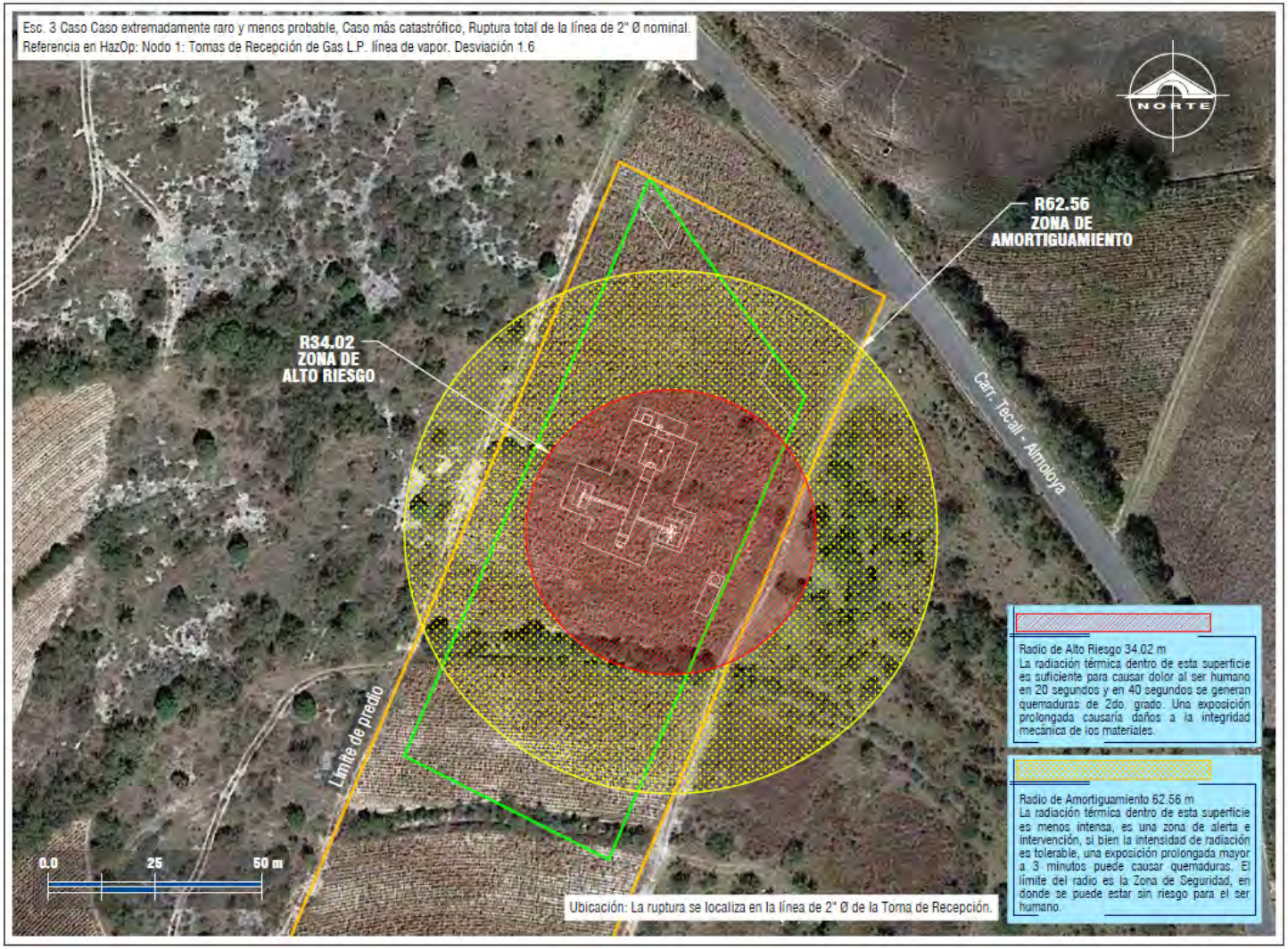
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

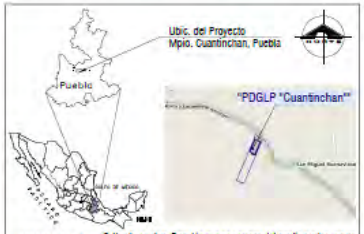
Esc. 3 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 2" Ø nominal.		
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. línea de vapor; Desviación 1.6		
Suposición: Se presenta la acción de un agente externo, como un golpe accidental o sabotaje, que causa la ruptura total de la línea de 2" Ø nominal (0.0508 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 565 LPM equivalente a 5.085 Kg/s,** se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 1069.80 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: Golpe Externo, Ruptura/desprendimiento de manguera.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
5.085 kg/s	**600 seg (10 minutos)**	**1069.80 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	34.02 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	62.56 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	143.27 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	243.84 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 3 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. Linea de vapor; Desviación 1.6

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda





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 (0.0508 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 1069.80 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:

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)

RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	34.02
	AMORTIGUAMIENTO	62.56

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

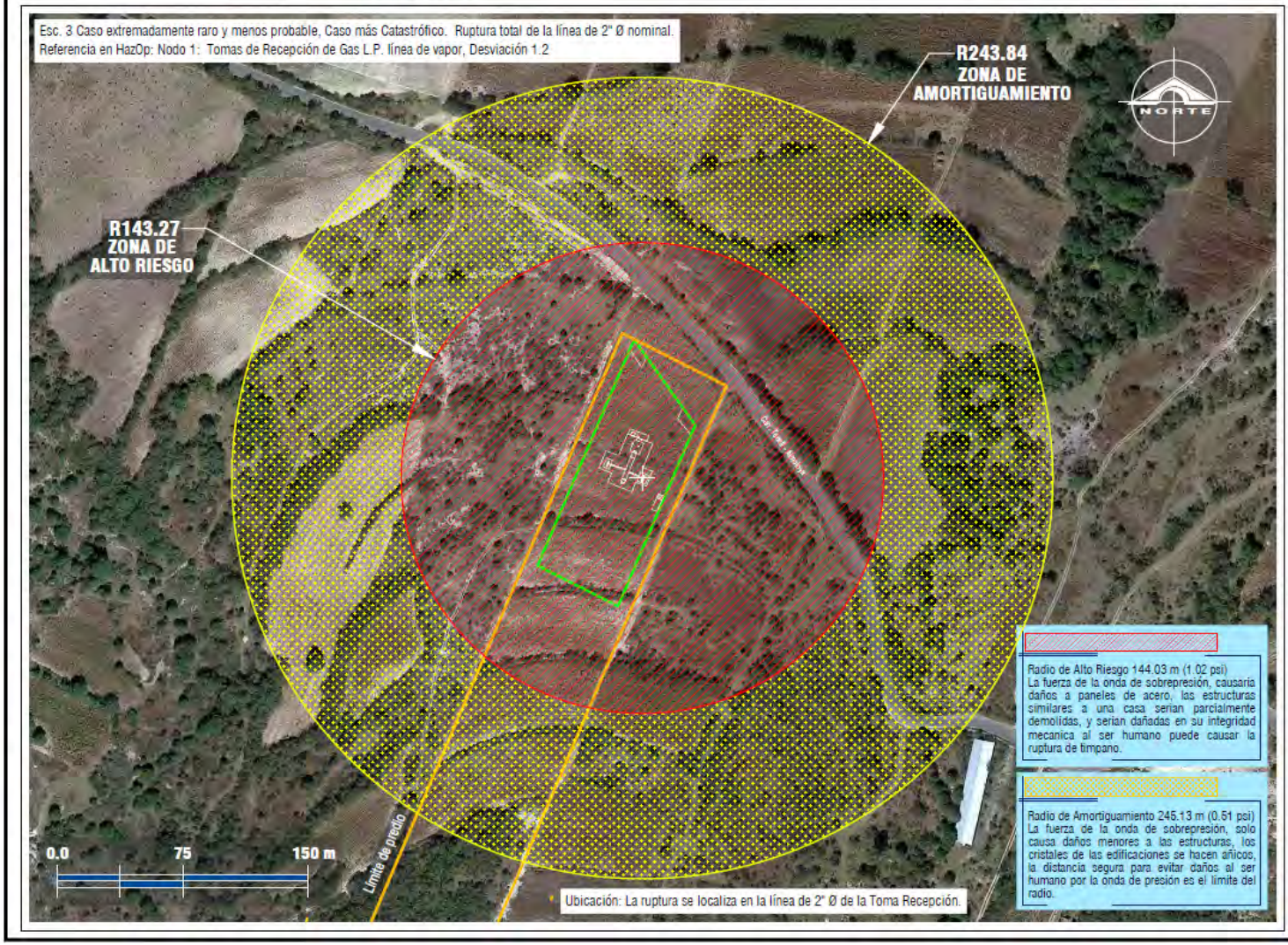
Título del Plano: ESCENARIO 3 JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE CASO MÁS CATASTRÓFICO	Plano N°: E-3JF
	Rev.: --
GIPESA Proyectos Energéticos — Elaboró: Ing. José Alberto Conde R. — Dibujo: GCR	
Escala: Indicada — Acotación: Metros	Fecha: Febrero 2022

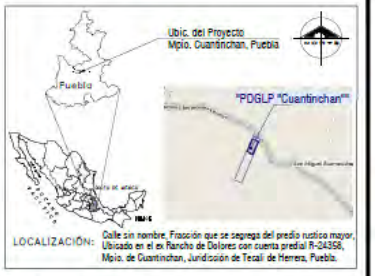
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 3 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:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecalí de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda





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 (0.0508 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 1069.80 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 POR ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	144.03
	AMORTIGUAMIENTO	245.13

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 3 SOBREPRESION (NUBE EXPLOSIVA) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, CASO MÁS CATASTRÓFICO

Plano N°: E-3SP

Rev.: --

GIPESA — Elaboró: Ing. José Alberto Conde R. — Dibujo: GCR

Escala: Indicada — Acotación: Metros — Fecha: Febrero 2022

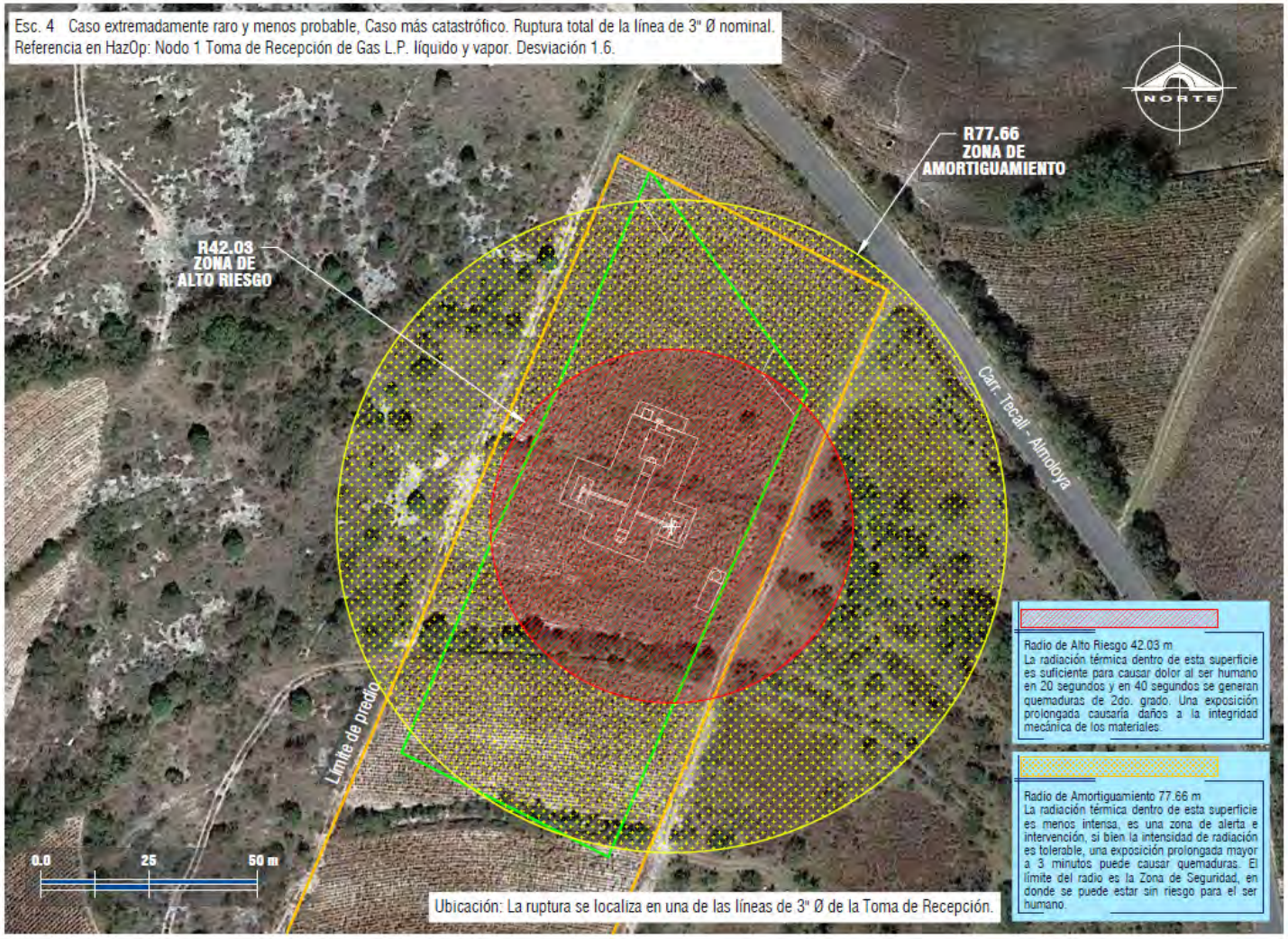
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 4	**Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal. Línea de Líquido**	
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 8.0235 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo; la fuga dura cinco minutos, descargando 2407.05 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: Golpe Externo, Ruptura/desprendimiento de manguera.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
8.0235 kg/s	**300 seg (5 minutos)**	**2407.05 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	42.03 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	77.66 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. 4 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal. Línea de Líquido . 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:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO:	222 891 5791	DOMICILIO:	Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecalí de Herrera, Puebla.
		REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda





ESCENARIO 4

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 subita y masiva Gas L.P. a una presión de 10.00 kg/cm^2, y una tasa de descarga de 8.0235 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 2407.06 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:

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TERMICA

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	42.03
	AMORTIGUAMIENTO	77.66

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 4 JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, MÁS CATASTRÓFICO

Plano N°: E-4JF
Rev.: —
Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.
Dibujo: GCR
Escala: Indicada
Acotación: Metros
Fecha: Febrero 2022

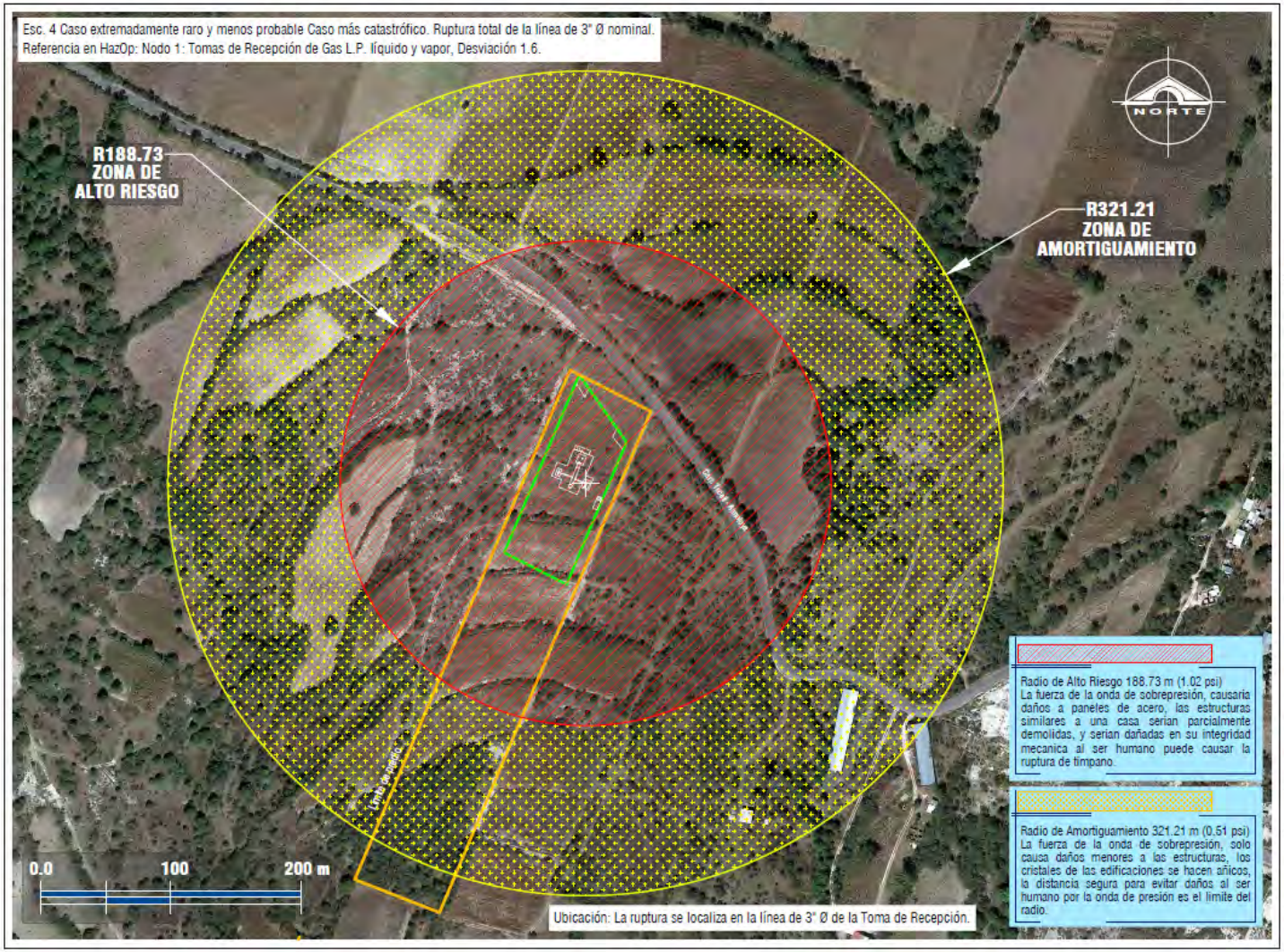
GIPESA

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 4 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal. Linea de Líquido . Radios de Afectación por Sobrepresión

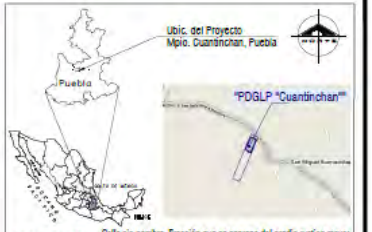
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.6

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda



Radio de Alto Riesgo 188.73 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 321.21 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 limite del radio.



ESCENARIO 4

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 8.0235 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 2407.05 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 POR ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	188.73
	AMORTIGUAMIENTO	321.21

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 3 SOBREPRESION (NUBE EXPLOSIVA) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, CASO MÁS CATASTRÓFICO

Plano Nº: E-3SP

Rev.: —

GIPESA

Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.

Dibujó: GICR

Escala: Indicada

Acotación: Metros

Fecha: Febrero 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 5 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: BLEVE en el semirremolque .			
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.7			
Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de recepción de los semirremolques, el Gas L.P. liberado encuentra de forma inmediata una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los recipientes de los semirremolques; fallan las alarmas y el paro de emergencia, el incendio no es controlado dándose condiciones para un sobrecalentamiento del autotanque, la válvula de desfogue (seguridad) libera gas pero es insuficiente y con rapidez se incrementa la presión al interior del autotanque, 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 recipiente y despresurización súbita del mismo, liberando **40,500.00** litros de Gas L.P que equivalen a **21,870 kg** de Gas L.P. el fenómeno final es el **BLEVE.** Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.			
Ubicación: La ruptura se presenta en el recipiente del semirremolque.			
Causas probables: Combinación de eventos, calentamiento del tanque, sobrepresión, falla de materiales.			
Consideraciones • Temperatura ambiente: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**		Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**	
RESULTADOS:			
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**		**Cantidad Descargada**
N/A	**Inmediata, se presenta una despresurización súbita.**		**21,870 kg**
Características de la Bola de Fuego.			
Diámetro Máximo		162.20 m	
Altura al centro de la Bola de Fuego		121.65 m	
Duración de la Bola de Fuego.		12.6 s	
Radiación Térmica			
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)		542.19 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)		1011.14 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		588.17 m	
Zona 2: Nivel de daño significativo Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda. Radiación: 9.08 kW/m^2		389.26 m	
Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio. Radiación: 15.26 kW/m2		293.83 m	
Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio. Radiación: 43.17 kW/m2		150.32 m	

.

Esc. 5 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Se presenta un BLEVE en el recipientes del semirremolque. Diámetro de la Bola de Fuego

Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.7

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.	REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda





LOCALIZACIÓN: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.

ESCENARIO 5

Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de recepción de los semirremolques, el Gas L.P. liberado encuentra de forma inmediata una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los recipientes de los semirremolques; fallan las alarmas y el paro de emergencia, el incendio no es controlado dándose condiciones para un sobrecalentamiento del autotanque, la válvula de desfogue (seguridad) libera gas pero es insuficiente y con rapidez se incrementa la presión al interior del autotanque, 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 recipiente y despresurización súbita del mismo, liberando 40,500.00 litros de Gas L.P que equivalen a 21,870 kg de Gas L.P. el fenómeno final es el BLEVE.

SIMULACIÓN: BLEVE EN SEMIRREMOLQUE
RADIO DE AFECTACIÓN POR BOLA DE FUEGO

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		Radio (m)
	BOLA DE FUEGO	81.10

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 5 BOLA DE FUEGO CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, CASO MÁS CATASTRÓFICO — Plano Nº: E-5BF — Rev.: —

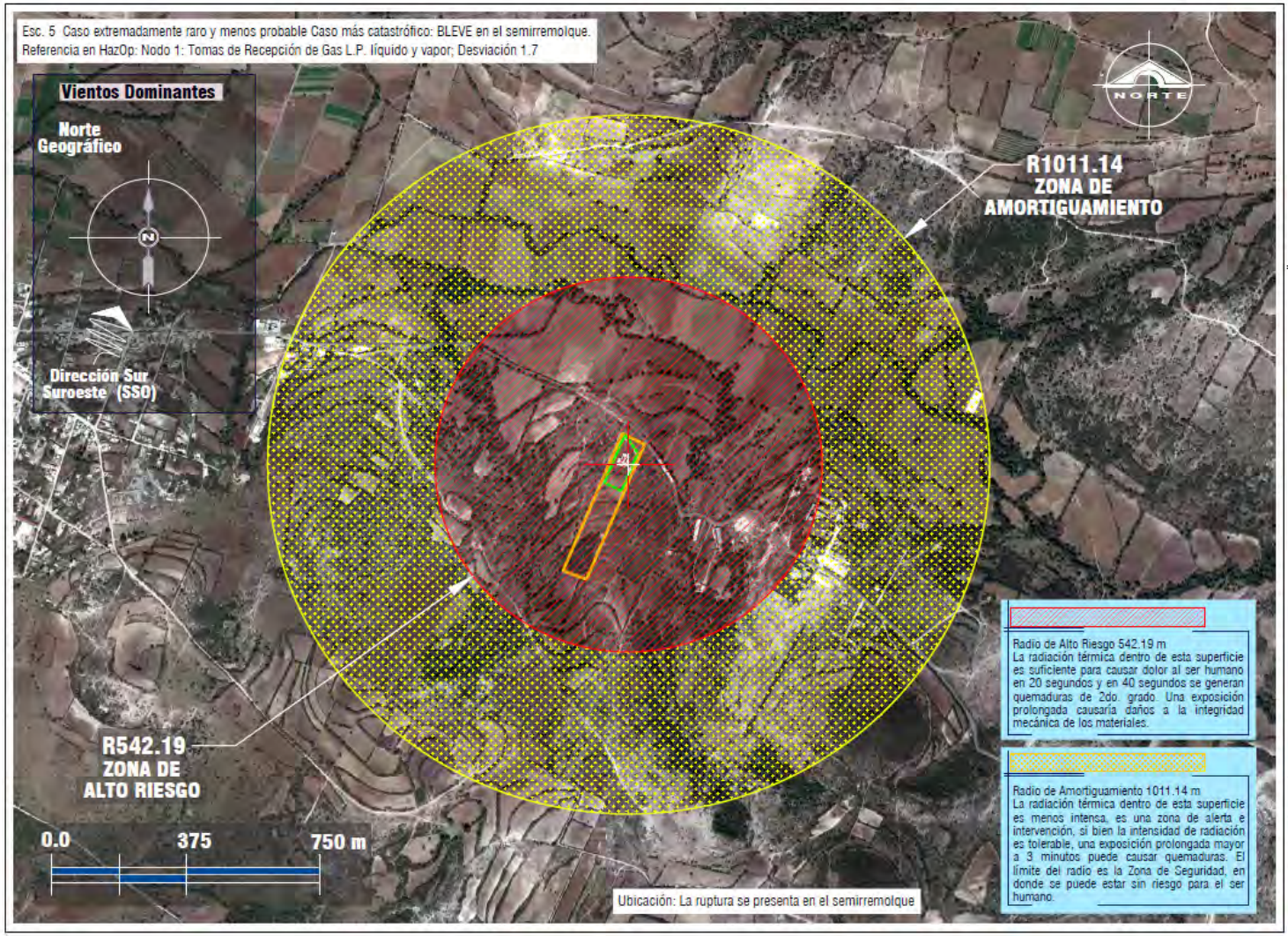
GIPESA — Elaboró: Ing. José Alberto Conde R. — Dibujo: GCR — Escala: Indicada — Acotación: Metros — Fecha: Febrero 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 5 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: BLEVE en el recipientes del semirremolque. Radios de afectación por Radiación Térmica

Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.7

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.	FECHA:	Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO:	222 891 5791	DOMICILIO:	Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.
REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda		



Radio de Alto Riesgo 542.19 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 1011.14 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: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.

ESCENARIO 5

Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de recepción de los semirremolques, el Gas L.P. liberado encuentra de forma inmediata una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los recipientes de los semirremolques; fallan las alarmas y el paro de emergencia, el incendio no es controlado dandose condiciones para un sobrecalentamiento del autotanque, la válvula de desfogue (seguridad) libera gas pero es insuficiente y con rapidez se incrementa la presión al interior del autotanque, 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 recipiente y despresurización súbita del mismo, liberando 40,500.00 litros de Gas LP que equivalen a 21,870 kg de Gas L.P. el fenomeno final es el BLEVE.

Se evalua efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica:

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	542.19
	AMORTIGUAMIENTO	1011.14

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE. CASO MAS CATASTRÓFICO
Se presenta un BLEVE en el semirremolque

Plano N°: E-5BV-s
Rev.: —

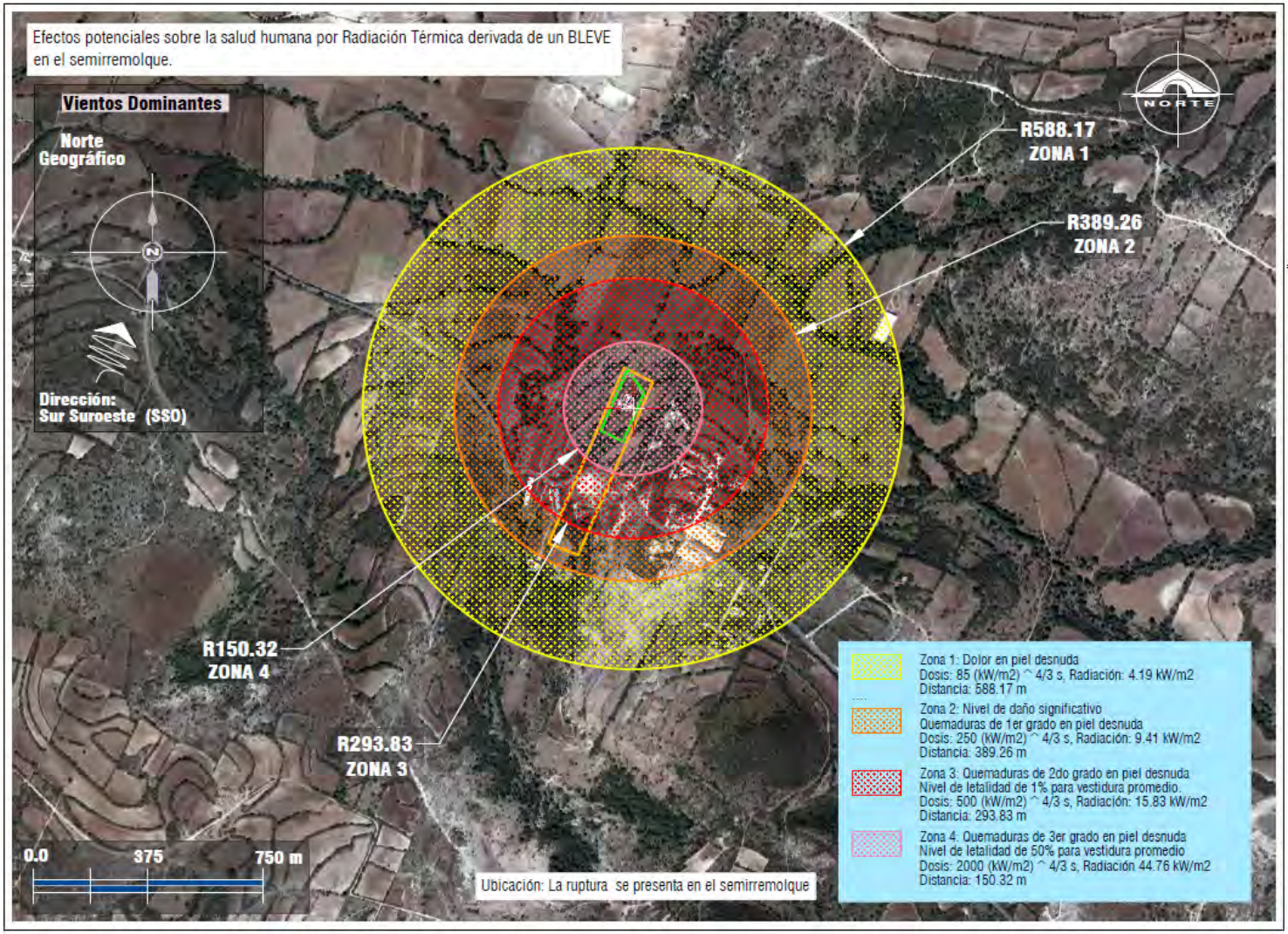
GIPESA | Elaboró: Ing. José Alberto Conde R. | Dibujo: GCR | Escala: Indicada | Acotación: Metros | Fecha: Febrero 2022

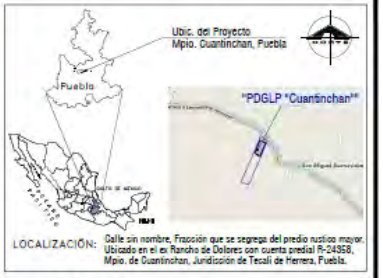
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 5 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: BLEVE en el recipientes del semirremolque Radios de afectación a la Salud Humana por Radiación Térmica

Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.7

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24368, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.	REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda





ESCENARIO 5

Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de recepción de los semirremolques, el Gas L.P. liberado encuentra de forma inmediata una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los recipientes de los semirremolques; fallan las alarmas y el paro de emergencia, el incendio no es controlado dándose condiciones para un sobrecalentamiento del autotanque, la válvula de desfogue (seguridad) libera gas pero es insuficiente y con rapidez se incrementa la presión al interior del autotanque, 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 recipiente y despresurización súbita del mismo, liberando 40,500.00 litros de Gas L.P que equivalen a 21,870 kg de Gas L.P. el fenómeno final es el BLEVE.

Se evalua efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica:

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	542.19
	AMORTIGUAMIENTO	1011.14

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: Efectos potenciales sobre la Salud Humana por Radiación Térmica derivada de un BLEVE en el Semirremolque

Plano N°: E-5EPSH

Rev.: –

GIPESA — Elaboró: Ing. José Alberto Conde R. — Dibujo: GCR

Escala: Indicada — Acotación: Metros — Fecha: Febrero 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 6 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 162,900.00 Lts de Gas L.P que equivalen a 87,966.00 Kg, el fenómeno final 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: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
N/A	**Inmediata, se presenta una despresurización súbita.**	**87,966.00 kg**
Características de la Bola de Fuego.		
Diámetro Máximo	257.95 m	
Altura al centro de la Bola de Fuego	193.46 m	
Duración de la Bola de Fuego.	17.3 s	
Radiación Térmica		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	844.47 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	1575.90 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	1032.45 m	
Zona 2: Nivel de daño significativo Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda. Radiación: 9.08 kW/m^2	686.50 m	
Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio. Radiación: 15.26 kW/m2	521.44 m	
Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio. Radiación: 43.17 kW/m2	277.39 m	

Esc-6 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: 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:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda





ESCENARIO 6

Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de recepción de los semirremolques, el Gas L.P. liberado encuentra de forma inmediata una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los recipientes de los semirremolques; fallan las alarmas y el paro de emergencia, el incendio no es controlado dándose condiciones para un sobrecalentamiento del autotanque, la válvula de desfogue (seguridad) libera gas pero es insuficiente y con rapidez se incrementa la presión al interior del autotanque, 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 recipiente y despresurización súbita del mismo, liberando 40,500.00 litros de Gas L.P que equivalen a 21,870 kg de Gas L.P. el fenómeno final es el BLEVE.

SIMULACIÓN: BLEVE EN TANQUE DE ALMACENAMIENTO
RADIO DE AFECTACIÓN POR BOLA DE FUEGO

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		Radio (m)
	BOLA DE FUEGO	128.98

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 6 BOLA DE FUEGO CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, CASO MÁS CATASTRÓFICO

Plano N°: E-6BF

Rev.: –

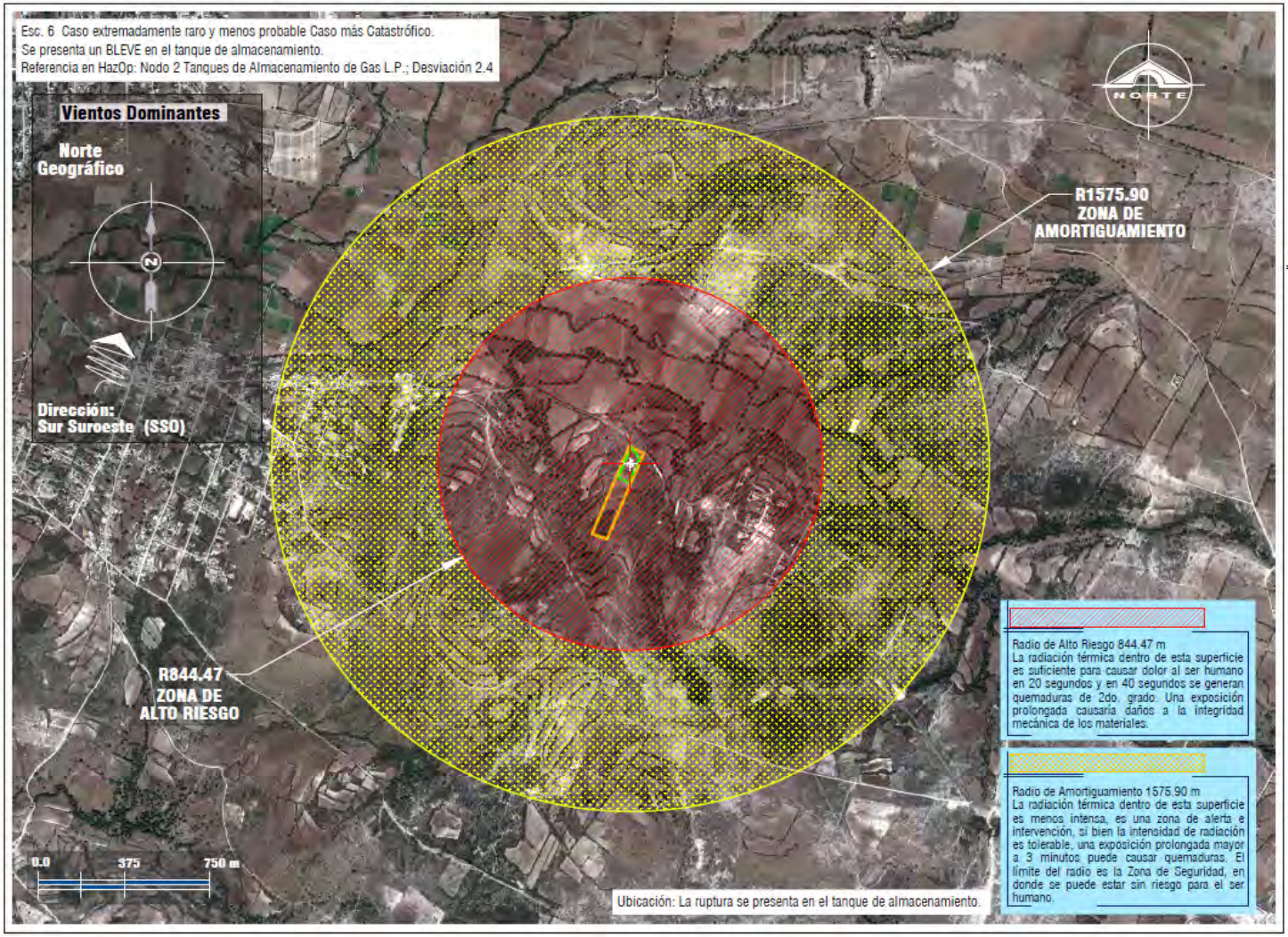
GIPESA — Elaboró: Ing. José Alberto Conde R. — Dibujo: GCR — Escala: Indicada — Acotación: Metros — Fecha: Febrero 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 6 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:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24368, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda

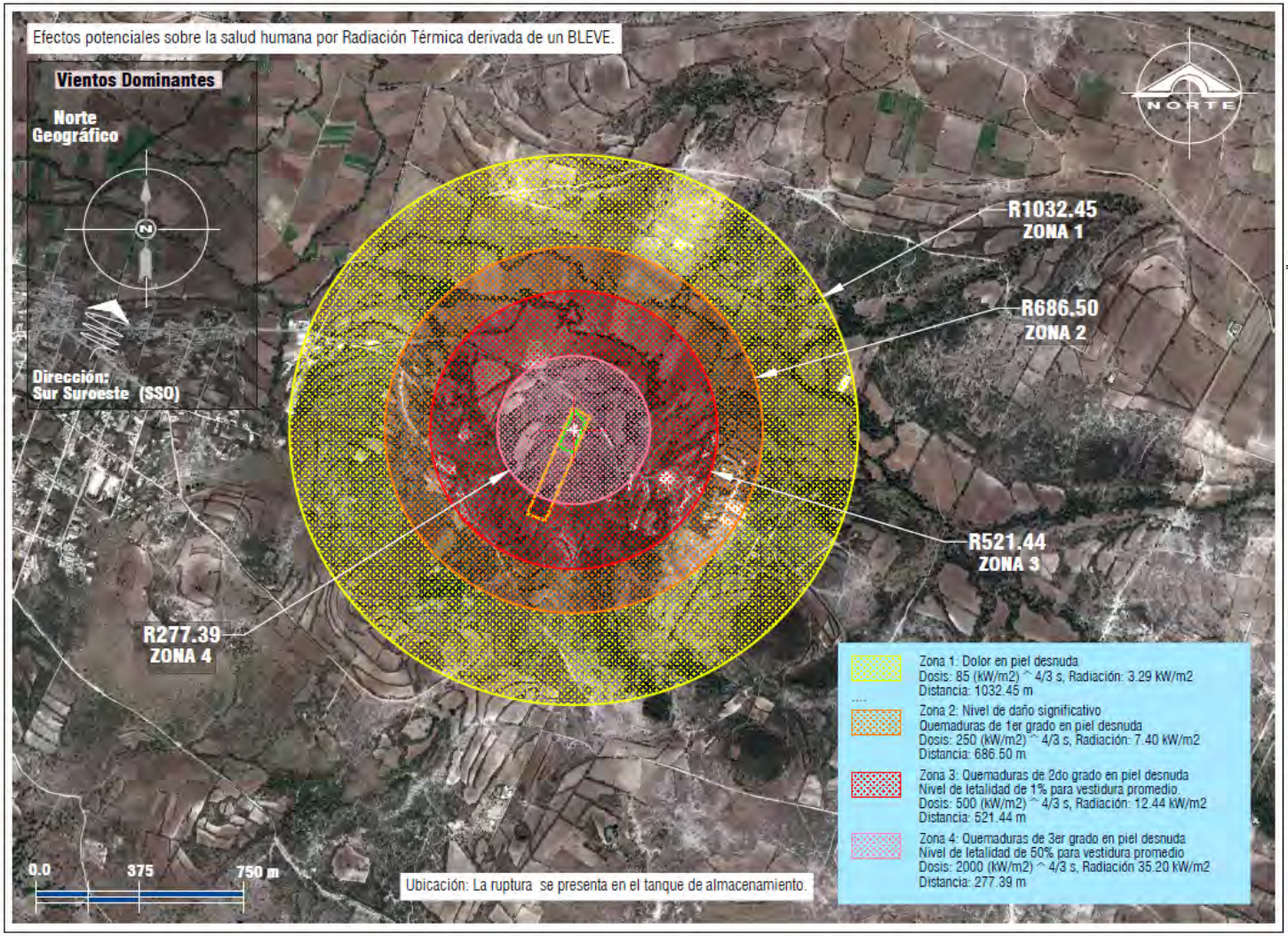


"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 6 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: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.			FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24368, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda



"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 7	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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.048560 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 29.136 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, apriete deficiente en accesorios, accesorios, instrumentación e interconexiones, soldaduras deficientes, corrosión severa .

Consideraciones	
• Temperatura ambiente: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**

RESULTADOS:

Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
0.04856 kg/s	**600 seg (10 minutos)**	**29.136 kg**

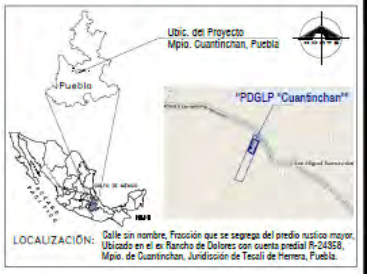
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)	
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	3.54 m
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	6.68 m
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)	
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	36.55 m
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	62.20 m
Exposición por toxicidad	No se presenta.

Esc. 7 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 Radios Potenciales de Afectación por Radiación Térmica.

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.1..

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda





ESCENARIO 7

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 3.40 kg/cm² y tasa de descarga de 0.048560 kg/seg. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 29.136 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:

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)
RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	3.54
	AMORTIGUAMIENTO	6.68

Autorizó: C. José Luis Rodríguez Castañeda, Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 7 JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO MENOS CATASTROFICO, MAS PROBABLE

Plano N°: E-7JF

Rev.: –

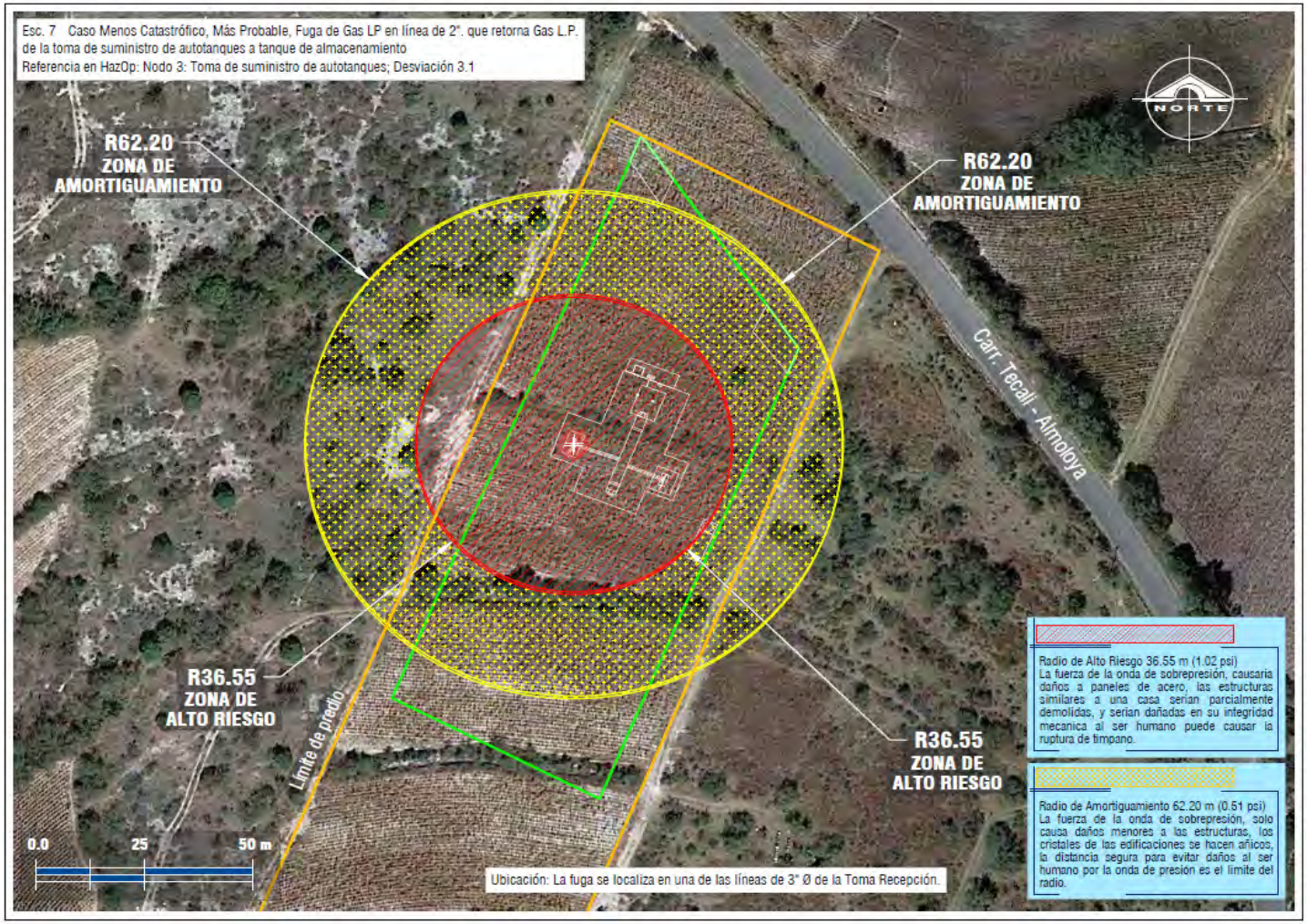
GIPESA — Elaboró: Ing. José Alberto Conde R. — Dibujo: GCR — Escala: Indicada — Acotación: Metros — Fecha: Febrero 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 7 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 . 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:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.	REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda



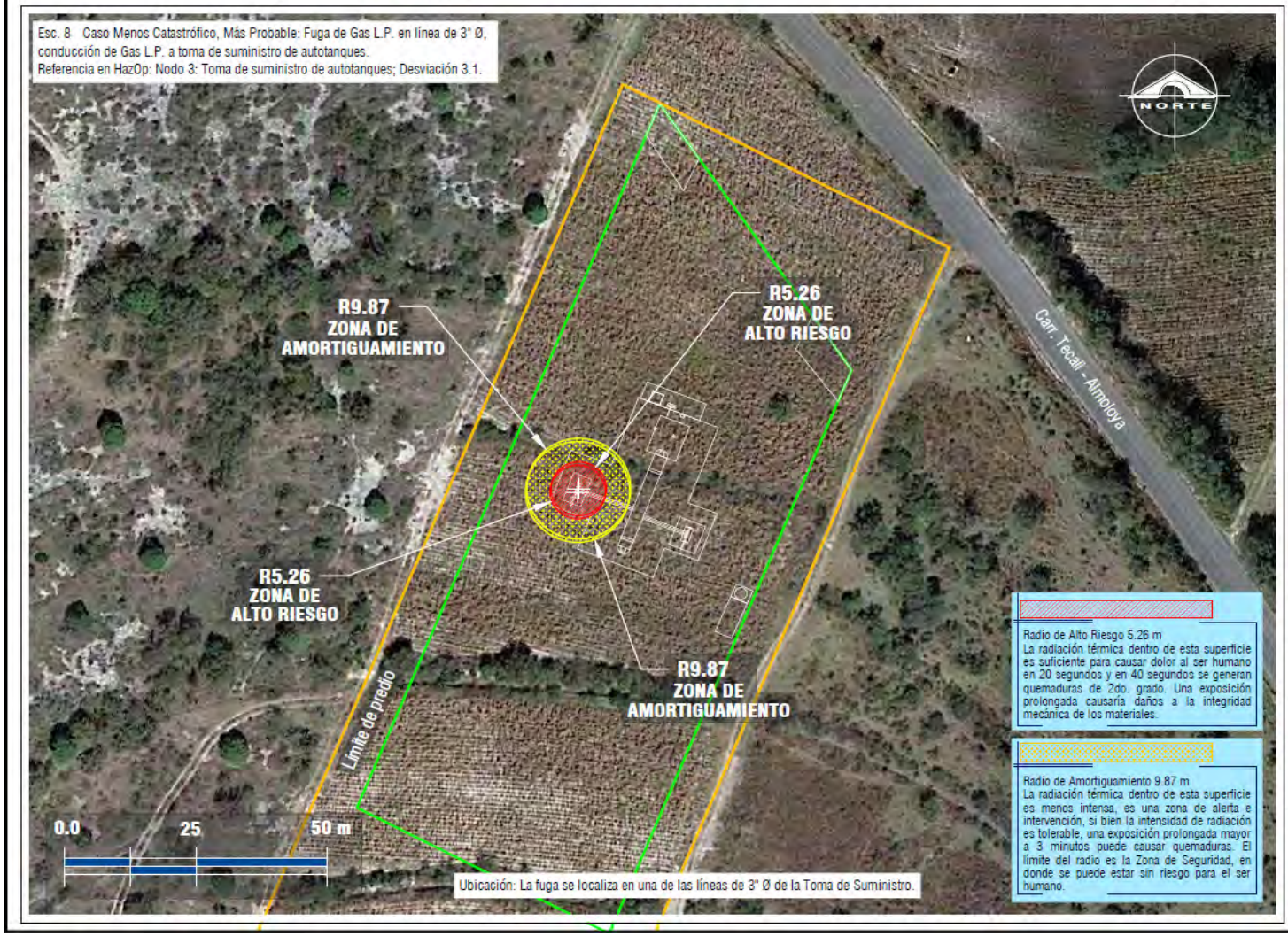
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 8 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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.10912 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 65.472 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, apriete deficiente en accesorios, instrumentación e interconexiones, soldaduras deficientes, corrosión severa.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
0.10912 kg/s	**600 seg (10 minutos)**	**65.472 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	5.26 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	9.87 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	47.87 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	81.48 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 8 Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3", conducción de Gas L.P. a toma de suministro de autotanques. Radios Potenciales de Afectación por Radiación Térmica

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.1

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.			FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda

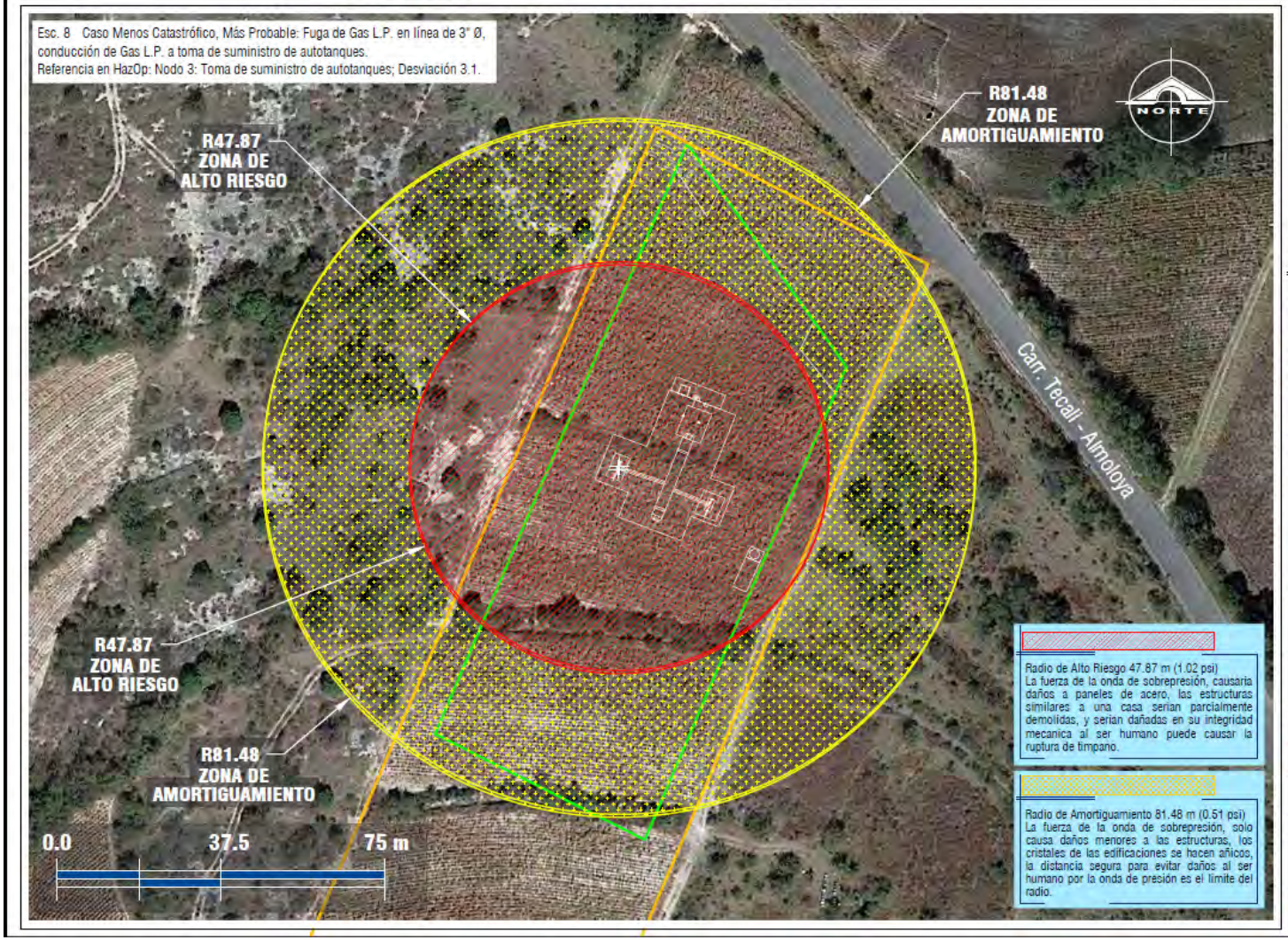


"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 8 Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3", conducción de Gas L.P. a toma de suministro de autotanques. 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:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda



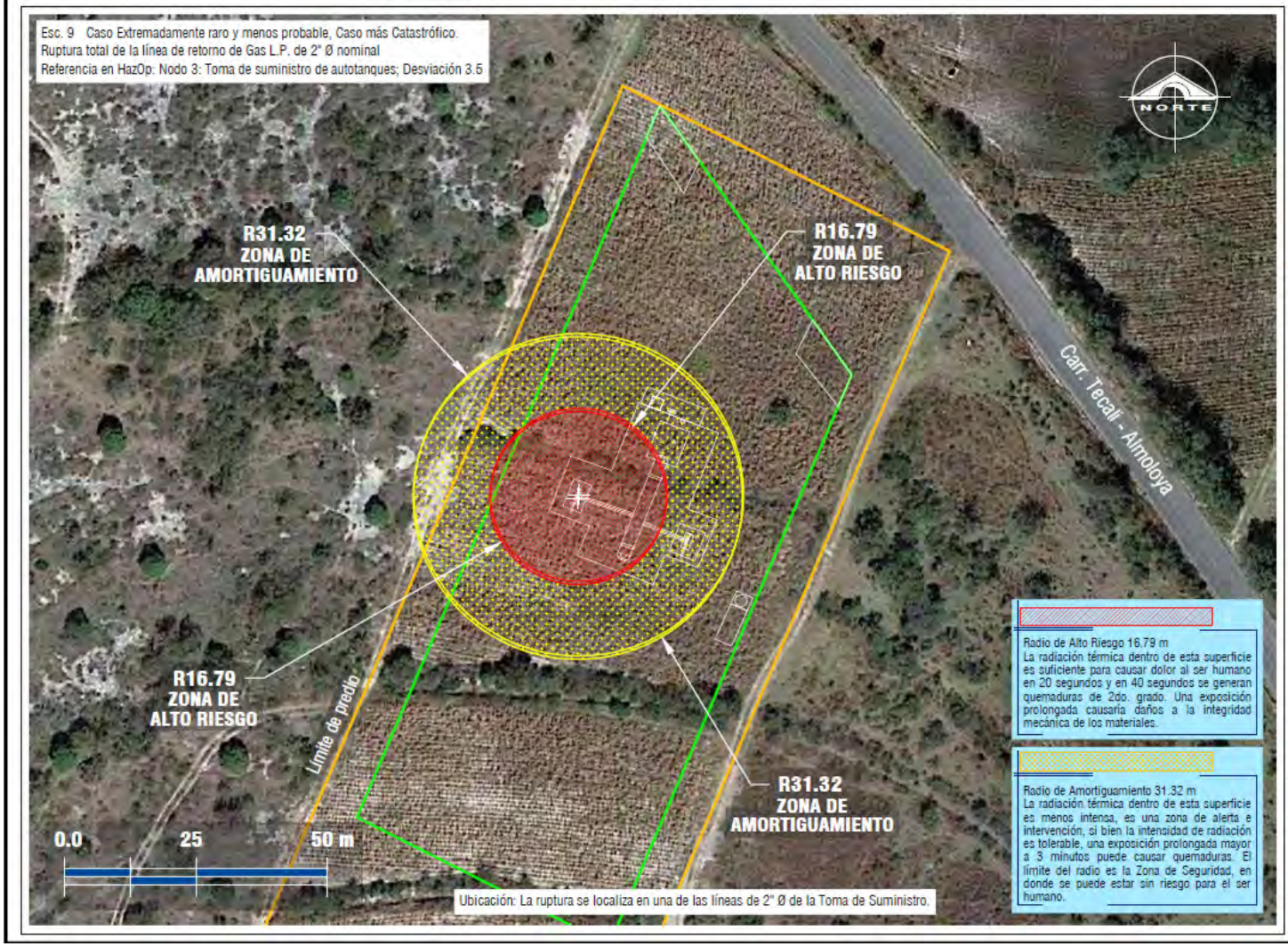
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 9 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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 1.21245 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 363.74 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: Golpe Externo, Ruptura/desprendimiento de manguera.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga:	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
1.21245 kg/s	**300 seg (5 minutos)**	**363.74 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	16.79 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	31.32 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	100.53 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	171.09 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 9 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de retorno de Gas L.P. de 2" Ø nominal. Radios Potenciales de Afectación por Radiación Térmica

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda

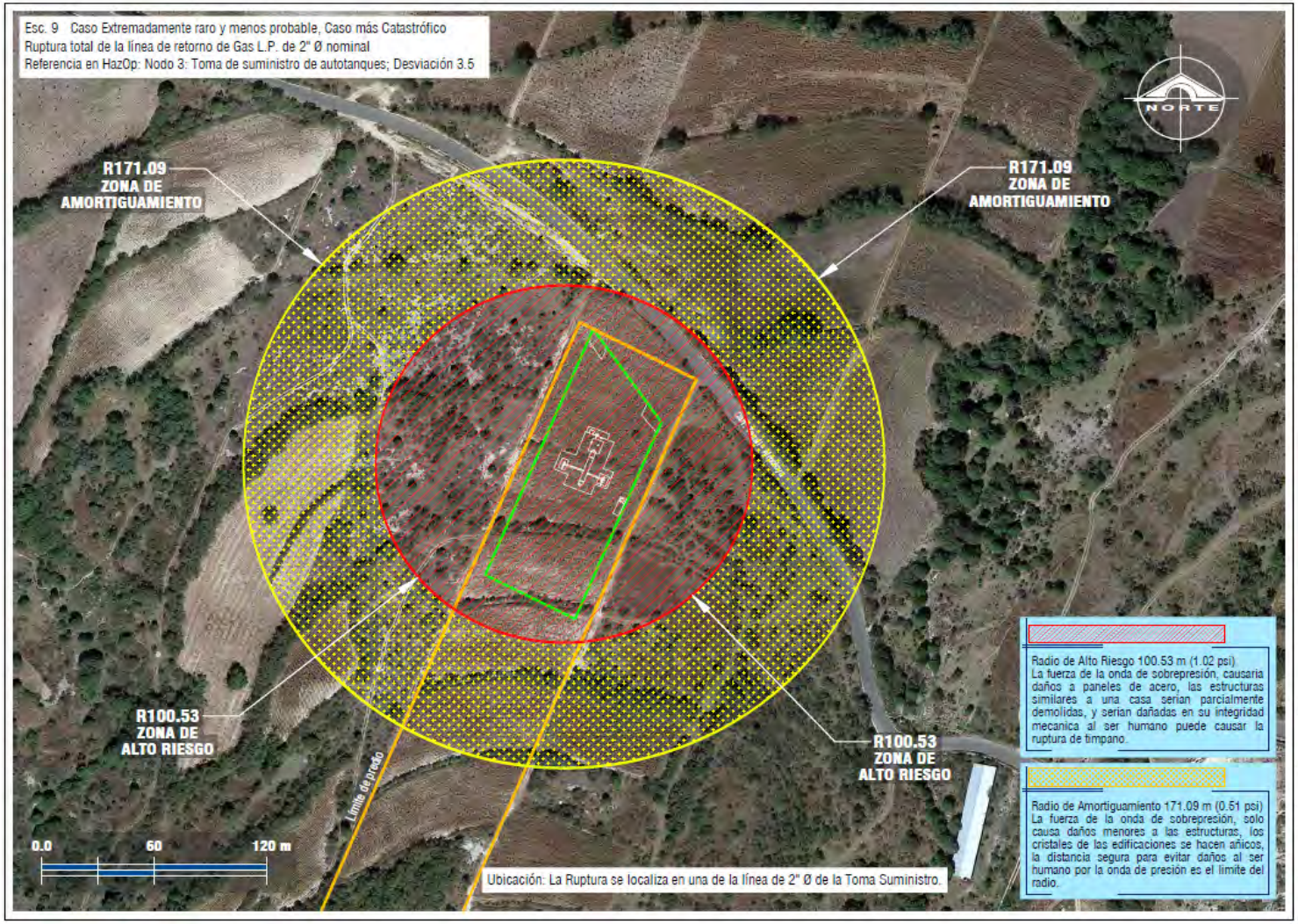


"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 9 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico.: Ruptura total de la línea de retorno de Gas L.P. de 2" Ø nominal. Radios Potenciales de Afectación por Onda de Sobrepresión.

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridiscion de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda





ESCENARIO 9

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 3.40 kg/cm² y tasa de descarga de 1.21245 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 363.74 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.

Se evaluan efectos por Ondas de Sobrepresión:

SIMULACIÓN: SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA)

RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	100.53
	AMORTIGUAMIENTO	171.09

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 9 SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, CASO MÁS CATASTRÓFICO

Plano N°: E-9SP

Rev.: --

GIPESA Proyectos Energéticos

Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.

Dibujo: GCR

Escala: Indicada

Acotación: Metros

Fecha: Febrero 2022

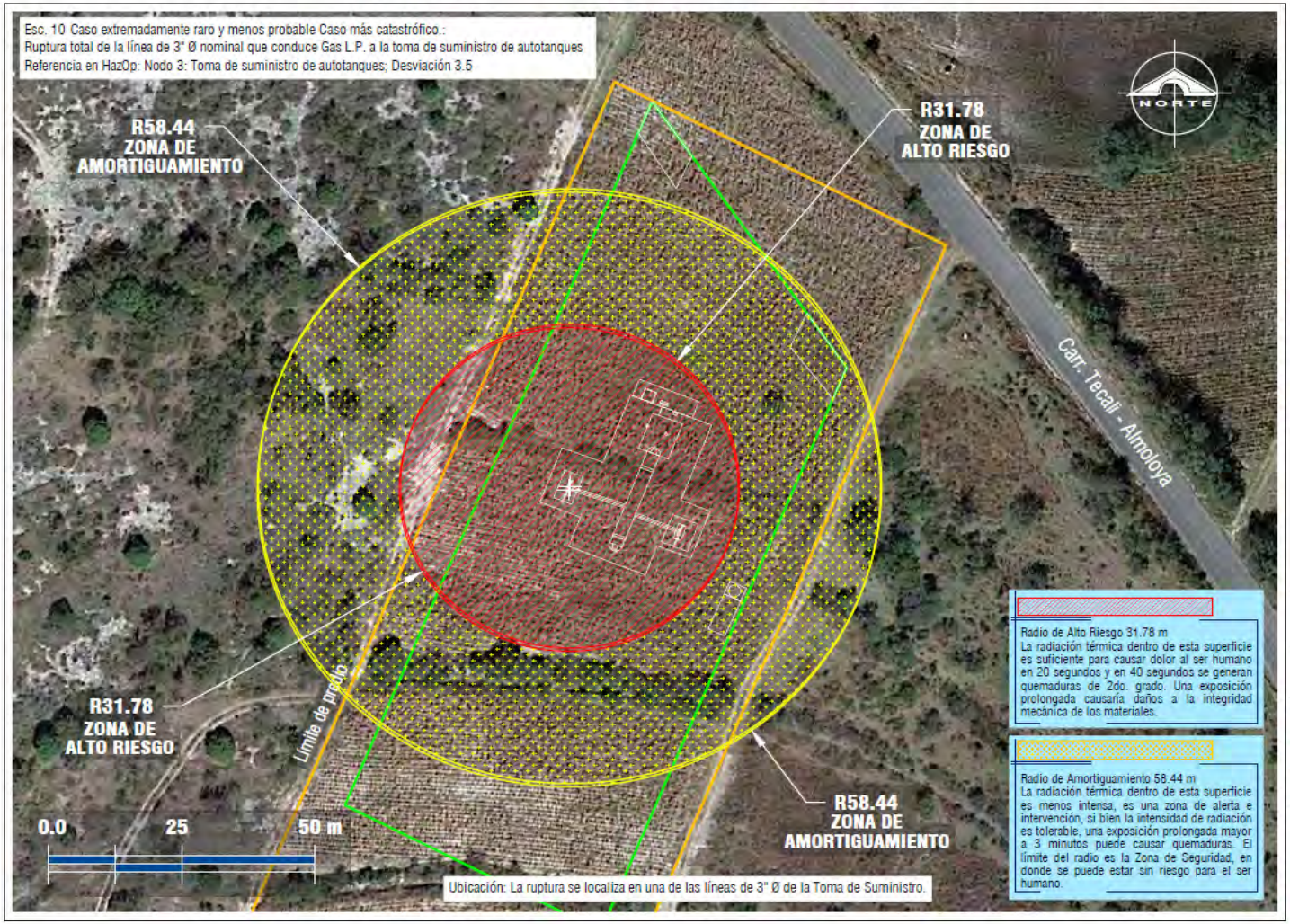
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 10 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 3.40 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 4.410018 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 1323.0054 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: Golpe Externo, Ruptura/desprendimiento de manguera.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga:	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
4.410018 kg/s	**300 seg (5 minutos)**	**1323.0054 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	31.78 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	58.44 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	154.60 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	263.12 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 10 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 . Radios Potenciales de Afectación por Radiación Térmica

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fraccion que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.	REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda

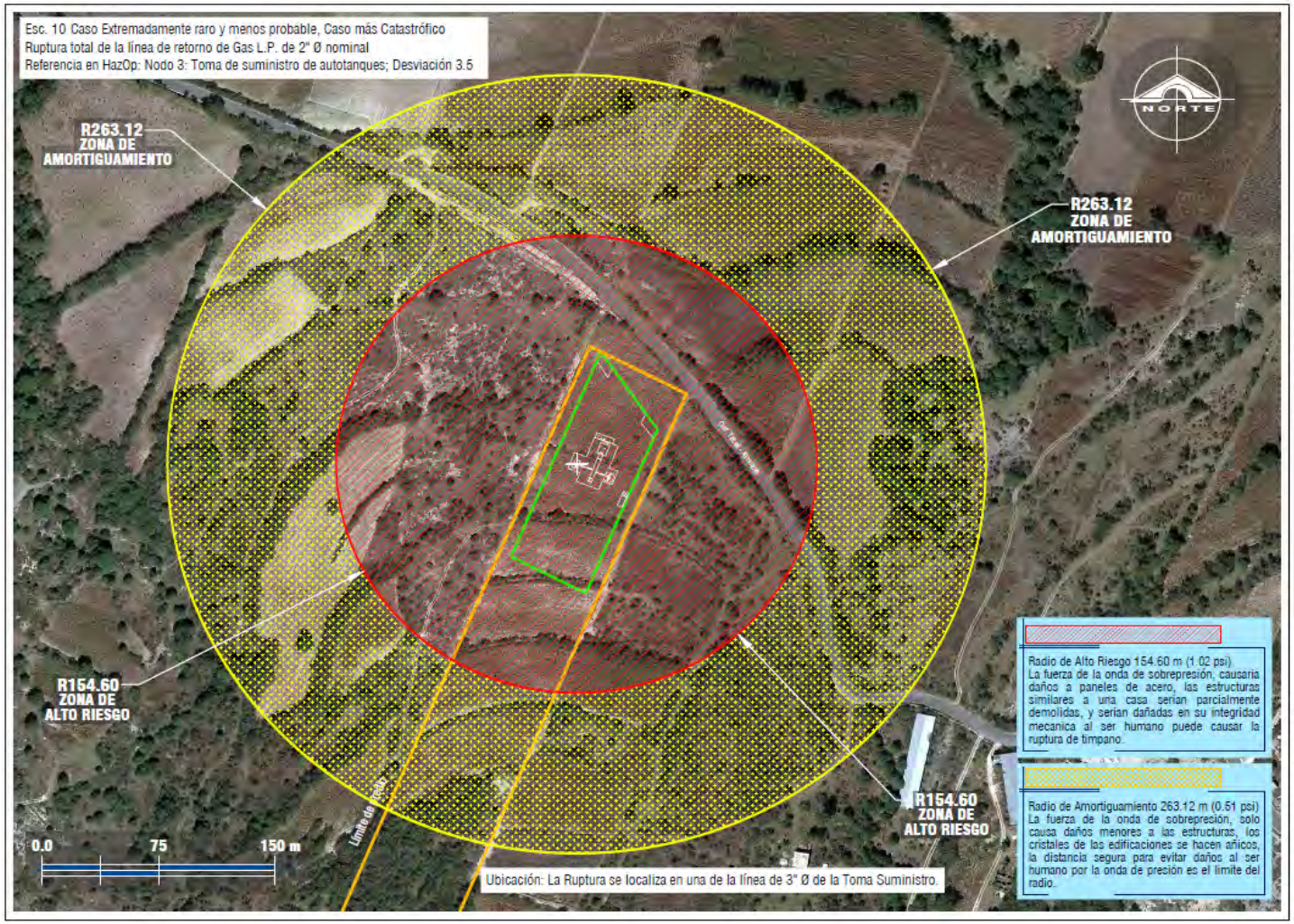


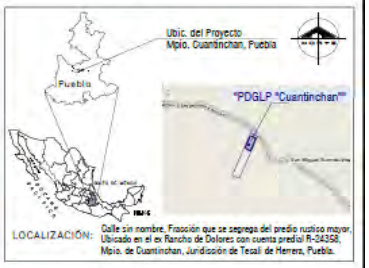
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 10 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 . Radios Potenciales de Afectación por Sobrepresión

Referencia en HazOp: Nodo 3: Toma de suministro de autotanques; Desviación 3.5

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.			FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda





ESCENARIO 10

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 3.40 kg/cm^2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 4.410018 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 1323.0054 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 POR ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	154.60
	AMORTIGUAMIENTO	263.12

Autorizó: C. José Luis Rodríguez Castañeda, Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 10 SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, CASO MÁS CATASTRÓFICO

Plano N°: E-10SP

Rev.: —

GIPESA — Elaboró: Ing. José Alberto Conde R. — Dibujo: GCR — Escala: Indicada — Acotación: Metros — Fecha: Febrero 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

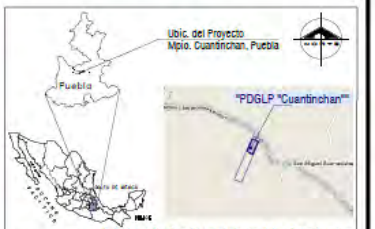
Esc. 11 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: BLEVE en el Autotanque		
Referencia HazOp: Nodo 3: Tomas de Suministro de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 3.6		
Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de toma de suministro de autotanques, el Gas L.P. liberado encuentra de forma inmediata una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie del recipiente del autotanque; fallan las alarmas y el paro de emergencia, el incendio no es controlado dándose condiciones para un sobrecalentamiento del recipiente, la válvula de desfogue (seguridad) libera gas pero la tasa de descarga es insuficiente y con rapidez se incrementa la presión al interior del recipiente; 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 recipiente y despresurización súbita del mismo, liberando 24,300.00 litros de Gas L.P que equivalen a **13,122.00** kg de Gas L.P. el fenómeno final es el **BLEVE.** Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.		
Ubicación: La ruptura se presenta en el recipiente del autotanque.		
Causas probables: Combinación de eventos, calentamiento del tanque, sobrepresión, falla de materiales.		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
N/A	**Inmediata, se presenta una despresurización súbita.**	**13,122.00 kg**
Características de la Bola de Fuego.		
Diámetro Máximo	136.80 m	
Altura al centro de la Bola de Fuego	102.60 m	
Duración de la Bola de Fuego.	10.60 s	
Radiación Térmica		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	460.81 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	859.17 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	468.97 m	
Zona 2: Nivel de daño significativo Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda. Radiación: 9.08 kW/m^2	309.39 m	
Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio. Radiación: 15.26 kW/m2	232.55 m	
Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio. Radiación: 43.17 kW/m2	115.59 m	

Esc. 11 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: BLEVE en el Autotanque. Diámetro de la Bola de Fuego

Referencia HazOp: Nodo 3: Tomas de Suministro de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 3.6

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda





ESCENARIO 11

Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de toma de suministro de autotanques, el Gas L.P. liberado encuentra de forma inmediata una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie del recipiente del autotanque; fallan las alarmas y el paro de emergencia, el incendio no es controlado dándose condiciones para un sobrecalentamiento del recipiente, la válvula de desfogue (seguridad) libera gas pero la tasa de descarga es insuficiente y con rapidez se incrementa la presión al interior del recipiente; 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 recipiente y despresurización súbita del mismo, liberando 24,300.00 litros de Gas L.P que equivalen a 13,122 kg de Gas L.P. el fenómeno final es el BLEVE.

SIMULACIÓN: BLEVE EN SEMIRREMOLQUE
RADIO DE AFECTACIÓN POR BOLA DE FUEGO

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		Radio (m)
	BOLA DE FUEGO	68.40

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 11 BOLA DE FUEGO CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, CASO MÁS CATASTRÓFICO

Plano N°: E-11BF

Rev.: —

GIPESA — Elaboró: Ing. José Alberto Conde R. — Dibujo: GCR

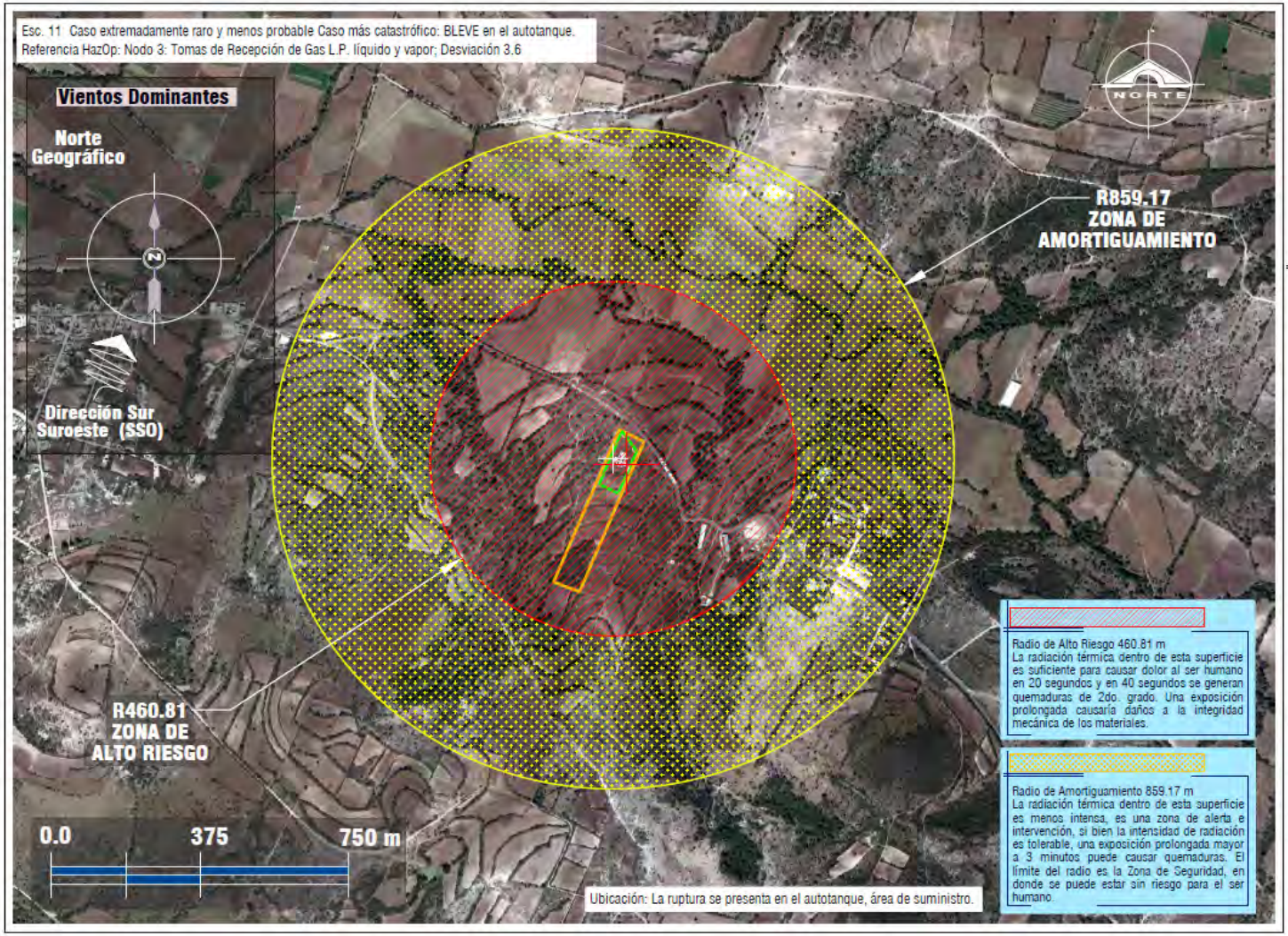
Escala: Indicada — Acotación: Metros — Fecha: Febrero 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 11 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: BLEVE en el Autotanque. Radios de afectación por Radiación Térmica

Referencia HazOp: Nodo 3: Tomas de Suministro de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 3.6

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.	FECHA:	Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO:	222 891 5791	DOMICILIO:	Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.
REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda		

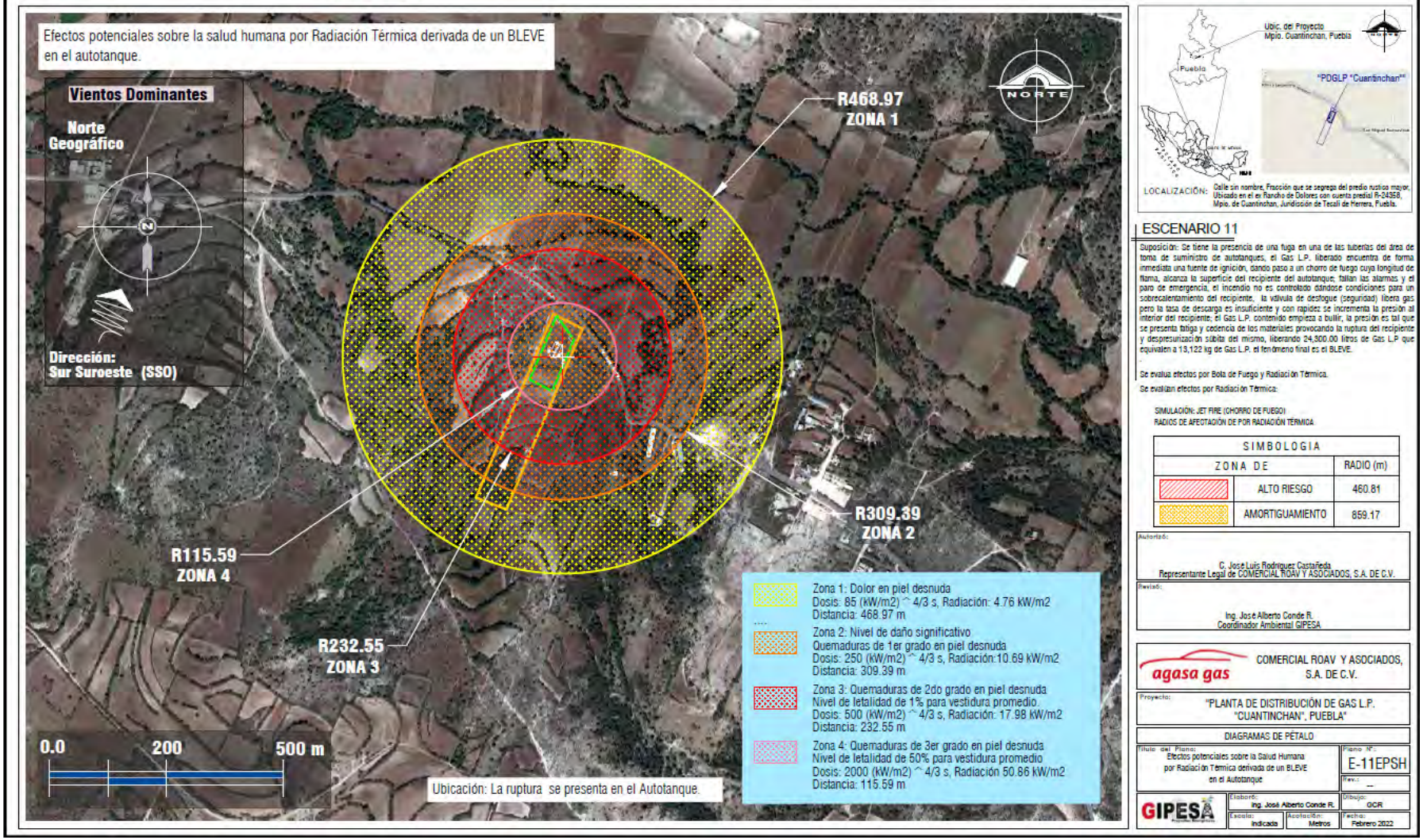


"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 11 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: BLEVE en el Autotanque. Radios de Afectación a la Salud Humana

Referencia HazOp: Nodo 3: Tomas de Suministro de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 3.6

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.			FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24368, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda



"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

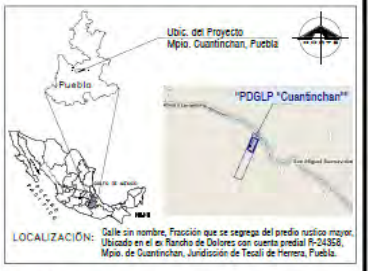
Esc. 12 Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2", que retorna Gas LP. De la toma de suministro del Múltiple de Llenado al tanque de almacenamiento .		
Referencia en HazOp: Nodo 4: Toma de suministro de Múltiple de Llenado Desviación 4.1		
Se presenta corrosión, falla de materiales, 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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.04849 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 26.9094 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: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga:	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
0.04849 kg/s	**600 seg (10 minutos)**	**26.9094 kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	3.54 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	6.68 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	35.59 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	60.58 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 12 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. Radios Potenciales de Afectación por Radiación Térmica

Referencia en HazOp: Nodo 4: Toma de suministro de Múltiple de Llenado Desviación 4.1

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.	REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda





ESCENARIO 12

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 3.40 kg/cm² y tasa de descarga de 0.04849 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 26.9094 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:

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)

RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	3.54
	AMORTIGUAMIENTO	6.68

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 12 JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO MENOS CATASTROFICO, MAS PROBABLE

Plano Nº: E-12JF

Rev.: —

GIPESA

Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.

Dibujo: GCR

Escala: Indicada

Acotación: Metros

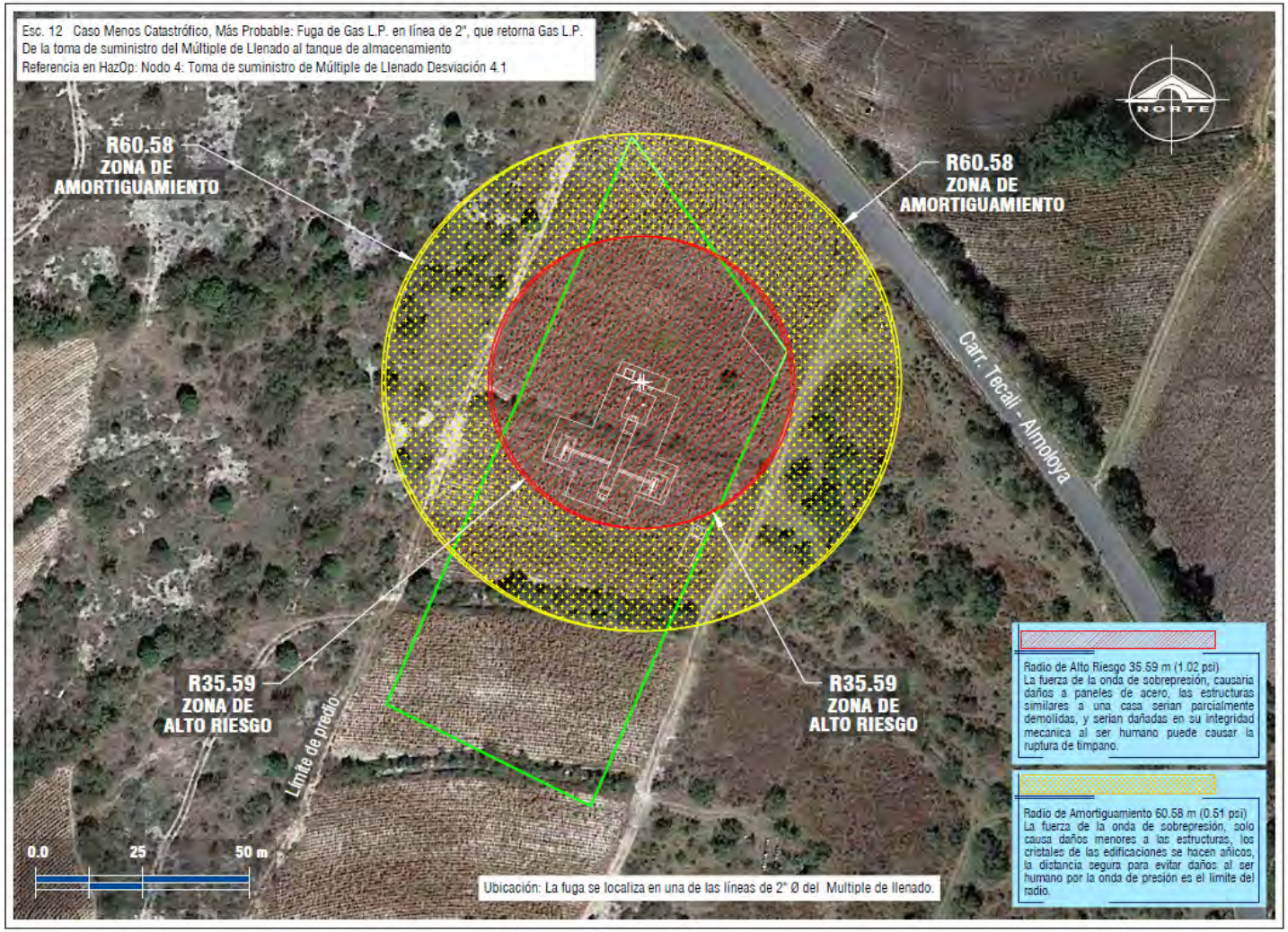
Fecha: Febrero 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 12 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. Radios Potenciales de Afectación por Ondas de Sobrepresión

Referencia en HazOp: Nodo 4: Toma de suministro de Múltiple de Llenado Desviación 4.1

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.			FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda



"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 13	**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 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 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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.10912 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 65.472 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, apriete deficiente en accesorios, instrumentación e interconexiones, soldaduras deficientes, corrosión severa .	
Consideraciones • Temperatura ambiente: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**

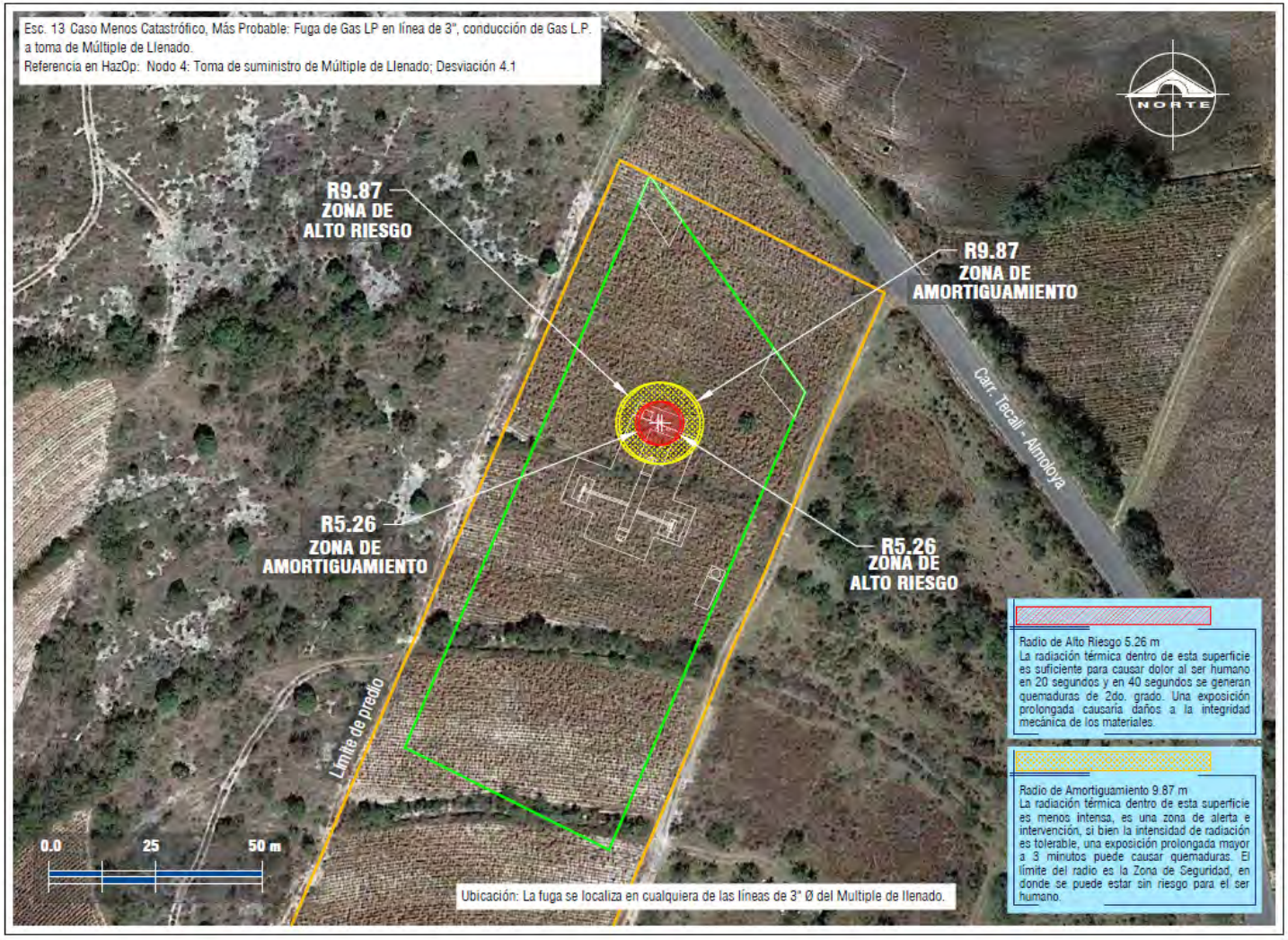
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
0.10912 kg/s	**600 seg (10 minutos)**	**65.472 kg**

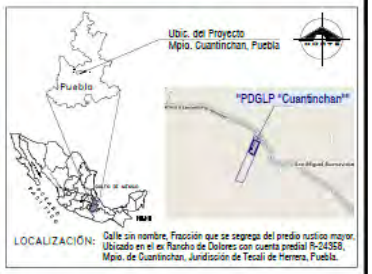
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)	
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	5.26 m
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	9.87 m
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)	
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	47.87 m
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	81.48 m
Exposición por toxicidad	No se presenta.

Esc. 13 Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3", conducción de Gas L.P. a toma de Múltiple de Llenado . Radios Potenciales de Afectación por Radiación Térmica.

Referencia en HazOp: Nodo 4: Toma de suministro de Múltiple de Llenado; Desviación 4.1

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla		RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.	
TELÉFONO: 222 891 5791	DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.		REPRESENTANTE: C. José Luis Rodríguez Castañeda





ESCENARIO 13

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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.10912 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 65.472 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:

SIMULACIÓN: JET FIRE (CHORRO DE FUEGO)

RADIOS DE AFECTACIÓN DE POR RADIACIÓN TÉRMICA

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	5.26
	AMORTIGUAMIENTO	9.87

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

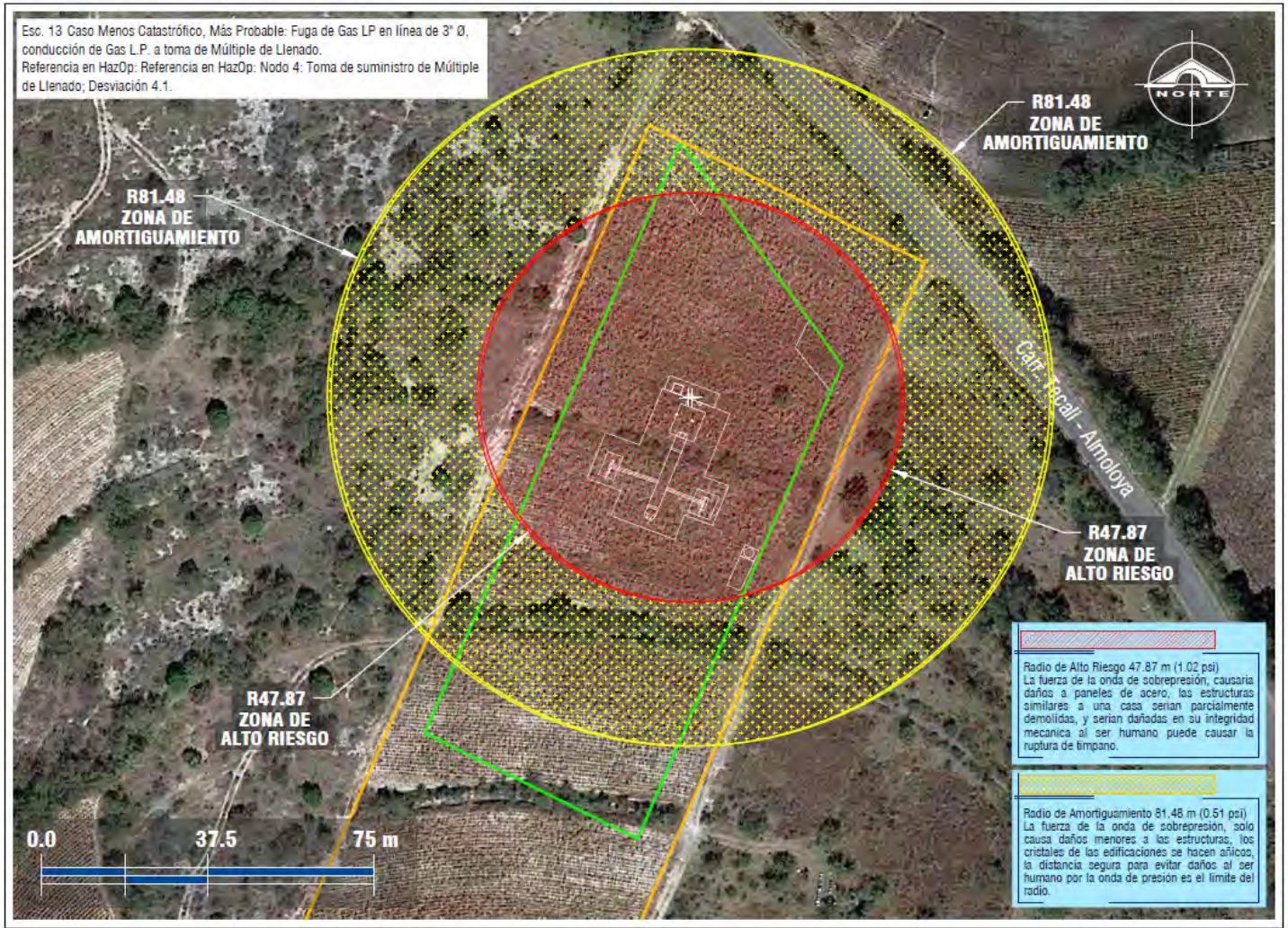
Título del Plano: ESCENARIO 13 JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO MENOS CATASTROFICO, MAS PROBABLE			Plano N°: E-13JF
			Rev.: —
GIPESA	Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.		Dibujo: GCR
	Escala: Indicada	Acotación: Metros	Fecha: Febrero 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 13 Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 3", conducción de Gas L.P. a toma de Múltiple de Llenado. Radios Potenciales de Afectación por Ondas de Sobrepresión.

Referencia en HazOp: Nodo 4: Toma de suministro de Múltiple de Llenado; Desviación 4.1

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.	FECHA:	Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO:	222 891 5791	DOMICILIO:	Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.
		REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda





ESCENARIO 13

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 3.40 kg/cm^2 y tasa de descarga de 0.10912 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 65.472 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 POR ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	47.87
	AMORTIGUAMIENTO	81.48

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 13 SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO MENOS CATASTRÓFICO, MÁS PROBABLE		Plano N°:	E-13SP
		Rev.:	--
GIPESA	Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.	Dibujo:	GCR
	Escala: Indicada / Acotación: Metros	Fecha:	Febrero 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 14	**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 3.40 kg/cm^2 y tasa de descarga de 1.21245 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 363.74 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, apriete deficiente en accesorios, accesorios, instrumentación e interconexiones, soldaduras deficientes, corrosión severa .

Consideraciones	
• Temperatura ambiente: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**

RESULTADOS:

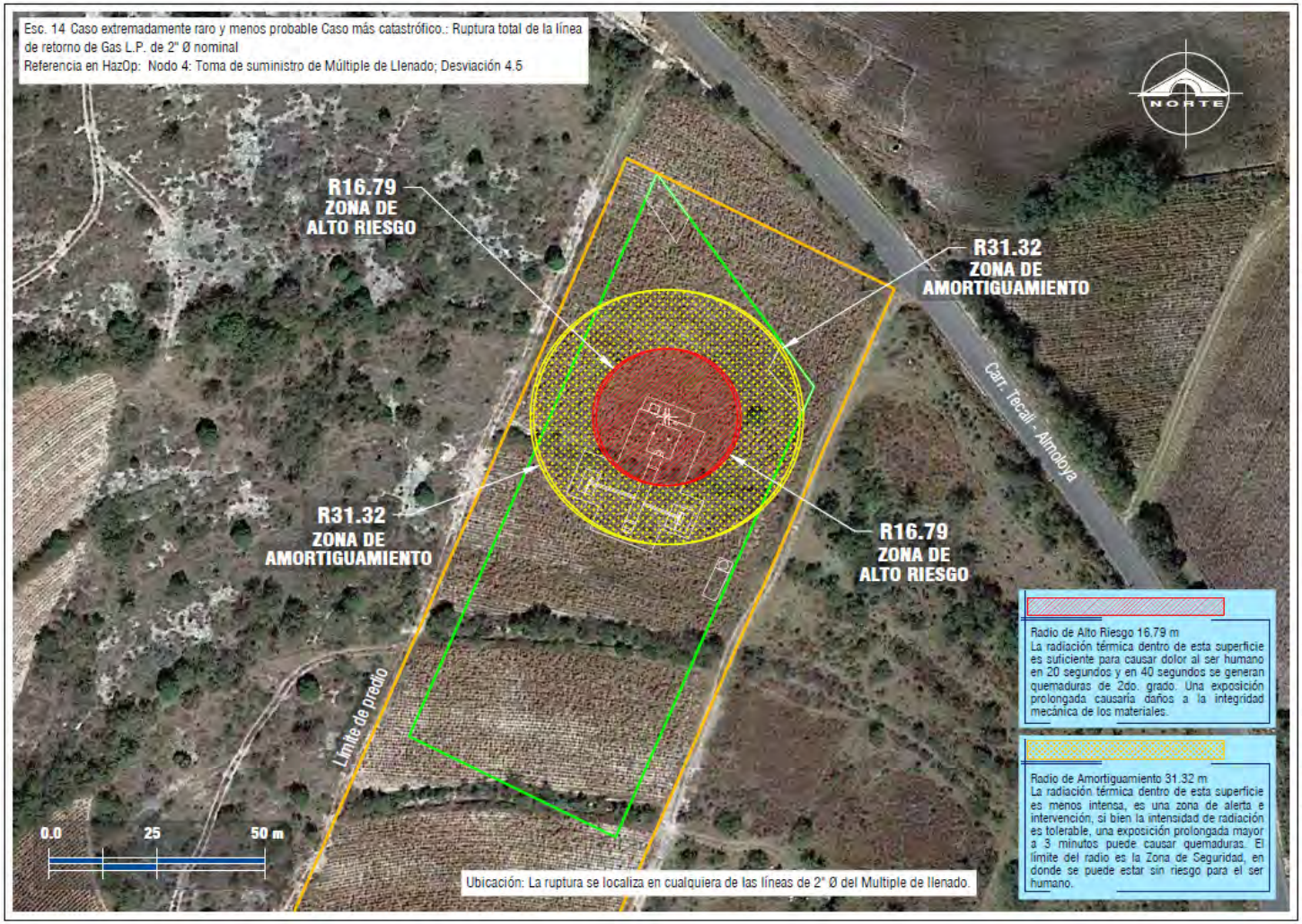
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
1.21245 kg/s	**300 seg (5 minutos)**	**363.74 kg**

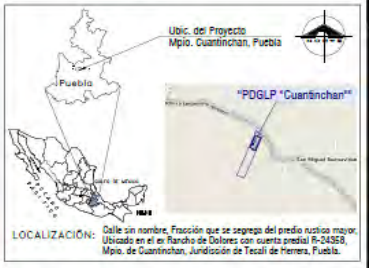
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)	
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	16.79 m
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	31.32 m
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)	
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	100.53 m
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	171.09 m
Exposición por toxicidad	No se presenta.

Esc. 14 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura de la línea de retorno de Gas L.P. de 2" Ø . Radios Potenciales Afectación por Radiación Térmica

Referencia en HazOp: Nodo 4: Suministro de Gas L.P. Muelle de Llenado. Desviación 4.5

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.	FECHA:	Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO:	222 891 5791	DOMICILIO:	Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.
		REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda





ESCENARIO 14

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 3.40 kg/cm^2 y tasa de descarga de 1.21245 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 363.74 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.

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	16.79
	AMORTIGUAMIENTO	31.32

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 14 JET FIRE (CHORRO DE FUEGO) CASO EXTREMADAMENTE RARO MENOS PROBABLE. CASO MAS CATASTRÓFICOS

Plano N°: E-14JF

Rev.: --

GIPESA

Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.

Dibujo: GCR

Escala: Indicada

Acotación: Metros

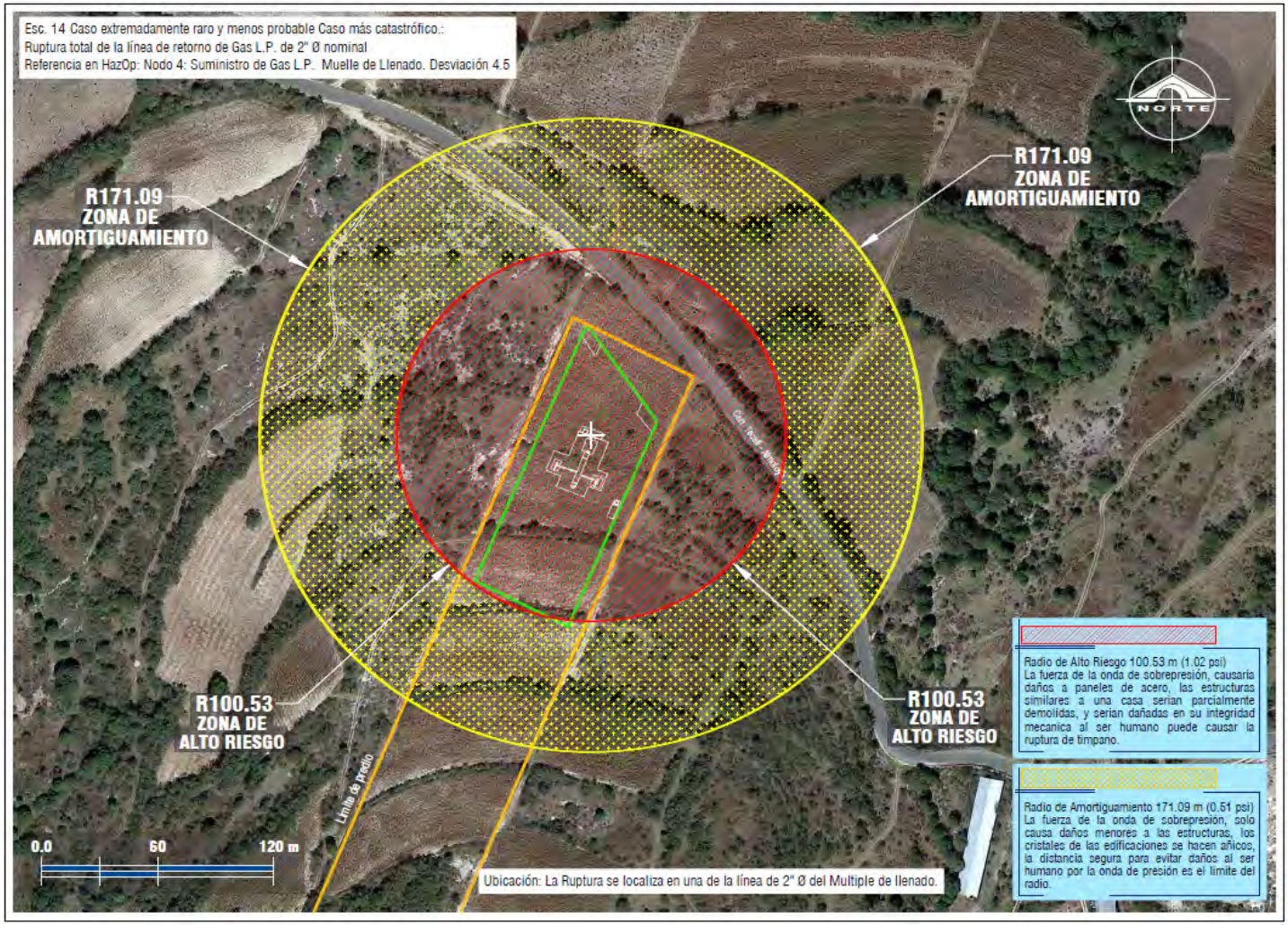
Fecha: Febrero 2022

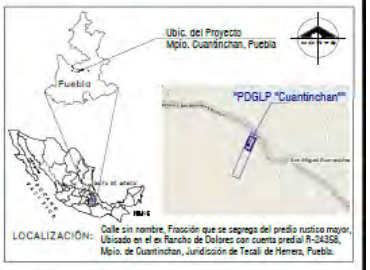
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 14 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura de la línea de retorno de Gas L.P. de 2" Ø . . 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:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.	FECHA:	Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO:	222 891 5791	DOMICILIO:	Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.
		REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda





ESCENARIO 14

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 3.40 kg/cm^2 y tasa de descarga de 1.21245 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura cinco minutos, descargando 363.74 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 POR ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	100.53
	AMORTIGUAMIENTO	171.09

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 14 SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, CASO MAS CATASTRÓFICO

Plano N°: E-14SP

Rev.: _

GIPESA

Elaboró: Ing. José Alberto Conde R.

Dibujo: GCR

Escala: Indicada

Acotación: Metros

Fecha: Febrero 2022

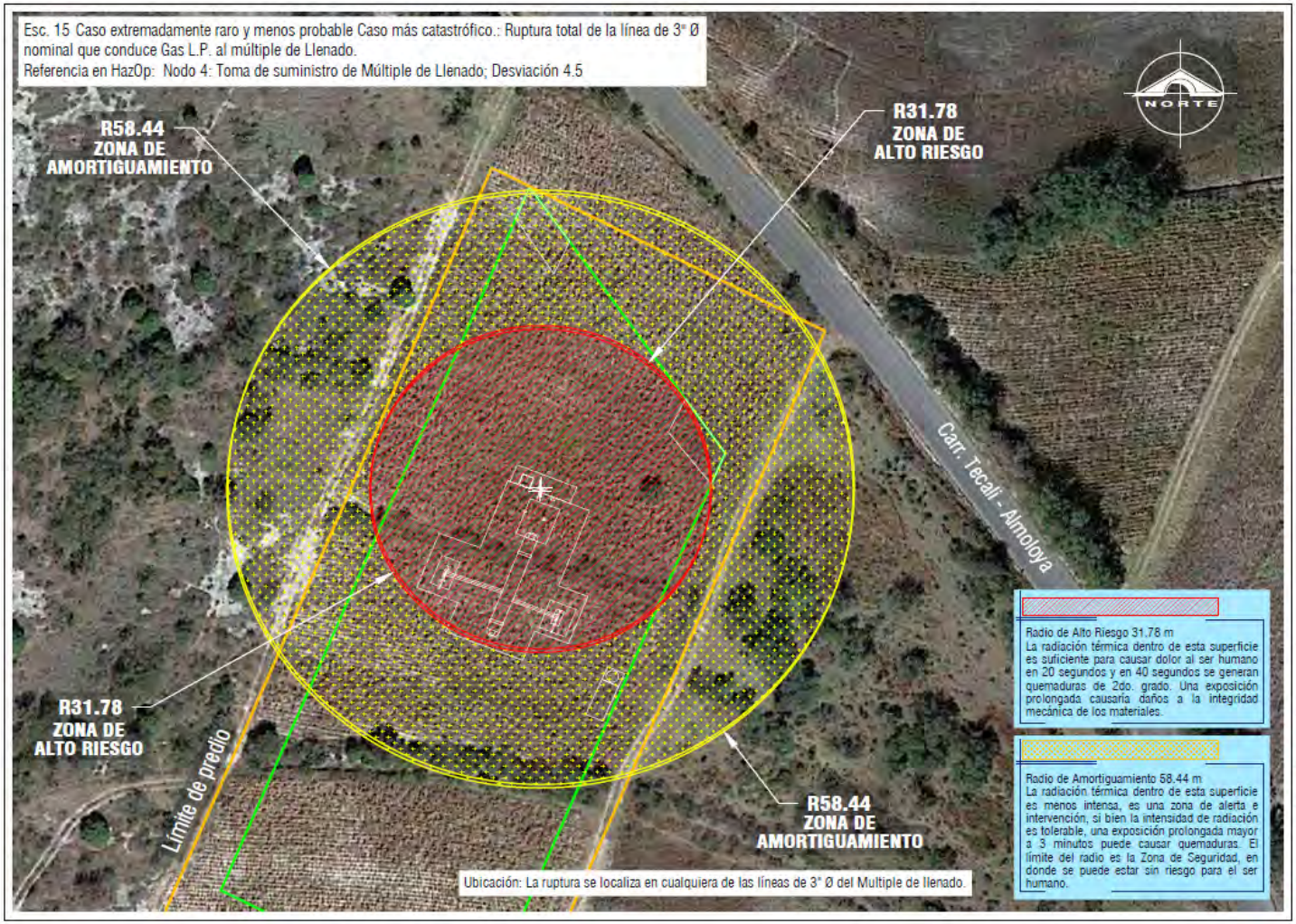
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 15 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 3.40 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 4.410018 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 1323.0054 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, apriete deficiente en accesorios, accesorios, instrumentación e interconexiones, soldaduras deficientes, corrosión severa .		
Consideraciones • Temperatura ambiente: **19.89 ^{0}C** • **Velocidad del viento: 2.68 m/s** • **Dirección de los Vientos: Sursuroeste (SSW 202.5°C)**	Estabilidad atmosférica Pasquill: **F**	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	**Duración de la Descarga**	**Cantidad Descargada**
4.410018 kg/s	**300 seg (5 minutos)**	**1323.0054kg**
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m^2)	31.78 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m^2)	58.44 m	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm^2 (1 psia)	154.70 m	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm^2 (0.5 psia)	263.12 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

Esc. 15 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. 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:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.	FECHA:	Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO:	222 891 5791	DOMICILIO:	Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.
		REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda

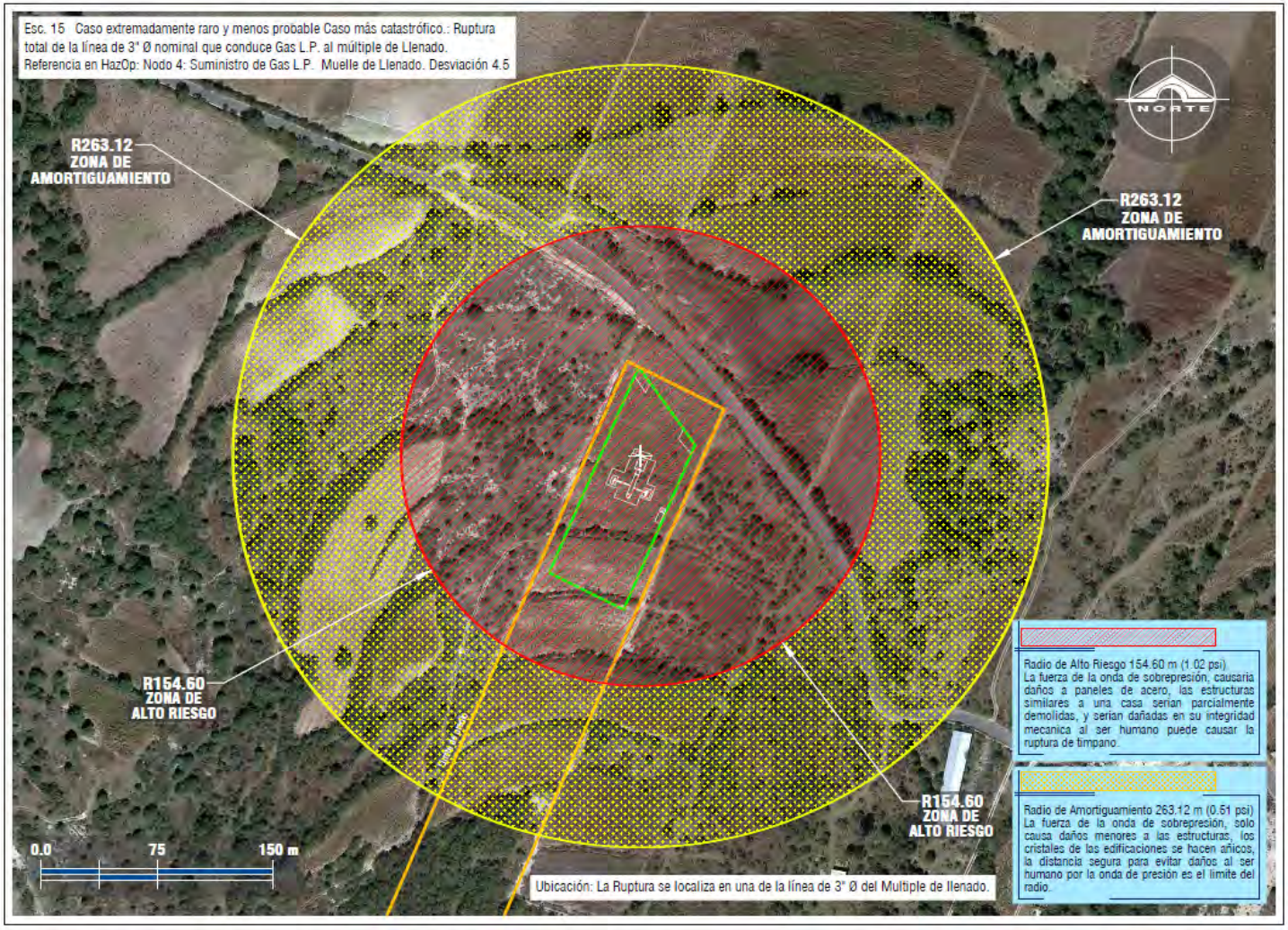


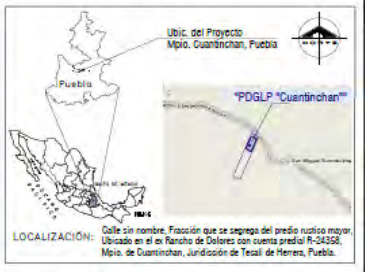
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Esc. 15 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. 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:	COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.		FECHA: Febrero 2022
CIUDAD O ESTADO:	Cuantinchan, Puebla	RAMA INDUSTRIAL:	Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.
TELÉFONO:	222 891 5791	DOMICILIO:	Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24358, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla.
		REPRESENTANTE:	C. José Luis Rodríguez Castañeda





ESCENARIO 15

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 3.40 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 4.410018 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 1323.0054 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 POR ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGIA		
ZONA DE		RADIO (m)
	ALTO RIESGO	154.60
	AMORTIGUAMIENTO	263.12

Autorizó:
C. José Luis Rodríguez Castañeda
Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

agasa gas — COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: ESCENARIO 15 SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA) CASO EXTREMADAMENTE RARO Y MENOS PROBABLE, CASO MAS CATASTRÓFICO

Plano Nº: E-15SP

Rev.: —

GIPESA — Elaboró: Ing. José Alberto Conde R. — Dibujo: GCR — Escala: Indicada — Acotación: Metros — Fecha: Febrero 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Tabla 11 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	Esc. 1	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 0.1428 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 85.69 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	85.69	6.88	11.27	52.37	89.12
1.2	Esc. 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/cm2 y tasa de descarga de 0.32094 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 192.564 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	192.64	8.98	16.63	68.59	116.73

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	Esc. 7	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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.048560 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 29.136 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	29.136	3.54	6.68	36.55	62.20
3.1	Esc. 8	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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.10912 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 65.472 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	65.472	5.26	9.87	47.87	81.48

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
4.1	Esc. 12	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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.04849 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 26.9094 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	26.9094	3.54	6.68	35.59	60.58
4.1	Esc. 13	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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.10912 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 65.472 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	65.472	5.26	9.87	47.87	81.48

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
1.7	Esc. 5	Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de recepción de los semirremolques, el Gas L.P. liberado encuentra de forma inmediata una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los recipientes de los semirremolques; fallan las alarmas y el paro de emergencia, el incendio no es controlado dándose condiciones para un sobrecalentamiento del autotanque, la válvula de desfogue (seguridad) libera gas pero es insuficiente y con rapidez se incrementa la presión al interior del autotanque, 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 recipiente y despresurización súbita del mismo, liberando 40,500.00 litros de Gas L.P que equivalen a 21,870 kg de Gas L.P. el fenómeno final es el BLEVE. Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.	Incendio	Inmediato	21,870.00	542.00	1011.14	162.20	12.6
2.4	Esc. 6	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 162,900.00 Lts de Gas L.P que equivalen a 87,966.00 Kg, el fenómeno final es el BLEVE. Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.	Incendio/ Explosión	Inmediato	87,966.00	844.47	1575.90	257.95	17.3

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
3.6	**Esc. 11**	Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de toma de suministro de autotanques, el Gas L.P. liberado encuentra de forma inmediata una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie del recipiente del autotanque; fallan las alarmas y el paro de emergencia, el incendio no es controlado dándose condiciones para un sobrecalentamiento del recipiente, la válvula de desfogue (seguridad) libera gas pero la tasa de descarga es insuficiente y con rapidez se incrementa la presión al interior del recipiente; 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 recipiente y despresurización súbita del mismo, liberando 24,300.00 litros de Gas L.P que equivalen a 13,122.00 kg de Gas L.P. el fenómeno final es el BLEVE. Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.	**Incendio**	**Inmediato**	**13,122.00**	**460.81**	**859.17**	**136.80**	**10.60**

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/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
1.6	Esc. 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 (0.0508 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 565 LPM equivalente a 5.085 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 1069.80 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	1069.80	34.02	62.56	143.27	243.84
1.6	Esc. 4	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 8.0235 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo; la fuga dura cinco minutos, descargando 2407.05 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	2407.05	42.03|	77.66	187.89	319.78

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/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
3.5	Esc. 9	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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 1.21245 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 363.74 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	363.74	16.79	31.32	100.53	171.09
3.5	Esc. 10	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 3.40 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 4.410018 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 1323.0054 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	1323.0054	31.78	58.44	154.60	263.12

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
4.5	Esc. 14	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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 1.21245 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 363.74 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	363.74	16.79	31.32	100.53	171.09
4.5	Esc. 15	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 3.40 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 4.410018 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 1323.0054 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	1323.0054	31.78	58.44	154.60	263.12

La memorias de simulaciones y Diagramas 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 límite los radios de afectación que se derivarían de la ocurrencia de un BLEVE en el tanque de almacenamiento, 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) = 844.47 m

Radio de amortiguamiento (1.4 Kw/m^2) = 1575.90 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.

El predio seleccionado para la construcción de la planta se ubica en una zona en donde los usos de suelo predominantes corresponden a pecuarios, agrícola principalmente, alrededor del predio en un radio de 265.00 m aprox. se tiene una franja en la que no se tiene presencia de infraestructura urbana particular o pública.

La infraestructura que se identifica posterior a esta distancia y hasta un radio de 500 m corresponde a galeras usadas para la avicultura alguna de las cuales se observaron abandonadas; se identifican casas habitación en forma dispersa, y el núcleo poblacional más cercano se ubica en dirección Oeste a 910 m (primeras casas).

Durante el recorrido por la infraestructura presente dentro de los potenciales radios de afectación, no se tomó registro fotográfico, por seguridad del personal que realizó las visitas de campo, debido a las circunstancias de seguridad que se viven en distintas regiones del país y la toma de fotografías, podría ser malinterpretada por los habitantes, veladores o público en general.

Las fotografías que se muestran en el apartado siguiente son tomadas del software StreetView® de Google Earth®; y que de acuerdo a las fechas en que fueron tomadas son fiables.

1 Galera de crianza de aves.

En dirección Sureste a una distancia aprox. de 267.50 m se localiza una galera comúnmente utilizada para la crianza de aves y no se observó actividad ni aves dentro; construida a base de block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, laminas galvanizadas como techumbre y malla ciclónica.

Fig. 1 Galera para la crianza de aves.

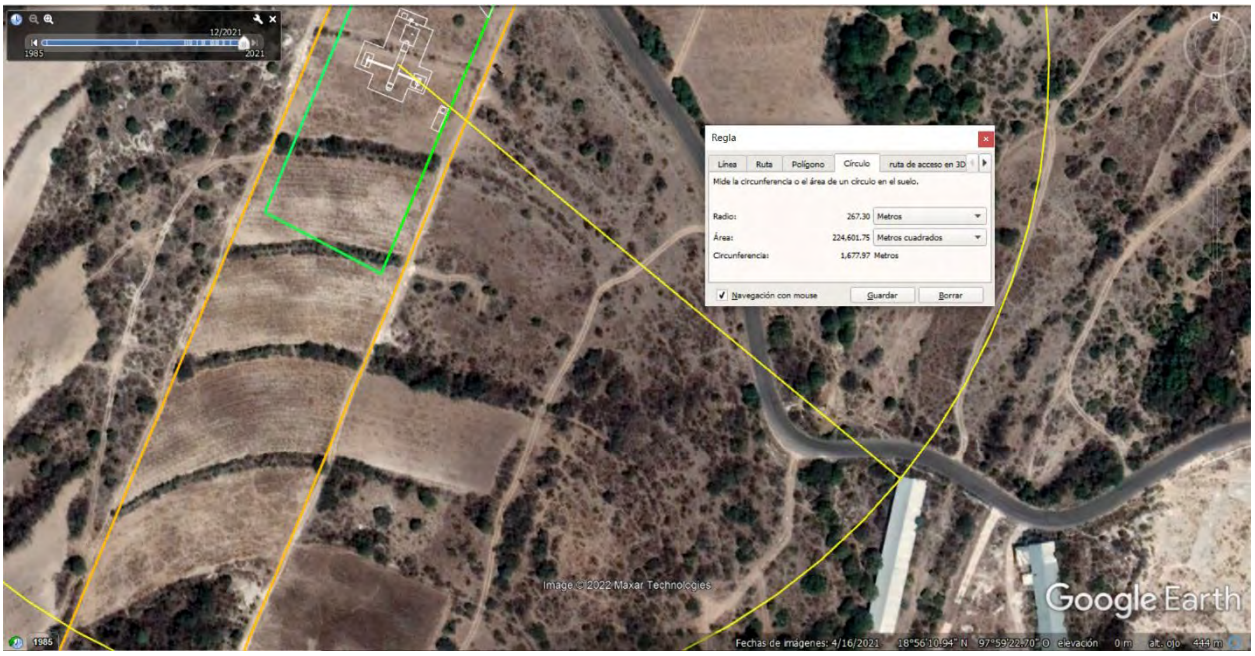




Foto 1 Vista de la galera, se observa construida a base de block de cementos arena y elementos horizontales y verticales de refuerzo a base de concreto armado. La techumbre es de lámina. Al momento de la inspección de las inmediaciones esta no presento actividad ni aves a su interior. Fuente Stree View®

2 Bodega.

En la misma dirección a una distancia aprox. de 293.00 m se localizan algunas construcciones la principal de 10.00 X 10.00 m y unas más pequeñas, que se asocian ser una bodega relacionada con las actividades de la crianza de aves igualmente abandona; por lo que se observa desde satélite están construidas a base de block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, laminas galvanizadas como techumbre y malla ciclónica.

Fig. 2 Bodega asociada a las actividad para la crianza de aves.





Foto 2 Vista de la construcción principal localizada a 293.00 m aprox. construida a base de block de cementos arena y elementos horizontales y verticales de refuerzo a base de concreto armado. La techumbre es de lámina. (fuente Street View®)

3 Galera de crianza de aves.

En dirección Sureste a una distancia aprox. de **325.00 m** se localiza una galera comúnmente utilizada para la crianza de aves; no se observó actividad ni aves; construida a base de block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, laminas galvanizadas como techumbre y malla ciclónica.

Fig. 3 Galera para la crianza de aves.





Foto 3 Vista de la galera y las construcciones en sus inmediaciones, se observa construida a base de block de cementos arena y elementos horizontales y verticales de refuerzo a base de concreto armado. La techumbre es de lámina. Al momento de la inspección de las inmediaciones esta no presento actividad ni aves a su interior. Fuente Stree View®

4 Bodega.

A aprox. 375.00 m se localiza lo que es posiblemente la bodega asociada a la galera, construida con base de block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, laminas galvanizadas como techumbre y malla ciclónica. Tampoco se observó actividad.

Fig. 4 Bodega.

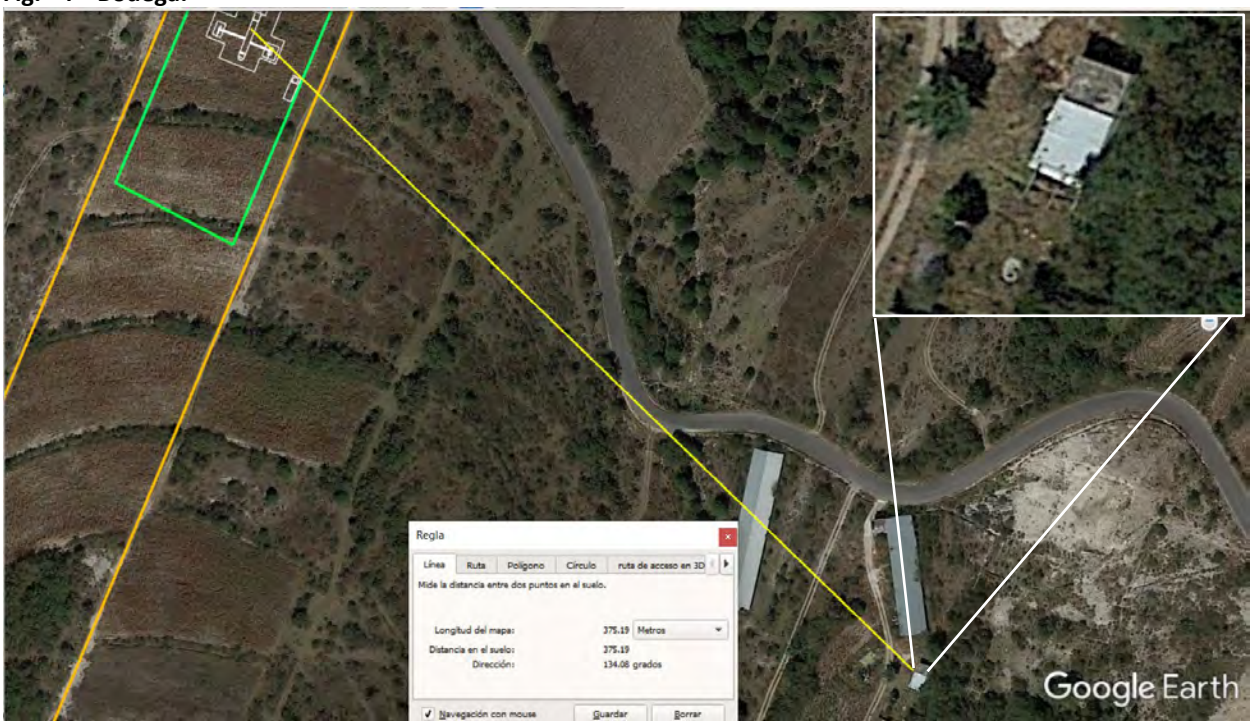




Foto 4 Vista de la bodega asociada a la galera, se observa construida a base de block de cementos arena y elementos horizontales y verticales de refuerzo a base de concreto armado. La techumbre es de lámina. Al momento de la inspección de las inmediaciones esta no observó actividad ni aves a su interior. Fuente Stree View®

5 Vivienda.

A aprox. 430.00 m se localiza lo que asociamos a una vivienda tanto por el conjunto de edificios, como por su distancia con respecto a las galeras como por los materiales que se observan desde satélite ya que se distinguen dos losas de concreto armado (roja y blanca) y al menos cinco techumbres de lámina galvanizada, las edificaciones están construidas de block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado.

Fig. 5 Galera para la crianza de aves.





Foto 5 Foto satelital del conjunto de construcciones que se ha asociado a una vivienda. Fuente Stree View®

6 Conjuntos de casas habitación.

En dirección Este a aprox. 492.00 m se localiza un conjunto de construcciones que se asocian a viviendas, de acuerdo a la imagen satelital se han construido con block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, losas de concreto armado y techumbres de láminas.

Fig. 6 Conjunto de edificaciones localizada al Este del predio.



Fig. 7 Acercamiento al conjunto de edificaciones asociadas a viviendas.



7 Granja avícola.

En dirección Este a aprox. a 561.00 m se localiza una granja avícola conformada por 4 galeras y edificaciones principales; de acuerdo a la imagen satelital se han construido con block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, losas de concreto armado y techumbres de láminas.

Fig. 8 Conjunto de edificaciones localizada al Este del predio.



Fig. 9 Acercamiento al conjunto de la granja avícola.



"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

8 Casas habitación.

En dirección Sureste aprox. a 575.00 m se localizan tres casas habitación construidas con block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, losas de concreto armado y techumbres de láminas.

Fig. 10 Acercamiento al conjunto de 3 casas habitación.





Foto 6 Foto de una de las casas ubicadas a aprox. 575.00 m del eje longitudinal del tanque, la construcción se realizó con block de cemento arena, elementos de refuerzo y losas de concreto armado y herrería. Fuente Stree View®



Foto 7 **Foto de una de las casas ubicadas a aprox. 575.00 m del eje longitudinal del tanque, la construcción se realizó con block de cemento arena, elementos de refuerzo y losas de concreto armado y herrería. Fuente Stree View®**

9 Casas habitación.

En dirección Sureste aprox. a 810.00 m se localizan tres casas habitación construidas con block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, losas de concreto armado y techumbres de láminas.

Fig. 11 Acercamiento al conjunto de 3 casas habitación.

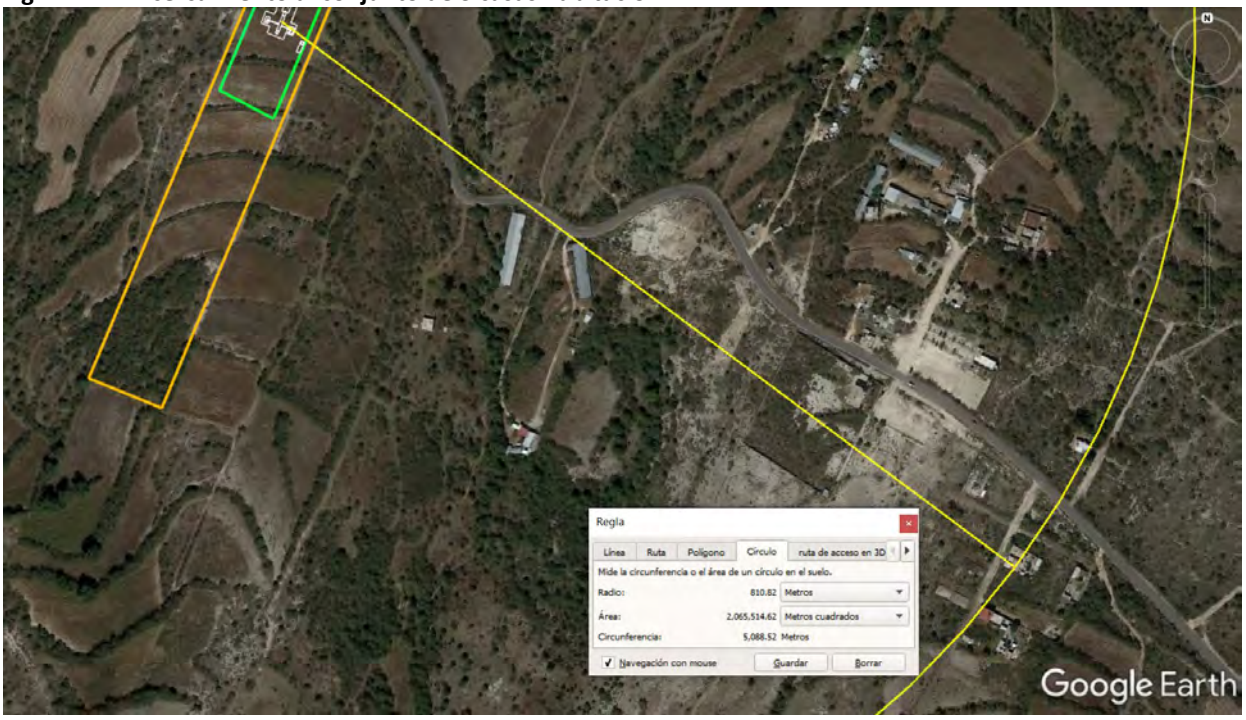




Foto 8 Foto de una de las casas ubicadas a aprox. 575.00 m del eje longitudinal del tanque, la construcción se realizó con block de cemento arena, elementos de refuerzo y losas de concreto armado y herrería. Fuente Stree View®

10 Comunidad San Jerónimo Almoloya .

En dirección Sureste aprox. a 810.00 m se localiza la Comunidad de San Jerónimo Almoloya, la mayoría de las casas están construidas con block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, losas de concreto armado y techumbres de láminas.

Fig. 12 Inicio del Límite de la Comunidad San Jerónimo Almoloya.

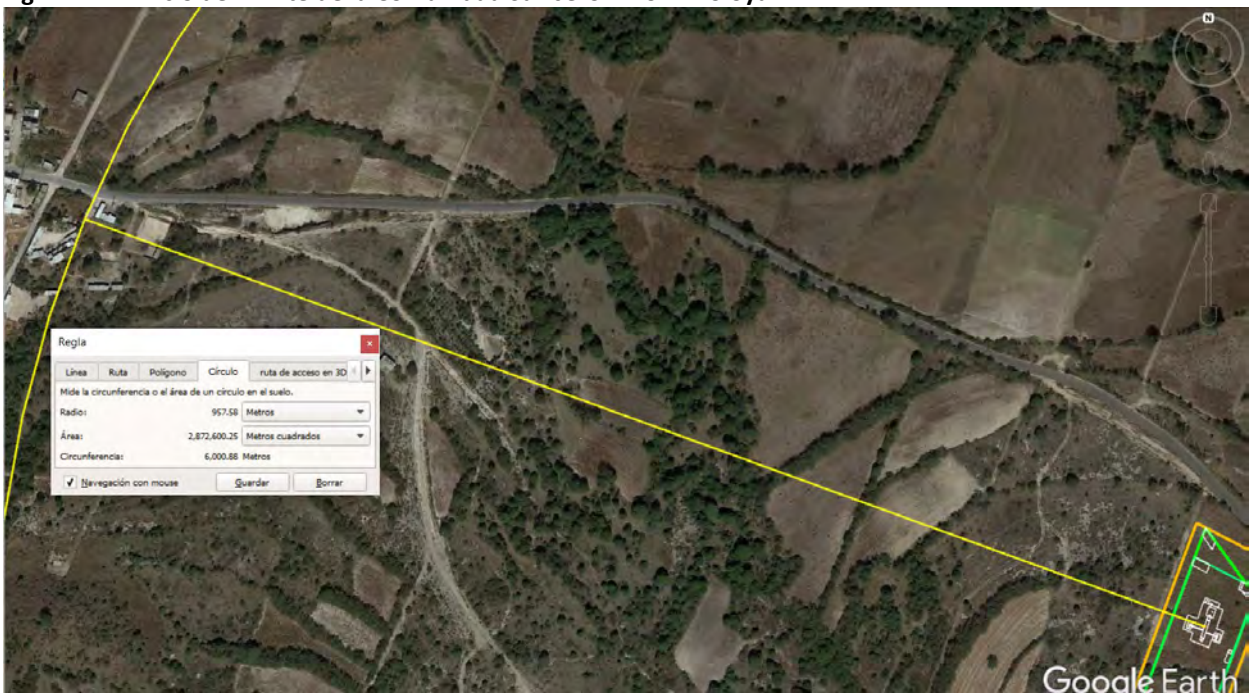




Foto 9 Foto de las primeras casas de la comunidad San Jerónimo Almoloya a aprox. 910.00 m del eje longitudinal del tanque, la construcción se realizó con block de cemento arena, elementos de refuerzo y losas de concreto armado y herrería. Fuente Stree View®



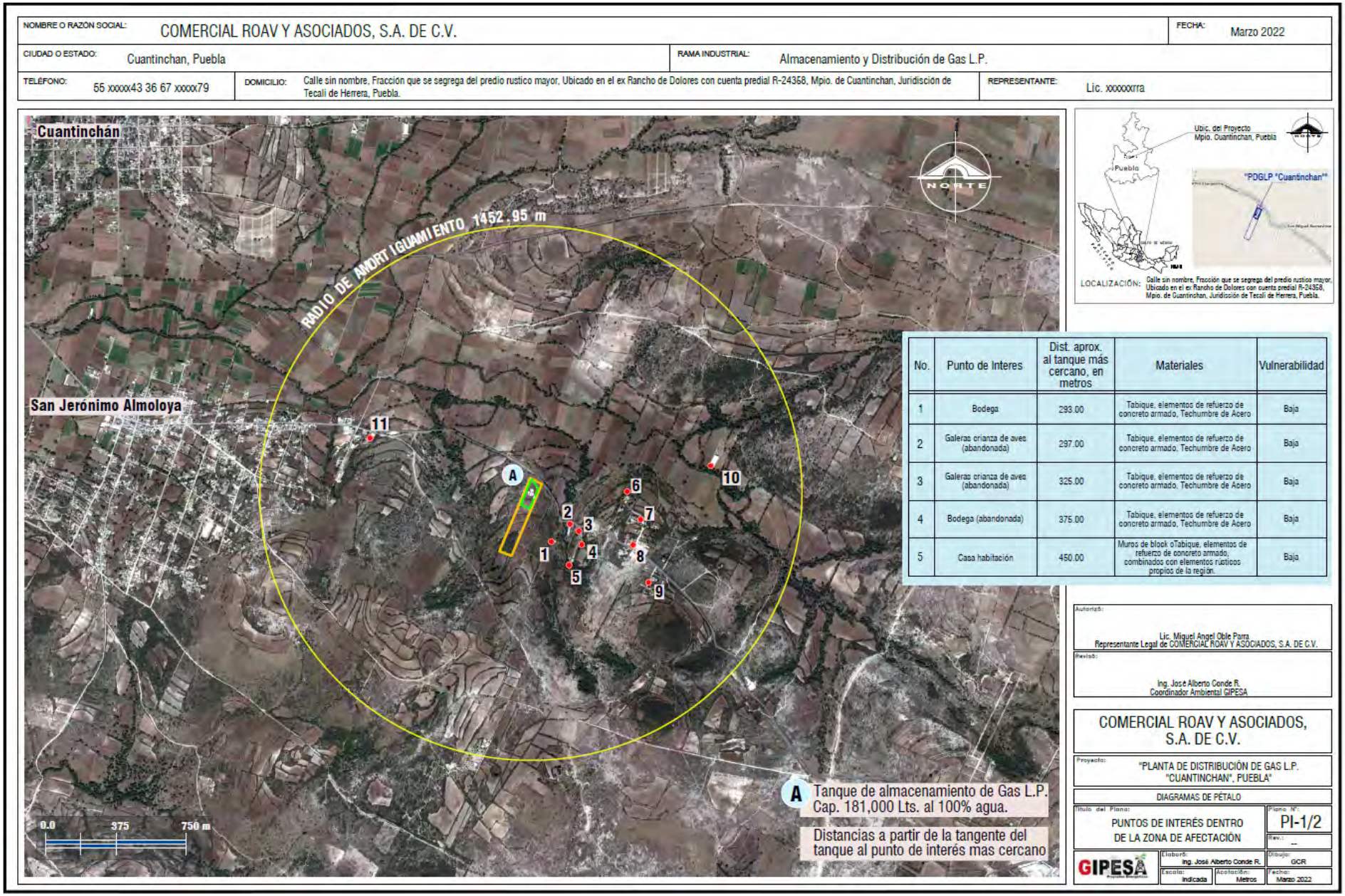
Foto 10 Foto de las primeras casas de la comunidad San Jerónimo Almoloya a aprox. 910.00 m del eje longitudinal del tanque, la construcción se realizó con block de cemento arena, elementos de refuerzo y losas de concreto armado y herrería. Fuente Stree View®



Foto 11 Foto de las primeras casas de la comunidad San Jerónimo Almoloya a aprox. 910.00 m del eje longitudinal del tanque, la construcción se realizó con block de cemento arena, elementos de refuerzo y losas de concreto armado y herrería. Fuente Stree View®

.

Fig. 13 Puntos de interés identificados en la zona de influencia indirecta del proyecto 1 de 2



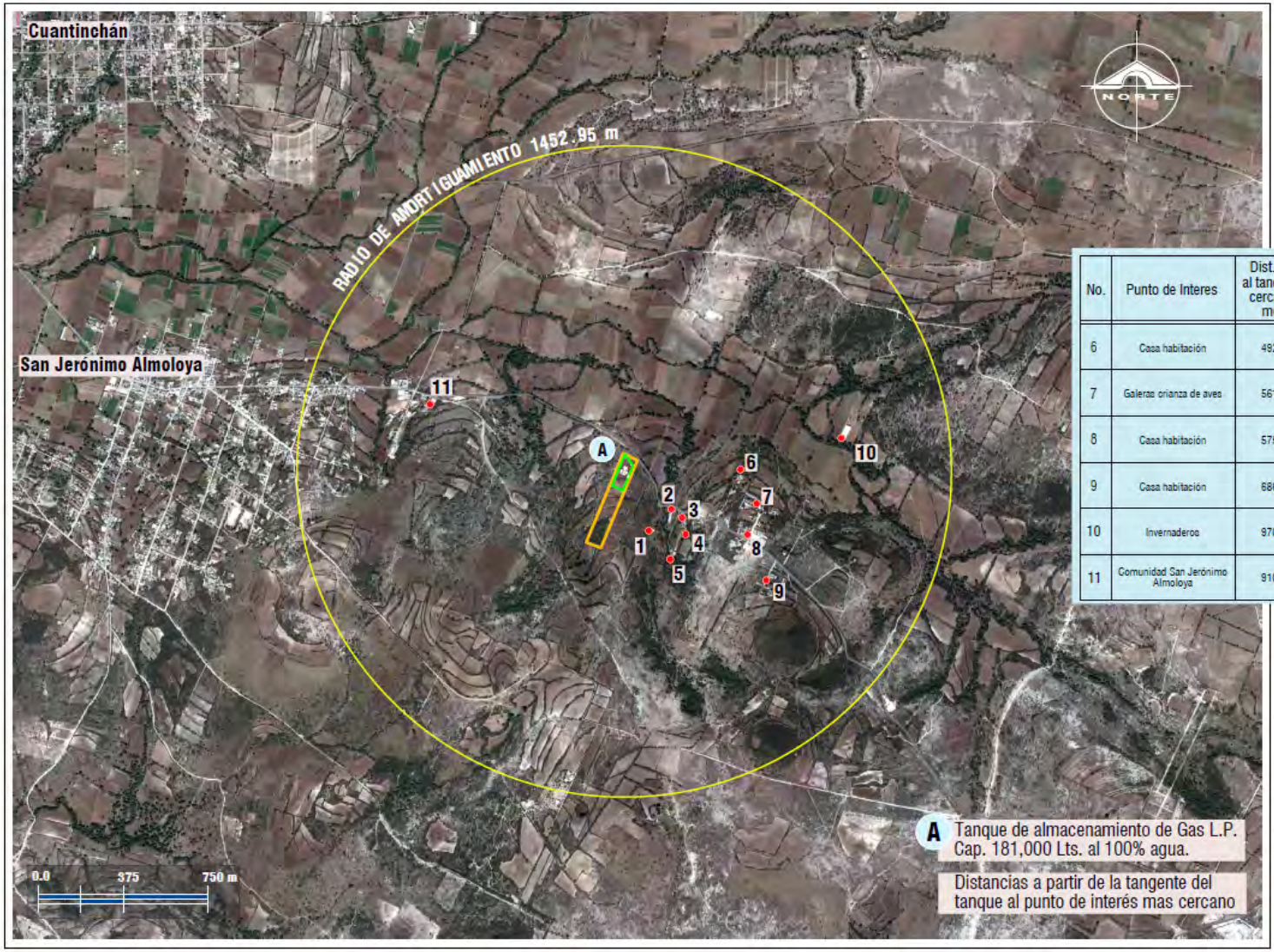
"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

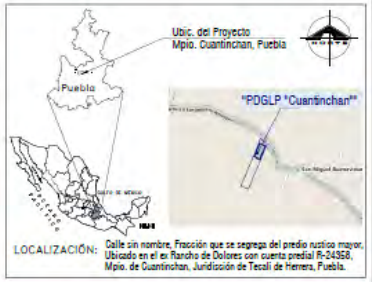
Fig. 14 Puntos de interés identificados en la zona de influencia indirecta del proyecto

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V. | FECHA: Marzo 2022

CIUDAD O ESTADO: Cuantinchan, Puebla | RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Gas L.P.

TELÉFONO: 55 xxxxx43 36 67 xxxxx79 | DOMICILIO: Calle sin nombre, Fracción que se segrega del predio rustico mayor, Ubicado en el ex Rancho de Dolores con cuenta predial R-24368, Mpio. de Cuantinchan, Juridisción de Tecali de Herrera, Puebla. | REPRESENTANTE: Lic. xxxxxxrra





No.	Punto de Interes	Dist. aprox. al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
6	Casa habitación	492.00	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja
7	Galeras crianza de aves	561.00	Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Acero	Baja
8	Casa habitación	575.00	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja
9	Casa habitación	686.00	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja
10	Invernaderos	970.00	Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Acero	Baja
11	Comunidad San Jerónimo Almoloya	910.00	Muros de block oTabique, elementos de refuerzo de concreto armado, combinados con elementos rústicos propios de la región.	Baja

Autorizó: Lic. Miguel Angel Oble Parra, Representante Legal de COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

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

COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.

Proyecto: "PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. "CUANTINCHAN", PUEBLA"

DIAGRAMAS DE PÉTALO

Título del Plano: PUNTOS DE INTERÉS DENTRO DE LA ZONA DE AFECTACIÓN | Plano Nº: PI-2/2 | Rev.: --

GIPESA | Elaboró: Ing. José Alberto Conde R. | Dibujo: GCR | Escala: Indicada | Acotación: Metros | Fecha: Marzo 2022

"Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"
COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. 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 de Interés	Dist. aprox. Al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
1	Galeras crianza de aves (abandonada)	267.50	Muros de block de cemento arena, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Laminas Galvanizadas.	Baja
2	Bodega	293.00	Muros de block de cemento arena, elementos de refuerzo de concreto armado, losa de concreto armado y Techumbre de Laminas Galvanizadas	Baja
3	Galeras crianza de aves (abandonada)	325.00	Muros de block de cemento arena, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Laminas Galvanizadas.	Baja
4	Bodega (abandonada)	375.00	Muros de block de cemento arena, elementos de refuerzo de concreto armado, losa de concreto armado y Techumbre de Laminas Galvanizadas	Baja
5	Vivienda	430.00	Muros de block de cemento arena, elementos de refuerzo de concreto armado, losas de concreto armado, techumbres de láminas galvanizadas	Baja
6	Conjunto de casas Habitación	492.00	Muros de block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, losas de concreto armado y techumbres de láminas.	Baja
7	Granja Avícola	561.00	Muros de block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, losas de concreto armado y techumbres de láminas.	Baja
8	Casa habitación	575.00	Muros de block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, losas de concreto armado y techumbres de láminas.	Baja

9	Casa habitación	810.00	Muros de block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, losas de concreto armado y techumbres de láminas.	Baja
10	Comunidad San Jerónimo Almoloya	957.00	La mayoría de las casas y construcciones están elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (blocks 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 lámina y cercas perimetrales, de materiales rústicos.	Baja
11	Invernaderos	970.00	Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Acero	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 las cartas de uso de suelo y vegetación del INEGI Serie V (2013) y Serie VI (2016), señalan que el uso de suelo en el predio donde se pretende construir la Planta corresponde a Agricultura de temporal anual.

Dentro del Área de Influencia se observa la dominancia igualmente de áreas de agricultura, asentamientos humano-urbano construido y Pastizal inducido.

De acuerdo con los recorridos de campo y revisión bibliográfica, en el AI se pueden encontrar ejemplares de tipo arbustiva y arbóreo de porte bajo correspondientes a vegetación secundaria, dentro de las que se encuentras especies como: Mezquite (*Prospois juliflora),* huizache *(Acacia farnesiana),* huizache chino *(Vachellia schaffneri),* Sauce colorado *(Salix humnoldtiana willd),* vara negra *(Rhus standleyi),* palo dulce *(Eysenhardtia polystachya),* nopal cardón *(Opuntia streptacantha),* nopal chino *(Opuntia huajuapensis),* chamisa *(Ageratina glabrata)* y magueyes como *Agave salmiana* y *Agave lechuguilla,* entre otros.

Además, se encuentran presentes una gran diversidad de especies herbáceas, principalmente de tipo invasoras o vegetación de sitios perturbados, tales como: gigantón (*Tithonia tubiformis (Jacq.) Cass.*), flamenquilla (*Dyssodia papposa (Vent.) A. S. Hitchc.*), aceitilla (*Bidens* sp.), Malva moscada (*Malva moschata L.*), salvia hoja de tilo (*Salvia tiliifolia Vahl*), Alache (*Anoda cristata (L.) Schltdl.*), tatalencho (*Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less.),* zazálic (*Mentzelia hispida Willd.*), campanitas (*Ipomoea purpurea (L.) Roth*), gallito de monte (*Zinnia peruviana (L.) L.*), zacate tres barbas (*Aristida adscensionis L.*), navajita azul (*Bouteloua Gracilis*), Zacatón (*Muhlenbergia sp.*) y zacate rosado (*Melinis repens*).

Estas especies nos indican que las áreas se encuentran en un estado de perturbación, principalmente por el desarrollo de actividades antropogénicas.

Componente faunístico

Debido a las condiciones ambientales que predominan en las superficies delimitadas por el Área de Influencia se consideró que para la identificación de fauna se utilizara la observación directa, realizando recorridos dentro de la superficie delimitada por el radio de referencia. A lo que se obtuvo una escasa presencia de fauna durante los recorridos, lo cual es un indicador del estado de perturbación del sitio, servicios ambientales como sitio de refugio, alimentación, descanso se han visto reducidos y limitados a las áreas que aun presentan cobertura vegetal; de esta manera se concluye que en el **AII el componente faunístico se encuentra altamente perturbado y la fauna silvestre es escasa.**

Las siguientes imágenes satelitales nos permitirán observar que los ecosistemas presentes dentro de las áreas delimitado por los radios de alto riesgo y amortiguamiento, que potencialmente se verían expuestos a niveles de radiación de 5 y 1.4 kw/m^2, corresponde a ambientes altamente perturbados en los cuales el componente florístico ha sido totalmente modificado, y como consecuencia de ello el componente faunístico que se asocia a estos ambientes perturbados corresponde a especies de talla menor generalmente nocivas tolerantes y adaptadas a las presencia del ser humano y sus actividades, o del tipo doméstica

Fig. 16 Condiciones ambientales de los ecosistemas presentes dentro de los potenciales radios de afectación.

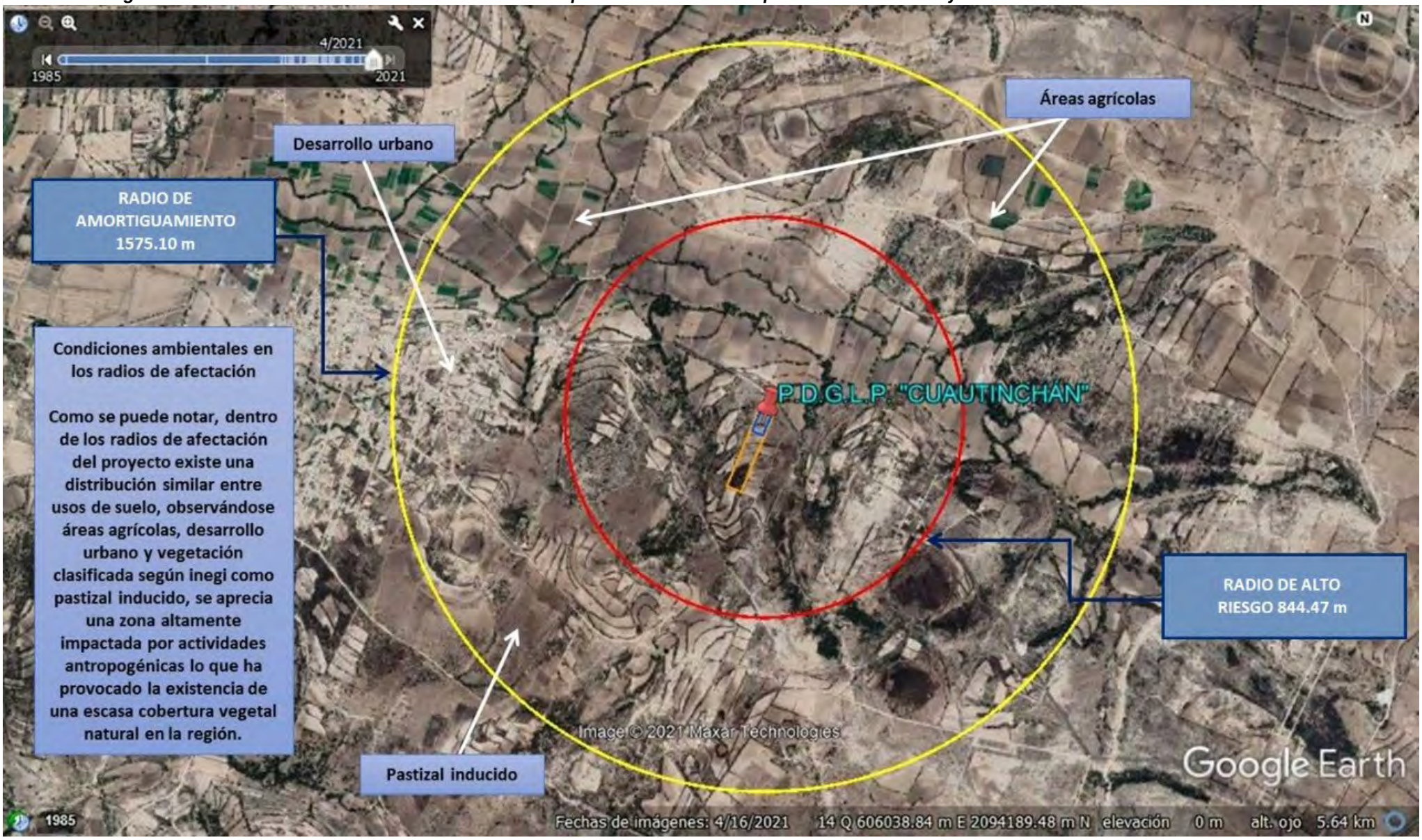




Foto 12 Vista de las condiciones ambientales de los predios con vegetación dentro del AI

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. 1	**6.88 m**	**11.27 m**	**52.37 m**	**89.12 m**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Este y Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	
Esc. 2	**8.98 m**	**16.63 m**	**68.59 m**	**116.73**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Este y Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	

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. 7	3.54 m	6.68 m	36.55 m	62.20 m	Galera abandonada a 267.50 m
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Este y oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	
Esc. 8	5.26 m	9.87 m	47.87 m	81.48 m	Galera abandonada a 267.50 m
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Norte, Este y oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	

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. 7	3.54 m	6.68 m	36.55 m	62.20 m	Galera abandonada a 267.50 m
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Este y oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	
Esc. 8	5.26 m	9.87 m	47.87 m	81.48 m	Galera abandonada a 267.50 m
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Norte, Este y oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	

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. 12	3.54 m	6.68 m	36.59 m	60.58 m	Galera abandonada a 267.50 m
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Este y oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	
Esc. 8	5.26 m	9.87 m	47.87 m	81.48 m	Galera abandonada a 267.50 m
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Norte, Este y oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	

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 particular 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.

En lo que respecta al componente florístico, los daños que se podrían generar se estiman menores, ya que si bien la intensidad de la radiación térmica podrían ocasionar el incendio de la vegetación circundante al predio, de acuerdo a la caracterización ambiental presentada en la MIA-P del presente proyecto, la vegetación corresponde cultivos principalmente y estrato arbustivo y arbóreo que se ha conservado como cercos vivos, por lo que en caso de pérdida sus efectos negativos no pondrían en riesgo el equilibrio ecológico del SA delimitado.

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.					
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. 3	34.02 m	65.56 m	143.27 m	243.84	Galera abandonada a 267.50 m
	Ninguna. El radio de afectación sobrepasa el límite Este, sin afectar infraestructura urbana particular o pública. En cuanto al componente biótico alcanza parte del cerco vivo en dirección norte y algunos arbustos en dirección Este.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Este y Oeste del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	
Esc. 4	42.03 m	77.66 m	187.89 m	319.78 m	Galera abandonada a 267.50 m
	Ninguna. El radio de afectación sobrepasa el límite Este, sin afectar infraestructura urbana particular o pública. En cuanto al componente biótico alcanza parte del cerco vivo en dirección norte y algunos arbustos en dirección Este.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Norte, Este y Oeste del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Galera Abandona a 267.50 m** **Bodega Abandona a 293.00 m** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.					
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. 9	16.79 m	31.32 m	100.53 m	171.09 m	Galera abandonada a 267.50 m
	Ninguna. El radio de afectación se circunscribe a los límites del predio. En cuanto al componente biótico alcanza parte del cerco vivo en dirección norte y algunos arbustos en dirección Este.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Oeste del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	
Esc. 10	31.78 m	58.44 m	154.60 m	263.17 m	Galera abandonada a 267.50 m
	Ninguna. El radio de afectación sobrepasa el límite Oeste, sin afectar infraestructura urbana particular o pública. En cuanto al componente biótico alcanza parte del cerco vivo en dirección norte y algunos arbustos en dirección Este.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Este y Oeste del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.					
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. 14	16.79 m	31.32 m	100.53 m	171.09 m	Galera abandonada a 267.50 m
	Ninguna. El radio de afectación se circunscribe a los límites del predio. En cuanto al componente biótico alcanza parte del cerco vivo en dirección norte y algunos arbustos en dirección Este.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Oeste del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	
Esc. 15	31.78 m	58.44 m	154.60 m	263.17 m	Galera abandonada a 267.50 m
	Ninguna. El radio de afectación sobrepasa el límite Oeste, sin afectar infraestructura urbana particular o pública. En cuanto al componente biótico alcanza parte del cerco vivo en dirección norte y algunos arbustos en dirección Este.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Este y Oeste del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	

Como se puede observar de acuerdo a los resultados de los modelos matemáticos en el caso de los escenarios tipificados **como más catastróficos, pero menos probables**, solo el **Esc. 4** tendría interacción con los puntos de interés 1 y 2 identificados.

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.

En lo que respecta al componente florístico, los daños que se podrían generar se estiman menores, ya que si bien la intensidad de la radiación térmica podrían ocasionar el incendio de la vegetación circundante al predio, de acuerdo a la caracterización ambiental presentada en la MIA-P del presente proyecto, la vegetación corresponde cultivos principalmente y estrato arbustivo y arbóreo que se ha conservado como cercos vivos, por lo que en caso de pérdida sus efectos negativos no pondrían en riesgo el equilibrio ecológico del SA delimitado.

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.			
No. de Esc.	**Radiación Térmica**		**Bola de Fuego**
	Radio de Alto Riesgo:	**Radio de Amortiguamiento:**	**Diámetro Máximo**
	542.00 m	**1011.14 m**	**162.20 m**
Esc. 5	**1. Galeras crianza de aves (abandonada) 267.50 m** **2. Bodega abandonada 293.00 m** **3. Galeras crianza de aves (abandonada) 325.00 m** **4. Bodega (abandonada) 375.00 m** **5. Vivienda 430.00 m** **6. Conjunto de casas Habitación 492.00 m** **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos**	**7. Granja Avícola 561.00 m** **8. Casa habitación 575.00 m** **9. Casa habitación 810.00 m** **10. Comunidad San Jerónimo Almoloya 957.00 m** **11. Invernaderos 970.00 m** **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.**	**Ninguna.** Los radios de afectación sobrepasan los límites Norte, Este y Oeste del predio no se tienen actividades en las inmediaciones con las cuales se interactúe **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos**
	Radio de Alto Riesgo:	**Radio de Amortiguamiento:**	**Diámetro Máximo**
	844.47 m	**1575.90 m**	**162.20 m**
Esc. 6	**1. Galeras crianza de aves (abandonada) 267.50 m** **2. Bodega 293.00 m** **3. Galeras crianza de aves (abandonada) 325.00 m** **4. Bodega (abandonada) 375.00 m** **5. Vivienda 430.00 m** **6. Conjunto de casas Habitación 492.00 m** **7. Granja Avícola 561.00 m** **8. Casa habitación 575.00 m** **9. Casa habitación 810.00 m** **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos**	**10. m** **11. Comunidad San Jerónimo Almoloya 957.00 m** **12. Invernaderos 970.00 m** **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.**	**Ninguna.** Los radios de afectación sobrepasan los límites Norte, Este y Oeste del predio no se tienen actividades en las inmediaciones con las cuales se interactúe **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos**

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.			
No. de Esc.	**Radiación Térmica**		**Bola de Fuego**
	Radio de Alto Riesgo:	**Radio de Amortiguamiento:**	**Diámetro Máximo**
	460.81 m	**859.11 m**	**136.80 m**
Esc. 11	**1. Galeras crianza de aves (abandonada) 267.50 m** **2. Bodega 293.00 m** **3. Galeras crianza de aves (abandonada) 325.00 m** **4. Bodega (abandonada) 375.00 m** **5. Vivienda 430.00 m** **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos**	**6. Conjunto de casas Habitación 492.00 m** **7. Granja Avícola 561.00 m** **8. Casa habitación 575.00 m** **9. Casa habitación 810.00 m** **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.**	**Ninguna.** Los radios de afectación sobrepasan los límites Norte, Este y Oeste del predio no se tienen actividades en las inmediaciones con las cuales se interactúe **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos**

Con respecto a los escenarios tipificados **como más catastróficos, pero menos probables**, correspondientes al BLEVE, en todos los casos los potenciales radios de afectación tendrían interacción con prácticamente todos los puntos interés identificados.

Las potenciales afectaciones a la infraestructura urbana estarán determinadas por la intensidad de radiación térmica y el tiempo al que se vean sometidas, lo cual se estimará en el Análisis de Consecuencias.

En lo que respecta al componente florístico, los daños que se podrían generar a la flora igualmente estarán determinados por la intensidad de radiación térmica y el tiempo al que estén sometidas a esta cantidad de energía, lo cual se estimará en el Análisis de Consecuencias

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[1]. En la tabla siguiente se presentan los efectos de este fenómeno sobre las personas.

[1] 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/cm²	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.**

Esc. 1	Caso Menos Catastrófico, Más Probable: Fuga de Gas LP en línea de 2". 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	

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 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 Este y Oeste del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 1.00 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 0.5 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **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, **dentro de estos radios ninguna infraestructura solo la casa abandonada se vería afectada no se tiene presencia de otra infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) por lo que no esperan daños a la salud humana.**

Esc. 2	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	

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. Ninguna
Sobresale de los límites Este y Oeste del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 1.00 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 0.5 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, es factible que parte del follaje se pierda. **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, **dentro de estos radios ninguna infraestructura solo la casa abandonada se vería afectada no se tiene presencia de otra infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) por lo que no esperan daños a la salud humana.**

Esc. 3	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. línea de vapor; Desviación 1.6	

Los efectos negativos podrían presentar por:

a. Radiación Térmica.

Radio de Alto Riesgo.

Componente Biótico. Reparables.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de afectación rebasa el límite Este del predio y alcanza algunos ejemplares arbustivos y arbóreos, la intensidad de la radiación es de 5 kw/m2, no es suficiente para ocasionar el incendio de la madera, sin embargo, ocasionara la pérdida de follaje y si fuese muy prolongado el tiempo de exposición podría tenerse riesgo de incendio, pero no se identifican riesgos de que el mismo se propague, **se estima que las afectaciones serán reparables y no se pondrá en riesgo el equilibrio ecológico en el SA delimitado.**

Salud Humana. Ninguna.
Si bien el radio de afectación rebasa el límite Este del predio, no alcanza a ninguna de las infraestructuras presentes en las inmediaciones de la planta, **no se estiman afectaciones a la salud humana de la población.**

Para el caso del personal que labore en la planta las consecuencias serán moderadosgraves, 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.

Componente Biótico. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de afectación rebasa los límites Este y Oeste del predio y alcanza algunos ejemplares arbustivos y arbóreos, la intensidad de la radiación es de 1.4 kw/m2, semejante a un intenso día soleado, no es suficiente para ocasionar el incendio de la madera, únicamente bajo una exposición prolongada (más de un día) se podría ocasionar la pérdida de follaje, **se estima que no se ocasionaran afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de afectación rebasa los límites Este y Oeste del predio; dentro de la superficie afectada no se tiene la presencia de infraestructura humana, **no se estiman afectaciones a la salud humana**

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos sobre el componente:

Componente Biótico.

Radio de Alto Riesgo: Reparables.
El radio de afectación rebasa los límites del predio y alcanza algunos ejemplares arbustivos y arbóreos, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 1.00 psi alcanza vegetación aledaña en las colindancias del predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se vean afectadas, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 0.5 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, sin embargo, dentro de este radio no se tiene presencia de infraestructura humana; No se estiman daños a la población humana.

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, sin alcanzar ninguna de la infraestructura urbana identificada en los puntos de interés, sin embargo; la fuerza de la onda de choque (0.50 psi) será percibida como un ruido fuerte, para quienes se encuentre dentro de este radio. **No se estiman daños a la salud humana de la población.**

Esc. 4 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: Ruptura total de la línea de 3" Ø nominal. Línea de Líquido
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.

Radio de Alto Riesgo.

Componente Biótico. Reparables.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de afectación rebasa el límite Este del predio y alcanza algunos ejemplares arbustivos y arbóreos, la intensidad de la radiación es de 5 kw/m2, no es suficiente para ocasionar el incendio de la madera, sin embargo, ocasionara la pérdida de follare y si fuese muy prolongado el tiempo de exposición podría tenerse riesgo de incendio, **se estima que las afectaciones serán reparables y no se pondrá en riesgo el equilibrio ecológico en el SA delimitado.**

Salud Humana. Ninguna.
Si bien el radio de afectación rebasa el límite Este del predio, no alcanza a ninguna de las infraestructuras presentes en las inmediaciones de la planta, **no se estiman afectaciones a la salud humana de la población.**

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.**

Radios de Amortiguamiento.

Componente Biótico. Ninguna.
De acuerdo a los resultados de la modelación el radio de afectación rebasa los límites Este y Oeste del predio y alcanza algunos ejemplares arbustivos y arbóreos, la intensidad de la radiación es de 1.4 kw/m2, semejante a un intenso día soleado, no es suficiente para ocasionar el incendio de la madera, únicamente bajo una exposición prolongada (más de un día) se podría ocasionar la pérdida de follaje, **se estima que no se ocasionarán afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.

El radio de afectación rebasa los límites del predio tanto al Este como al Oeste, no se tiene presencia de personal ni de población dentro de este radio por lo que **no se esperan afectaciones a la salud humana de la población.**

b. Explosión (Ondas de Sobrepresión) efectos sobre el componente:

Componente Biótico.

Radio de Alto Riesgo: Reparables.
El radio de afectación rebasa los límites del predio y alcanza algunos ejemplares arbustivos y arbóreos, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 1.00 psi alcanza vegetación aledaña en las colindancias del predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se verán afectadas, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 0.5 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, sin embargo, dentro de este radio se tiene presencia de la galera abandonada y la bodega, no se observó la presencia de personas. **No se estiman daños a la población humana.**

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, sin alcanzar ninguna de la infraestructura urbana identificada en los puntos de interés, sin embargo; la fuerza de la onda de choque (0.50 psi) será percibida como un ruido fuerte, para quienes se encuentre dentro de este radio. **No se estiman daños a la salud humana de la población.**

Esc. 5	Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: BLEVE en el semirremolque .
Referencia HazOp: Nodo 1: Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 1.7	

Los efectos negativos podrían presentar por:

a. Bola de Fuego.

Componente Biótico. Reparables.

El diámetro de la bola de fuego sobrepasa los límites del predio en todas sus colindancias; alcanzando algunos ejemplares arbustivos y arbóreos, siendo expuestos de forma directa al fuego, durante 12.6 segundos, presentado perdida inmediata de follaje y riesgo de incendio, lo que podría poner en riesgo su permanencia. NO se identifican riesgos de propagación de incendio a otras zonas con vegetación similar, toda vez que la distribución de la misma es intercalada. **Los daños se estiman reparables, 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. Ninguna.

Si bien la bola de fuego rebasa los límites del predio 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 verá expuesto directamente a la bola de fuego con consecuencias **graves, incluso se esperan muertes.**

b. Radiación Térmica.

Radio de Alto Riesgo.

Componente Biótico. Reparables

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 12.6 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 reparables sin poner en riesgo el equilibrio de los ecosistemas identificados en el SA.**

Radio de Amortiguamiento.

Componente Biótico. Ninguna.

El radio de afectación rebasa los límites del predio, dentro de las áreas de afectación se tiene presencia de cultivos, y estrato arbustivo y arbóreo que se han conservado como cercos vivos, los cuales se distribuyen en toda la superficie afectada; la vegetación estaría sometida a una intensidad de radiación térmica de 1.4 Kw/m^2 durante 12.3 segundos, , que en términos de energía calorica se asemeja a un intenso día 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 no se estiman daños sobre este componente.

<u>Consecuencias por Radiación Térmica a la Salud Humana</u>

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	588.17	5. Vivienda 6. Conjunto de casas Habitación 7. Granja Arvicola 8. Casa habitación	Ninguna
	Zona 2: Nivel de daño significativo Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda. Radiación: 9.08 kW/m2	389.26	3. Galeras crianza de aves (abandonada). 4. Bodega (abandonada).	Ninguna
	Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio. Radiación: 15.26 kW/m2	293.83	1. Galeras crianza de aves (abandonada)- 2. Bodega abandonada	Ninguna
	Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio. Radiación: 43.17 kW/m2	150.32	Sin presencia de infraestructura urbana	Ninguna

Esc. 6 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. Reparables.

El diámetro de la bola de fuego sobrepasa los límites del predio en todas sus colindancias; alcanzando algunos ejemplares arbustivos y arbóreos, siendo expuestos de forma directa al fuego, durante 17.3 segundos, presentado perdida inmediata de follaje y riesgo de incendio, lo que podría poner en riesgo su permanencia. NO se identifican riesgos de propagación de incendio a otras zonas con vegetación similar, toda vez que la distribución de la misma es intercalada. **Los daños se estiman reparables, 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. Ninguna.

Si bien la bola de fuego rebasa los límites del predio 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 verá 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 17.3 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 reparables sin poner en riesgo el equilibrio de los ecosistemas identificados en el SA.**

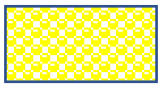
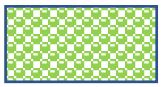
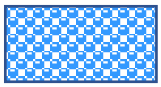
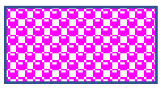
Radio de Amortiguamiento.

Componente Biótico. Ninguna.
El radio de afectación rebasa los límites del predio, dentro de las áreas de afectación se tiene presencia de cultivos, y estrato arbustivo y arbóreo que se han conservado como cercos vivos, los cuales se distribuyen en toda la superficie afectada; la vegetación estaría sometida a una intensidad de radiación térmica de 1.4 KW/m^2 durante 17.4 segundos, que en términos de energía calórica se asemeja a un intenso día 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 no se estiman daños sobre este componente.

<u>Consecuencias por Radiación Térmica a la Salud Humana</u>

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	1032.45	9. Granja Arvicola 10. Casa habitación 11. Invernaderos	Menores
	Zona 2: Nivel de daño significativo Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda. Radiación: 9.08 kW/m2	686.50	7. Granja Avícola 8. Casa habitación	Reparables
	Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio. Radiación: 15.26 kW/m2	521.44	2. Bodega abandonada 3. Galeras crianza de aves (abandonada). 4. Bodega (abandonada 5. Vivienda 6. Conjunto de casas Habitación	Graves
	Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio. Radiación: 43.17 kW/m2	277.39	1. Galeras crianza de aves (abandonada)-	Ninguna

Esc. 7	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. Ninguna
Sobresale de los límites Este y Oeste del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 1.00 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 0.5 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **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, **dentro de estos radios ninguna infraestructura solo la casa abandonada se vería afectada no se tiene presencia de otra infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) por lo que no esperan daños a la salud humana.**

Esc. 8	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:

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. Ninguna
Rebasa los límites Este y Oeste del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 1.00 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje**. Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 0.5 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **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, **dentro de estos radios ninguna infraestructura solo la casa abandonada se vería afectada no se tiene presencia de otra infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) por lo que no esperan daños a la salud humana**

Esc. 9	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:

Biótico. Ninguna

De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica el radio de alto riesgo se circunscribe a los límites del predio y en el caso del radio de amortiguamiento rebasa ligeramente el límite Oeste del predio, por lo que podemos señalar que la radiación térmica 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:

Componente Biótico.

Radio de Alto Riesgo: Reparables.
Rebasa los límites Este y Oeste del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 1.00 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje**. Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

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 de 0.5 psi 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, sin embargo, dentro de este radio no se tiene presencia de infraestructura humana; No se estiman daños a la población humana.

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, sin alcanzar ninguna de la infraestructura urbana identificada en los puntos de interés, sin embargo; la fuerza de la onda de choque (0.50 psi) será percibida como un ruido fuerte, para quienes se encuentre dentro de este radio. **No se estiman daños a la población o la salud humana**

Esc. 10	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:

Biótico. Ninguna

De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica el radio de alto riesgo se circunscribe a los límites del predio y en el caso del radio de amortiguamiento rebasa ligeramente el límite Oeste del predio, por lo que podemos señalar que la radiación térmica 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:

Componente Biótico.

Radio de Alto Riesgo: Reparables.
El radio de afectación rebasa los límites del predio y alcanza algunos ejemplares arbustivos y arbóreos, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 1.00 psi alcanza vegetación aledaña en las colindancias del predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se vean afectadas, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 0.5 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, posiblemente se tenga perdida de follaje. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, sin embargo, dentro de este radio no se tiene presencia de infraestructura humana; **No se estiman daños a la población humana**.

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, sin alcanzar ninguna de la infraestructura urbana identificada en los puntos de interés, sin embargo; la fuerza de la onda de choque (0.50 psi) será percibida como un ruido fuerte, para quienes se encuentre dentro de este radio. **No se estiman daños a la población o la salud humana**

Esc. 11 Caso extremadamente raro y menos probable Caso más catastrófico: BLEVE en el Autotanque
Referencia HazOp: Nodo 3: Tomas de Suministro de Gas L.P. líquido y vapor; Desviación 3.6

Los efectos negativos podrían presentar por:

a. Bola de Fuego.

Componente Biótico. Reparables.

El diámetro de la bola de fuego sobrepasa los límites del predio en todas sus colindancias; alcanzando algunos ejemplares arbustivos y arbóreos, siendo expuestos de forma directa al fuego, durante 17.3 segundos, presentado perdida inmediata de follaje y riesgo de incendio, lo que podría poner en riesgo su permanencia. NO se identifican riesgos de propagación de incendio a otras zonas con vegetación similar, toda vez que la distribución de la misma es intercalada. **Los daños se estiman reparables, 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. Ninguna.

Si bien la bola de fuego rebasa los límites del predio 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 verá expuesto directamente a la bola de fuego con consecuencias **graves, incluso se esperan muertes.**

b. Radiación Térmica.

Radio de Alto Riesgo.

Componente Biótico.

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 17.3 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 reparables sin poner en riesgo el equilibrio de los ecosistemas identificados en el SA.**

Radio de Amortiguamiento.

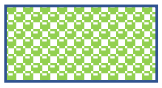
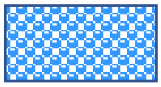
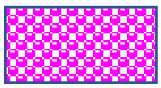
Componente Biótico. Ninguna.

El radio de afectación rebasa los límites del predio, dentro de las áreas de afectación se tiene presencia de cultivos, y estrato arbustivo y arbóreo que se han conservado como cercos vivos, los cuales se distribuyen en toda la superficie afectada; la vegetación estaría sometida a una intensidad de radiación térmica de 1.4 Kw/m^2 durante 17.4 segundos, que en términos de energía calórica se asemeja a un intenso día 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 no se estiman daños sobre este componente.

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	468.97	3. Galeras crianza de aves (abandonada) 4. Bodega (abandonada) 5. Vivienda	Ninguna
	Zona 2: Nivel de daño significativo Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda. Radiación: 9.08 kW/m2	309.39	1. Galeras crianza de aves (abandonada) 2. Bodega abandonada	Reparables
	Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio. Radiación: 15.26 kW/m2	232.55	No se tiene presencia de infraestructura urbana	Ninguna
	Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio. Radiación: 43.17 kW/m2	115.59	No se tiene presencia de infraestructura urbana	Ninguna

Esc. 12	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	

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:

Radio de Alto Riesgo. Reparables
Sobresale de los límites Este y Oeste del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 1.00 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 0.5 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, posiblemente se tenga perdida de follaje. **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, **dentro de estos radios ninguna infraestructura solo la casa abandonada se vería afectada no se tiene presencia de otra infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) por lo que no esperan daños a la salud humana.**

Esc. 13	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 4: Toma de suministro de Múltiple de Llenado; Desviación 4.1	

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. Reparables
Sobresale de los límites Este y Oeste del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 1.00 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 0.5 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, posiblemente se tenga perdida de follaje. **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, **dentro de estos radios ninguna infraestructura solo la casa abandonada se vería afectada no se tiene presencia de otra infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) por lo que no esperan daños a la salud humana.**

Esc. 14	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 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:

Componente Biótico.

Radio de Alto Riesgo: Reparables.
El radio de afectación rebasa los límites del predio y alcanza algunos ejemplares arbustivos y arbóreos, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 1.00 psi alcanza vegetación aledaña en las colindancias del predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se vean afectadas, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 0.5 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, posiblemente se tenga perdida de follaje. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, sin embargo, dentro de este radio no se tiene presencia de infraestructura humana; No se estiman daños a la población humana.

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, sin alcanzar ninguna de la infraestructura urbana identificada en los puntos de interés, sin embargo; la fuerza de la onda de choque (0.50 psi) será percibida como un ruido fuerte, para quienes se encuentre dentro de este radio. **No se estiman daños a la población o la salud humana**

Esc. 15	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:

Biótico. Ninguna

De acuerdo a los resultados de la modelación los radios de afectación por radiación térmica el radio de alto riesgo se circunscribe a los límites del predio y en el caso del radio de amortiguamiento rebasa ligeramente el límite Este y Oeste del predio, por lo que podemos señalar que la radiación térmica que puede causar daños severos se limita 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:

Componente Biótico.

Radio de Alto Riesgo: Reparables.
El radio de afectación rebasa los límites del predio y alcanza algunos ejemplares arbustivos y arbóreos, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 1.00 psi alcanza vegetación aledaña en las colindancias del predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se vean afectadas, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

Radio de Amortiguamiento. Ninguno.
Sobresale de los límites del predio, la fuerza de la onda de choque es equivalente a 0.5 psi; alcanza la vegetación aledaña al predio, la fuerza de la onda de choque no será suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, posiblemente se tenga perdida de follaje. **No se estiman afectaciones al componente biótico del SA delimitado.**

Salud Humana.

Radio de Alto Riesgo. Ninguna.
Sobresale de los límites del predio, sin embargo, dentro de este radio no se tiene presencia de infraestructura humana; No se estiman daños a la población humana.

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, sin alcanzar ninguna de la infraestructura urbana identificada en los puntos de interés, sin embargo; la fuerza de la onda de choque (0.50 psi) será percibida como un ruido fuerte, para quienes se encuentre dentro de este radio. **No se estiman daños a la población o la salud humana**

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 8.17	No relevante para el análisis de riesgo	2”	5.00	2.77	No relevante toda la tubería se encuentra confinada en un área de 150 m^2, que se encuentran al interior del predio que alberga la instalación.
	106-97-8	0.540	Compresor 9.42	No relevante para el análisis de riesgo	3”	10.0		

Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.

No. de Falla	No. de Escenario	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente Ambiental afectado	Infraestructura urbana afectada.
		Fuga	Derrame (Liberación Súbita)	Incendio	Explosión	Unidad o Equipo			
1.2	1	X		X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	Ninguna
1.2	2	X		X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	Ninguna
1.6	3		X			Tubería o Accesorio	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	Ninguna
1.6	4		X			Tubería o Accesorio	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	1. Galera Abandonada 2. Bodega Abandonada
1.7	5		X	X		Recipiente del semirremolque	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	1. Galeras crianza de aves (abandonada) 2. Bodega abandonada 3. Galeras crianza de aves (abandonada) 4. Bodega (abandonada) 5. Vivienda 6. Conjunto de casas Habitación 7. Granja Avícola 8. Casa habitación 9. Casa habitación 10. Comunidad San Jerónimo Almoloya 11. Invernaderos
2.4	6		X	X		Tanque	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	1. Galeras crianza de aves (abandonada) 2. Bodega abandonada 3. Galeras crianza de aves (abandonada) 4. Bodega (abandonada) 5. Vivienda 6. Conjunto de casas Habitación 7. Granja Avícola 8. Casa habitación 9. Casa habitación 10. Comunidad San Jerónimo Almoloya 11. Invernaderos

No. de Falla	No. de Escenario	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente Ambiental afectado	Infraestructura urbana afectada.
		Fuga	Derrame (Liberacion Súbita)	Incendio	Explosión	Unidad o Equipo			
3.1	7	X		X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	Ninguna
3.1	8	X		X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	Ninguna
3.6	9	X		X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	Ninguna
3.6	10	X		X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	Ninguna
3.7	11		X	X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	1. Galeras crianza de aves (abandonada) 2. Bodega abandonada 3. Galeras crianza de aves (abandonada) 4. Bodega (abandonada) 5. Vivienda 6. Conjunto de casas Habitación 7. Granja Avícola 8. Casa habitación 9. Casa habitación
4.1	12		X	X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	Ninguna
4.1	13		X	X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	Ninguna
4.5	14					Tubería o Accesorio	HazOp	Cultivos, Cercos vivos	Ninguna
4.5	15							Cultivos, Cercos vivos	Ninguna

Estimación de Consecuencias.

No de Falla	No. de Escenario	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	1		X	85.69	Kg					X	SCRI FUEGO	6.88	11.27	52.37	89.12
1.2	2		X	192.64	Kg					X	SCRI FUEGO	8.98	16.63	68.59	116.73
1.6	3	X		1069.80	Kg				X		SCRI FUEGO	34.02	62.56	143.27	243.84
1.6	4	X		2407.05	Kg				X		SCRI FUEGO	42.03	77.66	187.89	319.78
1.7	5	X		21870.00	Kg					X	SCRI FUEGO	542.00	1011.14	162.20	12.6
2.4	6	X		87966.00	Kg		X				SCRI FUEGO	844.47	1575.90	257.95	17.3
3.1	7		X	29.136	Kg				X		SCRI FUEGO	3.54	6.68	36.55	62.20
3.1	8		X	65.472	Kg				X		SCRI FUEGO	5.26	9.87	47.87	81.48
3.5	9	X		366.74	Kg				X		SCRI FUEGO	16.79	31.32	100.53	171.09
3.5	10	X		1323.0054	Kg				X		SCRI FUEGO	31.78	58.44	154.60	263.12
3.6	11	X		13122.00	Kg				X		SCRI FUEGO	460.81	859.17	136.80	10.60
4.1	12		X	26.9094	Kg				X		SCRI FUEGO	3.54	6.68	35.59	60.58
4.1	13		X	65.472	Kg				X		SCRI FUEGO	5.26	9.87	47.87	81.48
4.5	14	X		363.74	Kg				X		SCRI FUEGO	16.79	31.32	100.53	171.09
4.5	15	X		1323.0054	Kg				X		SCRI FUEGO	31.78	58.44	154.60	263.12

No de Falla	No. de Escenario	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	1		X	85.69	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	6.88	11.27
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	52.37	89.12
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
1.2	2		X	192.64	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	8.98	16.63
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	68.59	116.37
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
1.6	3	X		1069.80	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	34.02	62.56
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	143.27	243.84
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
1.6	4	X		2407.05	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	42.03	77.66
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	187.89	319.78
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		

No de Falla	No. de Escenario	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
3.1	7		X	29.136	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	3.54	6.68
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	36.55	62.20
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
3.1	8		X	65.472	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	5.26	9.87
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	47.87	81.48
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
3.5	9	X		366.74	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	16.79	31.32
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	100.53	171.09
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
3.5	10	X		1323.0054	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	31.78	58.44
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	154.60	263.12
						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
4.1	12		X	26.9094	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	3.54	6.68
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	35.59	60.58
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		
4.1	13		X	65.472	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	47.87	81.48
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	113.82	193.27
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		
4.5	14	X		363.74	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	16.79	31.32
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	100.53	171.09
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		
4.5	15	X		1323.0054	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	31.78	58.44
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	154.60	263.12
						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
1.7	5	X				Análisis Efectos Por Bola de Fuego.								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	N/A	N/A
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Radiación Térmica								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	912.29	1704.19
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
2.4	6	X				Análisis Efectos Por Bola de Fuego.								
						Cultivos, Cercos vivos				X				
						Salud Humana					X			
						Radiación Térmica								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	912.29	1704.19
						Salud Humana		X				SCRI FUEGO		
3.6	5	X				Análisis Efectos Por Bola de Fuego.								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO		
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Radiación Térmica								
						Cultivos, Cercos vivos				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	1			2.68 m/s	F	1.00	0.51	5	1.4
1.2	2			2.68 m/s	F	1.00	0.51	5	1.4
1.6	3			2.68 m/s	F	1.00	0.51	5	1.4
1.6	4			2.68 m/s	F	1.00	0.51	5	1.4
1.7	5			2.68 m/s	F			5	1.4
2.4	6			2.68 m/s	F			5	1.4
3.1	7			2.68 m/s	F	1.00	0.51	5	1.4
3.1	8			2.68 m/s	F	1.00	0.51	5	1.4
3.5	9			2.68 m/s	F	1.00	0.51	5	1.4
3.5	10			2.68 m/s	F	1.00	0.51	5	1.4
3.6	11			2.68 m/s	F	1.00	0.51	5	1.4
4.1	12			2.68 m/s	F	1.00	0.51	5	1.4
4.1	13			2.68 m/s	F	1.00	0.51	5	1.4
4.5	14			2.68 m/s	F	1.00	0.51	5	1.4
4.5	15			2.68 m/s	F	1.00	0.51	5	1.4

II.3 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; y como consecuencia tanto el componente florístico como faunístico se han visto modificados, dentro de los radios de afectación, mediante los cuales se estableció el **AII** del proyecto; los usos de suelo predominantes son pastizal inducido y agricultura de temporal, por lo que la presencia de vegetación natural, se limita a aquella que se ha conservado como cercos vivos para delimitar predios, las imágenes satelitales nos muestran una superficie altamente perturbado, con amplias superficies dedicadas a la agricultura y potreros, por lo que el componente faunístico es escaso durante los recorridos de campo no se observó mastofauna o especies de tallas medianas o pequeñas, observándose algunos ejemplares de aves.

Lo anterior favorece el desarrollo del proyecto ya que las superficies que potencialmente se pudiesen ver afectadas por la ocurrencia de un evento no deseado carecen de elementos de relevancia ambiental y minimizan los efectos negativos. **Por lo que daños estimados son reparables.**

En lo que respecta a la presencia del ser humano, es nula en un radio de 265.00 m; considerando el centro del eje longitudinal del tanque, posteriormente se encuentran galeras y bodegas abandonadas, las primeras casas habitación se localizan a 430.00 y el poblado más cercano a 810.00 m, por lo que los efectos negativos sobre la salud de la población y/o la infraestructura están condicionados a que se vean alcanzados, y posteriormente a que intensidad de energía y el tiempo de exposición.

Efectos Negativos sobre los componentes ambientales de los escenarios más probables Menos catastróficos.

a) Componente Biótico.

Radiación Térmica.

En el caso de los escenarios de riesgos identificados como más probables, pero menos catastróficos, los resultados de las simulaciones indican que en la mayoría de los escenarios los radios de afectación por radiación térmica se circunscriben a los límites predio o el área que ocupara la planta, en algunos casos rebasan los límites del predio, sin embargo, como se demostró en la **MIA-P** presentada para el proyecto en los predios colindantes la cobertura vegetal es principalmente pecuaria (pastos y cultivos) intercalados con cercos vivos en los que predomina el estrato herbáceo. Por lo que en aquellos casos en lo que el radio de afectación rebase los límites del predio, se podrá tener pérdida de follaje. Solo en caso de que el componente florístico se viera expuesto a un radio de alto riesgo (5 kw/m^2) y un prolongado tiempo de exposición el estrato arbustivo tendría riesgo de incendio.

Ondas de sobrepresión (Explosión)

En lo que se refiere a las ondas de sobrepresión en todos los escenarios identificados los potenciales radios de afectación rebasan los límites del predio; y al igual que en el caso de radiación térmica, afectan cultivos y cercos vivos; las potenciales afectaciones sobre esta vegetación estarían dada por el radio de alto riesgo, ya que la cobertura vegetal se vería expuesta a onda de choque de 1.00 psi, y que, si bien no es suficiente para arrancarla de raíz, si ocasionará perdida de follaje.

De forma general podemos señalar que en es los escenarios tipificados como **más probables, pero menos catastróficos** los máximos daños potenciales al componente biótico serán reparables; lo que significa que **los daños que se ocasionarán sobre el componente biótico, por la ocurrencia de estos escenarios de riesgo, no pondrían en riesgo la continuidad de los procesos que actualmente prevalecen en el AII y en el SA propuesto; por lo que no se pone en riesgo su equilibrio ecológico.**

b) Salud Humana.

De acuerdo a los radios de afectación por ondas de sobrepresión en ningún caso la infraestructura urbana identificada en las inmediaciones de la planta, los radios de mayor alcance corresponden al escenario 1 con 68.59 m (radio de alto riesgo) y 116.73 m (radio de amortiguamiento), por lo que no hay afectaciones a la infraestructura y salud humana de la población.

Para el caso del personal que labore en la planta las consecuencias se **estiman moderadas**, no obstante, sin embargo, en caso de que el personal se vea directamente expuesto a la onda de sobre presión de alto riesgo, se podrían, tener alguna fatalidad.

Efectos Negativos sobre los componentes ambientales de los escenarios Menos probables más catastróficos.

a) Componente Biótico.

Radiación Térmica.

En el caso de los escenarios de riesgos identificados como más catastróficos, pero menos probables, los resultados de las simulaciones indican que en todos los casos la mayoría de los escenarios los radios de afectación por radiación térmica rebasan los límites del predio, los radios de mayor alcance con respecto a la ruptura de la tubería son los del Esc. 4 que alcanza distancias de 42.03 m (radio de alto riesgo) y 77.66 m (radio de amortiguamiento); y dentro de estos radios las condiciones ambientales son a las que ya se analizaron con respecto de los escenarios de riesgos tipificados como más probables pero menos catastróficos. Es decir, se estiman los mismos daños; aunque en una mayor superficie, lo que significa que **los daños que se ocasionarán sobre el componente biótico, por la ocurrencia de estos escenarios de riesgo, no pondrían en riesgo la continuidad de los procesos que actualmente prevalecen en el AII y**

en el SA propuesto; por lo que no se pone en riesgo su equilibrio ecológico.

b) Salud humana.

Para estos casos, si bien, en algunos casos los potenciales radios de afectación rebasan los límites del predio, dentro de estos radios no se tiene presencia de infraestructura urbana, **por lo que no se estiman daños a la salud humana de la población.**

Para el caso del personal que trabaje en la planta, los daños se estiman en moderados con lesionados que requerirán atención hospitalaria.

Ondas de sobrepresión (Explosión)

a) Componente Biótico.

Los radios de afectación rebasan los límites del predio, las ondas choque, afectan los cultivos, los cercos vivos, no obstante, las ondas de choque no son suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

b) Salud humana.

De los radios potenciales de afectación solo los determinados en el escenario 4 alcanza la galera y bodegas abandonadas ubicadas en dirección Sureste, las cuales se encuentran abandonas, la onza de choque **no ocasionara daños a la infraestructura y tampoco sobre la salud humana de la población.**

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.**

Caso Más Catastrófico (BLEVE's)

Bola de Fuego.

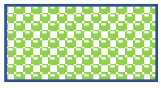
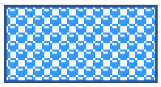
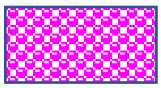
El diámetro de la bola de fuego en los tres escenarios identificados sobrepasa los límites del predio, sin embargo, como se demostró en la **MIA-P** presentada para el proyecto en los predios colindantes la cobertura vegetal es principalmente pecuaria (pastos y cultivos) intercalados con cercos vivos en los que predomina el estrato herbáceo. Por lo que en aquellos casos en lo que el radio de afectación rebase los límites del predio, se podrá tener pérdida de follaje. Solo en caso de que el componente florístico se viera expuesto a un radio de alto riesgo (5 kw/m^2) y un prolongado tiempo de exposición el estrato arbustivo tendría riesgo de incendio. Los daños estimados son reparables y no se pone en riesgo el equilibrio ecológico del SA propuesto.

Salud Humana.

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

De acuerdo al análisis de consecuencias, se estiman daños graves a la salud humana, conforme a lo siguiente.

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	1032.45	12. Granja Arvicola 13. Casa habitación 14. Invernaderos	Menores
	Zona 2: Nivel de daño significativo Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda. Radiación: 9.08 kW/m2	686.50	9. Granja Avícola 10. Casa habitación	Reparables
	Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio. Radiación: 15.26 kW/m2	521.44	7. Bodega abandonada 8. Galeras crianza de aves (abandonada). 9. Bodega (abandonada 10. Vivienda 11. Conjunto de casas Habitación	Graves
	Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio. Radiación: 43.17 kW/m2	277.39	2. Galeras crianza de aves (abandonada)-	Ninguna

CAPÍTULO III

SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

CAPÍTULO I

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**
III.2.1.3 Sistema de paro de emergencia **5**
III.2.2 Sistemas de seguridad en área de recepción, tanques almacenamiento y suministro **7**
III.3 Medidas preventivas **9**
III.3.1 Contra impactos por vehículos **9**
III.3.2 Contra descargas eléctricas **9**
III.3.3 Contra explosión. **10**
III.3.4 Contra agentes externos y sabotaje **10**
III.3.5 Rótulos de seguridad **10**
III.3.6 Planes y programas para el control y mitigación de efectos negativos **14**

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación de extintores. 4
Tabla 2. Accesorios y conexiones del tanque de almacenamiento. 7
Tabla 3. Rótulos y pictogramas de seguridad que se colocarán en sitios estratégicos del área del proyecto 11
Tabla 4. Letreros y Pictogramas de seguridad 13

CAPÍTULO III

SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

III.1 Recomendaciones técnico-operativas

De acuerdo a la aplicación de las metodologías y técnicas para la identificación de riesgos, se establecieron las siguientes recomendaciones técnicas operativas.

DE LA RECOMENDACIÓN				RESPONSABLE DE LA ATENCIÓN	FECHA PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
No.	CODIFICACIÓN	DATOS GENERALES SINTESSIS DESCRIPTIVA	INDICE DE RIESGO		
1	ERA-ROEV -2020-RT1	1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	Previo y durante la operación de la Planta
2	ERA-ROEV -2020-RT2	2. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	Durante la operación de la Planta
3	ERA-ROEV -2020-RT3	3. Supervisar que la recepción de semirremolques y descarga de Gas L.P. se lleve conforme a los procedimientos	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	Durante la operación de la Planta
4	ERA-ROEV -2020-RT4	4. Elaborar e implementar el SASISOPA Colocar un sistema detección de fuego.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	30/03/2023
5	ERA-ROEV -2020-RT5	5. Presentar el resumen ejecutivo del Estudio de Riesgo, incluyendo los Diagramas de Pétalos al municipio con el fin de que se consideren los potenciales radios de afectación, dentro de su planeación urbana.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	30/12/2022

No se identificó la necesidad de implementar o adicionar sistemas de seguridad o medidas de protección adicionales, ya que la ubicación del predio seleccionado, permite mantener una franja (radio) de aprox. 265.00 m entre la futura planta y la primera infraestructura urbana.

Por lo que las recomendaciones técnicas están enfocadas a la cultura preventiva y de la ejecución de las buenas prácticas de operación y mantenimiento. De ahí la importancia de tratar de mantener esta franja sin la concentración de personas (incremento de viviendas o conjuntos habitacionales), y si bien; ya no es responsabilidad del **Regulado**, que se conserve; así (tenencia de tierra); si lo es contribuir a que la autoridad competente contemple las actividades que desarrolla, para planificar la organización territorial de la zona, de manera que en esa franja se restrinja y/o evite la construcción de viviendas y el desarrollo de actividades económicas que impliquen la concentración de personas o actividades que signifiquen riesgos para la operación de la planta.

De esta manera las Recomendaciones Técnicas emitidas alcanzan un sentido relevante, desde informar a la autoridad competente de los potenciales riesgos que representan las actividades hasta la elaboración e implementación del **Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA);** y el adecuado seguimiento a todas las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

III.2 Sistemas de seguridad

Las medias de seguridad en materia ambiental tienen por objeto a controlar los potenciales eventos identificados en el Capítulo I y II, por lo que el proyecto contará con medidas de seguridad para prevenir, controlar y atender las emergencias relacionadas con el manejo de Gas L.P. por medio de una serie de elementos de seguridad, los cuales se describen en las siguientes secciones del presente documento.

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, el análisis de las condiciones de la instalación está calculados hidráulicamente con los criterios de la NOM-001- SESH-2014.

a) <u>Cisterna para agua:</u>

La capacidad mínima de la pila de almacenamiento se obtiene del área del recipiente más grande de la planta a cubrir con la aspersión directa dosificándola a 10 litros por minuto por metro cuadrado por treinta minutos.

$$Sm= r *D*L* 0.972$$

Diámetro (Ø) = 2.20 m.
Longitud (L) = 14.41 m.
Superficie mojada (Sm) = 3.1416 * 14.41 *2.20*0.9/2 = 44.81m^2
Capacidad de la cisterna = Sm x 44.81 m^2 x 10L 30 min + 21000 litros = 34 443 L

- **Manejo de agua a presión**

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

a. Pila de 40,000 lts de agua con las siguientes medidas 4.00 x 3.00 x 3,00 metros, construida de concreto armado y tabique.
   I. Caseta de equipo contra incendio al lado oriente de la pila con dimensiones en planta de 9.41 x 3.16 metros con acceso para maquinaria y personal, equipada con: bomba de motor de combustión de 60 CF y gasto de 1,892 lpm a 5 kg/cm^2 y una bomba con motor eléctrico de 40 CF y gasto del 1,892 lpm a 5 kg/cm^2.
   II. Red distribuidora construida con tubo de PVC clase 11.2 kg/cm^2, accesorios y conexiones de fierro fundido clase 8.50 kg/cm^2, tubería subterránea a una profundidad de 1.00 metros; la red que alimenta el sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo del cuarto de máquinas con tubería de 102 mm de diámetro. El sistema alimenta a los siguientes componentes:

4 Hidrantes distribuidos estratégicamente para cubrir los estacionamientos y las zonas de trasiego.

1 Aspersores de enfriamiento de semirremolques en isleta de recepción.

1 Aspersores de enfriamiento de autotanques en islote de suministro.

III. Los hidrantes cuentan con válvulas de compuerta de accionamiento manual de 51 mm de diámetro.

La tubería es de 51 mm de diámetro es de acero al carbón cédula 40 en su recorrido externo y en los anillos que están en la parte superior del recipiente de almacenamiento, el recipiente tiene dos líneas de tubería galvanizada de 50.8 mm de diámetro resistente al agua, colocadas de manera simétrica sobre el recipiente de almacenamiento, en esta tubería se tienen instalados los aspersores para el rociar agua de enfriamiento al recipiente.

Los anillos de aspersores están soportados mecánicamente en su parte central por la propia tubería alimentadora y hacia los lados por soportes, formando dos conjuntos de tres soportes cada uno, hacia cada lado de la tubería central.

b) Sistema de enfriamiento por aspersión de agua

- **Aspersores.**

El agua descargada por los aspersores debe rociar directamente cuando menos el 90% de la superficie por encima del ecuador del recipiente de almacenamiento que corresponda.

Para establecer dicha cobertura, los círculos proyectados por el agua de las boquillas de aspersión sobre el recipiente de almacenamiento deben tocarse cuando menos en un punto. El área correspondiente a la superficie mínima a cubrir con la aspersión directa debe calcularse usando la siguiente expresión:

$$Sm = 3.1416 *D* Lt * 0.9\ 2$$

Dónde:

Sm= Superficie mínima a cubrir con aspersión directa (m^2).
D = Diámetro exterior del recipiente de almacenamiento (m).
Lt = Longitud total del recipiente de almacenamiento incluyendo los casquetes (m).

Los aspersores instalados en el sistema de enfriamiento por aspersión deben ser del tipo cono lleno.

- **Válvulas del sistema de aspersión**

La activación de las válvulas de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se efectuará por operación manual.

Contará con un control de arranque el sistema de bombeo y el sentido de giro para operar la válvula a la apertura será a la derecha.

La válvula de alimentación al sistema de enfriamiento por aspersión de agua se colocará fuera de la zona de almacenamiento, de las tomas de recepción, suministro y carburación de autoconsumo y, en su caso, del andén de llenado de recipientes transportables.

Se contará con una válvula de bloqueo en la línea de abastecimiento de agua al sistema de enfriamiento por aspersión para el recipiente de almacenamiento.

- **Toma siamesa**

Se instalará en el exterior de la planta de distribución, en un lugar de fácil acceso para los vehículos de suministro de agua, una toma siamesa para inyectar directamente a la red contra incendio o a la cisterna o tanque de agua, el agua que proporcionen los bomberos.

III.2.1.2 Sistema de protección por medio de extintores

Extintores

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se contará con 1 extintor tipo ABC carretilla de 50 kg de polvo químico en el área de almacenamiento, extintores de polvo químico seco del tipo ABC de 9 kg v de CO_2 en los lugares siguientes y colocados a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros medidos del piso a la parte más alta del extintor. Se sujetarán de tal forma que se descuelguen fácilmente los extintores.

Tabla 1. Ubicación de extintores.

Ubicación	Norma	Instalados
Almacenes	1 por almacén	N/A
Bombas para agua contra incendio	1 por cuarto de bombas	1
Bombas y compresores para gas L.P.	1 por cada equipo	4
Caseta de vigilancia	1	N/A
Caseta del patín de recepción	1 en cada entrada	N/A
Estacionamiento de vehículos de reparto y auto-tanques	1 por cada 10 cajones o fracción	1
Estacionamiento de vehículos utilitarios y de personal de la planta de distribución	1 por cada 15 cajones o fracción	1
Fuente de calor del sistema de sellado	1	N/A
Generador de energía eléctrica	1	N/A
Muelle de llenado para recipientes transportables	1 por cada 5 llenaderas	4
Patín de recepción	1	N/A
Sistema de vaciado de gas L.P.	1	1
Talleres	1 por taller	1
Tomas de carburación de autoconsumo	1 por cada toma	N/A
Tomas de recepción	1 por cada toma	1
Tomas de suministro	1 por cada toma	2

Ubicación	Norma	Instalados
Zona de almacenamiento	1 por cada recipiente	1

Se cuenta con un gabinete que contenga, como mínimo, el equipo de protección personal para dos personas. Cada equipo cuenta con: casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero, confeccionados a base de Nomex, Kevlar o materiales equivalentes. Se ubica a un lado de la oficina.

III.2.1.3 Sistema de paro de emergencia

Alarma sonora contra incendio.

La alarma será del tipo sonoro claramente audible en el interior de la planta, con apoyo visual de confirmación, ambos elementos operan con corriente eléctrica 120 V.

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, policía y las unidades de rescate correspondientes al área, como Cruz Roja, unidades de emergencias del IMSS más cercana, etc. Además, a través del sistema de radiocomunicación de los camiones repartidores de gas LP, 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

Se impartirán cursos de entrenamiento de personal para el manejo del sistema contra incendio sobre los siguientes temas:

- Posibilidades y limitaciones del sistema.
- Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
- Uso de manuales de operaciones, seguridad y de mantenimiento.
- Acciones por ejecutar en caso de siniestro
- Uso de accesorios de protección.
- Uso de los medies de comunicación.
- Evacuación de personal y desalojo de vehículos.
- Cierre de válvulas estratégicas de gas.
- Corte de electricidad.
- Uso de extintores.
- Uso de hidrantes y sistema de aspersión como refrigerante.
- Operación manual del rociado del recipiente.
- Ahorro de agua.
- Mantenimiento general-puntos a revisar.
- Acciones diversas y su periodicidad.

- Mantenimiento preventivo a equipos y agua.
- Mantenimientos correctivos de equipos.

Equipo de protección de protección personal,

Se tiene además con dos trajes de amianto para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio.

III.2.2 Sistemas de seguridad en área de recepción, tanques almacenamiento y suministro

El recipiente de almacenamiento cuenta con dispositivos de seguridad y medición, con indicación local o remota, que permiten:

a) Conocer que la fase líquida del Gas L.P. ha alcanzado el máximo nivel de llenado permisible.
b) Indicar el nivel de la fase líquida del Gas L.P. contenido.
c) Indicar la presión interior en la zona de vapor del recipiente de almacenamiento.
d) Indicar la temperatura de la fase líquida en la zona de líquido del recipiente de almacenamiento.

Tabla 2. Accesorios y conexiones del tanque de almacenamiento.

Clave	Cant.	Ø, mm	Accesorios	Descripción	Conexiones
1	1	56	Indicador de nivel	Medidor magnético tipo flotador con indicador magnético, rotatorio o de otro tipo de tecnología	Brida para medidor magnético
2	1	12.7	Termómetro análogo	Carátula nominal mínimo de 50.8 mm de diámetro y registrar temperaturas entre 253.15 K (-20°C) y 323.15 K (50°C), con escala graduada en Kelvin o Celsius, como mínimo.	Fosa para termómetro
3	1	6.4	Manómetro análogo graduado en Pa, Kg/cm^2 u otras unidades de medida, así como aquellos que cuenten con doble escala	Registrar lecturas comprendidas entre 0 a 2.06 MPa (0 a 21 Kgf/cm^2) o de 0 a 2.75 MPa (0 a 28 Kgf/cm^2). Instalarse procedidos con una válvula de aguja. Pueden ser secos o amortiguados por líquido.	Cople para nanómetro
			Válvulas	Los cuerpos de las válvulas de exceso de flujo, no retroceso, alivio de presión e internas son acero, fundición maleable, fundición nodular, bronce o latón.	
4	1	76.2	Las válvulas de exceso de flujo de líquido	Rego A3213A400, Rego A3212A250 cierre automático con fusible térmico. Presión de trabajo de cuando menos 2.4 MPa (24.47 Kgf/cm^2).	Medio cople para salida de líquido
5	2	50.8			
6	1 1/2	38.1	Las válvulas de exceso de flujo de vapor	Rego A3213A400. Presión de trabajo mínima de 2.4 MPa (24.47 Kgf/cm^2). Caudal nominal de cierre	Medio cople para salida de vapor

Clave	Cant.	Ø, mm	Accesorios	Descripción	Conexiones
7	2	50.8		de flujo independientes o en las válvulas internas no debe ser mayor a 2.3 veces el caudal normal de operación.	
8	3	101.6	Válvula de alivio de presión	Multiport Rego 8574 G. calibradas por el fabricante para una presión de apertura de 1.72 MPa (17.58 Kgf/cm^2). Los elastómeros en las válvulas deben ser resistentes a la acción del gas L.P. capacidad de descarga mayor a 62.5 m^3 estándar de aire por minuto.	Bridas slip on de 4". Tubos metálicos de descarga con longitud mínima de 2 m, colocados verticalmente. De acero al carbono, de cedula menor a la 40, con o sin costura, instalación roscados directamente a la válvula o mediante un adaptador.
9	2	6.4	Válvula de máximo llenado		
10	1	384	Entrada hombre		Brida ciega
11	1	50.8	Tapón macho C80	Salida de líquido, drenaje	
12	1		Conector de tierra		
13	1	6.4	Grifo, Rego 3185S		Cople para máximo llenado
14	1	6.4	Grifo, Rego 3185S		Cople para máximo llenado
15	1	510	Protector metálico de accesorios		
16	1		Placa de datos del recipiente		
17	2	800	Placa de asiento de 12.7 mm		

III.3 Medidas preventivas

La planta de Almacenamiento y 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:

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

- Bombas,
- Compresores,
- Bases de sustentación y
- 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 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".

III.3.4 Contra agentes externos y sabotaje

El predio que albergará al proyecto será delimitado con malla ciclónica o alambre de puas, para posteriormente construir una barda perimetral.

El Limite Norte (colindante con la carretera Huamantla-Tlaxco) estará delimitado con una barda de block y elementos verticales y horizontales de concreto armado, con una entrada principal de herrería.

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 3. Rótulos y pictogramas de seguridad que se colocarán en sitios estratégicos del área del proyecto

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
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 de autoconsumo, uno por cada lado de la zona de almacenamiento, como mínimo, y, en su caso, en el patín de recepción

Leyenda del letrero	Ejemplo de pictograma	Lugar
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 de la empresa y, en su caso, en el patín de recepción
Letreros que indiquen los diferentes pasos de maniobras	**Letreros**	Muelle de llenado, tomas de recepción, suministro y carburación
Código de colores de las tuberías	**Letreros**	Como mínimo en la entrada de la planta de distribución y zonas de almacenamiento
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 circulación
Gabinete de equipo de bombero	**Letrero**	Junto al gabinete
Botón de paro de emergencia pulse para operar	**Letrero**	Junto a la válvula de paro de emergencia

a) El tanque de almacenamiento será 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 de longitud. La capacidad total en litros - agua, así como el contenido y número económico con letras serán rotuladas con un tamaño de 25 cm, mientas que la razón social de la empresa se rotulará con letras de acuerdo con el tamaño del diámetro del tanque de almacenamiento.

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.

Tabla 4. Letreros y Pictogramas de seguridad

Nombre del Rotulo	Ubicación del Rotulo
Alarma contra incendio	En interruptores de alarma
Prohibido estacionarse	En puertas de acceso de vehículos, salidas De emergencia por ambos lados y toma de Siamesa
Prohibido fumar	En zona de almacenamiento y trasiego
Uso obligatorio de calzado de Seguridad	En zona de almacenamiento y trasiego
Uso obligatorio de guantes	En tomas recepción y suministro y muelle de llenado
Hidrante	Junto a cada hidrante
Extintor	Muelle de llenado, toma de recepción, toma de suministro y uno por cada lado de la zona de almacenamiento
Se prohíbe el paso a vehículos o Personas no autorizados	Acceso a la planta de distribución, en zona de almacenamiento, circulación y zona de trasiego
Se prohíbe encender fuego	Zona de almacenamiento, trasiego y estacionamiento para vehículos de la empresa
Letreros que indiquen los diferentes pasos de maniobras	Muelle de llenado, toma de recepción y suministro
Código de colores de las tuberías	En la entrada de la planta de distribución y en zona de almacenamiento
Salida de emergencia	En la puerta de salida de emergencia
Prohibido efectuar reparaciones a vehículos en esta zona	En las zonas de trasiego, zona de almacenamiento y de circulación
Ruta de evacuación	Varios lugares con pictogramas de flechas y letras blancas
Velocidad máxima 10 km/h	En la zona de circulación y en la entrada de la planta distribución
Punto de arranque del sistema de agua contra incendio	Junto al cuarto de equipo contra incendio
Válvula de alimentación al sistema enfriamiento por aspersión de agua	Junto a la válvula
Gabinete de equipo de bombero	Junto al gabinete
Botón de paro de emergencia Pulse para operar	Junto a la válvula de paro de emergencia

III.3.6 Planes y programas para el control y mitigación de efectos negativos

Se deberá elaborar e implementar:

1. El **Programa de Prevención de accidentes (PPA)** es un documento a través del cual una persona física o moral realiza actividades consideradas como altamente riesgosas, describiendo las medidas y acciones de **prevención** contra los riesgos analizados en el Estudio de Riesgo Ambiental; considerando la Guías emitidas por la ASEA/SEMARNAT.

2. El **Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE)** El Protocolo de Respuesta a Emergencias; acciones reactivas frente a las emergencias o situaciones de riesgo crítico con motivo del desarrollo de las actividades del Sector Hidrocarburos; considerando los escenarios determinados en su análisis de riesgo, así como aquellos que se presenten por motivo de factores externos, conforme a las DISPOSICIONES Administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la elaboración de los protocolos de respuesta a emergencias en las actividades del Sector Hidrocarburos.

3. **Sistema Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y de Protección al Medio Ambiente (SASISOPA)** para actividades de expendio al público de gas natural; distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo y de petrolíferos. conjunto integral de elementos interrelacionados y documentados cuyo propósito es la prevención, control y mejora del desempeño de una instalación o conjunto de ellas, en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y de Protección al Medio Ambiente. Conforme a Disposiciones Administrativas de Carácter General que establecen los Lineamientos para la Conformación, Implementación y Autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades de Expendio al Público de Gas Natural, Distribución y Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo y de Petrolíferos. (DOF 16 de junio de 2017)

Los cuales deben 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 y
- Los recursos para desempeñar las funciones de las brigadas.

CAPÍTULO IV

RESUMEN

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. **7**
Resultados de la aplicación de las metodologías. 18
Radios potenciales de afectación. 31
Análisis de Consecuencias e Interacciones. 40
Puntos de interés más cercanos al proyecto 40
Puntos de interés con referencia al componente biótico 42
Análisis de interacciones. 43
Análisis de Consecuencias, efectos sobre el SA delimitado 54
IV.3 Presentar el informe técnico debidamente llenado **58**

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, en la selección del sitio se priorizo que no presentará elementos bióticos de relevancia ambiental, y que ya hubiese sido alterado sus 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 cercos vivos utilizados para la delimitación de propiedades y parcelas, de forma dispersa e intercalándose con áreas dedicadas a cultivos, por lo que la riqueza biológica baja. No identificando área de relevancia ambiental dentro de los potenciales radios de afectación.

4. En el **AII** y **SA** delimitados el uso predominante es agrícola, con presencia de alguna actividades pecuarias (crianza de aves), sin identificar, otro uso de suelo, por lo que el desarrollo y operación de la planta no representa un riesgo para las actividades económicas presentes.

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 graves para la salud humana.

6. Derivado del análisis de riesgo se identificó que para los **escenarios tipificados como más probables, pero menos catastróficos**, la puesta en operación de 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.**

7. Para la mayoría de los **escenarios más catastróficos, pero menos probables** se determinó que sus potenciales consecuencias sobre los ecosistemas serian reparables y no se identifican daños a la salud humana de la población y para las trabajadores serian de moderados a graves (por la misma naturaleza del proyectro).

8. Se identificó que el único escenario de riesgo que representa riesgos de afectación a la salud humana de la población es la pótencial ocurrencia de un **BLEVE en el tanque de almacenamiento**, en donde los radios de afectación a la salud humana alcanzan algunas de las viviendas. Sin embargo, la frecuencia de ocurrencia este evento es extremandamente rara, por lo que es un escenario tolerable simpre que se cumple estrictamente con los procedimientos de operación y la implementación de las recomendaicones técnicas operativas.

9. Los potenciales daños por la potencial ocurrencia de los escenarios de riesgo identificados son:

Efectos Negativos sobre los componentes ambientales de los escenarios más probables Menos catastróficos.

a) Componente Biótico.

Radiación Térmica.

En el caso de los escenarios de riesgos identificados como más probables, pero menos catastróficos, los resultados de las simulaciones indican que en la mayoría de los escenarios los radios de afectación por radiación térmica se circunscriben a los límites predio o el área que ocupara la planta, en algunos casos rebasan los límites del predio, sin embargo, como se demostró en la **MIA-P** presentada para el proyecto en los predios colindantes la cobertura vegetal es principalmente pecuaria (pastos y cultivos) intercalados con cercos vivos en los que predomina el estrato herbáceo. Por lo que en aquellos casos en lo que el radio de afectación rebase los límites del predio, se podrá tener pérdida de follaje. Solo en caso de que el componente florístico se viera expuesto a un radio de alto riesgo (5 kw/m^2) y un prolongado tiempo de exposición el estrato arbustivo tendría riesgo de incendio.

Ondas de sobrepresión (Explosión)

En lo que se refiere a las ondas de sobrepresión en todos los escenarios identificados los potenciales radios de afectación rebasan los límites del predio; y al igual que en el caso de radiación térmica, afectan cultivos y cercos vivos; las potenciales afectaciones sobre esta vegetación estarían dada por el radio de alto riesgo, ya que la cobertura vegetal se vería expuesta a onda de choque de 1.00 psi, y que, si bien no es suficiente para arrancarla de raíz, si ocasionará perdida de follaje.

De forma general podemos señalar que en es los escenarios tipificados como **más probables, pero menos catastróficos** los máximos daños potenciales al componente biótico serán reparables; lo que significa que **los daños que se ocasionarán sobre el componente biótico, por la ocurrencia de estos escenarios de riesgo, no pondrían en riesgo la continuidad de los**

procesos que actualmente prevalecen en el AII y en el SA propuesto; por lo que no se pone en riesgo su equilibrio ecológico.

b) Salud Humana.

De acuerdo a los radios de afectación por ondas de sobrepresión en ningún caso la infraestructura urbana identificada en las inmediaciones de la planta, los radios de mayor alcance corresponden al escenario 1 con 68.59 m (radio de alto riesgo) y 116.73 m (radio de amortiguamiento), por lo que no hay afectaciones a la infraestructura y salud humana de la población.

Para el caso del personal que labore en la planta las consecuencias se **estiman moderadas**, no obstante, sin embargo, en caso de que el personal se vea directamente expuesto a la onda de sobre presión de alto riesgo, se podrían, tener alguna fatalidad.

Efectos Negativos sobre los componentes ambientales de los escenarios Menos probables más catastróficos.

a) Componente Biótico.

Radiación Térmica.

En el caso de los escenarios de riesgos identificados como más catastróficos, pero menos probables, los resultados de las simulaciones indican que en todos los casos la mayoría de los escenarios los radios de afectación por radiación térmica rebasan los límites del predio, los radios de mayor alcance con respecto a la ruptura de la tubería son los del Esc. 4 que alcanza distancias de 42.03 m (radio de alto riesgo) y 77.66 m (radio de amortiguamiento); y dentro de estos radios las condiciones ambientales son a las que ya se analizaron con respecto de los escenarios de riesgos tipificados como más probables pero menos catastróficos. Es decir, se estiman los mismos daños; aunque en una mayor superficie, lo que significa que **los daños que se ocasionarán sobre el componente biótico, por la ocurrencia de estos escenarios de riesgo, no pondrían en riesgo la continuidad de los procesos que actualmente prevalecen en el AII y en el SA propuesto; por lo que no se pone en riesgo su equilibrio ecológico.**

b) Salud humana.

Para estos casos, si bien, en algunos casos los potenciales radios de afectación rebasan los límites del predio, dentro de estos radios no se tiene presencia de infraestructura urbana, **por lo que no se estiman daños a la salud humana de la población.**

Para el caso del personal que trabaje en la planta, los daños se estiman en moderados con lesionados que requerirán atención hospitalaria.

Ondas de sobrepresión (Explosión)

a) Componente Biótico.

Los radios de afectación rebasan los límites del predio, las ondas choque, afectan los cultivos, los cercos vivos, no obstante, las ondas de choque no son suficiente para arrancar a los ejemplares que se encuentren dentro de este radio, sin embargo, se ocasionará la perdida de follaje. **Los daños se estiman en reparables y no ponen en riesgo el equilibrio del SA en donde se inserta el proyecto.**

b) Salud humana.

De los radios potenciales de afectación solo los determinados en el escenario 4 alcanza la galera y bodegas abandonadas ubicadas en dirección Sureste, las cuales se encuentran abandonas, la onza de choque **no ocasionara daños a la infraestructura y tampoco sobre la salud humana de la población.**

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.**

Caso Más Catastrófico (BLEVE's)

Bola de Fuego.

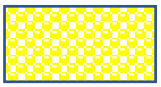
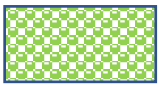
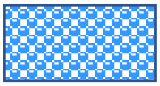
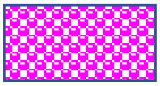
El diámetro de la bola de fuego en los tres escenarios identificados sobrepasa los límites del predio, sin embargo, como se demostró en la **MIA-P** presentada para el proyecto en los predios colindantes la cobertura vegetal es principalmente pecuaria (pastos y cultivos) intercalados con cercos vivos en los que predomina el estrato herbáceo. Por lo que en aquellos casos en lo que el radio de afectación rebase los límites del predio, se podrá tener pérdida de follaje. Solo en caso de que el componente florístico se viera expuesto a un radio de alto riesgo (5 kw/m^2) y un prolongado tiempo de exposición el estrato arbustivo tendría riesgo de incendio. Los daños estimados son reparables y no se pone en riesgo el equilibrio ecológico del SA propuesto.

Salud Humana.

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.**

<u>Consecuencias por Radiación Térmica a la Salud Humana</u>

De acuerdo al análisis de consecuencias, se estiman daños graves a la salud humana, conforme a lo siguiente.

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	1032.45	5. Granja Arvicola 6. Casa habitación 7. Invernaderos	Menores
	Zona 2: Nivel de daño significativo Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda. Radiación: 9.08 kW/m2	686.50	7. Granja Avícola 8. Casa habitación	Reparables
	Zona 3: Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio. Radiación: 15.26 kW/m2	521.44	2. Bodega abandonada 3. Galeras crianza de aves (abandonada). 4. Bodega (abandonada 5. Vivienda 6. Conjunto de casas Habitación	Graves
	Zona 4: Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio. Radiación: 43.17 kW/m2	277.39	1. Galeras crianza de aves (abandonada)-	Ninguna

10. De acuerdo a la aplicación de las metodologías y técnicas para la identificación de riesgos, se establecieron las siguientes recomendaciones técnicas operativas.

DE LA RECOMENDACIÓN				RESPONSABLE DE LA ATENCIÓN	FECHA PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
No.	CODIFICACIÓN	DATOS GENERALES SINTESSIS DESCRIPTIVA	INDICE DE RIESGO		
1	ERA-ROEV -2020-RT1	1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	Previo y durante la operación de la Planta
2	ERA-ROEV -2020-RT2	2. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	Durante la operación de la Planta
3	ERA-ROEV -2020-RT3	3. Supervisar que la recepción de semirremolques y descarga de Gas L.P. se lleve conforme a los procedimientos	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	Durante la operación de la Planta
4	ERA-ROEV -2020-RT4	4. Elaborar e implementar el SASISOPA Colocar un sistema detección de fuego.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	30/03/2023
5	ERA-ROEV -2020-RT5	5. Presentar el resumen ejecutivo del Estudio de Riesgo, incluyendo los Diagramas de Pétalos al municipio con el fin de que se consideren los potenciales radios de afectación, dentro de su planeación urbana.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	30/12/2022

No se identificó la necesidad de implementar o adicionar sistemas de seguridad o medidas de protección adicionales, ya que la ubicación del predio seleccionado, permite mantener una franja (radio) de aprox. 265.00 m entre la futura planta y la primera infraestructura urbana.

Por lo que las recomendaciones técnicas están enfocadas a la cultura preventiva y de la ejecución de las buenas prácticas de operación y mantenimiento. De ahí la importancia de tratar de mantener esta franja sin la concentración de personas (incremento de viviendas o conjuntos habitacionales), y si bien; ya no es responsabilidad del **Regulado**, que se conserve; así (tenencia de tierra); si lo es contribuir a que la autoridad competente contemple las actividades que desarrolla, para planificar la organización territorial de la zona, de manera que en esa franja se restrinja y/o evite la construcción de viviendas y el desarrollo de actividades económicas que impliquen la concentración de personas o actividades que signifiquen riesgos para la operación de la planta.

De esta manera las Recomendaciones Técnicas emitidas alcanzan un sentido relevante, desde informar a la autoridad competente de los potenciales riesgos que representan las actividades hasta la elaboración e implementación del **Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA);** y el adecuado seguimiento a todas las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

11. La incorporación de estas acciones preventivas permitiría minimizar los potenciales daños y disminuir la probilidad de ocurrencia de los distintos escenarios de riesgo identificados, dándole confiabilidad operativa a la instalación, **manteniendo el nivel de riesgo en un nivel Tolerable.**

IV.2 Resumen de la situación general que Presenta el proyecto en materia de riesgo Ambiental.

El Análisis de Riesgo de la Planta de Distribución se realizó con la aplicación de metodologías y técnicas como: riesgos asociados a la actividad incluyendo herramientas, equipos, sustancias y procesos; asi como la identificación de nodos y desviaciones operativas mediante la aplicación de un **HazOp**; que permitieron identificar las anomalías operativas que podrían generar escenarios de riesgos y analizar sus potenciales daños con respecto de los componentes bióticos y humanos.

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 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 el tanque 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 del tanque de almacenamiento a toma de recepción. 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: **10.00 Kg/cm^2** Capacidad máxima de desplazamiento: **565 LPM**
Nodo 2	**Tanque de Almacenamiento de Gas L.P.** Intención de Diseño: Almacenamiento de Gas L.P. en un tanque cilíndrico horizontal con una capacidad de 181,000.00 L, mismo que será **llenados como máximo al 90% de su capacidad, es decir, 162900.00 L de Gas L.P. para su posterior trasiego a la isleta de suministro de Autotanques y Muelle de llenado de recipientes portátiles.** **La presión de operación es de 8.00 kg/cm^{2,} para su posterior trasiego.** Límites del Nodo; Válvulas de entrada al tanque y válvulas de salida.

Nodo	Descripción
Nodo 3	**Toma de suministro de autotanques** Intención de Diseño: Envío de Gas L.P. en estado líquido del tanque 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 al tanque de almacenamiento. Maquinaria necesaria para la operación: **Bomba 1 y/o 2** Condiciones de Operación: **3.40 Kg/cm^2** Capacidad máxima de desplazamiento: **490 LPM**
Nodo 4	**Toma de suministro de Muelle de Llenado** Intención de Diseño: Envío de Gas L.P. en estado líquido del tanque de almacenamiento al múltiple del llenado de recipientes portátiles a través de tuberías de 3" y 2" de diámetro nominal y llenaderas de ½" de diámetro nominal- Retorno de Gas L.P. excedente en las llenaderas al tanque de almacenamiento mediante tubería de 2" y 3" de diámetro nominal. Límites del Nodo. Desde las válvulas de salida del tanque 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 1 y/o 2** Condiciones de Operación: **3.40 Kg/cm^2** Capacidad máxima de desplazamiento: **490.00 LPM)**

De acuerdo con las operaciones que se realizan el grupo identifico **22 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 al tanque 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	**Otra**	**De otra Manera**	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 tanque 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**	**De otra Manera**	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**	**De otra Manera**	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

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.

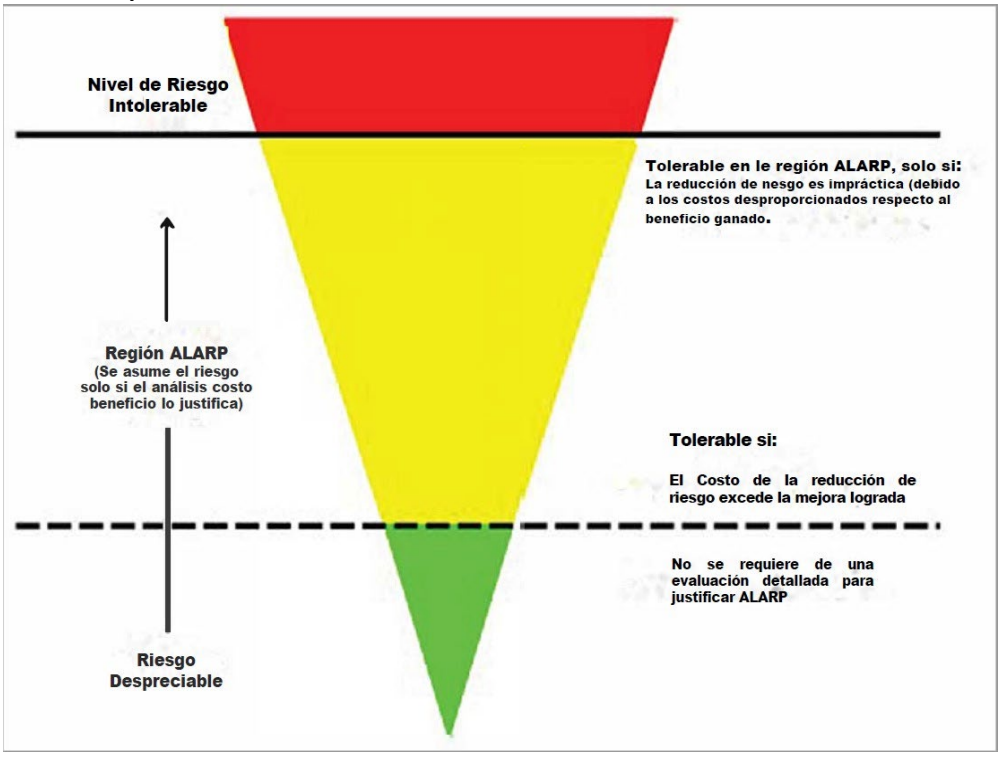
Principio ALARP.

Las siglas **ALARP** significan: Tan bajo como sea razonablemente Práctico, del inglés "As Low As Reasonably Practicable".

El concepto **ALARP** fue desarrollado en el Reino Unido. La legislación de ese país estableció el término **ALARP** por medio del Health and safety at Work etc. Act 19774, el cual requiere que se mantengan las instalaciones y sus sistemas "seguros y sin riesgo a la salud" hasta donde fuera razonablemente práctico.

El principio **ALARP** (Figura 36) surge del hecho de que sería posible emplear una gran cantidad de tiempo, dinero y esfuerzo al tratar de reducir los niveles de riesgo aun valor de cero, lo cual en la práctica no es costeable ni posible. Adicionalmente, este principio, no debe entenderse como simplemente una medida cuantitativa de los beneficios contra los daños. Se debe entender como una buena práctica de juicio del balance entre riesgo y el beneficio a la sociedad y al negocio.

Fig. 1 ***Principio*** **ALARP.**



Existen riesgos que son tolerables y otros riesgos no tolerables. El principio **ALARP** se encuentra precisamente entre los riesgos que se toleran y los que no.

Matriz de jerarquización de riesgos

En diferentes tipos de industrias, incluida la petrolera, se realizan análisis de riesgos de proceso por medio de herramientas que permiten realizar una estimación del riesgo. El riesgo tiene dos componentes: la frecuencia de ocurrencia de un evento indeseado y la magnitud de las consecuencias de ese evento. Contar con una metodología para valorar los niveles de riesgo es importante cuando el conjunto de riesgos identificados es amplio y los recursos para su control o reducción son limitados. El valorar los niveles de riesgo y asignar prioridades a la atención de las recomendaciones, permite un manejo adecuado de los recursos.

Una escala de valores de riesgo se diseña para contar con una medida de comparación entre diversos. Aunque un sistema de este tipo puede ser relativamente simple, la escala debe representar valores que tengan un significado para la organización y que puedan apoyar la toma de decisiones.

Esta escala debe cumplir con las siguientes características:

- Ser simple de entender y fácil de usar.
- Incluir todo el espectro de frecuencia de ocurrencia de escenarios de riesgo potenciales.
- Describir detalladamente las consecuencias en cada categoría (personal, población, medio ambiente y negocio).
- Definir claramente los niveles de riesgo tolerable, ALARP y no tolerable.

Las matrices de riesgos normalmente se emplean para calificar inicialmente el nivel de riesgo.

Las matrices de riesgos son gráficas en dos dimensiones en cuyos ejes se presenta la categoría de frecuencia de ocurrencia y la categoría de severidad de las consecuencias sobre él personal, la población, el medio ambiente y el negocio. Esas matrices están divididas en regiones que representan los riesgos tolerables, en región ALARP y los no tolerables.

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.

Por un lado, las ventajas en el uso de las matrices de riesgos son, entre otras, las siguientes:

- Son simples de entender y fáciles de aplicar.
- Bajo costo de aplicación.

Frecuencia de cada escenario

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

Se definen 6 niveles cualitativos para la ocurrencia de los eventos, en función de las frecuencias con que se estima que puedan presentarse.

Tabla 3 niveles cualitativos para la ocurrencia de los eventos.

Clasificación de frecuencia	Categoría	Descripción de	Frecuencia De Ocurrencia
F6	Muy frecuente	Ocurre una o más veces por año	≥ 1.0
F5	Frecuente	Ocurre una vez en un período entre 1 y 3 años	> 1.0 ≤ 3.33 x 10-1
F4	Poco frecuente	Ocurre una vez en un período entre 3 y 5 años	> 3.33 x 10-1 ≤ 2 x 10-1
F3	Raro	Ocurre una vez en un periodo entre 5 y 10 años	> 2.0 x 10-1 ≤ 1 x 10-1
F2	Muy raro	Ocurre solamente una vez en la vida útil de la planta. (30 años)	3.33 x 10-2
F1	Extremadamente raro	Concebible: nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar. 1 en 100 años	1.00 x 10 -2

Adaptación propia a partir de la Guía Técnica para realizar Análisis de Riesgos de Proceso; Clave: 800-16400-DCO-GT-75 (03-septiembre-2010).

Nota 1 La frecuencia en la categoría muy raro se obtuvo dividiendo 1 (un incidente en 30 años) considerando que en la buscada de antecedentes de accidentes asociados a las actividades que se pretenden desarrollar se identificó un incendio en una planta de distribución de Gas L.P.) y no se tiene registro de que se hayan vuelto a presentar.

Nota 2 La frecuencia en la categoría Extremadamente Raro se obtuvo tomando como referencia el incidente ocurrido en San Juan Ixhuatepec en noviembre de 1984 (hace 37 años)

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 sin considerar 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.

De esta manera las Matrices que se emplearan para la ponderación de los escenarios identificados durante la aplicación del HazOp, y determinar su nivel de riesgo para los factores que potencialmente pueden ser receptores de sus potenciales efectos.

La categorización de los riesgos identificados se realiza definiendo las siguientes zonas en la matriz, a continuación, en la siguiente Tabla se muestra las regiones de riesgo:

Tabla 4 Regiones de Riesgos.

Región de Riesgo	*Descripción*
No Tolerable "A"	Los riesgos de este tipo deben provocar acciones inmediatas para implantar las recomendaciones generadas en el análisis de riesgo. El costo no debe ser una limitación y el hacer nada no es una opción aceptable. Estos riesgos representan situaciones de emergencia y deben establecerse **Controles Temporales Inmediatos.** Las acciones deben reducirlos a una región de Riesgo ALARP y el mejor de los casos, hasta riesgo tolerable.
ALARP "B" ***As Low As Reasonably Practicable. Tan bajo como sea razonablemente práctico.***	Los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo-beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implanten recomendaciones que permitan reducirlos a la región de riesgo tolerable.
Tolerable "C"	El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.

Fuente: Guía Técnica para realizar Análisis de Riesgos de Proceso; Clave: 800-16400-DCO-GT-75 (03-septiembre-2010).

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.

La evaluación de los efectos de las potenciales consecuencias se realizó conforme a los siguientes criterios.

Con base a lo anterior descrito la jerarquización de riesgo y sus potenciales consecuencias se hará conforme lo siguiente:

A. 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 de potenciales riesgos por la operación de una planta de almacenamiento; 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 están muy por debajo de los cinco

minutos; así como las emisiones derivadas de desacoplar las conexiones entre mangueras y válvulas y que se pueden catalogar parte de una operación normal de los sistemas de seguridad.

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. por fugas en el tanque de almacenamiento o 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** Poco frecuente **(F4), Ocurre una vez en un periodo entre 3 y 5 años**

Escenarios Menos Probables, pero más 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) Muy raro, Ocurre solamente una vez en la vida útil de la planta. (30 años).**

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 Extremadamente Rara (F1) Concebible: nunca ha ocurrido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.**

B. 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), el proyecto se pretende desarrollar alejado de núcleos urbanos y la presencia de infraestructura urbana es escasa; la infraestructura más cercana a la planta es en dirección Sureste, a aprox. 297 m (considerando el eje longitudinal del tanque) es una galera para la crianza de aves, que se observa abandonada. A 293.00 m una construcción posiblemente usada como bodega para las actividades asociadas a la galera; a 325.000 m otra galera igualmente abandonada y a 375.00 m lo que parece ser su bodega.

A aprox. 450.00 m se ubica la primera casa habitación y a 492.00 aprox. un conjunto de 5 construcciones pueden ser casas habitación y unos metros más adelante dos galeras e infraestructura asociada a las actividades que se practican en las mismas; a 575.00 m aprox. se localiza un conjunto de tres casas habitación; a 686.00 aprox. una construcción no terminada; a 798.00 m dos casas habitación y hacia el noreste a aprox. 970.00 m lo que parecen ser invernaderos; 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 en general dentro de los potenciales radios de afectación las condiciones ambientales corresponden a áreas altamente perturbadas por las actividades agrícolas, por lo que las afectaciones se consideran menores.

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.

En el caso del personal que labore dentro de las instalaciones las consecuencias serán mayores, ya que es probable la muerte de trabajadores, 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.

la infraestructura más cercana a la planta es en dirección Sureste, a aprox. 297 m (considerando el eje longitudinal del tanque) es una galera para la crianza de aves, que se observa abandonada. A 293.00 m una construcción posiblemente usada como bodega para las actividades asociadas a la galera; a 325.000 m otra galera igualmente abandonada y a 375.00 m lo que parece ser su bodega.

A aprox. 450.00 m se ubica la primera casa habitación y a 492.00 aprox. un conjunto de 5 construcciones pueden ser casas habitación y unos metros más adelante dos galeras e infraestructura asociada a las actividades que se practican en las mismas; a 575.00 m aprox. se localiza un conjunto de tres casas habitación; a 686.00 aprox. una construcción no terminada; a 798.00 m dos casas habitación y hacia el noreste a aprox. 970.00 m lo que parecen ser invernaderos; 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.

Para nuestro caso particular considerando que dentro de un radio de alto riesgo y amortiguamiento 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 304.45 m aprox. se tiene riesgos de daños de quemaduras de 3er grado en piel desnuda y una letalidad (mortalidad de 50%) es decir que fallecería la mitad de las personas dentro de este radio, dentro de este radio solo se ubica la galera abandonada y su bodega; y en un radio de 574.30 m se ocasionarían quemaduras de 2º grado y un nivel de letalidad del 1% es decir, fallecería 1 de cada 100 personas, en esta franja se ubican un conjunto de 5 construcciones pueden ser casas habitación y unos metros más adelante dos galeras e

infraestructura asociada a las actividades que se practican en las mismas; a 575.00 m aprox. se localiza un conjunto de tres casas habitación; por lo que las afectaciones s**obre el ser humano se considerarán catastrófico.**

Ambiente.

Para nuestro caso particular considerando que dentro de un radio de alto riesgo y amortiguamiento las condiciones ambientales corresponden a ecosistemas en los que los componentes bióticos y algunos bióticos ya han sido totalmente transformados si bien se tiene presencia de estrato arbóreo y arbustivo que se han conservado como cercos vivos, 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 se consideraran **menores para el componente ambiental,** verificando esta suposición con el análisis de consecuencias.

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 L.P. 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.

.

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 con 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 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 5 Resumen de los resultados obtenidos de la ponderación de riesgos Metodología HazOp.

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.														
Proyecto: "Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"					Numero de Nodo: 1 Tomas de Recepción de Gas L.P. líquido y vapor									
No	**Variable**	**Palabra guía**	**Desviación**	**Consecuencias**	**F**	**DP**	**EP**	**IA**	**PP**	**DI**	**DT**	**REGIÓN**	**TIPO**	**Recomendaciones**
1.1	**Flujo**	**No.**	No se presenta flujo de gas a los tanques de almacenamiento.	• No hay alimentación de gas L.P a los tanques de almacenamiento. • Paro de labores. • Sobrepresión en el compresor.	**F6**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación.**
1.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas al tanque de almacenamiento	• 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.	**F4**	**3**	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**B**	**ALARP**	**2. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.**
1.3	**Presión**	**Menos**	Se registra una menor presión en el trasiego de gas.	◆ 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.	**F4**	**3**	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**B**	**ALARP**	**2. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.**
1.4	**Presión**	**Más**	Se registra una mayor presión en las líneas de la toma de recepción	◆ Sobrepresión en el compresor.	**F6**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**

No	Variable	Palabra guía	Desviación	Consecuencias	F	DP	EP	IA	PP	DI	DT	REGIÓN	TIPO	Recomendaciones
1.5	Corrosión	De otra Manera	Se presenta corrosión externa en tuberías de 2" y 4"de Ø" de diámetro nominal	◆ Posibilidad de fugas en líneas por corrosión.	**F4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**C**	**TOLERABLE**	**El grupo considera que las protecciones existentes son suficientes, por lo que no se tienen recomendaciones**
1.6	Otro	De otra manera	Ruptura total de la manguera de 2" de Ø" nominal o ruptura de las tuberías de 2" y 4" de Ø" nominal.	◆ 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.	**F2**	**5**	**2**	**3**	**3**	**3**	**2**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**
1.7	Otro	De otra manera	Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE en el semirremolque.	• Ruptura total del del recipiente. • 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 al remanente de Mezquital. ◆ Potenciales daños moderados al ser humano y su infraestructura que se encuentra al exterior de la planta.	**F2**	**5**	**4**	**4**	**3**	**3**	**3**	**B**	**ALARP**	**3. Supervisar que la recepción de semirremolques y descarga de Gas L.P. se lleve conforme a los procedimientos**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.														
Proyecto: "Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"					Numero de Nodo: 2 Tanque de Almacenamiento de Gas L.P.									
No	**Variable**	**Palabra guía**	**Desviación**	**Consecuencias**	**F**	**DP**	**EP**	**IA**	**PP**	**DI**	**DT**	**REGIÓN**	**TIPO**	**Recomendaciones**
2.1	Presión	Mas	El tanque presenta una mayor presión a la normal operativa	• 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. •	**F4**	**3**	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**
2.2	Nivel	Mayor	El tanque de almacenamiento presenta niveles de llenado por arriba del 90% máximo.	• Sobre llenado del Tanque. • Riesgo de Sobrepresión en el tanque. • Fugas de gas L.P. en accesorios y uniones bridadas	**F4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**C**	**TOLERABLE**	**El grupo considera que las protecciones existentes son suficientes, por lo que no se tienen recomendaciones**
2.3	Corrosión	De otra manera	Se presenta a corrosión externa en el los tanques de almacenamiento	• Emisiones de Gas L.P., • Fugas de Gas L.P. por tubería en mal estado.	**F4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**C**	**TOLERABLE**	**El grupo considera que las protecciones existentes son suficientes, por lo que no se tienen recomendaciones**

No	Variable	Palabra guía	Desviación	Consecuencias	F	DP	EP	IA	PP	DI	DT	REGIÓN	TIPO	Recomendaciones
2.4	Otro	De otra manera	Se presentan las condiciones para la generación de un 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 moderados al ser humano y su infraestructura.	**F1**	**6**	**6**	**5**	**3**	**5**	**3**	**B**	**ALARP**	**4. Elaborar e implementar el SASISOPA** **5. Presentar el resumen ejecutivo del Estudio de Riesgo, incluyendo los Diagramas de Pétalos al municipio con el fin de que se consideren los potenciales radios de afectación, dentro de su planeación urbana.**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.														
Proyecto: "Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"					**Numero de Nodo: 3 Nodo: Toma de suministro de autotanques.**									
No	**Variable**	**Palabra guía**	**Desviación**	**Consecuencias**	**F**	**DP**	**EP**	**IA**	**PP**	**DI**	**DT**	**REGIÓN**	**TIPO**	**Recomendaciones**
3.1	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas a los autotanques	• 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.	**F4**	**3**	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.**
3.2	**Flujo**	**No**	No hay Flujo	• No hay alimentación de gas L.P.	**F6**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**
3.3	Presión	Más.	Se presenta mayor presión en las líneas de trasiego de gas.	• Sobrepresión en las líneas de suministro a auto tanques. ◆ Exceso de flujo	**F4**	**3**	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**B**	**ALARP**	**2. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.**
3.4	Corrosión	De otra manera	Se presenta corrosión externa en las líneas de 2" y 3" de diámetro nominal	◆ Posibilidad de fugas en líneas por corrosión.	**F4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**C**	**TOLERABLE**	El **grupo considera que las protecciones existentes son suficientes, por lo que no se tienen recomendaciones**

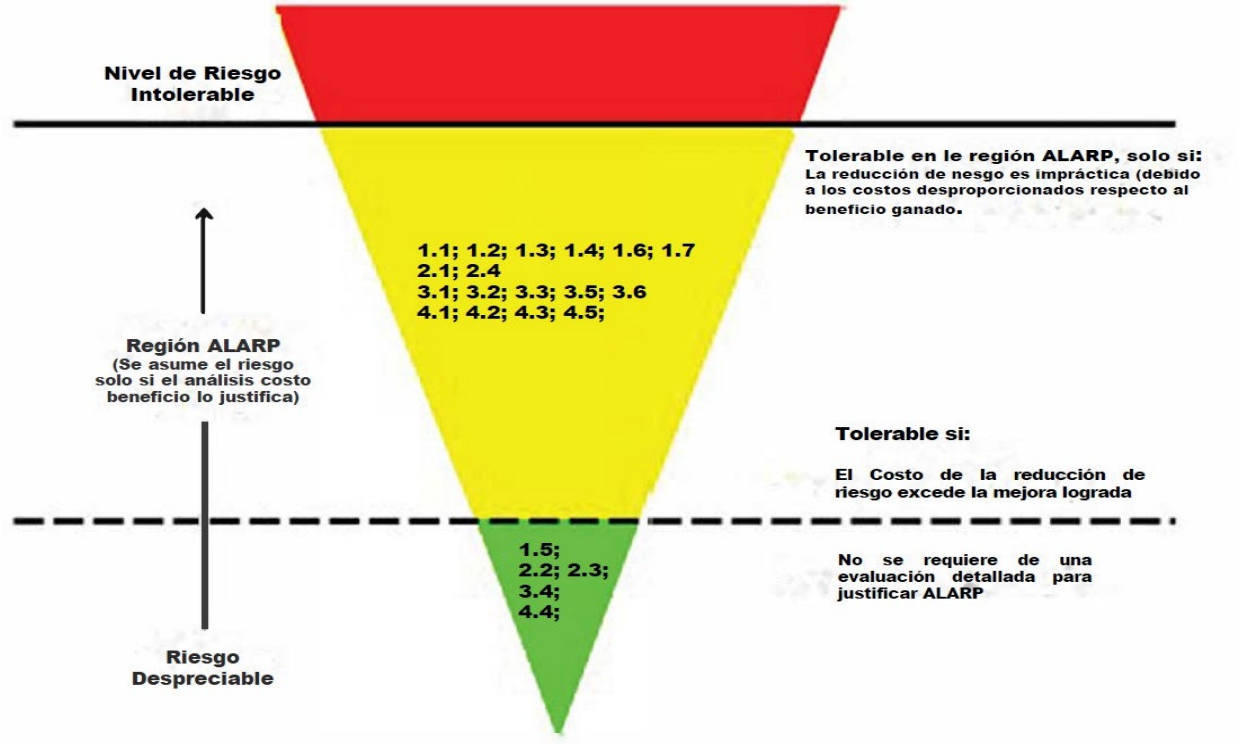
No	Variable	Palabra guía	Desviación	Consecuencias	F	DP	EP	IA	PP	DI	DT	REGIÓN	TIPO	Recomendaciones
3.5	**Otro**	**De otra Manera**	De otra manera ruptura total de las mangueras de 1 ½" y 2" de Ø nominal o de las líneas de 2" y 3" de Ø nominal que conducen el Gas L.P. al	• Liberación súbita y masiva de 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.	**F2**	**5**	**3**	**3**	**3**	**3**	**2**	**B**	**ALARP**	**Supervisar que la recepción de semirremolques y descarga de Gas L.P. se lleve conforme a los procedimientos**
3.6	**Otro**	**De otra manera**	Se presentan las condiciones para la generación de un BLEVE en el semirremolque.	◆ Ruptura total del del recipiente. ◆ 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 al remanente de Mezquital. ◆ Potenciales daños moderados al ser humano y su infraestructura que se encuentra al exterior de la planta.	**F2**	**5**	**4**	**4**	**3**	**3**	**3**	**B**	**ALARP**	**3. Supervisar que la recepción de semirremolques y descarga de Gas L.P. se lleve conforme a los procedimientos**

Análisis de Riesgos y Operabilidad para la empresa: COMERCIAL ROAV Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.														
Proyecto: "Planta de Distribución de Gas L.P. "Cuautinchán", Puebla"					Numero de Nodo: 4 Nodo: Toma de suministro de Muelle de Llenado.									
No	**Variable**	**Palabra guía**	**Desviación**	**Consecuencias**	**F**	**DP**	**EP**	**IA**	**PP**	**DI**	**DT**	**REGIÓN**	**TIPO**	**Recomendaciones**
4.1	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo durante el trasiego de gas al múltiple de llenado autotanques	◆ 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.	**F4**	**3**	**1**	**3**	**1**	**3**	**1**	**B**	**ALARP**	**2. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.**
4.2	**Flujo**	**No**	No hay Flujo	◆ No hay alimentación de gas L.P.	**F6**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**
4.3	**Presión**	**Más.**	Se presenta mayor presión en las líneas de trasiego de gas.	◆ Sobrepresión en las líneas de suministro a auto tanques. ◆ Exceso de flujo	**F6**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**B**	**ALARP**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**
4.4	Corrosión	**De Otra manera**	Se presenta corrosión externa en las líneas de 2" y 3" de diámetro nominal	◆ Posibilidad de fugas en líneas por corrosión.	**F4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**C**	**TOLERABLE**	**1. Supervisar procedimientos de operación de la instalación**

No	Variable	Palabra guía	Desviación	Consecuencias	F	DP	EP	IA	PP	DI	DT	REGIÓN	TIPO	Recomendaciones
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	◆ 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.	**F2**	**5**	**2**	**3**	**3**	**3**	**2**	**B**	**ALARP**	**3. Supervisar que la recepción de semirremolques y descarga de Gas L.P. se lleve conforme a los procedimientos**

En general, y considerando la severidad de las consecuencias, indistintamente del componente afectado en la fig. siguiente se muestra en que rango se ubican los escenarios de riesgos identificados de acuerdo al principio **ALARP.**

Fig. 2 Resumen de los escenarios de riesgos identificados con base en el principio ALARP, considerando la severidad de las potenciales consecuencias.



Se identificaron **17 Escenario con un índice de Riesgo tipo "B" "ALARP", y 6 Escenarios con un índice "C" "Riesgo TOLERABLE "**

Los escenarios de riesgos que se encuentran en la región **ALARP** corresponden a aquellas condiciones anómalas de operación que se asocian fugas continuas y/o súbitas y masivas de Gas L.P. y su posterior deflagración o inflamación, y que, en caso de encontrar una fuente de ignición derivarían en incendios o formación de nubes explosivas cuyas consecuencias sobre el ser humana van desde menores hasta catastróficas.

Estas desviaciones operativas son ocasionadas por: fallas de equipos, o de sistemas de seguridad, fallas mecánicas de materiales o equipos, golpes por agentes externos.

No obstante, derivado del análisis cualitativo referente a la frecuencia con la se puedan presentar los escenarios identificados y sus potenciales consecuencias sobre el personal, la población, el ambiente y la propia instalación podemos concluir que el desarrollo del proyecto y en caso de presentarse estos escenarios las potenciales consecuencias se tendrán los sistemas y medidas, así como acciones preventivas que disminuirán los efectos sobre los componentes que se verían potencialmente afectados.

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 6. Áreas susceptibles por riesgos de BLEVE con Bola de Fuego

Instalación	Área específica y/o Equipo
Área de Almacenamiento	Tanque 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 7. 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 el tanque 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 del tanque 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 2" y 1 $^{1/4}$" 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

Se determinó que bajo una operación normal el nivel riesgo para el proyecto se encuentra en la Región ALARP, es decir que tiene un nivel de riesgo moderado y consecuencias menores.

Sin embargo, en el caso de ocurrencia de algunos de los eventos denominados como Más catastróficos, pero Menos Probables, se detectó que la presencia de la infraestructura urbana poder 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.

De acuerdo con la experiencia del grupo interdisciplinario se considera que la probabilidad de ocurrencia de los denominados catastróficos es muy rara, con el objetivo de incrementar la fiabilidad de operación y prevenir eventos que generen consecuencias graves, se han emitido Recomendaciones Técnico Operativos.

Recomendaciones Técnico operativas

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

DE LA RECOMENDACIÓN				RESPONSABLE DE LA ATENCIÓN	FECHA PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
No.	CODIFICACIÓN	DATOS GENERALES SINTESSIS DESCRIPTIVA	INDICE DE RIESGO		
1	ERA-ROEV -2020-RT1	6. Supervisar procedimientos de operación de la instalación.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	Previo y durante la operación de la Planta
2	ERA-ROEV -2020-RT2	7. Seguimiento al programa Anual de mantenimiento.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	Durante la operación de la Planta
3	ERA-ROEV -2020-RT3	8. Supervisar que la recepción de semirremolques y descarga de Gas L.P. se lleve conforme a los procedimientos	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	Durante la operación de la Planta
4	ERA-ROEV -2020-RT4	9. Elaborar e implementar el SASISOPA Colocar un sistema detección de fuego.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	30/03/2023
5	ERA-ROEV -2020-RT5	10. Presentar el resumen ejecutivo del Estudio de Riesgo, incluyendo los Diagramas de Pétalos al municipio con el fin de que se consideren los potenciales radios de afectación, dentro de su planeación urbana.	C	Ing. Jose Luis Rodríguez Castañeda	30/12/2022

.

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.

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 8 Relación de escenarios a simular:

Tabla 9 Relación de escenarios a simular:

Referencia en HazOp.	Escenario de riesgo	TIPO	
1.1.; **2.1;** **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 Catastrofico**
1.6; 1.7 **2.4** **3.5; 3.6** **4.5**	◆ Ruptura de las tuberías de 2”, 3” Y 4” de diámetro nominal ◆ BLEVE, se presentan las condiciones para que ocurra este fenómeno.	**C**	**Menos Probable más catastrófico**

Tabla 10 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/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
1.2	Esc. 1	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 0.1428 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 85.69 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	85.69	6.88	11.27	52.37	89.12
1.2	Esc. 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/cm2 y tasa de descarga de 0.32094 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 192.564 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	192.64	8.98	16.63	68.59	116.73

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	Esc. 7	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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.048560 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 29.136 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	29.136	3.54	6.68	36.55	62.20
3.1	Esc. 8	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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.10912 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 65.472 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	65.472	5.26	9.87	47.87	81.48

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
4.1	Esc. 12	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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.04849 kg/s. Se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose; 26.9094 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	26.9094	3.54	6.68	35.59	60.58
4.1	Esc. 13	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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 0.10912 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura diez minutos, descargándose 65.472 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	65.472	5.26	9.87	47.87	81.48

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
1.7	Esc. 5	Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de recepción de los semirremolques, el Gas L.P. liberado encuentra de forma inmediata una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie de alguno de los recipientes de los semirremolques; fallan las alarmas y el paro de emergencia, el incendio no es controlado dándose condiciones para un sobrecalentamiento del autotanque, la válvula de desfogue (seguridad) libera gas pero es insuficiente y con rapidez se incrementa la presión al interior del autotanque, 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 recipiente y despresurización súbita del mismo, liberando 40,500.00 litros de Gas L.P que equivalen a 21,870 kg de Gas L.P. el fenómeno final es el BLEVE. Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.	Incendio	Inmediato	21,870.00	542.00	1011.14	162.20	12.6
2.4	Esc. 6	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 162,900.00 Lts de Gas L.P que equivalen a 87,966.00 Kg, el fenómeno final es el BLEVE. Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.	Incendio/ Explosión	Inmediato	87,966.00	844.47	1575.90	257.95	17.3

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
3.6	Esc. 11	Suposición: Se tiene la presencia de una fuga en una de las tuberías del área de toma de suministro de autotanques, el Gas L.P. liberado encuentra de forma inmediata una fuente de ignición, dando paso a un chorro de fuego cuya longitud de flama, alcanza la superficie del recipiente del autotanque; fallan las alarmas y el paro de emergencia, el incendio no es controlado dándose condiciones para un sobrecalentamiento del recipiente, la válvula de desfogue (seguridad) libera gas pero la tasa de descarga es insuficiente y con rapidez se incrementa la presión al interior del recipiente; 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 recipiente y despresurización súbita del mismo, liberando 24,300.00 litros de Gas L.P que equivalen a 13,122.00 kg de Gas L.P. el fenómeno final es el BLEVE. Se evalúan efectos por Bola de Fuego y Radiación Térmica.	Incendio	Inmediato	13,122.00	460.81	859.17	136.80	10.60

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	Esc. 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 (0.0508 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 565 LPM equivalente a 5.085 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 1069.80 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	1069.80	34.02	62.56	143.27	243.84
1.6	Esc. 4	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 8.0235 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo; la fuga dura cinco minutos, descargando 2407.05 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	2407.05	42.03|	77.66	187.89	319.78

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	Esc. 9	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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 1.21245 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 363.74 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	363.74	16.79	31.32	100.53	171.09
3.5	Esc. 10	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 3.40 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 4.410018 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 1323.0054 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	1323.0054	31.78	58.44	154.60	263.12

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
4.5	Esc. 14	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 3.40 kg/cm2 y tasa de descarga de 1.21245 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 363.74 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	363.74	16.79	31.32	100.53	171.09
4.5	Esc. 15	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 3.40 kg/cm2, se considera para este caso el desplazamiento máximo de bomba que es de 4.410018 Kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura cinco minutos, descargando 1323.0054 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	1323.0054	31.78	58.44	154.60	263.12

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 el tanque de almacenamiento, 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) = 844.47 m

Radio de amortiguamiento (1.4 Kw/m^2) = 1575.90 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:
El predio seleccionado para la construcción de la planta se ubica en una zona en donde los usos de suelo predominantes corresponden a pecuarios, agrícola principalmente, alrededor del predio en un radio de 265.00 m aprox. se tiene una franja en la que no se tiene presencia de infraestructura urbana particular o pública.

La infraestructura que se identifica posterior a esta distancia y hasta un radio de 500 m corresponde a galeras usadas para la avicultura alguna de las cuales se observaron abandonadas; se identifican casas habitación en forma dispersa, y el núcleo poblacional más cercano se ubica en dirección Oeste a 910 m (primeras casas).

Durante el recorrido por la infraestructura presente dentro de los potenciales radios de afectación, no se tomó registro fotográfico, por seguridad del personal que realizó las visitas de campo, debido a las circunstancias de seguridad que se viven en distintas regiones del país y la toma de fotografías, podría ser malinterpretada por los habitantes, veladores o público en general.

Las fotografías que se muestran en el apartado siguiente son tomadas del software StreetView® de Google Earth®; y que de acuerdo a las fechas en que fueron tomadas son fiables.

Tabla 11 Sitios de interés, distancia al tanque más cercano y grado de vulnerabilidad.

No.	Punto de Interés	Dist. aprox. Al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
1	Galeras crianza de aves (abandonada)	267.50	Muros de block de cemento arena, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Laminas Galvanizadas.	Baja
2	Bodega	293.00	Muros de block de cemento arena, elementos de refuerzo de concreto armado, losa de concreto armado y Techumbre de Laminas Galvanizadas	Baja
3	Galeras crianza de aves (abandonada)	325.00	Muros de block de cemento arena, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Laminas Galvanizadas.	Baja
4	Bodega (abandonada)	375.00	Muros de block de cemento arena, elementos de refuerzo de concreto armado, losa de concreto armado y Techumbre de Laminas Galvanizadas	Baja
5	Vivienda	430.00	Muros de block de cemento arena, elementos de refuerzo de concreto armado, losas de concreto armado, techumbres de láminas galvanizadas	Baja
6	Conjunto de casas Habitación	492.00	Muros de block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, losas de concreto armado y techumbres de láminas.	Baja
7	Granja Avícola	561.00	Muros de block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, losas de concreto armado y techumbres de láminas.	Baja
8	Casa habitación	575.00	Muros de block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, losas de concreto armado y techumbres de láminas.	Baja
9	Casa habitación	810.00	Muros de block de cemento arena y refuerzos verticales y horizontales de concreto armado, losas de concreto armado y techumbres de láminas.	Baja
10	Comunidad San Jerónimo Almoloya	957.00	La mayoría de las casas y construcciones están elaboradas con una combinación de materiales prefabricados (blocks 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 lámina y cercas perimetrales, de materiales rústicos.	Baja
11	Invernaderos	970.00	Tabique, elementos de refuerzo de concreto armado, Techumbre de Acero	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 las cartas de uso de suelo y vegetación del INEGI Serie V (2013) y Serie VI (2016), señalan que el uso de suelo en el predio donde se pretende construir la Planta corresponde a Agricultura de temporal anual.

Dentro del Área de Influencia se observa la dominancia igualmente de áreas de agricultura, asentamientos humano-urbano construido y Pastizal inducido.

De acuerdo con los recorridos de campo y revisión bibliográfica, en el AI se pueden encontrar ejemplares de tipo arbustiva y arbóreo de porte bajo correspondientes a vegetación secundaria, dentro de las que se encuentras especies como: Mezquite (*Prospois juliflora),* huizache *(Acacia farnesiana),* huizache chino *(Vachellia schaffneri),* Sauce colorado *(Salix humnoldtiana willd),* vara negra *(Rhus standleyi),* palo dulce *(Eysenhardtia polystachya),* nopal cardón *(Opuntia streptacantha),* nopal chino *(Opuntia huajuapensis),* chamisa *(Ageratina glabrata)* y magueyes como *Agave salmiana* y *Agave lechuguilla,* entre otros.

Además, se encuentran presentes una gran diversidad de especies herbáceas, principalmente de tipo invasoras o vegetación de sitios perturbados, tales como: gigantón (*Tithonia tubiformis (Jacq.) Cass.*), flamenquilla (*Dyssodia papposa (Vent.) A. S. Hitchc.*), aceitilla (*Bidens* sp.), Malva moscada (*Malva moschata L.*), salvia hoja de tilo (*Salvia tiliifolia Vahl*), Alache (*Anoda cristata (L.) Schltdl.*), tatalencho (*Gymnosperma glutinosum (Spreng.) Less.),* zazálic (*Mentzelia hispida Willd.*), campanitas (*Ipomoea purpurea (L.) Roth*), gallito de monte (*Zinnia peruviana (L.) L.*), zacate tres barbas (*Aristida adscensionis L.*), navajita azul (*Bouteloua Gracilis*), Zacatón (*Muhlenbergia sp.*) y zacate rosado (*Melinis repens*).

Estas especies nos indican que las áreas se encuentran en un estado de perturbación, principalmente por el desarrollo de actividades antropogénicas.

Componente faunístico

Debido a las condiciones ambientales que predominan en las superficies delimitadas por el Área de Influencia se consideró que para la identificación de fauna se utilizara la observación directa, realizando recorridos dentro de la superficie delimitada por el radio de referencia. A lo que se obtuvo una escasa presencia de fauna durante los recorridos, lo cual es un indicador del estado de perturbación del sitio, servicios ambientales como sitio de refugio, alimentación, descanso se han visto reducidos y limitados a las áreas que aun presentan cobertura vegetal; de esta manera se concluye que en el **AII el componente faunístico se encuentra altamente perturbado y la fauna silvestre es escasa.**

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. 1	**6.88 m**	**11.27 m**	**52.37 m**	**89.12 m**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Este y Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	
Esc. 2	**8.98 m**	**16.63 m**	**68.59 m**	**116.73**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Este y Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	

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. 7	**3.54 m**	**6.68 m**	**36.55 m**	**62.20 m**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Este y oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	
Esc. 8	**5.26 m**	**9.87 m**	**47.87 m**	**81.48 m**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Norte, Este y oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	

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. 7	**3.54 m**	**6.68 m**	**36.55 m**	**62.20 m**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Este y oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	
Esc. 8	**5.26 m**	**9.87 m**	**47.87 m**	**81.48 m**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Norte, Este y oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	

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. 12	**3.54 m**	**6.68 m**	**36.59 m**	**60.58 m**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Este y oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	
Esc. 8	**5.26 m**	**9.87 m**	**47.87 m**	**81.48 m**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna.** Los radios de afectación se circunscriben a los límites del predio.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa el límite Oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Norte, Este y oeste del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	

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 particular 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.

En lo que respecta al componente florístico, los daños que se podrían generar se estiman menores, ya que si bien la intensidad de la radiación térmica podrían ocasionar el incendio de la vegetación circundante al predio, de acuerdo a la caracterización ambiental presentada en la MIA-P del presente proyecto, la vegetación corresponde cultivos principalmente y estrato arbustivo y arbóreo que se ha conservado como cercos vivos, por lo que en caso de pérdida sus efectos negativos no pondrían en riesgo el equilibrio ecológico del SA delimitado.

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.					
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. 3	**34.02 m**	**65.56 m**	**143.27 m**	**243.84**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. El radio de afectación sobrepasa el límite Este, sin afectar infraestructura urbana particular o pública. En cuanto al componente biótico alcanza parte del cerco vivo en dirección norte y algunos arbustos en dirección Este.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Este y Oeste del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	
Esc. 4	**42.03 m**	**77.66 m**	**187.89 m**	**319.78 m**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. El radio de afectación sobrepasa el límite Este, sin afectar infraestructura urbana particular o pública. En cuanto al componente biótico alcanza parte del cerco vivo en dirección norte y algunos arbustos en dirección Este.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Norte, Este y Oeste del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Galera Abandona a 267.50 m** **Bodega Abandona a 293.00 m** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.					
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. 9	**16.79 m**	**31.32 m**	**100.53 m**	**171.09 m**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. El radio de afectación se circunscribe a los límites del predio. En cuanto al componente biótico alcanza parte del cerco vivo en dirección norte y algunos arbustos en dirección Este.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Oeste del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	
Esc. 10	**31.78 m**	**58.44 m**	**154.60 m**	**263.17 m**	**Galera abandonada a 267.50 m**
	Ninguna. El radio de afectación sobrepasa el límite Oeste, sin afectar infraestructura urbana particular o pública. En cuanto al componente biótico alcanza parte del cerco vivo en dirección norte y algunos arbustos en dirección Este.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Este y Oeste del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.					
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. 14	16.79 m **Ninguna.** El radio de afectación se circunscribe a los límites del predio. En cuanto al componente biótico alcanza parte del cerco vivo en dirección norte y algunos arbustos en dirección Este.	31.32 m **Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Oeste del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	100.53 m **Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	171.09 m **Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Galera abandonada a 267.50 m**
Esc. 15	31.78 m **Ninguna.** El radio de afectación sobrepasa el límite Oeste, sin afectar infraestructura urbana particular o pública. En cuanto al componente biótico alcanza parte del cerco vivo en dirección norte y algunos arbustos en dirección Este.	58.44 m **Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites Este y Oeste del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	154.60 m **Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. No se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	263.17 m **Ninguna** El radio de afectación rebasa los límites del Predio. Pero no se tiene presencia de infraestructura urbana particular y/o pública. En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.	**Galera abandonada a 267.50 m**

Como se puede observar de acuerdo a los resultados de los modelos matemáticos en el caso de los escenarios tipificados **como más catastróficos, pero menos probables**, solo el **Esc. 4** tendría interacción con los puntos de interés 1 y 2 identificados.

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.

En lo que respecta al componente florístico, los daños que se podrían generar se estiman menores, ya que si bien la intensidad de la radiación térmica podrían ocasionar el incendio de la vegetación circundante al predio, de acuerdo a la caracterización ambiental presentada en la MIA-P del presente proyecto, la vegetación corresponde cultivos principalmente y estrato arbustivo y arbóreo que se ha conservado como cercos vivos, por lo que en caso de pérdida sus efectos negativos no pondrían en riesgo el equilibrio ecológico del SA delimitado.

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.			
No. de Esc.	**Radiación Térmica**		**Bola de Fuego**
	Radio de Alto Riesgo:	**Radio de Amortiguamiento:**	**Diámetro Máximo**
	542.00 m	**1011.14 m**	**162.20 m**
Esc. 5	1. Galeras crianza de aves (abandonada) 267.50 m 2. Bodega abandonada 293.00 m 3. Galeras crianza de aves (abandonada) 325.00 m 4. Bodega (abandonada) 375.00 m 5. Vivienda 430.00 m 6. Conjunto de casas Habitación 492.00 m **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos**	7. Granja Avícola 561.00 m 8. Casa habitación 575.00 m 9. Casa habitación 810.00 m 10. Comunidad San Jerónimo Almoloya 957.00 m 11. Invernaderos 970.00 m **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.**	**Ninguna.** Los radios de afectación sobrepasan los límites Norte, Este y Oeste del predio no se tienen actividades en las inmediaciones con las cuales se interactúe **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos**
	Radio de Alto Riesgo:	**Radio de Amortiguamiento:**	**Diámetro Máximo**
	844.47 m	**1575.90 m**	**162.20 m**
Esc. 6	1. Galeras crianza de aves (abandonada) 267.50 m 2. Bodega 293.00 m 3. Galeras crianza de aves (abandonada) 325.00 m 4. Bodega (abandonada) 375.00 m 5. Vivienda 430.00 m 6. Conjunto de casas Habitación 492.00 m 7. Granja Avícola 561.00 m 8. Casa habitación 575.00 m 9. Casa habitación 810.00 m **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos**	10. m 11. Comunidad San Jerónimo Almoloya 957.00 m 12. Invernaderos 970.00 m **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.**	**Ninguna.** Los radios de afectación sobrepasan los límites Norte, Este y Oeste del predio no se tienen actividades en las inmediaciones con las cuales se interactúe **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos**

Matriz de interacciones Escenarios Más Catastróficos Menos Probables.			
No. de Esc.	**Radiación Térmica**		**Bola de Fuego**
	Radio de Alto Riesgo:	**Radio de Amortiguamiento:**	**Diámetro Máximo**
	460.81 m	**859.11 m**	**136.80 m**
Esc. 11	**1. Galeras crianza de aves (abandonada) 267.50 m** **2. Bodega 293.00 m** **3. Galeras crianza de aves (abandonada) 325.00 m** **4. Bodega (abandonada) 375.00 m** **5. Vivienda 430.00 m** **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos**	**6. Conjunto de casas Habitación 492.00 m** **7. Granja Avícola 561.00 m** **8. Casa habitación 575.00 m** **9. Casa habitación 810.00 m** **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos.**	**Ninguna.** Los radios de afectación sobrepasan los límites Norte, Este y Oeste del predio no se tienen actividades en las inmediaciones con las cuales se interactúe **Componentes Bióticos.** **En cuanto al componente biótico se afectaría cultivos y algunos ejemplares del estrato arbustivo y arbóreo que se conservan como cercos vivos**

Con respecto a los escenarios tipificados **como más catastróficos, pero menos probables**, correspondientes al BLEVE, en todos los casos los potenciales radios de afectación tendrían interacción con prácticamente todos los puntos interés identificados.

Las potenciales afectaciones a la infraestructura urbana estarán determinadas por la intensidad de radiación térmica y el tiempo al que se vean sometidas, lo cual se estimará en el Análisis de Consecuencias.

En lo que respecta al componente florístico, los daños que se podrían generar a la flora igualmente estarán determinados por la intensidad de radiación térmica y el tiempo al que estén sometidas a esta cantidad de energía, lo cual se estimará en el Análisis de Consecuencias

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 Escenario	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	1		X	85.69	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	6.88	11.27
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	52.37	89.12
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
1.2	2		X	192.64	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	8.98	16.63
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	68.59	116.37
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
1.6	3	X		1069.80	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	34.02	62.56
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	143.27	243.84
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
1.6	4	X		2407.05	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	42.03	77.66
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	187.89	319.78
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		

No de Falla	No. de Escenario	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
3.1	7		X	29.136	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	3.54	6.68
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	36.55	62.20
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
3.1	8		X	65.472	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	5.26	9.87
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	47.87	81.48
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
3.5	9	X		366.74	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	16.79	31.32
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	100.53	171.09
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
3.5	10	X		1323.0054	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	31.78	58.44
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	154.60	263.12
						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
4.1	12		X	26.9094	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	3.54	6.68
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	35.59	60.58
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		
4.1	13		X	65.472	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	47.87	81.48
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	113.82	193.27
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		
4.5	14	X		363.74	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	16.79	31.32
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	100.53	171.09
						Salud Humana				X		SCRI FUEGO		
4.5	15	X		1323.0054	Kg	**Efectos por Radiación Térmica**								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	31.78	58.44
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Efectos Ondas de Sobrepresión								
						Cultivos, Cercos vivos					X	SCRI FUEGO	154.60	263.12
						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
1.7	5	X				**Análisis Efectos Por Bola de Fuego.**								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	N/A	N/A
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Radiación Térmica								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	912.29	1704.19
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
2.4	6	X				**Análisis Efectos Por Bola de Fuego.**								
						Cultivos, Cercos vivos				X				
						Salud Humana					X			
						Radiación Térmica								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO	912.29	1704.19
						Salud Humana		X				SCRI FUEGO		
3.6	5	X				**Análisis Efectos Por Bola de Fuego.**								
						Cultivos, Cercos vivos				X		SCRI FUEGO		
						Salud Humana					X	SCRI FUEGO		
						Radiación Térmica								
						Cultivos, Cercos vivos				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.**

CAPÍTULO V

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

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 **Informe Técnico.**
ANEXO 7 **Hojas de Seguridad**